Polskie Towarzystwo Informatyczne

PTI

Informatyzacja ochrony zdrowia

Wybrane zagadnienia

Redakcja naukowa:

Grzegorz Bliźniuk
Piotr W. Fuglewicz
Leszek Sikorski
Zdzisław Szyjewski

Informatyzacja ochrony zdrowia

Informatyzacja ochrony zdrowia

Wybrane zagadnienia

Redakcja naukowa:

Grzegorz Bliźniuk
Piotr W. Fuglewicz
Leszek Sikorski
Zdzisław Szyjewski

PTI

Polskie Towarzystwo Informatyczne – Oddział Górnośląski
Katowice 2008

Recenzenci:
Prof. PCz., dr hab. inż. Janusz Grabara
Prof. dr hab. Maria Nowicka-Skowron
Prof. PW, dr hab. Kazimierz Waćkowski

Copyright © 2008 Polskie Towarzystwo Informatyczne – Oddział Górnośląski

ISBN 978-83-60810-26-2

Redakcja techniczna dr inż. Tomasz Lis, mgr inż. Jerzy S. Nowak
Projekt okładki Marek J. Piwko

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych, w tym również nie może być umieszczany ani rozpowszechniany w postaci cyfrowej zarówno w Internecie, jak i w sieciach lokalnych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

Polskie Towarzystwo Informatyczne
Oddział Górnośląski
40-040 Katowice, ul. J. Lompy 2/20
tel. (0 32 251 9811) , e-mail: Katowice@pti.org.pl
www.pti.katowice.pl

Fotokopie, druk i oprawę
Wykonano w Zakładzie Graficznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach
zam. 80/09

SŁOWO WSTĘPNE

Przekazujemy do rąk Szanownych Czytelników podsumowanie sesji tematycznej poświęconej problematyce informatyzacji systemu ochrony zdrowia w Polsce, która miała miejsce w Szczyrku w dniu 28 czerwca 2008 r. w ramach konferencji „Górska Szkoła Informatyki". Zgromadziła ona interesujących Mówców i umożliwiła bardzo pouczającą dyskusję.

Wszyscy mamy powszechne przekonanie o ogromnej wadze sprawnego systemu ochrony zdrowia. Zdrowie jest przecież warunkiem koniecznym do realizacji naszych planów i zamierzeń życiowych. Od wielu lat branża informatyczna i środowisko medyczne ma wielkie przeświadczenie o ogromnym znaczeniu narzędzi i środków informatyki dla podnoszenia jakości systemu ochrony zdrowia. Dotyczy to zarówno procedur medycznych związanych bezpośrednio z procesem leczenia, jak również systemów wspomagających proces ochrony zdrowia takich, jak systemy wspomagania podejmowania decyzji medycznych, systemy telemedyczne, systemy rozliczeniowe i inne systemy backoffice'u służby zdrowia.

Nasza szczyrkowska dysputa była pierwszą okazją do wymiany poglądów przedstawicieli praktyków ochrony zdrowia, świata nauk medycznych i informatyki, a także branży informatycznej na temat istoty informatyzacji ochrony zdrowia, modelu rozwoju systemów informatycznych ochrony zdrowia w Polsce, kluczowych problemów informatyzacji ochrony zdrowia i bieżących planów dotyczących jej rozwoju.

Niniejsza monografia stanowi zbiór wybranych materiałów, przygotowanych przez uczestników sesji. Rozpoczęliśmy ją od zacytowania listu Prezesa Polskiej Akademii Nauk, jaki został przesłany do uczestników sesji. Następnie, wychodząc od dyskusji społecznego wymiaru reformy ochrony zdrowia, mającej fundamentalne znaczenie dla kształtu systemu ochrony zdrowia, rozważaliśmy problematykę realizacji bardzo ważnego Programu Informatyzacji Ochrony Zdrowia (PIOZ). W tym kontekście zostały omówione założenia projektu ustawy o systemie informacyjnym ochrony zdrowia (SIOZ).

Problematyka e-zdrowia dotyczy w szczególności telemedycyny. Telemedycyna jest jedną z istotnych usług społeczeństwa informacyjnego. Jest to kolejny wątek monografii, ale nie jedyny. W kontekście całości PIOZ nie sposób bowiem zapomnieć o systemie Rejestru Usług Medycznych (RUM). Losy tego systemu są niezwykle interesujące. Robi on w Polsce karierę już od kilku lat, chociaż do tej pory nie został on zrealizowany w skali ogólnopolskiej, jako jeden, zintegrowany komponent systemu informacyjnego ochrony zdrowia. Ciekawa w tym miejscu jest koncepcja RUM-NFZ z ustawy o SIOZ, zwaną również RUM II. RUM jest w niej widziany jako jeden z elementów całości SIOZ. Takie podejście jest logiczne i racjonalne.

Myśląc o RUM często – bardzo niesłusznie – zawężamy go do roli karty elektronicznej w procesie autentykacji usługobiorcy. Nie sposób jednak nie

omawiać tego wątku, kiedy dyskutujemy o efektywnych sposobach billingowania usług medycznych. W tym zakresie odbyliśmy ciekawą dyskusję na temat roli dokumentu tożsamości w systemie informatycznym ochrony zdrowia. Dyskutowaliśmy również na temat standaryzacji opisu wytycznych i ścieżek klinicznych, co ma związek zarówno z metodami wspomagania podejmowania decyzji medycznych, jak również z procesem rozliczania zrealizowanych usług medycznych. Jest to interesująca i nowa dziedzina wiedzy w problematyce informatyzacji systemów ochrony zdrowia. Opisy ścieżek klinicznych mogą być efektywnie stosowane zarówno w tzw. „białym obszarze" systemów związanym bezpośrednio z procesem leczenia, jak również w tzw. „obszarze szarym" obejmującym procesy administracyjne ochrony zdrowia.

Zakończenie sesji obfitowało w przykłady konkretnych wdrożeń systemów w obu obszarach, tj., białym i szarym. W niniejszej monografii znalazło to swoje odzwierciedlenie w postaci omówienia implementacji systemu MSI, projektu aplikacji wspomagającej diagnostykę nowotworów mózgu i właściwości algorytmu detekcji cech twarzy w obrazach termowizyjnych.

Szanownym Autorom rozdziałów, Wykładowcom i Dyskutantom ze Szczyrku serdecznie dziękujemy za ich aktywny udział w opracowaniu niniejszej monografii i poprzedzającej jej wydanie sesji tematycznej. Liczymy na życzliwe przyjęcie książki przez jej Czytelników i na ożywioną kontynuację dyskusji rozpoczętej w Szczyrku w roku 2008, dyskusję w latach kolejnych i coraz bardziej obfite monografie podsumowujące nasze szczyrkowskie burze mózgów.

Grzegorz Bliźniuk, Piotr Fuglewicz, Leszek Sikorski, Zdzisław Szyjewski

PAN

POLSKA AKADEMIA NAUK

PREZES

Warszawa, 20 czerwca 2008 r.

Panie i Panowie
Uczestnicy XIX Szkoły Górskiej Informatyki
Uczestnicy sesji tematycznej „Informatyzacja Ochrony Zdrowia"

Szanowni Państwo,

Z radością i satysfakcją przyjąłem wiadomość, że po rocznej przerwie zorganizowana została kolejna, XIX Szkoła Górska Informatyki w Szczyrku. Jest to inicjatywa intelektualna, której niewątpliwą zasługą jest integracja środowiska informatycznego wokół zagadnień ważnych dla rozwoju tej dziedziny nauki.

Problematyka tegorocznej debaty skupiać się będzie wokół zagadnień dotyczących informatyzacji ochrony zdrowia. Istnieje wyraziście ukształtowane przekonanie o wadze opieki medycznej dla jakości życia społeczeństwa i powszechna świadomość, że metody i narzędzia informatyki są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowaniu służby zdrowia. Dlatego też cieszy fakt, że podejmujecie Państwo dyskusję na temat informatyzacji tzw. „szarej sfery" systemów informatycznych służby zdrowia. Jest to na pewno jeden z kluczowych obszarów informatyzacji administracji publicznej i rozwoju społeczeństwa informacyjnego w zakresie szeroko rozumianych usług e-zdrowia. Warto również przypomnieć, że w wymiarze finansowym systemy informatyczne ochrony zdrowia stanowią największy segment projektów zidetyfikowanych w Planie Informatyzacji Państwa na lata 2007-2010. Sektor ochrony zdrowia jest także jednym z najważniejszych w Unii Europejskiej.

Zagadnienia, które będą przedmiotem Państwa debaty są również niezwykle interesujące z naukowego punktu widzenia. Splata się tutaj wiele problemów dotyczących między innymi sposobu dystrybucji, wiarygodności i bezpieczeństwa wrażliwej informacji o pacjencie, architektury systemów informatycznych ochrony zdrowia działających w kontekście systemów informatycznych szeroko rozumianej administracji publicznej i partnerów niepublicznych służby zdrowia, interoperacyjności rozwiązań informatycznych, organizacyjnych i prawnych w wymiarze krajowym i europejskim, kontekstu identyfikacji pacjenta i rzetelnego rozliczania planowanych i zrealizowanych na jego rzecz usług medycznych.

Chciałbym wyrazić przekonanie, że dyskusja w tak kompetentnym i reprezentatywnym gronie Prelegentów i Słuchaczy stanie się nie tylko okazją do wymiany poglądów, ale pozwoli także na wypracowanie ciekawych diagnoz i wniosków, które będą pozytywnie wpływać na właściwy przebieg procesu informatyzacji ochrony zdrowia. Mam nadzieję, że tematyka tegorocznej sesji będzie kontynuowana podczas następnych zjazdów Szkoły Górskiej Informatyki w Szczyrku.

Do pozdrowień dla Organizatorów i Uczestników konferencji i sesji dołączam najlepsze życzenia ciekawych i owocnych obrad.

Michał Kleiber

00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki
Tel. (022) 620 33 53, 656 63 23, Fax: (022) 620 49 10

SPIS TREŚCI

SŁOWO WSTĘPNE		5
I	Społeczny wymiar reformy systemu ochrony zdrowia *Jan E. Zejda*	9
II	Wybrane zagadnienia programu informatyzacji ochrony zdrowia w kontekście projektu ustawy o systemie informacji w ochronie zdrowia *Leszek Sikorski*	17
III	Wyzwania społeczeństwa informacyjnego – telemedycyna *Ryszard Tadeusiewicz*	31
IV	RUM, czyli Rejestr Usług Medycznych. Spojrzenie subiektywne *Jarosław Deminet*	65
V	Zasadnicze koncepcje RUM II *Marek Ujejski*	73
VI	Rola dokumentu tożsamości w kontekście systemu informacyjnego ochrony zdrowia *Przemysław Więcław*	79
VII	Standaryzacja opisu wytycznych i ścieżek klinicznych w kontekście paneuropejskim *Roman Bronowski*	91
VIII	Wykorzystanie technologii teleinformatycznej w służbie zdrowia na przykładzie systemu MSI *Piotr Fugłewicz, Zdzisław Szyjewski*	107
IX	Projekt aplikacji do diagnozowania nowotworów mózgu *Joanna Kwiatkowska*	123
X	Badanie właściwości algorytmu detekcji cech twarzy na obrazach termowizyjnych *Mariusz Marzec, Robert Koprowski, Zygmunt Wróbel*	135

ROZDZIAŁ I

SPOŁECZNY WYMIAR REFORMY SYSTEMU OCHRONY ZDROWIA

Jan E. ZEJDA

W dyskusji nad zapowiadaną reformą polskiego systemu ochrony zdrowia dominuje presja bieżących, nie zawsze kluczowych problemów, dobrze odzwierciedlana przez ton i treść doniesień medialnych. Temperatura dyskusji i zaniepokojenie tak jeszcze kontrowersyjnymi kwestiami jak „uszczelnianie systemu", „prywatyzacja szpitali", „decentralizacja płatnika", „jednorodne grupy pacjentów", „koszyk świadczeń gwarantowanych" sprawiają, że na dalszy plan odsuwany jest społeczny wymiar systemu ochrony zdrowia, będący w rzeczywistości sednem zagadnienia, niemalże od zarania naszej cywilizacji. Już bowiem pobieżna nawet lektura Starego Testamentu ujawnia wiele przykładów troski o zdrowie społeczności, skutkującej radykalnymi zwykle rygorami czy – jak byśmy dzisiaj powiedzieli – regulacjami w zakresie zasad i norm społecznych, dla dobra jednostki i ogółu. Społeczny wymiar ochrony zdrowia pozostaje - niezależnie od treści i temperatury aktualnych dyskusji - ponadczasową wartością i w niniejszym artykule omówione są jedynie wybrane aspekty tego zagadnienia. Ich dobór jest konsekwencją subiektywnego spojrzenia autora i jednocześnie autorskiego przekonania, że przywrócenie kwestiom społecznym należnego miejsca w omawianej dziedzinie jest konieczne i nie kłóci się z wyzwaniami stojącymi przed ochroną zdrowia na progu XXI stulecia. Co więcej, odwołanie się do społecznego charakteru działań w ochronie zdrowia ułatwia zrozumienie złożoności wyzwań, konieczności wykorzystania nowoczesnych metod zarządzania, itp. W sukurs może przyjść wykorzystanie osiągnięć nowoczesnych technik i systemów informatycznych, co stanowiło jeden z tematów Górskiej Szkoły Informatyki Szczyrk-2008 roku, podjęty w trakcie sesji „Informatyzacja Ochrony Zdrowia" (artykuł powstał na kanwie referatu autora podczas tej sesji).

Pozostawienie kwestii społecznego wymiaru ochrony zdrowia na uboczu głównego nurtu dysputy sprawia, że osłabia się skuteczność komunikowania zamiarów reformatorskich, zmniejsza się szansę na zaangażowanie społecznych partnerów w tworzenie pożądanego klimatu dla przygotowania i wdrożenia koniecznych przemian. Pojęcie „społeczny", często nadużywane lub stosowane w sposób dość dowolny, posiada wiele znaczeń. W kontekście reformy systemu ochrony zdrowia w kraju rozwijającym gospodarkę kapitalistyczną może ono nawet budzić niezrozumienie a nawet zaniepokojenie, co wynika z mylnego odczytywania aspektów społecznych systemu ochrony zdrowia. W odniesieniu do celów i zadań ochrony zdrowia najtrafniejszym znaczeniem jest to, które definiuje „społeczny jako zorganizowany, przeznaczony dla społeczeństwa, do obsługiwania społeczeństwa, do zaspokojenia jego potrzeb ..." (1). Rozpoznanie realnych „potrzeb zdrowotnych" jest kluczowe w kontekście każdej reformy systemu

ochrony zdrowia, a przede wszystkim w trakcie jego bieżącego funkcjonowania. Co więcej, dla racjonalizacji działań w tej dziedzinie konieczne jest także uwzględnienie przyszłych, dających się przewidzieć potrzeb. Potrzeby jednakże, także potrzeby zdrowotne, są zawsze większe niż możliwości ich zaspokojenia. Ten problem ma wymiar uniwersalny, a w odniesieniu do ochrony zdrowia przekłada się na wymóg racjonowania świadczeń zdrowotnych. Próba wiązania decyzji o racjonowaniu świadczeń z ograniczonymi zawsze i wszędzie możliwościami ich finansowania jest uzasadniona, ale nie tłumaczy wszystkich dylematów. Wiadomo skądinąd, że sytuacji nie zmieni wzrost nakładów. Niedostatki organizacyjne i finansowe sprawiają jedynie, że problem racjonowania jest bardziej dotkliwy (2). W gruncie rzeczy ten podstawowy dylemat jest konsekwencją przyjętego przez większość krajów kanonu funkcjonowania systemu ochrony zdrowia. W odniesieniu do świadczeń zdrowotnych jest on znany jako „Maksymalistyczny Indywidualizm Moralny Medycyny". Zgodnie z tą koncepcją, opisującą stan dzisiejszy także w polskiej ochronie zdrowia, każdemu pacjentowi trzeba zapewnić wysokie jakościowo wszechstronne świadczenia medyczne (3). W rezultacie we współczesnych społeczeństwach narasta rozdźwięk pomiędzy popytem i podażą świadczeń zdrowotnych, coraz powszechniej zależnych od nowoczesnych i kosztownych technologii medycznych. Narastający rozdźwięk jest przyczyną zrozumiałego dylematu, którego dopełnieniem jest nie tak wcale rzadki konserwatywny charakter działań w odniesieniu do ochrony zdrowia. Ich przejawem jest, widoczna dla uważnych obserwatorów życia publicznego, praktyka kierowania środków finansowych do istniejących struktur, zwykle zgodnie z „zapotrzebowaniem" a nie rzeczywistymi potrzebami (4). Dla racjonalizacji systemu konieczne jest zatem uwzględnienie rzeczywistych potrzeb, szacowanych z wykorzystaniem danych społeczno-demograficznych i epidemiologicznych. W tym momencie pojawia się pytanie o rzeczywisty wymiar potrzeb zdrowotnych, a w ślad za nim szereg konkretnych pytań o zachorowalność, chorobowość, historię naturalną chorób, rozpowszechnienie inwalidztwa, zapotrzebowanie na konkretne świadczenia zdrowotne, racjonalizację polityki lekowej, itp. Odpowiedzi na te konkretne pytania nie mogą być udzielone bez sięgania do konkretnych informacji. Działania tego typu są coraz wyraźniejsze przy realizacji statutowych zadań przez Narodowy Fundusz Zdrowia, ale dalece jeszcze niewystarczające. Infrastruktura informatyczna w tym przypadku musi mieć wymiar populacyjny i obejmować różnorodne zasoby informatyczne (bazy danych).

Z nierównowagą w zakresie podaży i popytu na świadczenia zdrowotne w mniejszym lub większym stopniu borykają się wszystkie klasyczne systemowe rozwiązania w zakresie ochrony zdrowia. W Europie realizowane są przede wszystkim rozwiązania wywodzące się z dwóch modeli, systemu Bismarckowskiego i system Beveridga (5). Można wskazać na wiele różnic, ale krytyczna sprowadza się do zarządzania strumieniem pieniądza: w modelu związanym z nazwiskiem Bismarck'a dominuje finansowanie zewnętrzne, pod kontrolą instytucji ubezpieczeniowych; w modelu związanym z nazwiskiem Beveridge'a ma miejsce finansowanie wewnętrzne, w ramach instytucji

powiązanych wspólnym zarządzaniem. Obydwa popularne rozwiązania borykają się z ważnymi problemami, natury administracyjnej, organizacyjnej, ekonomicznej.

Po latach doświadczeń z próbami cząstkowych reform systemów ochrony zdrowia funkcjonujących w Europie, w tym także nieuchronnych rozczarowań w trakcie tego procesu, coraz częściej zwraca się uwagę na sedno sprawy, na cel nadrzędny. W ocenie systemu uwzględnić należy szereg jego funkcji, w tym – w sposób bardzo wyraźny – jego społeczny wymiar, poprzez chociażby uwzględnienie bloku praw pacjentów lub szeroko rozumianej dostępności świadczeń. Te wyznaczniki funkcji, wśród innych kryteriów, zostały wykorzystane w niedawno wdrożonym Europejskim Indeksie Konsumenta Świadczeń Zdrowotnych (6). Warto na marginesie odnotować, że już samo słowo „konsument" dobrze ilustruje właściwy Unii Europejskiej stosunek do społecznego wymiaru ochrony zdrowia. Europejski Indeks Konsumenta Świadczeń Zdrowotnych został wprowadzony przed kilkoma laty, a jego przeznaczeniem jest ocena jakości funkcjonowania systemu ochrony zdrowia w oparciu o wiarygodną informację. Wśród spodziewanych korzyści takiej oceny wymienia się między innymi umożliwienie pacjentom świadomego wyboru oraz udziału w formułowaniu opinii, a także obiektywne określenie aktualnych potrzeb, mankamentów w zakresie ochrony zdrowia i pożądanych kierunków modyfikacji. W ocenie uwzględnia się pięć głównych funkcji systemu, w tym stan w zakresie praw i informowania pacjentów, czas oczekiwania na świadczenie zdrowotne, skuteczność leczenia, tzw. szczodrość systemu i dostęp do leków. Każda funkcja jest oceniana na podstawie kilku (od 4 do 9) obiektywnych informacji składowych.

Ogłoszone do tej pory wyniki trzech rankingów ukazują słabą pozycję Polski: w 2005 r. ostatnie miejsce (wśród dwunastu ocenianych państw), w 2007 roku jedno z ostatnich miejsc (dwudzieste siódme wśród dwudziestu dziewięciu ocenianych państw). Wyniki oceny ujawniły ponadto istotne mankamenty naszego systemu, od widocznego i ciążącego bagażu kilkudziesięcioletniego centralnego zarządzania, poprzez ograniczony dostęp do leków, do niskich uposażeń pracowników ochrony zdrowia, skutkujących m.in. „drenażem mózgów".

Ten obraz nie może być – niestety – kompletny bez odnotowania co najmniej kłopotliwej „specyfiki" polskiego systemu ochrony zdrowia, komentowanej także w specjalistycznych publikatorach o światowym zasięgu. Korupcja i zaniechania nadają ton tej publikacji, odnoszącej się bezpośrednio do społecznego wymiaru reformy ochrony zdrowia (7). Wracając do wyników rankingu prowadzonego w oparciu o Europejski Indeks Konsumenta Świadczeń Zdrowotnych należy odnotować cenne, uniwersalne spostrzeżenie. Okazuje się bowiem, że najkorzystniejsze dla konsumenta są systemy oparte na pluralizmie w zakresie finansowania oraz świadczenia usług. Jest to istotne wyzwanie dla decydentów, procesów zarządzania, w tym dla obsługi informatycznej systemu ochrony zdrowia. Z ostatnim obszarem (informatyzacja) wiąże się jest jeszcze jedno – tym razem szczegółowe - spostrzeżenie, odnotowane pomiędzy wierszami i dotyczące niedostatecznej dostępności szeregu danych w przypadku Polski.

Dostęp do właściwej i wiarygodnej informacji jest warunkiem koniecznym

dla oceny społecznego znaczenia ochrony zdrowia w jej podstawowych wymiarach, w zakresie bieżącego funkcjonowania i skuteczności. Wśród wielu danych trzy podstawowe epidemiologiczne wskaźniki oferują pomiar tego, co w powszechnej percepcji człowieka jest najcenniejsze, a więc czas trwania życia, oby w zdrowiu i oby przy godziwych warunkach funkcjonowania w chorobie. Uniwersalny wymiar tych prostych wskaźników wynika z faktu, że są one czułe wobec oddziaływań społeczno-ekonomicznych, mierzą ogólną skuteczność profilaktyki i promocji zdrowia oraz terapii i rehabilitacji. Innymi słowy są one bardzo przydatne dla generalnego monitorowania efektów zorganizowanych wysiłków na rzecz zdrowia populacji, a więc działań wpisujących się w obszar zdrowia publicznego, rozumianego jako oparta na dowodach naukowych, ekonomicznie uzasadniona, przejrzysta etycznie i uwzględniająca opinię społeczną działalność organizowana i finansowana przez państwo na rzecz trwałej poprawy stanu zdrowia społeczeństwa z jednoczesną eliminacją nierówności w stanie zdrowia, charakteryzujących poszczególne segmenty społeczeństwa (8). Wśród podstawowych zadań nowoczesnego zdrowia publicznego wymienia się a) monitorowanie stanu zdrowia i jego uwarunkowań, b) profilaktykę i kontrolę chorób, urazów i niepełnosprawności, c) promocję zdrowia i d) ochronę środowiska (9). Ten, nawet celowo ograniczony, zakres zadań unaocznia, że zawężenie wysiłków reformatorskich do tzw. służby zdrowia byłoby nieporozumieniem.

Zgodnie z większością definicji celem nadrzędnym zdrowia publicznego jest trwała poprawa stanu zdrowia populacji i jest to bezpośredni społeczny cel działań. Ale dzisiaj coraz częściej podkreśla się troskę o zmniejszanie tzw. nierówności w stanie zdrowia. I jest to społecznie równie ważny, zwłaszcza w systemach demokratycznych, cel działania. Istnieje bardzo dużo przykładów nierówności w stanie zdrowia, związanych z przynależnością do np. grupy etnicznej, warstwy społeczno-ekonomicznej, miejscem zamieszkania itp. Dobitny i wielce przekonywujący przykład nierówności w stanie zdrowia pochodzi z niedawno opublikowanych wyników badań w USA, cytowanych przez popularną gazetę o szerokim kręgu odbiorców (10). Okazuje się, że związany z powikłaniami cukrzycy wskaźnik amputacji kończyny dolnej jest czterokrotnie większy wśród czarnych niż białych mieszkańców, pomimo formalnie tych samych warunków ubezpieczenia obejmujących porównywane grupy ludności. Różnice trzykrotne w tym zakresie dotyczą także ludności afroamerykańskiej i zależą od miejsca zamieszkania. Ponadto afroamerykanie gorzej kontrolują przebieg cukrzycy, a czarne kobiety mniej chętnie poddają się bezpłatnym badaniom mammograficznym. Po części zidentyfikowane nierówności wynikają ze specyfiki systemu finansowania świadczeń, ale niewątpliwie rolę odgrywają czynniki ekonomiczne, styl życia, wykształcenie i wpływy środowiskowe, ważne skądinąd zawsze i wszędzie. Przykłady nierówności w stanie zdrowia w Polsce są równie wymowne. Już na poziomie umieralności np. z powodu chorób układu krążenia ujawnia się wyraźny gradient międzywojewódzki, trudny do wytłumaczenia przy jednorodnym systemie kształcenia pracowników ochrony zdrowia, funkcjonowania instytucji ochrony zdrowia oraz homogennej przecież strukturze populacji Polski

(11,12). Gradient ten sięgał niedawno 2:1 i dzisiaj nadal jest nieakceptowany. Ponadto w kraju oczywiste są różnice w stanie zdrowia pomiędzy mieszkańcami miast i wsi, w obrębie samych miast. Przykładów zresztą jest bardzo dużo, a identyfikacja i pomiar skali nierówności w stanie zdrowia są pożądanym obszarem monitorowania stanu zdrowia populacji nie tylko dla celów opisowych, ale także dla wyznaczania priorytetowych obszarów działania (koncentracja uwagi, sił i środków na rzeczywistych problemach).

Odpowiedzią na rangę rozpoznanego w kraju zjawiska nierówności jest aktualna wersja Narodowego Programu Zdrowia (13). Jego celem głównym jest wręcz poprawa zdrowia i związanej z nim jakości życia oraz zmniejszenie nierówności w zdrowiu, a więc kanon Zdrowia Publicznego, integrującego wszystkie działania, w tym rzecz jasna także działania stricte medyczne. W zgodnej opinii „piętą achillesową" wcześniejszej edycji Narodowego Programu Zdrowia (NPZ) i istotnym zagrożeniem dla obecnej edycji jest – poza problemami natury finansowej – brak mechanizmu ewaluacji podejmowanych działań. Konieczne jest zatem opracowanie skutecznego i korespondującego z celami NPZ monitoringu zdrowia publicznego. Jest to, jak wynika z opinii ekspertów, zadanie uniwersalne, trudny orzech do zgryzienia i jednocześnie ambitne i aktualne wyzwanie w wielu krajach. Od monitoringu oczekuje się wielu korzyści, które z kolei są zależne od opracowania właściwych metod, wykorzystania efektywnych narzędzi zbierania, analizy i prezentacji danych, uwzględnienia nowych obszarów zdrowia publicznego, wdrożenia systemu jakości w odniesieniu do monitoringu (14). O randze problemu świadczy także fakt, że o ile funkcjonowanie służby zdrowia pozostaje w gestii krajów członkowskich Unii Europejskiej to zadania zdrowia publicznego są podejmowane w skali unijnej. W aktualnej decyzji Parlamentu i Komisji Europejskiej ustanawiającej wspólnotowy program zdrowia na czoło wysunięto bezpieczeństwo zdrowotne, promocję zdrowia, redukcję nierówności w stanie zdrowia, a także pozyskiwanie i upowszechnianie informacji i wiedzy zdrowotnej (15). Jest to kolejny argument na rzecz konsolidowania się środowisk informatycznych wokół problematyki zdrowotnej. Przekonanie to potwierdza treść jednego z celów wspólnotowego programu zdrowia publicznego. Obejmuje on a) opracowanie zrównoważonego systemu monitorowania zdrowia z wykorzystaniem porównywalnych danych i właściwych wskaźników ... opracowanie statystycznego komponentu systemu i b) opracowanie metod analizy i rozpowszechnienia ...; wprowadzenie regularnych raportów zdrowotnych uwzględniających wszystkie dane i wskaźniki, z metodami analizy ilościowej i jakościowej. Pierwsze prace zostały już podjęte, z inicjatywy dwóch istotnych instytucji unijnych, DG Sanco oraz Eurostatu, a także Światowej Organizacji Zdrowia i stowarzyszeń statystycznych. Zmierzają one do wdrożenia ujednoliconego systemu Wskaźników Zdrowotnych Unii Europejskiej oraz Europejskiego Systemu Przeglądu Zdrowotnego (16). Prace były prowadzone przy zaangażowaniu istotnych instytucji, kompetentnych w dziedzinie zaplecza informatycznego ochrony zdrowia i można się spodziewać stopniowego wdrażania systemów informatycznych do programów zdrowia publicznego, w wielu jego wymiarach. Tego nie można przeoczyć i pominąć przy pracach nad reformą

systemu ochrony zdrowia w Polsce.

Wśród wielu argumentów na rzecz przywrócenia społecznego wymiaru w dyskusji o reformie systemu ochrony zdrowia nie można nie wspomnieć o wydawałoby się odległych od społecznego wątku kwestiach ekonomicznych. Jest rzeczą znamienną, że z wielu profesjonalnych i większości publicystycznych publikacji na temat funkcjonowania ochrony zdrowia jak „mantra" przebijają się takie hasła, jak koszt, kosztochłonność, itp. Dominacja troski o koszt nie powinna jednakże przesłaniać zysków generowanych przez sprawny system ochrony zdrowia. Na początku bieżącego stulecia ukazał się cykl prac ekonomistów pracujących USA, a więc w kraju o dominacji rynkowych rozwiązań w ochronie zdrowia. Autorzy wykazali, że w ostatecznym bilansie nakłady na tę sferę są opłacalne, co więcej prowadzą do niespodziewanie dużych zysków (17). Nie trzeba się przekonywać jak ważkie w wymiarze społecznym znaczenie ma zmniejszenie ryzyka umieralności, odroczenie zgonu, przy ewidentnych korzyściach ekonomicznych takich sukcesów. Jest jednakże kilka punktów krytycznych, warunkujących osiągnięcie dodatniego, ostatecznego bilansu. Należą do nich a) czytelna i wiarygodna informacja na temat tzw. kosztu życia ludzkiego i kosztu świadczeń zdrowotnych, b) mechanizm zapewniający kontrolę przepływu pieniądza oraz c) szeroka dostępność do diagnostycznych i terapeutycznych technologii medycznych. Uwarunkowania te są istotne w kontekście prac nad kierunkami reformy w Polsce, a na pewno dwa z nich są bezpośrednio domeną zainteresowania i aktywności środowisk informatycznych.

W podsumowaniu krótkiego i subiektywnego przeglądu społecznych aspektów reformy systemu ochrony zdrowia i towarzyszących temu wymiarowi okoliczności należy podkreślić, że społeczny wymiar reformy systemu ochrony zdrowia:

a) nie jest pustym hasłem, a ze względu na jego nadrzędny, ponadczasowy charakter zasługuje na uwypuklenie w trakcie konsultacji społecznych planowanych zmian i powinien być wykorzystany dla poszerzenia gremium zwolenników reformy;

b) daje się przełożyć na przekonywujące (w wymiarze populacyjnym i indywidualnym) argumenty odnośnie ewidentnych korzyści w zakresie czasu i jakości życia, przy długofalowych korzyściach ekonomicznych – argumenty te są mierzalne, przy czym właściwa percepcja i mądre wykorzystanie informacji są zależne od jej wiarygodności (warunek konieczny, chociaż niewystarczający), co z kolei wymaga kompetentnego gromadzenia, analizy i interpretacji danych istotnych dla opisu sytuacji zdrowotnej populacji (we wszystkich istotnych aspektach).

Piśmiennictwo

1. Słownik Języka Polskiego. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1981
2. Łuków P.: Racjonowanie świadczeń a troska o dobro pacjenta. Zdrowie i

Zarządzanie 2004;2:35-41
3. Weale A.: Rationing health care. A logical solution to an inconsistent triad. BMJ 1998;316:410-417
4. Diderichsen F.: Resource allocation for health equity. The World Bank Report. Washington 2004
5. Leowski J.: Polityka zdrowotna a zdrowie publiczne. Ochrona zdrowia w gospodarce rynkowej. CeDeWu, Warszawa 2004.
6. Raporty The Health Consumer Powerhouse. Stockholm/Brussels (dostępne na stronie internetowej: www.healthpowerhouse.com)
7. Watson N.: Poland's broken promises. The Lancet. 2004; 364:235
8. Zejda J.E.: Priorytety naukowe w zdrowiu publicznym w Polsce. Zdrowie Publiczne 2001;111:291-297
9. Bettcher D.W. i wsp.: Essential public health functions: results of the international Delphi Study. World Health Statistics Quarterly 1998;51:44-54
10. Appleby J.: More blacks lose a leg to diabetes. USA TODAY, June 04, 2008
11. Wojtyniak B., Goryński P.: Sytuacja zdrowotna ludności Polski. PZH, Warszawa 2003
12. Pajak A. i wsp.: Metody i koncepcje epidemiologiczne w zarządzaniu ochroną zdrowia. Vesalius, Krakow 2002
13. Narodowy Program Zdrowia. Załącznik do Uchwały Nr 90/2007 Rady Ministrów z dnia 15 maja 2007 r.
14. Thacker S.B., Berkelman R.L. History of Public Health Surveillance (w:) Halperin W., Baker E.L. Jr.: Public Health Surveillance.VNR, New York 1993
15. Decision No 1350/2007/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 establishing a second programme of Community action in the field of health. Official Journal of European Union 2007; I 301/3
16. Materiały konferencyjne. Joint UNECE/WHO/EUROSTAT Meeting on the Measurement of Health Status (Geneva, 24-26 May 2004)
17. Murphy K., Topel R.: Diminshing returns ? The cost and benefits of improving health. Perspectives in Biology 2003;46:108-128

ROZDZIAŁ II

WYBRANE ZAGADNIENIA PROGRAMU INFORMATYZACJI OCHRONY ZDROWIA W KONTEKŚCIE PROJEKTU USTAWY O SYSTEMIE INFORMACJI W OCHRONIE ZDROWIA

Leszek SIKORSKI

Motywacje

Stały rozwój złożonego systemu organizacji ochrony zdrowia podlegającego procesowi reform nakazuje korzystanie z nowoczesnych technologii informatycznych, które winny być dostosowane do zidentyfikowanych potrzeb informacyjnych organizacji. Zasady profesjonalnego wyboru celów w oparciu o dostępną wiedzę, doświadczenia własne i innych realizowane być muszą bez zbędnej zwłoki i bez straty czasu na jałowe dyskusje i spory. Kolejne etapy planu działania winny być prowadzone z jasnymi regułami obowiązującymi przy realizacji dużych złożonych projektów informatycznych opartych o metodologię Prince 2 i PMI. Istotnym elementem składowym przedsięwzięcia jest przygotowanie projektów rozwiązań prawnych. Również stworzenie optymalnych warunków do pozytywnego odbioru proponowanych rozwiązań przez obywateli będzie ważnym elementem powodzenia projektu.

Realizacja spoczywających na instytucjach publicznych obowiązków, w tym głównie odpowiedzialnego za ochronę zdrowia ministra zdrowia, winna być uznane za priorytetową. Wobec łatwego do przewidzenia rozbudowywania instytucji innych płatników w systemie nie należy kojarzyć systemu informacji w ochronie zdrowia jedynie z płatnikiem - obecnie Narodowym Funduszem Zdrowia. Bezsprzecznie ważna część informacji będzie przeznaczona dla instytucji płatnika, ale istotne jest, aby resort zdrowia jako regulator systemu został wyposażony w niezbędne narzędzia do realizacji zadań statutowych. Nowoczesne technologie informatyczne pozwalają na taką budowę systemu, w której poszczególne zainteresowane instytucje a przede wszystkim sam obywatel mogą mieć pewność otrzymania usług (np. potrzebnych danych). Złożony z natury samej rzeczy system gromadzący wiele informacji winien je dedykować w sposób zróżnicowany np. pod względem agregacji danych, tematyki czy też innych parametrów określających jego funkcjonalność. Przewidzieć nie jest trudno konieczność wystąpienia w przyszłości nowych oczekiwań i potrzeb użytkowników a rozwój technologii zwiększy tym bardziej presję na dokonywanie ulepszeń. Należy, dlatego posłużyć się nowoczesnymi rozwiązaniami pamiętając jednak o zasadzie, iż lepsze jest wrogiem dobrego. Nie do przecenienia jest również uwzględnienie kosztów związanych z użytkowaniem w przyszłości systemu. Można zauważyć powtarzanie się tych samych rozwiązań w propozycjach różnych dostawców

technologii a wrażenie przewagi jednych nad drugimi bywa jedynie subiektywnym odczuciem. Jednym z szeroko dyskutowanych powodów celowości szybkiego wprowadzenia uporządkowanego systemu informacji dedykowanych narzędzi informatycznych są przewidywane oszczędności finansowe dzięki poprawie zarządzania oraz wyeliminowaniu w znaczący sposób patologii i lepszej kontroli systemu. Mimo, iż wyliczanie korzyści finansowych związanych z uszczelnieniem systemu w relacjach do projektowanych nakładów było dyskusyjne, bo brak jest pełnej analizy tego obszaru w warunkach polskich, należy uznać dane międzynarodowe podkreślające generalne oszczędności przy wdrażaniu rozwiązań informatycznych. Położenie nacisku na usługi obsługujące obywatela dotyczące udostępniania zapisu jego historii choroby umożliwiające poprawę dostępności i jakości świadczeń wymaga dużej gotowości do określenia i stosowania minimalnych wymagań i standardów gromadzonych danych tak, aby realnym stała się realizacja tak zaplanowanych usług.

Przystępując do opracowania projektu ustawy o systemie informacji w ochronie zdrowia, poddano dogłębnej analizie strukturę systemów informacyjnych obsługujących system ochrony zdrowia oraz ich kompatybilność ze strukturą informacyjną Państwa. Przeprowadzona analiza dała podstawy do postawienia tezy, że w sektorze ochrony zdrowia, pomimo wydawałoby się dość dobrze rozwiniętej infrastruktury informacyjnej, nie istnieje system informacyjny rozumiany jako uporządkowany układ odpowiednich elementów, charakteryzujących się pewnymi właściwościami i połączonych wzajemnie określonymi relacjami. Główną przyczyną takiego stanu rzeczy jest fakt, że polska struktura systemu informacyjnego w ochronie zdrowia, zarówno w sferze funkcjonalnej, informacyjnej jak i technicznej, nie stanowi uporządkowanego układu, a relacje łączące poszczególne elementy infrastruktury są słabe i niewystarczające lub nie istnieją w ogóle.

Nadto przepisy prawne kształtujące na przestrzeni lat zadania poszczególnych podmiotów i organów w zakresie obowiązków informacyjnych, charakteryzują się brakiem zapisów dotyczących minimalnej funkcjonalności systemów informatycznych obsługujących poszczególne rejestry, ewidencje czy gromadzenie danych. Taka konstrukcja przepisów doprowadziła do sytuacji, w której projektanci systemów informatycznych skupiali się raczej na biernym odwzorowaniu przepisów poszczególnych ustaw określających zakres danych gromadzonych w rejestrze, aniżeli na zapewnieniu projektowanym systemom funkcjonalności w kontekście wymiany informacji z innymi rejestrami. Powyższe spowodowało z kolei, że cechą charakterystyczną istniejącej infrastruktury informacyjnej w ochronie zdrowia jest działanie według zasady separacji systemów i zasobów zarówno od obywateli czy podmiotów, jak i innych systemów informacyjnych oraz resortowości zasobów i systemów.

Innym i niestety dominującym zjawiskiem charakterystycznym dla analizowanej struktury informacyjnej jest powtarzalność gromadzonych danych i brak więzi informacyjnych pomiędzy poszczególnymi systemami w obrębie sektora ochrony zdrowia, nie wspominając już o więziach z rejestrami funkcjonującymi poza resortem, co powoduje systematyczne zwiększanie obciążeń

administracyjnych, informacyjnych i statystycznych w stosunku do podmiotów stanowiących zasoby systemu ochrony zdrowia. Powyższe przesłanki były podstawą dla sformułowania trzech zasadniczych celów jakie postawiono przed projektowaną ustawą. Są to:

1. Stworzenie warunków informacyjnych umożliwiających podejmowanie w dłuższej perspektywie optymalnych decyzji w zakresie polityki zdrowotnej niezależnie od przyjętego modelu organizacyjnego opieki zdrowotnej oraz zasad jej finansowania.
2. Stworzenie stabilnego systemu informacji w ochronie zdrowia, charakteryzującego się z jednej strony elastycznym podejściem do organizacji systemu zasobów ochrony zdrowia, w tym do modelu finansowania świadczeń ze środków publicznych, z drugiej strony odpornością na zaburzenia w gromadzeniu i archiwizacji danych, spowodowanymi zmianami systemowymi w ochronie zdrowia.
3. Uporządkowanie infrastruktury informacyjnej systemu ochrony zdrowia, poprzez integrację wszystkich funkcjonujących systemów i rejestrów oraz zapewnienie dogodnych, opartych na zasadach otwartości i interoperacyjności warunków wymiany i analizy gromadzonych danych.

W przedłożonym projekcie ustawy zakłada się, że system informacji w ochronie zdrowia, to uporządkowane zbiory danych, czyli rejestry i ewidencje medyczne, połączone wzajemnymi relacjami oraz procesy informacyjne zachodzące wewnątrz systemu.

Scalenie wszystkich funkcjonujących systemów informacyjnych w obrębie jednego systemu informacji w ochronie zdrowia oraz określenie zasad ich funkcjonowania pozwoliło na osiągnięcie modelu pozwalającego na stworzenie optymalnych warunków do uruchomienia i eksploatacji systemów teleinformatycznych w ochronie zdrowia, zgodnych z Planem Informatyzacji Państwa na lata 2007 - 2010, dokumentami strategicznymi przyjętymi przez Radę Ministrów mających szczególne znaczenie dla polityki zdrowotnej, w tym polityki bezpieczeństwa zdrowotnego oraz wykorzystywanie systemów teleinformatycznych dla zarządzania, gromadzenia, analizy i udostępniania danych i informacji oraz usług z zakresu e-zdrowia.

Założenia i przesłanki dla budowy systemu informacyjnego ochrony zdrowia

Jako kluczowe założenie uznano, iż projektowane rozwiązania informatyczne powinny przede wszystkim odpowiadać sprecyzowanym potrzebom informacyjnym nieodzownym dla efektywnego zarządzania systemem ochrony zdrowia spełniającym jednocześnie wszelkie wymogi sprawozdawczo – statystyczne na potrzeby krajowe, jak również wynikające z regulacji Unii Europejskiej. Takie ujęcie potrzeb minimalizuje niebezpieczeństwo powielania częstego błędu budowania narzędzi informatycznych bez określenia procesów

biznesowych, które mają być nimi obsługiwane na podstawie jedynie rozwiązań przygotowanych przez dostawców oprogramowania i sprzętu informatycznego. Uwzględnienia wymagają również perspektywy kontynuowania procesu reformy systemu ochrony zdrowia w Polsce, jak również obowiązków wynikających z koordynacji systemów zabezpieczenia społecznego planowane i realizowane w Unii Europejskiej. Należy pamiętać m.in. o planowanej i zapowiadanej publicznie zmianie organizacji działania płatnika publicznego. Konieczne jest przy tym, aby planować ostateczne decyzje mając na uwadze fakt, iż jako 38-mio milionowe państwo jesteśmy liczącym się partnerem na rynku usług medycznych. Komfortowi obywateli służyć będzie przyjmowanie rozwiązań uniwersalnych, pozwalających na większa efektywność organizacyjną i kosztową istotną, dla borykającego się stale z problemami finansowymi systemu ochrony zdrowia. Planowane i projektowane systemy teleinformatyczne używane w ochronie zdrowia muszą spełniać minimalne kryteria w zakresie funkcjonalności, niezawodności, używalności, wydajności, przenoszalności i pielęgnowalności określone w rozporządzeniu wykonawczym do ustawy o informatyzacji, na etapie projektowania, wdrażania i modyfikowania tych systemów. Zarówno sprzęt jak i oprogramowanie powinny umożliwić wymianę danych z innymi systemami używanymi do zadań publicznych za pomocą protokołów komunikacyjnych i szyfrujących, zapewniając dostęp do zasobów informacyjnych określonych odpowiednimi regulacjami. Niezbędne jest przy tym opracowanie, modyfikowanie i wdrażanie polityki bezpieczeństwa dla używanych systemów teleinformatycznych. Złożone systemy informatyczne wymagają szczególnej staranności przy opracowaniu systemu, uwzględniającej przestrzegania standardów realizacji projektów opisanych w normach ISO9000-3, ISO 9126, ISO 15504 SPICE i ISO/IEC12207.

Stosując powyższe zasady należy precyzyjnie określić cele implementacji systemu informacji medycznej, który mógłby w formie zintegrowanej nosić nazwę SIM - Polska. Kluczowe powody budowania systemu, to umożliwienie obsługi procesów zachodzących w ochronie zdrowia wraz z zapewnieniem rozwoju szeregu usług dedykowanych dla poszczególnych odbiorców. Kierunki tych usług wyznaczone zostały między innymi w szeregu dokumentach Unii Europejskiej, które nasz kraj jest zobowiązany realizować. Charakterystyczna cechą jest położenie nacisku na prawo dostępu obywatela do wszelkiej informacji o zdrowiu, które winno służyć budowaniu aktywnej roli ewentualnego przyszłego pacjenta systemu opieki zdrowotnej. Propagowane jest więc zmniejszanie naturalnej asymetrii wiedzy o zdrowiu między obywatelem a profesjonalistą medycznym, co ma przyczynić się z jednej strony do większej gotowości do prawidłowego budowania zdrowego stylu życia w poczuciu odpowiedzialności za własne zdrowie przy jednoczesnym stymulowaniu podnoszenia jakości świadczeń medycznych poprzez poddanie ich otwartej ocenie i porównaniu wyników. Położenie nacisku na poprawę jakości i eliminowanie pojawiania się błędów np. w ordynacji lekarskiej w przypadku leków stwarza jednocześnie możliwość eliminacji szkodliwych błędów klinicznych, ale również eliminuje koszty związane z nieprawidłowościami refundacji leków i wyrobów medycznych.

Dostarczanie dedykowanych narzędzi informatycznych opartych na standardach, kodach i słownikach z programami eksperckimi w połączeniu z ograniczaniem i upraszczaniem procesów administracyjnych jest oczekiwanym sposobem na uzyskanie planowanych celów informatyzacji systemu ochrony zdrowia. Brak właściwych powiązań pomiędzy elementami systemu, redundancja danych czy też przekonanie oparte o obserwacje braku wykorzystania do analiz i decyzji obecnie zbieranych często nadmiarowo i niezgodnie z prawem danych stanowi istotny element trudności w budowie systemu informacyjnego ochrony zdrowia. Budowanie reguł obowiązujących w tym obszarze winno odbywać się na podstawie ustaw i rozporządzeń szczególnie wobec faktu, iż obowiązujące prawo nakłada obowiązek ustawowego określenia zasad przetwarzania danych osobowych i danych medycznych. Precyzyjne określenie między innymi celu, zakresu i sposobu gromadzenia i przetwarzania danych wraz z obowiązkiem przestrzegania zasad ich udostępniania za zgodą ich właściciela tzn. osoby, której dotyczą stworzyła konieczność przygotowania regulacji ustawowej, której projekt pod nazwą „Ustawa o systemie informacji w ochronie zdrowia" jest przedmiotem prac resortu zdrowia i znajduje się obecnie na etapie uzgodnień zewnętrznych. Nie mniej istotnym jest proces uspołecznienia Programu informatyzacji ochrony zdrowia, który wpisuje się w prace związane z przyjętą strategią budowy społeczeństwa informacyjnego w Polsce. Te działania mają na celu skierowanie uwagi na cele informatyzacji ochrony zdrowia i właściwe przygotowanie składowych elementów poszczególnych projektów. Nie do przecenienia jest trudny proces przygotowania wszystkich potencjalnych użytkowników do korzystania z dedykowanych elementów systemu jak również właściwe (zgodne między innymi z zasada subsydiarności państwa) włączenie się do równocześnie realizowanych projektów informatycznych finansowanych z różnych źródeł.

Program nie może finansowo i organizacyjnie objąć swym zasięgiem wszystkich interesariuszy, ale proponuje stworzenie regulacji (ustawy, rozporządzenia, implementacja standardów ,dostarczanie słowników itp.) oraz udostępnienie platform do realizacji kompleksowych usług przy czym proponowane rozwiązania z zasady wykorzystują zasoby informacyjne i informatyczne państwa pozwalające na uzyskanie najwyższej efektywności organizacyjnej i kosztowej. Takie podejście stanowi wyzwanie organizacyjne, gdyż wymaga nie tylko zgodnego podejścia systemowego i myślenia wolnego od tradycji resortowej, ale doskonałej koordynacji projektów. W tym ujęciu pewne kwestie np. określenie wspólnego projektu klucza dostępu do danych (dowód tożsamości, karta zdrowia) pozostawiono do regulacji ujętych w Planie Informatyzacji Państwa

Wśród kluczowych usług planowanych w Programie Informatyzacji Ochrony Zdrowia (PIOZ) najważniejsze to

1. umożliwienie szybkiego dostępu do informacji o świadczeniach na rzecz pacjenta: pacjentom, lekarzom oraz podmiotom uprawnionym do dostępu do takiej informacji,

2. kontrola wydatkowania środków publicznych przeznaczonych na opiekę zdrowotną oraz podniesienie efektywności ich wykorzystania poprzez uszczelnienie systemu,
3. podniesienie jakości usług medycznych poprzez zwiększenie ich dostępności oraz wprowadzenie nowych metod np. telemedycyny,
4. wdrażanie istniejących standardów zapisu i wymiany danych,
5. udostępnienie skonsolidowanych narzędzi umożliwiających monitoring oraz dokonywanie analiz całości systemu opieki zdrowotnej służących podejmowaniu strategicznych decyzji,
6. umożliwienie realizacji standardów bezpieczeństwa zdrowotnego w strukturach państwa oraz Unii Europejskiej oraz wymiany informacji i usług w ramach UE,
7. uzyskanie informacji obejmującej jak największy obszar opieki zdrowotnej a przez to kontroli nad całością opieki zdrowotnej i optymalizacja jej działania.

Zakładana funkcjonalność winna przewidywać, iż system:

1. umożliwia analizę zgromadzonych danych o konkretnych identyfikowanych zdarzeniach powiązanych ze zidentyfikowanymi podmiotami (pacjentem, usługodawcą, usługą i refundacją), zapewniając przy tym wysokie bezpieczeństwo danych poprzez inwestycje w sprzęt, specjalistyczne oprogramowanie co wpływa na rozwiązania architektury systemu,
2. wspomaga kreowanie polityki zdrowotnej państwa i wykrywanie nieprawidłowości,
3. umożliwia prowadzenie podstawowych rejestrów,
4. wspomaga zarządzanie dystrybucją środków finansowych oraz ich monitorowanie.

Proponowany Program budowy systemu informacyjnego dla ochrony zdrowia składać się będzie z kilku podstawowych projektów:

1. Systemu Informacji Medycznej,
2. Systemów informacyjnych dostawców usług medycznych i farmaceutycznych (moduły branżowe),
3. W ramach tych modułów zrealizowane będą podstawowe funkcje RUM – NFZ,
4. Centralnych rejestrów medycznych,
5. Portalu Opieki Zdrowotnej,
6. Modułu ERP (Enterprise Resource Planning - planowanie zasobów).

Planowanym źródłem finansowania Programu powinny być fundusze strukturalne na lata 2007-2013, budżet państwa oraz wkłady własne podmiotów (ewentualnie partnerstwo publiczno-prywatne). Sposób realizacji projektu uwzględnić powinien harmonogram pozwalający na realizacje w sekwencjach czasowych: wynikających z założeń planowanych Programów Operacyjnych Funduszy Strukturalnych (POIG, RPO). Przeprowadzenie przetargów na poszczególne moduły funkcjonalne systemu wynika z koncepcji dywersyfikacji dostawców oraz etapowego prowadzenia Programu umożliwiając bezpieczne

wdrażanie złożonego systemu dodatkowo w ułatwionej formule finansowej.

Kluczowe założenia dla systemu informacyjnego ochrony zdrowia

Ważnym celem programu informatyzacji ochrony zdrowia jest budowa elektronicznej platformy usług publicznych w zakresie ochrony zdrowia umożliwiającej organom publicznym, w tym administracji państwowej i samorządowej, przedsiębiorcom (m.in. zakłady opieki zdrowotnej, apteki, praktyki lekarskiej) i obywatelom gromadzenie, analizę i udostępnianie zasobów cyfrowych o Zdarzeniach Medycznych.

Celami szczegółowymi budowy platformy są m.in.:

1. *Planowanie opieki zdrowotnej.* Umożliwienie administracji państwowej kompleksowej analizy przepływów finansowych i statystycznych w sektorze ochrony zdrowia służącej do planowania efektywnej i wydolnej opieki zdrowotnej.
2. *Elektroniczne rozliczenia.* Umożliwienie podmiotom publicznym (np. płatnikom świadczeń) na gromadzenie danych o zdarzeniach medycznych zrealizowanych przez świadczeniodawców oraz ich rozliczanie drogą elektroniczną (tj. przy wykorzystaniu podpisu elektronicznego).
3. *Zarządzanie kryzysowe.* Umożliwienie podmiotom publicznym (np. Ministerstwo Zdrowia, MSWiA, Główny Inspektorat Farmaceutyczny, Główny Inspektorat Sanitarny, NFZ) monitorowanie sektora ochrony zdrowia w kontekście zdarzeń krytycznych i bezpieczeństwa publicznego (np. gospodarka lekami, dostępność do opieki zdrowotnej w sytuacjach kryzysowych).
4. *Usługi on-line (e-usługi).* Umożliwienie obywatelom i przedsiębiorcom będących świadczeniodawcami dostęp on-line do elektronicznej historii zrealizowanych świadczeń zdrowotnych i dokumentów medycznych.
5. *Jednolite Standardy.* Zapewnienie jednolitych i jednorodnych zasad (zgodnie z zaleceniami UE i wytycznymi MSWiA) w skali kraju, gromadzenia i udostępniania zasobów cyfrowych o wszystkich Zdarzeniach Medycznych.
6. *Infrastruktura teleinformatyczna.* Zapewnienie niezbędnej infrastruktury teleinformatycznej (oprogramowanie oraz sprzęt) na potrzeby gromadzenia i udostępniania zasobów cyfrowych o Zdarzeniach Medycznych umożliwiającej realizację celu głównego i celów szczegółowych.
7. *Interoperacyjność w kontekście integracji europejskiej.* Umożliwienie integracji i wymiany danych z europejskimi platformami elektronicznymi w zakresie obszaru ochrony zdrowia. Wdrażanie zgodnie z zaleceniami Komisji Europejskiej zasad i reguł związanych z EHR (Electronic Health Record).

8. *Autoryzacja świadczeń zdrowotnych.* Projekt uwzględniać będzie zalecenia UE oraz działania i wytyczne MSWiA w kontekście wdrożenia jednolitego identyfikatora oraz sposób i narzędzia wykorzystywane do autoryzacji świadczeń zdrowotnych.

W wyniku realizacji projektu powstanie zintegrowany system teleinformatyczny z niezbędną infrastrukturą teleinformatyczną, który umożliwi realizację celu głównego oraz celów szczegółowych. Projekt składał się będzie m.in. z następujących części:

1. warstwa komunikacyjna - umożliwiająca odbiór danych o zdarzeniach medycznych od świadczeniodawców oraz ich wstępną weryfikację (co najmniej potwierdzenie tożsamości nadawcy, spójności i poprawności formalnej przesyłki i dokumentów) a także przekazywanie świadczeniodawcom danych zwrotnych (informacje o błędach, zmiany słowników itp.). Wykorzystana zostanie m.in. infrastruktura teleinformatyczna oraz oprogramowanie wytworzone w ramach projektów:
   - *„Platforma udostępniania on-line przedsiębiorcom usług i zasobów cyfrowych rejestrów medycznych"*
   - *„Systemy związane z przebudową, dostosowaniem, utrzymywaniem i monitorowaniem rejestrów i innych zasobów ochrony zdrowia przez organy publiczne, w tym administrację rządową i samorządową",*
2. warstwa ewidencyjna - zapewniająca ewidencję danych o zdarzeniach medycznych na kontach świadczeniobiorców, personelu medycznego i pacjentów, tak, aby było możliwe dalsze weryfikowanie danych o zdarzeniach medycznych (w tym z danymi historycznymi),
3. warstwa dystrybucyjna - umożliwiająca dostarczanie zweryfikowanych danych odbiorcom w celu rozliczeniowym, analizy danych na potrzeby zarządzania ochroną zdrowia oraz świadczenia usług on-line dla pacjentów i przedsiębiorców,
4. warstwa analityczna - umożliwiająca podmiotom publicznym, o których mowa w celach szczegółowych przeprowadzanie analiz (w tym analiz zaawansowanych) na podstawie zgromadzonych danych o zdarzeniach medycznych.

Dla prawidłowej realizacji projektu niezbędne będzie zrealizowanie działań w ramach projektów:

- *„Platforma udostępniania on-line przedsiębiorcom usług i zasobów cyfrowych rejestrów medycznych"*
- *„Systemy związane z przebudową, dostosowaniem, utrzymywaniem i monitorowaniem rejestrów i innych zasobów ochrony zdrowia przez organy publiczne, w tym administrację rządową i samorządową"*
- *„Projekty związane z organizacją i administrowaniem systemami informacji publicznej (w tym informacji prawnej związanej z ochroną zdrowia) oraz udostępniania informacji wielojęzycznej dotyczącej norm europejskich w informatyce. Projekty związane z usprawnianiem i*

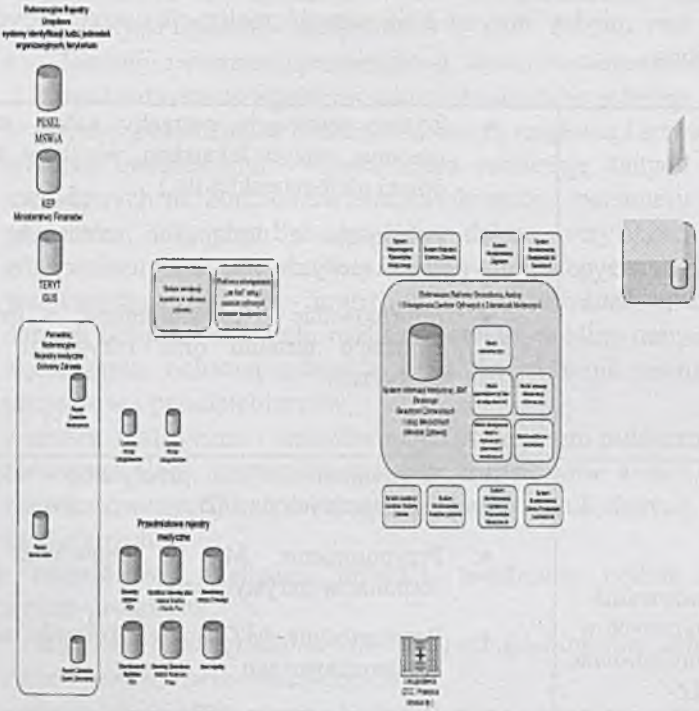
integracją systemów informatycznych w ochronie zdrowia dot. działalności przedsiębiorstw."

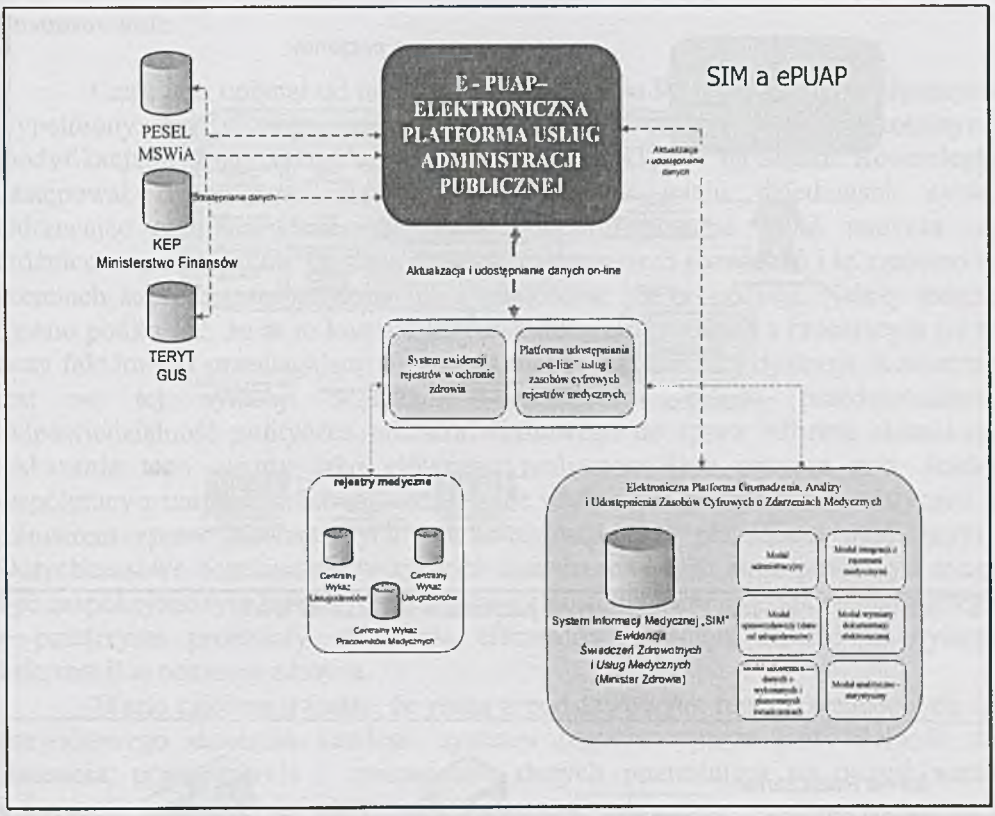
Projekt elektronicznej platformy jest realizacją ważnych zadań, stawianych przed krajami członkowskimi UE przez Komisję Europejską w dokumencie pt. *"Communication from the Commission to the council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions"* Brussels, 30.4.2004 COM(2004)356 final". Zgodnie z tym dokumentem eHealth ma się stać narzędziem systemu opieki zdrowotnej skierowanego na potrzeby obywateli. Do najważniejszych zadań eHealth dokument zalicza zarządzanie wielkimi zasobami informacji zdrowotnej tak, aby zapewnić bezpieczny dostęp do niej, na czas i w miejscu gdzie jest ona potrzebna. Taki system ma również przyczynić się do utrzymania wydatków budżetowych związanych z ochroną zdrowia w założonych granicach. Państwa europejskie maja wdrażać kompleksowe i bezpieczne elektroniczne rejestry zdrowotne w celu poprawy jakości opieki zdrowotnej i bezpieczeństwa pacjentów. Niektóre z wytycznych przywołanego dokumentu zostały przeniesione do Rozporządzenia Rady Ministrów w dnia 28 marca 2007 r. w sprawie Planu Informatyzacji Państwa na lata 2007-2010. Wymienia się tam między innymi konieczność realizacji następujących usług z obszaru e-Zdrowia:

Proces umówienia wizyty lekarskiej przez pacjenta	• Zdalna rejestracja potrzeby usługi medycznej (badania, wizyty lekarskiej, wizyty w gabinecie, opieki pielęgniarskiej itp.) • Informacja o dostępnych terminach realizacji usługi medycznej • Informowanie i przypominanie o terminie, o zmianach terminu oraz rezygnacji z usługi medycznej
Proces przekazywania danych statystycznych w zakresie ochrony zdrowia do MZ	• Wypełnienie i przesyłanie formularzy statystycznych do MZ • Przypomnienie MZ o obowiązku złożenia formularza statystycznego • Potwierdzanie MZ o zrealizowaniu obowiązku sprawozdawczego • Wysyłanie przez MZ monitów w razie braku realizacji obowiązku sprawozdawczego

Rysunek 1 stanowi ilustrację schematu architektury SIOZ. Została ona ułożona spójnie w stosunku do architektury systemów informatycznych

administracji publicznej w Polsce, jak również w stosunku do potrzeb wynikających z założeń i przesłanek informatyzacji ochrony zdrowia. SIOZ będzie ściśle współpracował z systemem ePUAP (patrz: rysunek 2), a także z systemem RUM-NFZ (patrz: rysunek 4). Zakłada się, że SIOZ będzie wykorzystywał broker rejestrowy dostarczany przez PUAP. Ilustruje to rysunek niżej. CSIOZ przyjął założenie o tym, że dostęp do rejestrów PESEL, KEP i TERYT będzie realizowany z wykorzystaniem systemu ePUAP. Natomiast dostęp do wewnętrznych, dziedzinowych rejestrów pozostających w gestii ministra właściwego do spraw zdrowia (jest ich kilkadziesiąt) będzie realizowany samodzielnie w ramach SIOZ. Jest to również spójne z koncepcją systemu ePUAP.

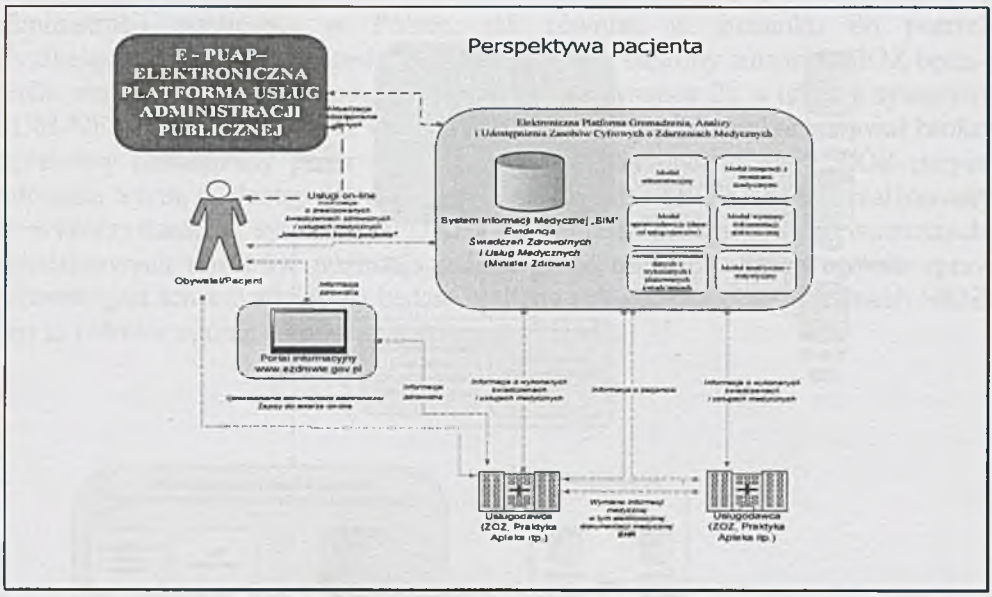




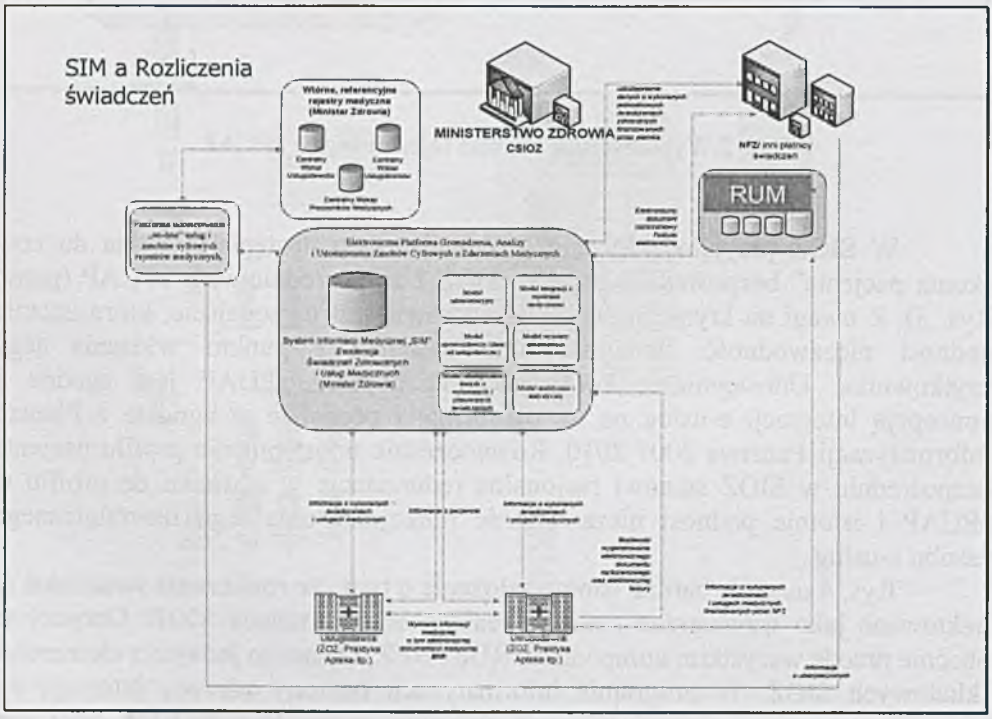
Rys. 2.Wykorzystanie brokera rejestrowego z ePUAP

W SIOZ przyjęto założenie o redundantnym dostępie pacjenta do tzw. „konta pacjenta" bezpośrednio poprzez SIOZ i za pośrednictwem ePUAP (patrz: Rys. 3). Z uwagi na krytyczność usług e-zdrowia jest to podejście, które istotnie podnosi niezawodność funkcjonowania systemu z punktu widzenia jego użytkownika. Udostępnianie konta pacjenta poprzez ePUAP jest zgodne z koncepcją integracji e-usług na tej platformie i pozostaje w zgodzie z Planem Informatyzacji Państwa 2007-2010. Równocześnie udostępnianie profilu pacjenta bezpośrednio w SIOZ stanowi racjonalną redundancję w stosunku do profilu w ePUAP i istotnie podnosi niezawodność funkcjonowania tego newralgicznego zasobu e-usług.

Rys. 4 ukazuje bardzo istotne założenie o tym, że rozliczenia świadczeń są traktowane jako wewnętrzne zadanie, realizowane w ramach SIOZ. Dotyczy to obecnie przede wszystkim komponentu RUM-NFZ, będącego jednym z elementów składowych SIOZ. W programie informatyzacji ochrony zdrowia integruje się wszystkie kluczowe systemy w jedną, logiczną całość. System RUM-NFZ jest jednym z jej elementów.



Rys. 3.Perspektywa pacjenta w SIOZ i ePUAP



Rys. 4.Perspektywa rozliczeń świadczeń

Posumowanie

Czas, jaki upłynął od pomysłu wprowadzenia Rejestru Usług Medycznych wypełniony był różnego rodzaju rozwiązaniami cząstkowymi z kolejnymi modyfikacjami, z najbardziej dojrzałym projektem START na Śląsku. Równolegle następował dynamiczny rozwój informatyki w wielu dziedzinach życia. Odrzucając opinie tendencyjne, czy tez nieprofesjonalne nadal zauważa się zróżnicowanie poglądów na samą istotę proponowanych rozwiązań i to zarówno w gremiach samych informatyków jak i odbiorców ich propozycji. Należy jednak mocno podkreślić, że są to kwestie możliwe do rozstrzygnięcia a rzucającym się w oczy faktem jest przeciągający się proces nieuporządkowanej dyskusji. Konieczne jest w tej sytuacji wskazanie organizatora całego przedsięwzięcia. Odpowiedzialność polityczna ministra właściwego do spraw zdrowia skłania do wskazania tego resortu jako głównego realizatora tego procesu przy ścisłej współpracy z innymi ministrami szczególnie właściwym do spraw informatyzacji tj ministrem spraw wewnętrznych i administracji oraz płatnikiem publicznym.. Dotychczasowe oczekiwanie wszystkich zainteresowanych stron powinny i mogą być zaspokojone tym bardziej, jeżeli przyjęta zostanie formuła etapowego opartego o przejrzyste procedury wdrażania elementów składających się na system informacji w ochronie zdrowia.

Warto mieć na uwadze, że jedną z podstawowych funkcji niezbędnych do prawidłowego działania każdego systemu organizacyjnego jest zdolność do zbierania, przetwarzania i gromadzenia danych pozwalająca na pozyskiwanie informacji potrzebnych na różnym poziomie działania struktur organizacji systemu. Rola i znaczenie zasobów ludzkich jest w tym systemie niezwykle ważna i potrzebna do prawidłowego wykorzystania jego potencjału i winna pochodzić z analiz prowadzonych na podstawie rzetelnie gromadzonych danych. Ważne jest właściwe umiejscowienie tej problematyki łącznie z innymi zagadnieniami związanymi z systemem informacji w ochronie zdrowia. Kilka istotnych cech specyficznych charakteryzuje system informacji w ochronie zdrowia. Należą do nich bez wątpienia powszechność systemu, wrażliwość i poufność danych dotyczących zdrowia obywateli, liczba zdarzeń jednostkowych liczona w setkach milionów oraz wielka różnorodność podmiotów zainteresowanych przetworzonymi danymi. Istotny jest również problem ograniczeń technologicznych i organizacyjnych, których pokonanie uwarunkowane jest nie tylko poziomem możliwości finansowych, ale również bardzo zróżnicowaną oceną, jakie informacje i przez kogo winny być używane w systemie ochrony zdrowia. Od co najmniej 10 lat trwa polemika na temat kształtu proponowanych rozwiązań a upływowi czasu obok zmian wynikających z rozwoju technologii informatycznych towarzyszyła ograniczona (między innymi brakiem środków finansowych) skuteczność dokonań. Przykładem mogą być znaczne opóźnienia we wdrażaniu systemów, spowodowane brakiem szczegółowych założeń projektowych. Z tego miedzy innymi powodu szczególnie ważne jest prawidłowe określenie potrzeb informacyjnych systemu oraz przeprowadzenie projektu w oparciu o obowiązujące regulacje prawne i zasady dobrych praktyk jak również doświadczenia ostatnich lat zarówno w

postaci opracowań teoretycznych oraz funkcjonujących w praktyce (w kraju i zagranicą). Analizując dotychczasową dyskusję nie można oprzeć się wrażeniu, iż spotykamy się ze skrajnie różnymi opiniami, które mogą wynikać również z konfliktu interesów. Rozwojowi funkcjonowania systemów informacyjnych (w tym elektronicznych) towarzyszy od szeregu lat odmienne oczekiwanie poszczególnych interesariuszy systemu. Nałożenie się na trudną merytoryczną dyskusję w gronie specjalistów, warstwy emocjonalnej, politycznej, interesów korporacyjnych i firm informatycznych, dodatkowo utrudnia podjęcie optymalnych decyzji. Koordynacja prac w zakresie zgodności z innymi projektami w dziedzinie informatyki w ochronie zdrowia jest szczególnie istotna z uwagi na możliwe do osiągnięcia oszczędności i korzyści organizacyjne. System informacyjny w ochronie zdrowia musi nie tylko ograniczyć nieprawidłowości, ale także umożliwić prowadzenie optymalnej polityki zdrowotnej. Nierozerwalnie związana z tym jest interoperacyjność, która przyczyni się do oczekiwanego i zgodnego ze standardami rozwoju systemów informatycznych. Dlatego interes państwa wymaga wyjścia z trwającego impasu poprzez nakreślenie strategii i rozpoczęcie działań mających charakter integracyjny wykorzystujący wspólną infrastrukturę informatyczną państwa opartą na europejskich i krajowych planach informatyzacji. Powszechnie znane są wyzwania stojące przed systemem ochrony zdrowia Zmiany demograficzne starzejącego się społeczeństwa zwiększą wymagania długoterminowej opieki medycznej. Oczekiwania dostępności do nowoczesnych technologii w zdrowiu przy zachowaniu zasady eliminowania wszelkich nierówności w dostępie do zdrowia zwiększy nie tylko obciążenia finansowe systemu ale będzie nie lada wyzwaniem z uwagi na spodziewane trudności w zapewnieniu grona specjalistów. Monitoring i powiadamianie o zagrożeniach w ramach struktur Unii Europejskiej zwiększą obowiązki z obszaru zdrowia publicznego. Mimo braku wspólnej polityki zdrowotnej w krajach Europy istnieje dążenie do umożliwienia dostępu do dokumentacji medycznej dla każdego obywatela w każdym miejscu i w każdym momencie. Tworzenie sieci medycznych (HealthNet) służących rozwojowi usług telemedycznych będzie próbą rozwiązania oczekiwań podnoszenia jakości świadczeń i skróceniu czasu dostępu do usług medycznych na najwyższym poziomie. Nieskrępowana dostępność do wyników badań naukowych pozwoli na rozwój technologii medycznych opartych na wiedzy poprawiając efektywność kliniczną i ekonomiczną.

Podejmując próbę omówienia wybranych zagadnień koncepcji rozwoju systemu informacji w ochronie zdrowia przeanalizowano potrzeby, dotychczasowe doświadczenia, funkcjonujące rozwiązania oraz aktualne najnowsze rozwiązania krajowe i zagraniczne. Kierowano się wymaganiami, jakie stawiane są w regulacjach prawnych związanych z obszarem ochrony zdrowia, informatyki, prawa zamówień publicznych i innych regulacji obowiązujących w polskim prawie. Dodatkowo zanalizowano aktualne kierunki wyznaczone w pracach ministerstwa spraw wewnętrznych i administracji, ministerstwa zdrowia i NFZ w połączeniu z wynikami odpowiednich ustaleń Komisji Europejskiej i regulacji Rady Unii Europejskiej.

ROZDZIAŁ III

WYZWANIA SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO - TELEMEDYCYNA

Ryszard TADEUSIEWICZ

Wprowadzenie

Rozwój cywilizacji przebiega w sposób spiralny. Raz napędzają go rewolucyjne odkrycia naukowe, innym razem funkcję głównych elementów napędowych tego rozwoju przyjmują potrzeby praktyki. Zawsze jednak, ilekroć w historii rozwoju cywilizacji potrzeby praktyki wymusiły podejmowanie pewnych działań technicznych zanim jeszcze stworzone zostały przesłanki do ich naukowej analizy i optymalizacji – następował potem szczególnie gwałtowny rozwój nauki, która w ten sposób „nadrabiała dystans", osiągając przy tym sukcesy i cele, które wcześniej były wprost niewyobrażalne. Dla zilustrowania tej tezy można by było podać bardzo wiele przykładów: powstanie termodynamiki „wymuszone" przez konstrukcję maszyny parowej i innych silników cieplnych, odkrycie aerodynamiki po pionierskich lotach Lilienthala i braci Wright, zapoczątkowanie chemii polimerów po wytworzeniu przez braci Hyattów celuloidu, rozwój akustyki po wynalezieniu przez Bella telefonu itp.

Z przytoczonych wyżej faktów można wyciągnąć dwa wnioski. Jeden dotyczy rewizji dosyć rozpowszechnionego poglądu o sprawczej roli nauki (w sensie nauk podstawowych) jako czynnika napędowego postępu. Otóż bez wątpienia ogromna większość epokowych odkryć, posuwających naprzód rozwój cywilizacji, była pośrednio lub bezpośrednio wynikiem badań naukowych – jednak z pewnością nie wszystkie. Można wymienić setki przykładów odkryć i wynalazków, które wręcz zrewolucjonizowały postęp cywilizacji, a które były dziełem dociekliwych wynalazców i kreatywnie myślących inżynierów, znajdujących właściwe rozwiązania metodą prób i błędów, empirycznej optymalizacji, a czasem wręcz na zasadzie szczęśliwego przypadku, nie zaś w wyniku badań naukowych. Wątku tego nie chciałbym tu rozwijać, ale zdecydowanie twierdzę, że w sferze związku nauk podstawowych z rozwojem cywilizacji kreuje się i pielęgnuje wiele mitów.

Drugi wniosek, ważniejszy dla prezentowanej tu pracy, wskazuje na pola badawcze szczególnie obiecujące z punktu widzenia tworzenia pożytecznych innowacji lub wręcz otwierania całych nowych dziedzin nauki. Korzystamy przy tym z wielokrotnie potwierdzonej obserwacji, że tam, gdzie pod naciskiem potrzeb praktyki powstaje wiele nowych rozwiązań praktycznych (nie tylko zresztą technicznych), można spodziewać się wyjątkowo wielu nowych odkryć naukowych. Jest to naturalne i logiczne. Znane elementy rzeczywistości są przedmiotem zainteresowania nauki od wielu lat, w związku z tym większość ich aspektów doczekała się naukowych analiz we wszystkich możliwych przekrojach i

kontekstach. Natomiast tam, gdzie niecierpliwi praktycy kreują nową rzeczywistość, pojawia się bardzo wiele zupełnie nowych obiektów, zjawisk i procesów, z reguły nie „obudowanych" w chwili powstania stosowną refleksją metodologiczną i teoretyczną. Dla każdego ambitnego badacza jest to prawdziwa „Ziemia Obiecana"; kuszący dziewiczy ląd, czekający na swojego Kolumba.

Niniejsza praca poświęcona jest wskazaniu, że dziedziną, która aktualnie bardzo silnie rozwija się w obszarze szeroko rozumianej empirii przy bardzo ubogim udziale ogólnych (to znaczny nie ukierunkowanych na doraźne cele praktyczne) badań naukowych – jest telemedycyna [Shar03].

1. Telemedycyna jako źródło inspirujących problemów naukowych w wielu dyscyplinach badawczych

Telemedycyna rozumiana jako zbiór określonych systemów technicznych dla potrzeb zdalnego świadczenie usług medycznych jeszcze niedawno traktowana była jako awangardowa nowość czy nawet cywilizacyjna ciekawostka. Obecnie jednak tak się rozpowszechniła i rozwinęła [Clou03], że staje się techniką dominującą w inżynierii biomedycznej, dzięki swemu potencjałowi w dużej mierze determinującą kierunki rozwoju całości tej dziedziny. Co więcej, można przypuszczać, że ten trend wzrastającej roli telemedycyny będzie się nasilać i umacniać, gdyż pilne potrzeby społeczne i ekonomiczne (scharakteryzowane nieco dalej) zdecydowanie już teraz wymuszają jej stały i intensywny rozwój [Eyse03]. Co więcej, wspomniane przyczyny będą się z czasem nasilać i pogłębiać, stąd można przewidywać, że cały splot okoliczności natury technicznej, medycznej, społecznej i ekonomicznej wymusza i będzie nadal wymuszać postęp w tej dziedzinie. Można też przypuszczać, że trend ten nieprędko napotka na bariery związane z nasyceniem swoiście rozumianego rynku usług telemedycznych, więc zainteresowanie tą tematyką może na długo stanowić element napędowy rozwoju wielu dziedzin nauki.

Warto przy tym podkreślić, że zagadnienia telemedycyny cechuje wyjątkowo szeroki zakres problemowy, mieszczą się w nich bowiem zarówno proste systemy informatycznego poradnictwa dla pacjentów (patrz na przykład [Cole03]) jak i bardzo skomplikowane systemy rozwiązujące niezwykle trudne problemy na przykład związane z telechirurgią [Kawa04]. Można mówić o systemach telemedycznych obejmujących kilka sąsiadujących gabinetów jednego szpitala, albo można tworzyć wizje systemów obejmujących cały kraj, cały kontynent a nawet cały glob. Zgodnie z uwagami, od których rozpoczęliśmy ten artykuł, można więc sądzić, że w samej telemedycynie oraz w jej bezpośrednim otoczeniu (na które składają się zarówno komponenty techniczne jak i medyczne, a także organizacyjne i społeczne) pojawiać się będzie niebawem mnóstwo zagadnień i problemów, stanowiących prawdziwe wyzwanie dla współczesnej nauki. Scharakteryzujmy wstępnie to „naukowe Eldorado".

Można z dużym poziomem prawdopodobieństwa przypuszczać, że dzięki potrzebom generowanym przez telemedycynę znaczący postęp zanotują w

pierwszej kolejności wybrane nauki techniczne (w szczególności telekomunikacja, informatyka, inżynieria biomedyczna, automatyka i teoria systemów) [Curr03]. Można przewidywać, że jako następne eksploatować ten teren będą nauki medyczne, które dostrzegą (miejmy nadzieję, że nastąpi to prędzej, a nie później!), iż telemedycyna nie tylko dostarcza nowych możliwości realizowania środkami techniki tradycyjnych zadań w obszarze diagnostyki, terapii i profilaktyki, ale dodatkowo indukuje zupełnie nowe możliwości realizowania zadań i procedur medycznych. które jeszcze niedawno były po prostu niemożliwe wręcz do pomyślenia. Dobrze stosowana i ambitnie traktowana telemedycyna może dostarczyć medycynie naukowej znacznie większej liczby wyzwań i nowych problemów badawczych, niż oferuje gotowych rozwiązań i rutynowych rozwiązań. Jest to wielką szansą dla całej tej dziedziny! Warto także dodać, chociaż to zagadnienie nie będzie w tej pracy podejmowane ani dyskutowane, że obszar telemedycyny może się okazać bardzo obiecujący także dla takich działów nauki, jak dyscypliny społeczne, ekonomiczne a nawet pedagogiczne i prawne, gdyż tak bardzo rozległa jest skala i różnorodność zagadnień, jakie trzeba będzie rozwiązać żeby usługi telemedyczne mogły się we właściwy upowszechnić.

W tym opracowaniu skupimy jednak uwagę głównie na zagadnieniach technicznych, gdyż to odpowiada kompetencjom autora pracy. Otóż z technicznego punktu widzenia nie ulega wątpliwości, że dla prawdziwego rozwoju i upowszechnienia telemedycyny konieczne będzie udoskonalenie istniejących oraz stworzenie nowych elementów infrastruktury informatycznej. Mimo ogromnego rozwoju tej dziedziny, związanego z tryumfalnym wkroczeniem Internetu do różnych dziedzin życia zawodowego i prywatnego ogromnej rzeszy ludzi - dla realizacji rozważanych w tej pracy celów i problemów konieczne będzie stworzenie zupełnie nowych rozwiązań technicznych i organizacyjnych, dostosowanych do specyficznych zadań telemedycyny. Niezbędne będzie przy tym oczywiście ścisłe współdziałanie techników z przedstawicielami nauk medycznych, dla których jednak również interesującą nowością naukową powinno być uzyskanie doświadczeń i naukowe rozwinięcie metod stosowania technik telemedycznych w diagnostyce, terapii oraz opiece nad chorymi. Z badań medycznych wynikać będą nowe zadania dla techniki, jednak nie ulega wątpliwości, że to właśnie rozwój techniki wyznaczy ostateczne możliwości i ograniczenia rozważanej tu dyscypliny. Postęp i rozwój telemedycyny nie odbywa się w sposób abstrakcyjny, lecz wnika głęboko w struktury społeczne, a także ma swoje uwarunkowania i konsekwencje ekonomiczne, musi mu więc towarzyszyć naukowa refleksja także w tych dziedzinach. W szczególności warto odnotować, że konieczne będzie tu wypracowanie rozwiązań systemowych, pozwalających oprzeć telemedycynę na rozwiązaniach modelowych, które pozwolą tak długo iterować różne koncepcje i struktury, aż wreszcie badacze dojdą do rozwiązań realizowalnych technicznie, optymalnych medycznie, a jednocześnie akceptowalnych społecznie oraz opartych na zdrowych podstawach ekonomicznych.

Każdy z wymienionych wyżej tematów generować będzie ogromne ilości naukowych problemów i cywilizacyjnych wyzwań, których rozwiązanie możliwe

będzie wyłącznie poprzez odpowiednio ukierunkowane badania naukowe. Do wszystkich tych nadchodzących wyzwań i potrzeb trzeba się dobrze przygotować, dlatego taki przeglądowy artykuł, jak niniejsza prezentowana tu praca, może być przydatny jako zachęta do podjęcia stosownych badań, a także może służyć jako wprowadzenie do tematu dla tych wszystkich, którzy nie zdążyli się jeszcze tym zagadnieniem zainteresować.

2. Definicja i czynniki stymulujące rozwój telemedycyny

Chcąc inspirować badania naukowe, które mogą i powinny poszerzyć i wzbogacić możliwości telemedycyny, powinniśmy najpierw skrótowo przedstawić jej genezę i stan obecny. W szczególności spróbujemy tu pokazać, dlaczego ta dziedzina tak mocno rozwinęła się w sferze praktyki mimo bardzo słabo rozwiniętych podstaw naukowych. Otóż powstanie i rozwój telemedycyny wynikają głównie z przesłanek społeczno-ekonomicznych [Ippo03]. Już kilka lat temu stwierdzono, że tylko przy pomocy rozwiązań wywodzących się z najnowocześniejszej techniki możliwe będzie zaspokojenie stale rosnących potrzeb, jakie pod adresem służb medycznych generują starzejące się populacje większości rozwiniętych krajów świata. Ta okoliczność jest w dalszych rozważaniach na tyle ważna, że poświęcimy jej tu kilka słów dodatkowego komentarza.

Dane demograficzne nie pozostawiają cienia wątpliwości, że ludzkość się starzeje [Ohta02]. Coraz większy odsetek społeczeństw – szczególnie w bogatych krajach świata – stanowią ludzie w wieku poprodukcyjnym, już nie partycypujący w wytwarzaniu różnych dóbr materialnych, ale za to zgłaszający liczne potrzeby pod adresem służby zdrowia, między innymi z powodu podeszłego wieku, ale także z powodu samotności, wywołanej erozją i atomizacją tradycyjnych związków rodzinnych. Ponieważ wśród malejącej liczby osób w wieku produkcyjnym jedynie niewielka część chce i może poświęcić się opiece nad ludźmi chorymi, starymi i samotnymi – pojawia się w tym obszarze duża i stale rosnąca dysproporcja potrzeb i możliwości ich zaspokajania. W tej sytuacji kluczowe znaczenie ma znalezienie takich rozwiązań organizacyjnych oraz stworzenie takiego wyposażenia technicznego, które pozwoli niewielkiej liczbie osób, zaliczających się do wysoko wykwalifikowanego personelu medycznego, sprawować skuteczną opiekę nad dużą liczbą ludzi. Do stałej kontroli stanu zdrowia nie jest bowiem konieczny osobisty kontakt starszej osoby z lekarzem i może to być z powodzeniem realizowane z pomocą stosownej aparatury – pod warunkiem, że aparatura taka będzie nie skomplikowana w obsłudze i nie będzie kosztowna dla użytkownika (rys 1).

Rys 1. Jednym z ważnych obszarów telemedycyny jest opieka nad pacjentami w starszym wieku[1]

Takie rozwiązanie może być idealne dla wszystkich tych starych, samotnych i zwykle schorowanych ludzi, którzy z racji wieku i stanu zdrowia wymagają stałego nadzoru, ale których nie można wszystkich umieścić w szpitalach ani domach opieki, gdyż przeciw-wskazaniem jest tu zarówno koszt jak i komfort psychiczny pacjenta.

Oczywiście możliwości telemedycyny, w ogólnym przypadku pokrywające obszar zarówno diagnostyki jak i terapii, są tu ograniczone wyłącznie do funkcji kontrolnych, gdyż każdorazowo w momencie stwierdzenia pogorszenia stanu zdrowia lub pojawienia się nowej choroby osobisty kontakt z lekarzem lub pielęgniarką jest nieunikniony, ale może on być zainicjowany automatycznie przez system komputerowy analizujący wyniki codziennych pomiarów podstawowych parametrów życiowych nadzorowanego pacjenta.

Aparatura telemedyczna powinna również znaleźć zastosowanie w opiece nad osobami przewlekle chorymi, których stan zdrowia powinien być nadzorowany, ale których zatrzymywanie na szpitalnej obserwacji jest zbyt kosztowne i niepotrzebne. Może to dotyczyć zwłaszcza coraz częściej występujących przypadków chorych z wykrytą chorobą niedokrwienną serca albo wręcz rekonwalescentów po przebytym zawale serca, których stan można nadzorować na odległość, w czasie gdy pacjent przebywa w domu pod opieką rodziny, co jest tańsze i wygodniejsze, niż hospitalizacja (rys. 2).

[1] Wszystkie fotografie prezentowane w tym artykule zostały pozyskane dla celów dydaktycznych z licznych stron internetowych poświęconych telemedycynie. Fotografie te nie są więc własnością intelektualną autora tej pracy. Pozyskanie formalnej zgody na publikacje tych fotografii w niniejszym artykule okazało się jednak niewykonalne, ponieważ ich autorzy są z reguły anonimowi, a ich adresy są nieznane. Natomiast wszystkie rysunki, również te, w skład których wchodzą wmontowane fotografie, stanowią oryginalne opracowanie autorskie.

Rys. 2. Telemedycyna pozwala monitorować stan serca pacjenta przebywającego w domu

System tego typu niezawodnie wykryje każdy stan zagrożenia i skontaktuje pacjenta z lekarzem lub nawet automatycznie wezwie pogotowie gdy tylko monitorowany organ zacznie wykazywać nieprawidłowości swego działania. Podobnie jak w przypadku opieki nad ludźmi starymi telemedyczny nadzór nad przewlekle chorym ogranicza się wyłącznie do funkcji kontrolnej, gdyż wykrycie poważniejszego zaburzenia pracy serca (lub innego nadzorowanego narządu – na przykład problemów z ciążą wysokiego ryzyka) wymaga z reguły natychmiastowej interwencji specjalisty oraz intensywnego leczenia, więc pacjent powinien się jak najszybciej znaleźć w szpitalu – ale dzieje się to wyłącznie w przypadku stwierdzonej obiektywnie konieczności, a nie „na wszelki wypadek".

Również proces powrotu do zdrowia chorych podlegających długiej i złożonej rehabilitacji może być nadzorowany przy pomocy systemów telemedycznych, które za pomocą internetowego instruktażu i nieskomplikowanej aparatury, obsługiwanej przez samego pacjenta, mogą kontrolować przebieg i postępy procesu rehabilitacji, kontaktując pacjenta z konsultantem jedynie w przypadkach autentycznie koniecznych (rys 3).

Rys. 3. Nieskomplikowany spirometr i typowy komputer dołączony do Internetu mogą pomagać w kontroli rehabilitacji pacjentów z chorobami płuc lub dróg oddechowych

Przykłady wykorzystania telemedycyny można by było mnożyć bez końca, dla nas jednak ważny jest fakt wykazany empirycznie, że nawet w krajach dysponujących bardzo wydajną i sprawną służbą zdrowia, zastosowanie procedur telemedycznych może znacząco przyspieszyć czas obsługi pacjentów [Bald03], powodując, że te same zasoby (w sensie liczby lekarzy, pielęgniarek i sprzętu) mogą obsłużyć znacznie większą liczbę osób wymagających pomocy. W kraju o służbie zdrowia strukturalnie niewydolnej ze względów ekonomicznych, jakim niestety jest obecnie Polska – rozwiązania telemedyczne mogą być optymalne.

Telemedycyna jest obecnie coraz ważniejsza i coraz bardziej potrzebna także i z tego powodu, że współczesne społeczeństwa składają się z jednostek bardzo ruchliwych. Mówi się wręcz często o ludziach spędzających coraz więcej czasu w podróży i wykonujących w ruchu większość swojej pracy jako o „nomadach XXI wieku", w związku z czym także preferowany model korzystania z usług medycznych oraz tryb świadczenia ich zmierza ku rosnącej mobilności [Tach03], z wykorzystaniem nowych technik łączności, zwłaszcza bezprzewodowej [Aziz03].

Dodatkowym czynnikiem napędowym dla rozwoju telemedycyny może być „ssanie", jakie w tym zakresie wytwarzają użytkownicy sieci komputerowych (tak zwani Internauci). W pracy [Qure03] pokazano, że znaczna część pytań formułowanych przez użytkowników Sieci w różnych serwisach informacyjnych dotyczy właśnie zagadnień pośrednio lub bezpośrednio związanych z medycyną. W szczególności bardzo często użytkownicy Sieci próbują uzyskać z jej pomocą wiadomości związane z problemami uchodzącymi za wstydliwe – na przykład dermatologicznymi. Z badań wynika, że właśnie tego typu kwestie są głównym przedmiotem zainteresowania aktywnych telemedycznie Internautów, co potwierdzają dane statystyczne przywołane w cytowanej wyżej pracy [Qure03]. Z wielu obserwacji zachowań sieciowych można wyciągnąć wniosek, że ludzie ze swoimi problemami medycznymi znacznie chętniej zwracają się do anonimowego i niewidocznego lekarza znajdującego się gdzieś w Internecie, niż do lekarza z którym trzeba stanąć oko w oko. Ten trend może się nasilać i rozszerzać także na inne choroby, gdyż media kreujące kult młodości, piękna, zdrowia i sukcesu, prowadzą nieuchronnie do tego, że problemy zdrowotne stają się coraz częściej sprawą wstydliwą, zaś wstyd i skrępowanie jest znacznie łatwiej przezwyciężyć przy klawiaturze komputera, niż w sytuacji wymagającej osobistej wizyty w gabinecie lekarskim.

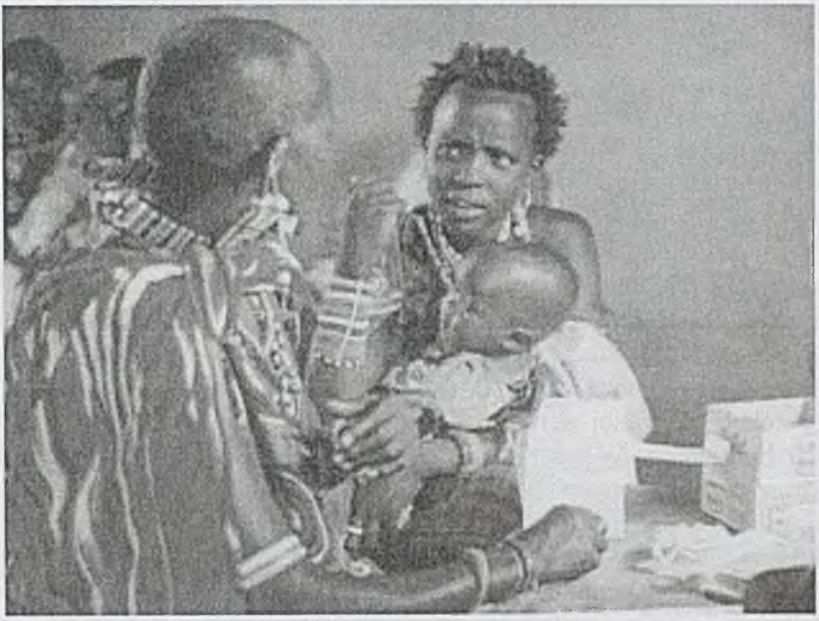
3. Aspekty ekonomiczne telemedycyny

Teoretycznie mówi się często, że zdrowie nie powinno być rozpatrywane w kontekście pieniędzy, jest ono bowiem wartością nadrzędną i bezcenną. Praktyka jaka jest (zwłaszcza w Polsce) – to każdy widzi i lepiej tego tutaj nie komentować. W warunkach dramatycznego niedoboru środków na opiekę medyczną i gwałtownie rosnących potrzeb nie może być ignorowany fakt, że z ekonomicznego punktu widzenia jest znacznie korzystniejsze, jeśli sprawny nadzór nad określoną

populacją potencjalnych pacjentów może zapewnić mniejsza liczba większych ośrodków (szpitali, przychodni, poradni itp.) a nie duża liczba ośrodków małych [Shar03]. Telemedycyna jest jednym ze sposobów zapewnienia mało kłopotliwej, bo zdalnej opieki medycznej nad licznymi rzeszami ludzi rozproszonych na terenie całego kraju, sprawowanej przez nieliczne tylko, ale za to bardzo dobre szpitale i przychodnie. Takie rozwiązanie coraz częściej wybierają ubogie kraje „Trzeciego Świata" [Naka03], gdyż jest ono zdecydowanie tańsze od wszystkich alternatywnych rozwiązań (rys. 4). Oczywiście po to, żeby to rozwiązanie miało sens, te centra opieki telemedycznej muszą być naprawdę bardzo dobrze wyposażone i powinny zatrudniać najlepsze kadry. Warto o to zabiegać, bo takie rozwiązanie ma też liczne zalety z merytorycznego (medycznego) punktu widzenia [Wils03].

Kwestii ekonomicznych związanych z telemedycyną nie można jednak traktować nadmiernie rutynowo i szablonowo. Bardzo pouczająca jest w tym zakresie praca [Tsuj03], pokazująca jak kształtują się koszty telemedycyny w czterech różnych rejonach Japonii oraz jakie korzyści daje się uzyskać przy użyciu tej nowej technologii. Okazuje się, że takie same usługi telemedyczne mogą być albo wyraźnie tańsze albo porównywalne cenowo lub nawet nieco droższe od usług świadczonych metodą tradycyjną, przy czym silnie zależy to od stanu infrastruktury technicznej, od gęstości występowania typowych placówek medycznych (szpitali i przychodni), od struktury demograficznej a nawet od ... obyczajowości.

Generalnie jednak można przyjąć, że usługi telemedyczne są znacznie mniej kosztowne, niż analogiczne usługi świadczone w modelu tradycyjnym, nie można jednak zapominać o tym, że dla skutecznego wdrożenia technik i metod telemedycyny konieczne jest zbudowanie kosztownej infrastruktury, która w USA, Japonii lub w krajach skandynawskich jest już dostępna, ale w wielu innych krajach dopiero musi być specjalnie tworzona. Jednak nawet w tym ostatnim przypadku dla zapewnienia właściwej opieki medycznej dla mieszkańców trudnodostępnych rejonów (na przykład obszarów górskich, wysp [Scuf02], rejonów o małej gęstości zaludnienia itp.) – telemedycyna jest rozwiązaniem najbardziej racjonalnym także z ekonomicznego punktu widzenia.



Rys. 4. Aparatura telemedyczna (w prawym dolnym rogu zdjęcia) pomaga otoczyć opieką lekarską ludzi w peryferyjnych regionach ubogich krajów Trzeciego Świata przy rozsądnych kosztach

Oczywistym warunkiem, który musi być spełniony przy „migracji" usług medycznych od modelu tradycyjnego ku rozwiązaniom telemedycznym, jest wymaganie, by w nowym systemie obsługi jakość usług medycznych świadczonych dla pacjentów była nie gorsza, niż jakość tychże usług w modelu tradycyjnym. Warunek ten może być spełniony wyłącznie wtedy, gdy zoptymalizowane placówki medyczne będą mogły oprzeć swoje działanie na odpowiedniej infrastrukturze technicznej, zwłaszcza teleinformatycznej (o czym już była wyżej mowa), jednak równie ważną kwestią jest także opracowanie nowych metod i nowych procedur medycznych dostosowanych do nowej sytuacji – co powinno stać się jednym z ważniejszych wyzwań pod adresem nauk medycznych.

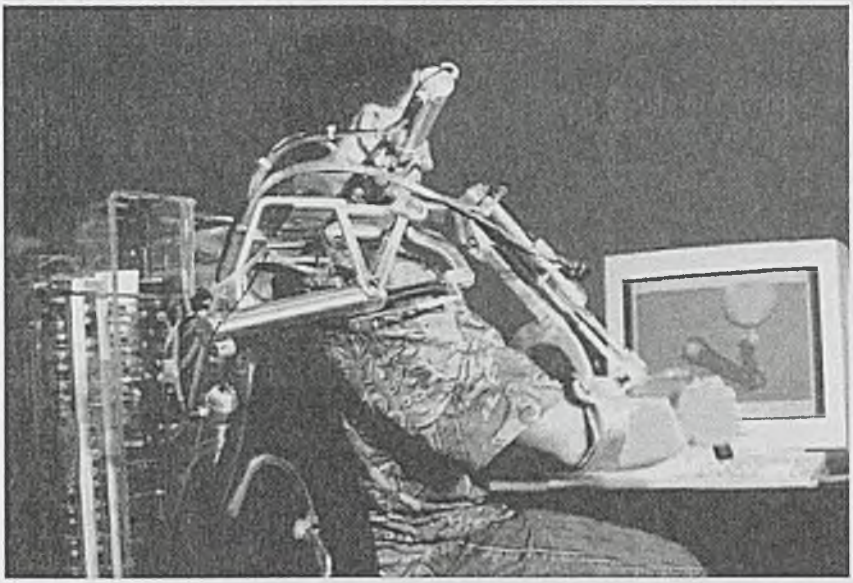
4. Zadania telemedycyny i wynikające z nich problemy badawcze

4.1. Problemy w zakresie aparatury kontrolnej

Jak już wspomniano wyżej, opieka nad ludźmi starymi, samotnymi często obłożnie chorymi, to tradycyjnie jeden głównych obszarów zastosowań telemedycyny [Ohta02],. Dobrze zastosowana technika telemedyczna może przywrócić ludziom starym nie tylko poczucie bezpieczeństwa, ale także może przywrócić im swobodę, której na skutek swego wieku i związanych z tym dolegliwości bywają pozbawieni [Cole02]. Jest to generalnie obszar, w którym już

obecnie można osiągnąć bardzo wiele, ale konieczne są dalsze badania i kolejne nowe odkrycia. Szczególnie po uruchomieniu badań w zakresie metrologii mamy prawo oczekiwać tu także zupełnie nowych sukcesów, szczególnie po zastosowaniu nowych rozwiązań w zakresie czujników i analizatorów przystosowanych do zdalnego nadzoru podstawowych funkcji życiowych poddawanego zdalnej opiece pacjenta. Nowoczesne, zwłaszcza bezprzewodowe i zminiaturyzowane [Puja03] rozwiązania, jakie w tym zakresie stały się ostatnio dostępne, pozwalają na zbieranie wszystkich niezbędnych informacji przy minimalnym dyskomforcie ze strony poddawanego telebadaniu (lub teleobserwacji) pacjenta.

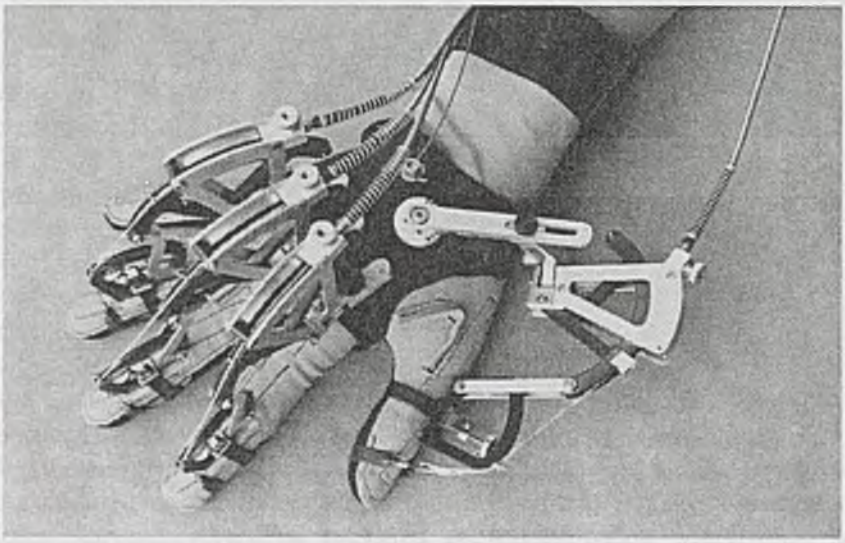
Na pozór problemy badawcze, jakie rodzi telemedycyna są podobne do tych, jakie wiążą się z wykorzystaniem metrologii w automatyce przemysłowej lub w teledetekcji używanej w różnych tradycyjnych celach, na przykład dla potrzeb ochrony budynków. W rzeczywistości jednak zastosowania telemedyczne rodzą wiele nowych problemów, które trzeba rozwiązywać z myślą o specyfice tego właśnie zastosowania. W szczególności dąży się do tego, żeby instalacja stosownych czujników była dla pacjenta jak najmniej obciążająca (i żeby nie wymagała żadnej specjalistycznej wiedzy), dlatego duże nadzieje wiąże się z czujnikami, które mogą być umieszczone bezpośrednio w ubraniu. Przy takim rozwiązaniu osoba korzystająca z nich może po prostu zakładać je i zdejmować podczas codziennego ubierania [Puja03]. Wymaga to jednak rozwiązania wielu zagadnień szczegółowych, na przykład zagwarantowania właściwego kontaktu między czujnikiem a ciałem pacjenta, o co w innych zastosowaniach telediagnostyki (na przykład w astronautyce) dba wyspecjalizowany personel, a co w domu starego samotnego człowieka „musi zrobić się samo". Nowoczesne rozwiązania czujników i przetworników pomiarowych pozwalają na zbudowanie takich czujników na przykład dla ciśnienia krwi, tętna i innych parametrów hemodynamicznych, przy czym ich konstrukcja z góry zakłada, że osoba, której procesy życiowe są monitorowane, będzie ruchliwa i aktywna, a proces medycznego nadzoru nie powinien tej aktywności w żaden sposób ograniczać [AlAl03].



Rys. 5. Obecnie aparatura telemedyczna może rejestrować i kontrolować ruchy pacjenta poddawanego rehabilitacji, jest jednak niezbyt wygodna w użyciu. W przyszłości będą to robiły systemy wizyjne.

Interaktywne zdalne połączenie terapeuty z pacjentem mającym dostęp do wyposażenia umożliwiającego kontrolę jego aktywności ruchowej może prowadzić do tego, że kosztowny i kłopotliwy proces rehabilitacji ruchowej, wymagany po urazach, po zabiegach operacyjnych, a także w przypadku konieczności przezwyciężania skutków zmian degeneracyjnych zachodzących w narządach ruchu – może być w wielu przypadkach prowadzony w sposób zdalny, bez konieczności kosztownego i kłopotliwego przewożenia pacjenta do rehabilitanta czy też jeszcze kosztowniejszych wizyt rehabilitanta w domu pacjenta [Ells02]. Nadzór fachowego rehabilitanta oraz samokontrola osoby wykonującej ćwiczenia rehabilitacyjne mogą być skuteczniejsze, jeśli skorzysta się z możliwości jakie w tym zakresie stwarza technika tak zwanej rzeczywistości wirtualnej [Deut03]. Są już dostępne urządzenia, które pozwalają rejestrować i przesyłać na odległość ruchy pacjenta, siły rozwijane przez jego mięśnie, szybkości i przyspieszenia jakim w trakcie wykonywania ćwiczeń ruchowych podlegają poszczególne części kończyny i poszczególne stawy. W aktualnych elektro-mechanicznych wykonaniach urządzenia te są jednak kosztowne i niewygodne (rys. 5). Rozwiązaniem może być jednak rozwój komputerowych systemów wizyjnych, które pozwolą w przyszłości precyzyjnie śledzić ruchy pacjenta nie narzucając na niego konieczności kontaktu z uciążliwą i niewygodną aparaturą. Odpowiedni zestaw urządzeń śledzących ruchy pacjenta (jedna lub kilka kamer, odpowiednio rozstawionych), wraz z systemami cyfrowej interaktywnej grafiki komputerowej [Pope02] mogą łącznie stworzyć warunki do tego, żeby pacjent mógł być wspomagany w trakcie wykonywania ćwiczeń rehabilitacyjnych przynajmniej nie

gorzej (a zwykle znacznie lepiej) w porównaniu z wizytą u doświadczonego fizykoterapeuty. Warunkiem jest tu jednak stworzenie odpowiedniego wirtualnego środowiska dla procesu rehabilitacji [Piro02], co wymaga spełnienia szeregu warunków. Jednym z nich jest odpowiedni rozwój ukierunkowanej na te zagadnienia aparatury, a to wymaga wielu nowych badań naukowych.



Rys. 6. Urządzenia budowane pierwotnie z myślą o pasjonatach gier komputerowych mogą znaleźć zastosowanie w rehabilitacji ruchowej ręki.

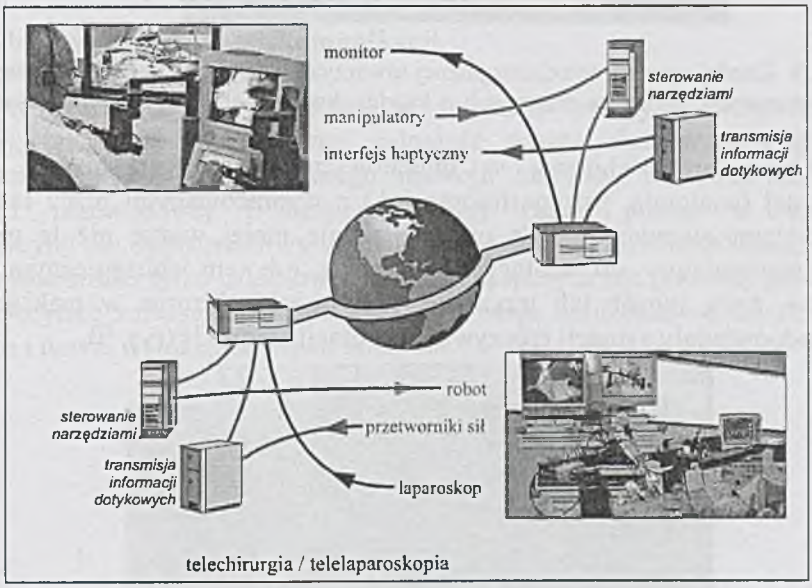
Na szczęście niektóre typy urządzeń przydatnych dla potrzeb telerehabilitacji ruchowej zostały już wcześniej opracowane technicznie i znacznie udoskonalone w kontekście innych zastosowań teleinformatyki. Na przykład dla potrzeb przemysłowego telesterowania a także w kontekście wielkiego i stale rosnącego rynku gier komputerowych opracowano szereg konstrukcji pozwalających bardzo precyzyjnie śledzić (i często naśladować za pomocą stosownych elementów antropomorficznych robotów) ruchy ręki człowieka. Skonstruowana w tym celu aparatura (rys. 6) może obecnie znaleźć zastosowanie w zdalnej kontroli i automatycznej korekcji ruchów wykonywanych przez pacjenta wymagającego ćwiczeń rehabilitacyjnych w zakresie motoryki ręki.

4.2. Problemy wymagające badań w zakresie automatyki i robotyki

Pozostając w kręgu zagadnień związanych z potrzebami ludzi starych albo upośledzonych ruchowo warto odnotować, że jeszcze większe nadzieje wiążą się z budową zdalnie sterowanych robotów przystosowanych do ich obsługi, których zastosowanie w domach pacjentów [LiuM02] może nadać telemedycynie zupełnie nowe impulsy do skutecznego rozwoju. Postęp w robotyzacji systemów telemedycznych jest obecnie tak zaawansowany, że stwarza realne perspektywy urzeczywistnienia ideału tak zwanej „teleobecności" [Vilc03] to znaczy takiego

użycia kombinacji zdalnych sensorów i zdalnych manipulatorów, które gwarantuje uzyskanie (w ograniczonym zakresie) możliwości działania podobnych do tych, jakie się ma naprawdę realnie uczestnicząc w określonych wydarzeniach, zachodzących w istocie w jakimś odległym miejscu.

Robotyzacja telemedycyny ma także swoje duże znaczenie w rozwoju telechirurgii [SunX03]. Coraz doskonalsze konstrukcje robotów chirurgicznych pozwalają obecnie wykonywać wiele zabiegów pewniej i precyzyjniej, niż lancet trzymany w ręce tradycyjnego chirurga (rys. 7). Jednak oczywiście przy każdym zabiegu wykonywanym za pomocą techniki telemedycznej asystuje kompletna ekipa wykwalifikowanych chirurgów gotowych przejąć operację gdyby z jakichkolwiek powodów zawiódł robot albo systemy telesterowania (rys. 8).



Rys. 7. Roboty chirurgiczne są w stanie realizować operacje pod kontrolą chirurga sterującego w sposób zdalny ich pracą – być może nawet z innego kontynentu

Przy realizacji zadań w zakresie telechirurgii bardzo ważne są oczywiście środki łączności, o których będzie mowa w kolejnym podrozdziale, ale w obszarze automatyki i robotyki mieści się – poza samym robotem wykonującym operację – także zestaw manipulatorów, którymi posługuje się chirurg dokonujący wszystkich niezbędnych czynności w sposób zdalny [Merr03].

Rys. 8. Każdej operacji telechirurgicznej towarzyszy oczywiście na miejscu asysta doświadczonych chirurgów mogących w każdej chwili przejąć kontrolę nad zabiegiem

Umiejętności chirurga są unikatowym połączeniem bogatej wiedzy teoretycznej (anatomia, patomorfologia itd.) z wypracowanymi przez lata pracy kwalifikacjami manualnymi. Te ostatnie są nie mniej ważne niż te pierwsze, dlatego manipulatory do zdalnego sterowania robotem chirurgicznym są tak budowane, żeby sposób ich trzymania i ruchy ręki chirurga w maksymalnym stopniu odpowiadały sytuacji rzeczywistej operacji [Merr03] (rys. 9).

Rys. 9. Przy zabiegu tele-chirurgicznym urządzenia, którymi manipuluje lekarz muszą stwarzać warunki maksymalnie podobne do tych, jakie wiążą się z działaniem na rzeczywistym polu operacyjnym

Problemem badawczym, który wymaga rozwiązania w tym zakresie, jest jednak uzyskanie maksymalnie naturalnego sprzężenia zwrotnego typu siłowego, to znaczy doprowadzenie do tego, żeby opór, jaki stawia manipulator ręce chirurga odpowiadał mierzonemu na bieżąco oporowi mechanicznemu tkanek przecinanych przez zrobotyzowany skalpel. W ten sposób chirurg będzie na odległość wyczuwał

twardość przecinanych tkanek, co może być ważnym elementem wpływającym na jego sposób działania. Problem rozwiązania technicznego tak zwanego sprzężenia haptycznego [Flem03] (będącego namiastką percepcji dotykowej) jest jednak wciąż kwestią naukowo otwartą i wartą badania. Kwestia ta nabiera szczególnej aktualności, gdyż nowoczesne roboty telechirurgiczne [SunX03] stają się na tyle często dostępne, że można wręcz mówić o pewnej „modzie" na wykonywanie operacji w sposób zdalny. Liczba doniesień na ten temat jest już dzisiaj bardzo duża oraz – co ważniejsze – szybko rośnie [Butn03]. Jednak postęp w tej dziedzinie jest w sposób krytyczny zależny od rozwoju odpowiednich metod automatyki i robotyki, co indukuje potrzebę nowych prac badawczych w wymienionych dziedzinach.

4.3. Problemy w zakresie telekomunikacji

W samej nazwie rozważanej tu dziedziny wiedzy (i związanej z nią techniki), jaką jest telemedycyna, odnaleźć można ślad wagi i znaczenia telekomunikacji. Bez odpowiedniego rozwoju narzędzi, środków oraz metod łączności przewodowej i bezprzewodowej żaden postęp w dziedzinie telemedycyny nie byłby możliwy. Jednak także i w tym zakresie można zauważyć, że istniejące środki tylko częściowo zaspokajają specyficzne potrzeby generowane przez specyfikę zastosowań telemedycznych, więc konieczne są dalsze badania naukowe i nowe, wynikające z nich odkrycia.

Rys. 10. Nowoczesne urządzenia telekonferencyjne umożliwiają matce chorego dziecka uzyskanie konsultacji lekarza bez konieczności zawożenia gorączkującego maluch do przychodni pełnej innych chorych dzieci

Naturalnym obszarem działań telemedycyny są telekonsultacje medyczne. Dzięki rozwojowi nowoczesnych technik telekonferencyjnych, w tym zwłaszcza technik umożliwiających interaktywny kontakt wizyjny [Gras02] komunikujących się osób, wirtualne spotkanie lekarzy znajdujących się nawet w bardzo odległych miejscach stało się dziś całkowicie możliwe. Fakt ten powoduje, że zdalna

konsultacja medyczna, do niedawna bardzo czasochłonna (jeśli stosowano metody korespondencyjne) albo bardzo ograniczona (gdy wykorzystywano telefon) – stała się obecnie sprawnym i efektywnym narzędziem wspomagającym pracę medyków – zwłaszcza w przypadku lekarzy pracujących w szpitalach lub przychodniach położonych daleko od renomowanych uniwersyteckich klinik (por. rys. 4). Dzięki coraz większej dostępności kosztownych niegdyś technik telekonferencyjnych, które niebawem pojawią się w wielu domach, możliwe stanie się uzyskiwanie porady lekarza na przykład dla chorującego dziecka, bez straty czasu, kosztów i wysiłku związanego z zawożeniem dziecka do lekarza lub z zapraszaniem lekarza do domu (rys. 10).

Urządzenia i systemy telekonferencyjne nie są (pozornie!) żadną naukową nowością, gdyż stosuje się je od lat dla potrzeb biznesu, w tele-edukacji a także dla prywatnego komunikowania się ludzi pomiędzy sobą. Byłoby jednak dużym uproszczeniem twierdzenie, że technika telemedyczna jest wyłącznie stosowaniem wcześniej wypracowanych technologii dla potrzeb medycznych. Użytkownicy telemedycyny muszą czasem dysponować udoskonalonym narzędziem komunikacyjnym, dzięki któremu lekarze i pomocniczy personel medyczny mogą się sprawniej porozumiewać wykonując swoje zadania. Przykładowo na rysunku 10 pokazano użycie specjalnego wziernika, za pomocą którego matka może pokazać konsultującemu pediatrze stan migdałków gorączkującego dziecka. To jeden z wielu przykładów tego, jak z pomocą prostych i łatwo dostępnych urządzeń (w tym przypadku jest to kamera internetowa z dodatkowym oświetlaczem i układem optycznym ułatwiającym zajrzenie do gardła) można znacząco wzbogacić zakres informacji, jakie mogą być przekazane podczas telemedycznej telekonferencji [Riva 02].

Rys. 11. Wyposażenie pacjenta w system telemetryczny pozwalający na zdalną kontrolę rozrusznika serca podczas telekonsultacji, co jest znacznie wygodniejsze niż zmuszanie pacjenta do częstych wizyt w klinice

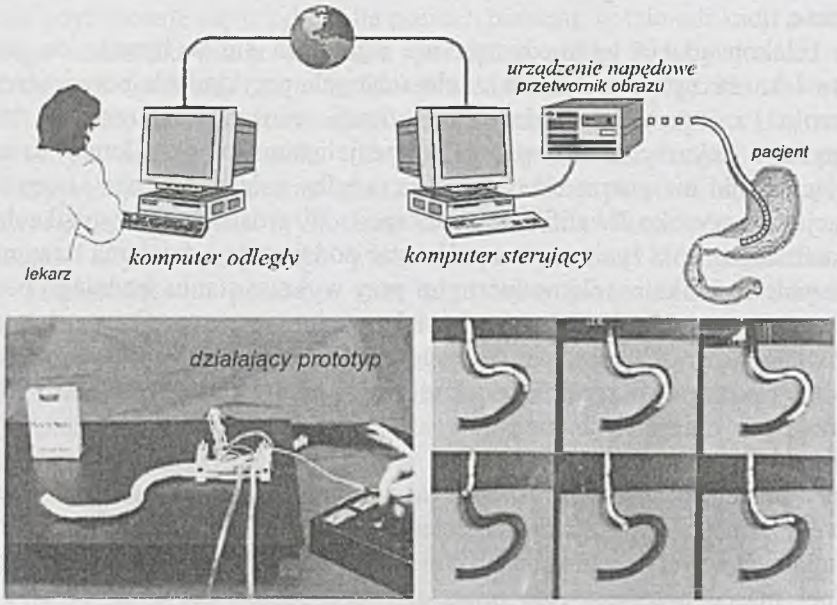
Jeszcze bogatsze możliwości stają się osiągalne gdy lekarze do dyspozycji mają - obok tradycyjnego tekstu i dźwięku oraz udogodnienia związanego ze

zdalnym przesyłaniem obrazów i sekwencji wideo – także możliwość korzystania z przekazu specjalistycznych sygnałów biomedycznych. Była już w tym artykule mowa o możliwościach zdalnego monitorowania sygnału EKG [Saxe03], zdalnego pomiaru ciepłoty ciała pacjenta albo ciśnienia krwi, a nawet zdalnego pomiaru zawartości cukru w krwi diabetyków [Gome02]. Jednak możliwości telemedycyny na tym się nie kończą, gdyż za pomocą w miarę prostych urządzeń i dwukierunkowej komunikacji łączącej tele-diagnostykę z telemechaniką możliwe jest na przykład zdalne nadzorowanie procesów hemodializy wykonywanej w domu u pacjenta [Skia02] albo kontrolowanie na odległość wszczepionych rozruszników serca bez konieczności przewożenia pacjenta do szpitala (rys. 11), co zwłaszcza w kontekście ludzi starszych i schorowanych ma spore znaczenie praktyczne.

Telekonsultacja telemedyczna nie ogranicza się wyłącznie do zdalnego kontaktu lekarza z pacjentem. Na wielu udanych przykładach potwierdzono już praktycznie, że metodą zdalnej konsultacji można wspomagać działania terapeutyczne lekarzy nie będących specjalistami w określonej dziedzinie, uzyskując wyniki nie gorsze od tych, jakie mógłby osiągnąć obecny bezpośrednio przy pacjencie wysoko kwalifikowany ekspert. W prostszych przypadkach lub w warunkach zagrożenia życia można próbować podejmować działania terapeutyczne wspomagane technikami telemedycznymi przy wykorzystaniu średniego personelu medycznego (pielęgniarek środowiskowych, pracowników pogotowia ratunkowego) lub czasem nawet samego pacjenta oraz członków jego rodziny. Ludzie tacy postępując zgodnie z udzielanymi zdalnie konsultacjami specjalisty mogą dokonać określonych zabiegów skutecznie ratujących zdrowie i życie w sytuacji, gdy pomoc w pełni fachowa jest z różnych względów nieosiągalna. Znaczący postęp w tym zakresie mogą przynieść aktualnie prowadzone prace naukowe i konstrukcyjne, których celem jest między innymi rozwój urządzeń prezentujących w formie graficznej dane przekazywane przez telekonsultanta na specjalnej masce pełniącej rolę przezroczystego ekranu (rys 12 a) albo nawet bezpośrednio na siatkówce oka konsultowanego lekarza czy pielęgniarza (rys. 12 b), który w rezultacie widzi obraz będący połączeniem rzeczywistego widoku pacjenta, którym się zajmuje, oraz rysunków, schematów albo fotografii podsuwanych przez konsultanta.

Rys. 12. Nowe techniki wizualizacji i prezentacji danych obrazowych mogą znacząco podnieść skuteczność telekonsultacji medycznych dzięki łatwemu wiązaniu obrazu rzeczywistego i przesyłanego telemednycznie

Na rysunku 13 przedstawiono aparaturę idącą jeszcze dalej mianowicie taką, za pomocą której możliwe jest zdalne prowadzenie trudnych (a czasami nawet niebezpiecznych!) badań endoskopowych pod kontrolą specjalisty znajdującego się w innym miejscu, często w szpitalu klinicznym położonym w odległym mieście. Oczywiście przy pacjencie poddawanym badaniu musi być wtedy lekarz, ale **nie** musi on posiadać unikatowych kwalifikacji w zakresie endoskopii, ponieważ zarówno ruch samego endoskopu, penetrującego wnętrze ciała pacjenta, jak i interpretacja obrazu uzyskiwanego za jego pomocą jest zadaniem działającego na odległość specjalisty [Masu02].



Rys. 13. Aparatura do tele-endoskopii. Zdalnie sterowany wziernik może być użyty przez lekarza nie mającego stosownych kwalifikacji, jeśli badaniem kieruje w sposób zdalny specjalista z dobrej kliniki

Warto zwrócić uwagę na ogromny wzrost możliwości mobilnych systemów teletechnicznych wykorzystywanych w rozważanych tu sytuacjach, zwłaszcza w kontekście medycyny katastrof i ratownictwa. Na miejsce wypadku często jako pierwszy dociera ambulans, w którym czasem wcale nie ma lekarza (tylko sami ratownicy – na przykład strażacy), a czasem jest tam lekarz, który jednak może zetknąć się z problemami medycznymi znacznie wykraczającymi poza zakres jego zawodowych kompetencji. W tej sytuacji „uzbrojenie" ambulansu w wyposażenie telemedyczne oraz w środki szerokopasmowej telekomunikacji mobilnej (rys. 14) może bardzo znacząco przyczynić się do zwiększenia skuteczności pomocy niesionej przez ratowników lub przez pogotowie. Postęp w

tej dziedzinie mierzony jest obecnie przejściem od modelu prostej interakcji z konsultantem za pomocą telefonu czy krótkofalówki do dostępnego współcześnie modelu ratownictwa telemedycznego, w którym konsultant ma możliwość uzyskania kompletu danych dotyczących pacjenta (wraz z elementami zaawansowanych zobrazowań medycznych) a do udzielania ratownikom instruktażu można użyć różnych narzędzi aż do elementów wirtualnej rzeczywistości włącznie [Riva02]. Ten ostatni wątek jest obecnie silnie rozwijany (patrz np. [Deut03]) i można oczekiwać, że w tym zakresie czeka nas w niedługim czasie sporo bardzo wartościowych nowości.

Rys. 14. Wyposażenie w sprzęt telemedyczny pogotowia radykalnie zwiększa szanse niesienia skutecznej pomocy ofiarom wypadków oraz osobom poszkodowanym w wyniku katastrof lub zamachów terrorystycznych.

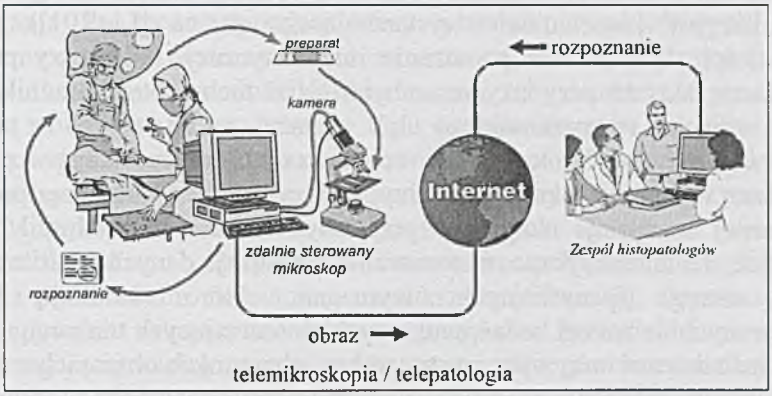
Każdy z wymienionych wyżej obszarów rozwoju telemedycyny uzależniony jest jednak silnie od tego, na ile skutecznie uda się rozwinąć nowe techniki i stworzyć nowe metody telekomunikacyjne, ukierunkowane na potrzeby telemedycyny. Specyfika tego obszaru zastosowań telekomunikacji wynika z różnorodność przesyłanych informacji (teksty, sygnał mowy, obrazy ruchome i nieruchome, sygnały elektro-diagnostyczne) a także z konieczność zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa (dane medyczne należą do kategorii danych, których poufność musi być szczególnie pieczołowicie zachowana [WheD03]). Problemy te stwarzają w telekomunikacji całkowicie nową sytuację, którą można będzie zagospodarować wyłącznie wtedy, gdy podjęte zostaną stosowne badania naukowe.

4.4. Problemy informatyczne związane z telemedycyną.

Nieodłącznym elementem telemedycyny są komputery. To one sterują przepływem danych telemedycznych, są najczęstszym źródłem, odbiornikiem i miejscem prezentacji tych danych. Nic dziwnego, że postęp telemedycyny jest wręcz krytycznie związany z postępem i rozwojem badań naukowych na gruncie informatyki. Dla ewentualnych nowych rozwiązań naukowych i technicznych wypracowanych przez informatykę istnieje tu niezwykle rozległe pole zastosowań. Szczególne znaczenie mają tu techniki informatycznej analizy obrazów, ponieważ do tradycji telemedycyny należą już rozmaite telekonsultacje lekarskie, szczególnie związane z nowymi metodami diagnostyki obrazowej [Jone03]. (rys. 15).

Techniki teleradiologii [John02] można w tym zakresie uznać obecnie za tak dalece rutynowe, że w wielu krajach zaleca się tą technikę jako główne narzędzie technicznego wspomagania lekarzy pierwszego kontaktu, stosowane w każdym przypadku, gdy zetkną się oni z zagadnieniem medycznym, które wyraźnie przekracza ich zakres kompetencji [Salv02]. Potrzeb i związanych z tym wyzwań naukowych jest jednak znacznie więcej. Techniki telemedyczne można stosować zarówno w klasycznej radiologii (rentgenowskiej) jak i w radiologii nuklearnej [Tual03]. Obecnie pokonywane są dalsze trudności, związane z przekazywaniem i zdalną analizą różnych innych zobrazowań medycznych, zarówno morfologicznych, jak i spektrograficznych oraz czynnościowych.

Rys. 15. Informatyczne metody przetwarzania obrazów odgrywają pierwszoplanową rolę w telemedycynie



Rys. 16. Wykonywanie techniką telemedyczną badań histologicznych i patologicznych

Również inne badania oparte na analizie obrazów mogą zostać znacząco ułatwione i usprawnione z wykorzystaniem technik telemedycznych. Dosyć powszechnie korzysta się obecnie z możliwości, jakie daje połączenie techniki obrazowania cyfrowego oraz zdalnego przesyłania obrazów za pomocą Internetu (i innych sieci komputerowych) w zagadnieniach patologii [Gard03]. Jest to ogromna wygoda a także wielka szansa dla wielu lekarzy, którzy sami nie zawsze potrafią poprawnie zinterpretować uzyskane preparaty histologiczne (rys 16). Jest to także ważne dla pacjentów, których badania histopatologiczne mogą być dzisiaj na bieżąco konsultowane z najlepszymi specjalistami, nawet znajdującymi się nawet w innych krajach. Postęp w tej dziedzinie jest tak duży, że jakość obrazu badanej tkanki, jaką ogląda ekspert za pomocą Internetu, w niczym nie ustępuje jakości obrazu uzyskiwanego na miejscu, gdzie stoi mikroskop z analizowanym preparatem. Doszło do tego, że obecnie patologowi wręcz wygodniej jest oglądać analizowany preparat badanej tkanki za pomocą komputera, gdyż może on korzystać całkowicie bez pomocy mikroskopu z różnych udogodnień cyfrowego przetwarzania obrazu (zmiany powiększenia, przemieszczania punktu widzenia, kontrastowania wybranych struktur itp.), co czyni proces oceny preparatu wygodniejszym, a w ślad za tym skuteczniejszym [Cost03].

Problem zdalnej diagnostyki obrazowej ma swój wymiar telekomunikacyjny (zapewnienie wystarczającego pasma [LiuR01]), ale jego centrum mieści się wyraźnie po stronie informatycznej. Wystarczy przywołać ogólnie znany fakt, że przy użyciu samych tylko technik telekomunikacyjnych przesłanie zdjęcia rentgenowskiego lub obrazu pochodzącego z tomografii komputerowej przy rozdzielczościach oczekiwanych przez lekarzy i procedury diagnostyczne wymaga blisko pół godziny, podczas gdy ten sam obraz po podaniu informatycznej kompresji może być przesłany w czasie niespełna 15 sekund. Warto dodać, że telemedyczne zastosowania transmisji danych multimedialnych generują szereg specyficznych wymagań, które indukują potrzebę ukierunkowanych na ten cel badań naukowych, poszerzających tradycyjną wiedzę i klasyczne instrumentarium, wykorzystywane w odmiennych obszarach zastosowań multimediów. Wystarczy wspomnieć, że odmiennie od zastosowań w e-biznesie czy w telenauczaniu - w telemedycynie utrata jakości przekazywanego obrazu może mieć wręcz dramatyczne konsekwencje, wpływając negatywnie na trafność diagnozy zdalnego konsultanta, zatem stosowanie szeroko znanych technik stratnej kompresji obrazów jest podlega tu specyficznym dla tej dziedziny ograniczeniom i restrykcjom [Monr03]. Biorąc pod uwagę ogromny rozwój diagnostyki obrazowej, jaki dokonał się w medycynie w ciągu ostatnich lat, można oczekiwać, że liczba badań naukowych, jakie będą się wiązały z tym obszarem problemowym w kontekście telemedycyny – będzie ustawicznie i dynamicznie rosła.

4.5. Naukowe problemy medyczne związane z telemedycyną

Autor niniejszego opracowania jako przedstawiciel nauk technicznych koncentruje uwagę głównie na problemach naukowych, jakie telemedycyna stawia właśnie naukom technicznym. Opracowanie to byłoby jednak wysoce niepełne, gdyby nie wzmiankowano w nim także o sferze badań naukowych, jakie telemedycyna otwiera w dziedzinie nauk biologicznych i medycznych. Zaczniemy od spraw najbardziej oczywistych. Dzięki technikom telemedycznym diagnozując każdego pojedynczego pacjenta można niejako przy okazji gromadzić dane, które są przydatne z punktu widzenia badań populacyjnych i epidemiologicznych [Urba03]. Fakt obecności wielu informacji medycznych od samego początku w postaci cyfrowej w zasobach określonej sieci teleinformatycznej może sprzyjać temu, żeby informacje te na bieżąco poddawać określonej analizie statystycznej, zaś wnioski mogą w czasie rzeczywistym zasilać reprezentantów władz regionalnych lub ogólnokrajowych, dzięki czemu znacznemu usprawnieniu ulegają procesy podejmowania decyzji operacyjnych oraz strategicznego planowania z uwzględnieniem optymalnej alokacji środków. Również badania populacyjne (nazywane często *screeningiem*) mogą być znacząco usprawnione w przypadku kiedy podczas ich prowadzenia wszystkie procesy gromadzenia, przetwarzania i analizy danych wykonywane są z wykorzystaniem techniki telemedycznej [Kawa03].

Za pomocą nowoczesnych systemów teleinformatycznych można nie tylko zbierać informacje o pacjentach w celu wspomagania procesu diagnozowania ich

dolegliwości, ale można także wspomagać konkretne procedury terapeutyczne. Wspomaganie to może dotyczyć sfery planowania określonych zabiegów [Koul03], na przykład wykonywanych za pomocą radioterapii, przy której – jak wiadomo – konieczne jest duże doświadczenie, żeby skutecznie skoncentrować wymaganą porcję energii wybranego typu promieniowania w obszarze zmiany nowotworowej przy minimalnym uszkodzeniu okolicznych zdrowych tkanek. Taki sposób postępowania może być skutecznie wykorzystany w przypadku wielu chorób mających charakter przewlekły, w których określone zabiegi trzeba wykonywać wielokrotnie. Przykładem w miarę prostych procedur tego typu może być opieka nad osobami cierpiącymi na cukrzycę [Gome02], ale sukcesy w tego typu postępowaniu odnotowano także w przypadku przewlekłej niewydolności nerek wymagającej wielokrotnego wykonywania zabiegów hemodializy [Skia02], które dawniej wykonywano wyłącznie w specjalistycznych szpitalach, a obecnie coraz częściej wykonuje się je w trybie ambulatoryjnym albo nawet w domu u pacjenta. Co ciekawe, obszarem intensywnego rozwoju telemedycyny stała się ostatnio także psychiatria. Zwłaszcza w przypadku konieczności konsultowania nagłych i ostrych problemów psychiatrycznych (z czym coraz częściej mają do czynienia służby ratownicze i pogotowie) – pomoc technik telemedycznych może się okazać wręcz nieoceniona. Zagadnienia te ciekawie omówiono w pracy [Sorv02], opierając się na doświadczeniach fińskiej służby zdrowia, stosującej od kilku lat metody telemedycznych konsultacji psychiatrycznych w dosyć szerokim zakresie. Upowszechnienie każdej z wymienionych wyżej praktyk wymaga jednak wielu badań naukowych.

Z badaniami naukowymi dotyczącymi ordynowania (a czasem nawet wykonywania) określonych zabiegów terapeutycznych z wykorzystaniem narzędzi teleinformatycznych wiąże się także skomplikowany kompleks problemów naukowych wynikających z konieczności zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla wszystkich uczestników tego procesu: dla lekarza zdalnie ordynującego terapię, dla lekarza (lub przeszkolonego pracownika medycznego niższego szczebla) aplikującego terapię, a zwłaszcza dla samego pacjenta [Tulu03].

Obiecującym obszarem badań naukowych może być także problem zastosowań narzędzi i technik w ramach studiów medycznych i medycznego kształcenia podyplomowego (rys. 17). Okazuje się, że za pomocą środków i narzędzi telemedycznych studenci medycyny mogą uczyć zbierać (pod kontrolą doświadczonych lekarzy) dane do wywiadu lekarskiego (anamnezy) [Wiec03]. Zadając pytania drogą elektroniczną studenci są mniej skrępowani, niż w przypadku obcowania z pacjentem „oko w oko", podobne odczucia relacjonują także sami pacjenci. Dzięki zdobyczom telemedycyny studenci wydziałów lekarskich znacznie szybciej uczą się trudnej sztuki formułowania właściwych pytań, poprawnej interpretacji odpowiedzi oraz umiejętności docierania do istoty problemów dręczących pacjenta nawet wtedy, gdy on sam nie chce czy nie umie podać lekarzowi potrzebnych danych z własnej inicjatywy. Dydaktyczne walory zastosowania telemedycyny cenią też specjaliści od medycyny katastrof oraz organizatorzy służb ratowniczych [Pedl03]. Prostym ale skutecznym narzędziem do zdalnej edukacji medycznej z wykorzystaniem narzędzi telemedycznych mogą

być zwykłe zestawy telekonferencyjne [Himp02]. Najbardziej ambitnym (ale też wymagającym największych nakładów) jest zastosowanie metod telemedycznych do nauczania przyszłych chirurgów trudnej sztuki przeprowadzania operacji, przy czym obiektem doświadczalnym jest w tym przypadku symulowany pacjent [Yanj03]. Taki sposób nauki praktycznych aspektów zawodu medycznego jest zarówno bezpieczny jak i bardzo efektywny, gdyż metody zaawansowanej grafiki komputerowej mogą stwarzać bardzo realistyczne wrażenie obserowowania rzeczywistego pola operacyjnego, zaś nowoczesne systemy komunikacji człowieka z komputerem mogą nawet dostarczać dotykowego sprzężenia zwrotnego – na przykład symulując za pomocą specjalnego siłownika zmienną wilkość oporu, jaką musi pokonywać symulowany skalpel rozcinający symulowaną takankę.

Rys. 17. Narzędzia telemedyczne powinny znaleźć szerokie zastosowania w dydaktyce medycznej

4.6. Pozatechniczne i pozamedyczne aspekty badawcze telemedycyny

Rozwój telemedycyny, silnie uzależniony od przesłanek technicznych i medycznych (jak to wyżej dyskutowano) warunkowany jest także koniecznością rozwiązania szeregu problemów o charakterze organizacyjnym (patrz np. [Lind02] albo [Weer03]), które bywają poważną bolączką współczesnej służby zdrowia. Jeśli telemedycyna ma się stać dziedziną praktyczną, a nie tylko sferą działania garstki hobbystów, to konieczne zwłaszcza badania, które rozwiążą liczne trudne kwestie ekonomiczne [Tsuj03] i społeczne [Leif02]. Niebanalną kwestią jest chociażby zagadnienie właściwej koordynacji [Cher03] w ramach opieki telemedycznej działań wielu ludzi i wielu organizacji, którzy z natury muszą działać w rozproszeniu i podejmować indywidualne decyzje, a jednocześnie powinni funkcjonować na tyle zgodnie, by ich działania nie prowadziły do anarchii, lecz wspierały się i uzupełniały wzajemnie. Wprowadzane do praktyki

techniki telemedyczne mogą więc stworzyć bardzo ciekawy obszar badawczy dla ekonomii, nauk o zarządzaniu [Jean03] a także nauk społecznych [Obst03]. Z jednej strony bowiem techniki telemedyczne mogą znacząco ułatwiać i usprawniać zarządzanie procesem nowoczesnego świadczenia usług medycznych, z drugiej jednak same wymagają sprawnego zarządzania jeśli mają przynieść oczekiwane korzyści [Gelf03].

Jednym z obszarów społecznych, wymagających badań naukowych i naukowej refleksji jest kwestia w miarę precyzyjnej (ilościowej [Ales03]) oceny satysfakcji, jaką z usługami medycznymi wiążą zarówno ich oferenci, jak i odbiorcy [Larc03]. Ta ocena jakości może (i powinna!) być bardzo rygorystyczna w przypadku dużych i złożonych usług telemedycznych [Kenn03], jednak nie bez znaczenia są także studia odwołujące się do kryteriów jakościowych w odniesieniu do bardzo prostych technik telemedycznych, takich jak konsultacje pacjentów (zwłaszcza cierpiących na choroby chroniczne) wykonywane przez prowadzącego ich lekarza za pomocą najprostszego narzędzia, jakim jest zwykły email [PattH03]. Ocena jakości usług telemedycznych, zbierana u samych pacjentów i odpowiednio przetwarzana na wskaźnik całościowej satysfakcji, jest szczególnie ważna w przypadku pacjentów pochodzących z terenów wiejskich [Guil03], którzy zapewne w przyszłości będą największymi odbiorcami usług telemedycznych.

Taka złożona i wieloaspektowa naukowa ocena [Arab03] i walidacja jakości usług telemedycznych powinna być w przyszłości głównym czynnikiem selekcyjnym stosowanym przy projektowaniu systemów telemedycznych [Walt02]. Dla dalszego rozwoju tej dziedziny bardzo ważne są próby stworzenia formalnego modelu usług i procesów telemedycznych [Boui03] oraz ogólnej metodologii telemedycyny [Duch03]. Oczywiście nie do pominięcia jest w tym kontekście czynnik ekonomiczny [Wing03], który bezwzględnie powinien być przedmiotem wnikliwych badań [Bang03] i analiz porównawczych, w szczególności odwołujących się do metodologii związanej z podejściem systemowym. Stan obecny w tym zakresie jest jednak wysoce nie zadowalający. Jak wiadomo nieformalny system powiązań, jaki tworzy się w poszczególnych obszarach aktywności telemedycznej, cechuje się obecnie tym, że poszczególne ogniwa wchodzące w skład tego systemu (najczęściej mające charakter określonych serwisów internetowych) są stale zmieniane, gdyż za każdy z tych elementów odpowiedzialny jest inny zespół ludzi, ulokowany w innym miejscu, związany z inną instytucją, i mający własne pomysły na temat kierunków i form doskonalenia swojej działalności. Jednym ze skutków tego stanu rzeczy jest fakt, że zarówno twórcy innych serwisów telemedycznych, jak i ich użytkownicy wchodząc do tego samego serwera w Sieci nigdy nie mogą być pewni, co tam zastaną [Levy02]. Dotyczy to zarówno warstwy materialnej oferowanych zasobów (liczba i charakter udostępnianych informacji oraz usług może się bardzo istotnie zmienić nawet w krótkim interwale czasowym), jak i warstwy jakościowej (serwer, który do tej pory był wysoce wiarygodny i efektywny może stać się nie godny zaufania – a także odwrotnie: pod adresem do tej pory mało interesującym może się pojawić usługa mająca bardzo dużą wartość [Mira03]). Jak wskazują wyniki badań przeprowadzonych w Norwegii [Rose02] problem ten jest znacznie poważniejszy,

niż mogłoby się wydawać na podstawie powierzchownego oglądu, gdyż sytuację komplikuje dodatkowo fakt, że ludzie darzą serwery medyczne dużym zaufaniem, często znacznie większym, niż na to obiektywnie zasługują. Bez podejścia systemowego użytkowanie takich zasobów może być wręcz ryzykowne. Natomiast wprowadzenie systemowych metod oceny, walidacji [Palo03], być może nawet certyfikacji – oraz stałego nadzoru nad uzgodnionymi standardami, może mieć fundamentalne znaczenie dla całego rozwoju rozważanej tu dziedziny.

Próba podsumowanie

Nie ulega wątpliwości, że opisywana w tej pracy telemedycyna ma się dobrze. Na całym świecie powstaje wiele systemów, które mniej lub bardziej zasadnie nazywa się telemedycznymi. Rządy i organizacje polityczne lokują tę dyscyplinę na liście swoich priorytetów. Poświęca się jej wiele publikacji (wykaz przytoczony na końcu tej pracy stanowi drobny fragment tych prac, które w związku z telemedycyną ukazały się w przeciągu kilku ostatnich lat). A jednak patrząc na telemedycynę z punktu widzenia udziału dojrzałej refleksji naukowej w procesie jej formowania – odczuwa się niedosyt. Brakuje bowiem pogłębionych i ukierunkowanych właśnie na potrzeby telemedycyny badań technicznych w całym zakresie dziedzin, które powinny telemedycynę wspierać, takich jak informatyka, telekomunikacja, automatyka i robotyka. To, czym telemedycyna obecnie się posługuje to są w dziedzinie techniki „odpadki z pańskiego stołu: systemy łączności rozwijane pod kątem potrzeb komunikacji obywateli oraz instytucji biznesowych, systemy i programy komputerowe przeznaczone do gromadzenia i przetwarzania dowolnych danych, nie uwzględniające specyfiki potrzeb telemedycznych, roboty i manipulatory budowane pierwotnie dla potrzeb przemysłu itd. W dziedzinie medycyny procedury telemedyczne także nie wypracowały jeszcze swojej tożsamości i odrębności, w związku z czym osiąga się zamierzone cele stosując w istocie tradycyjne metody i procedury – tyle tylko, że realizowane przy pomocy nowych środków technicznych. I wreszcie sfera organizacji, zarządzania, ekonomii a także socjologii telemedycyny – także są w powijakach. Tym wszystkim trzeba się pilnie zająć w obszarze prowadzonych obecnie badań naukowych, gdyż brak takiej naukowej refleksji przekształci się (prędzej lub później) w jeden z głównych hamulców dalszego postępu telemedycyny.

Natomiast na tych, którzy zdecydują się podjąć wyzwanie i zwiążą swoje badania naukowe z obszarem omawianej tu dziedziny czeka nagroda podwójna. Po pierwsze liczba wyzwań i nie tkniętych jeszcze tematów naukowych pozwoli w tej dziedzinie szczególnie szybko gromadzić dorobek i uzyskiwać nowe, w pełni oryginalne wyniki, o które na bardziej „uczęszczanych" szlakach rozwoju nauki jest zdecydowanie trudniej. Po drugie zaś każdy wartościowy wynik uzyskany w telemedycynie ma zdecydowanie pozytywny certyfikat moralny, służy bowiem ochronie i obronie największej ze wszystkich wartości – to znaczy zdrowia i życia ludzi. Dla wielu badaczy, zmęczonych tworzeniem naukowych rozwiązań na

zamówienie wojska lub drapieżnej gospodarki, w której racje społeczne nie zawsze wygrywają z przemożną żądzą zysku – może to być swoiste moralne *katharsis*.

Bibliografia

1. [AlAl03] Al-Ali AR., Al-Rousan M., Al-Shaikh M.: Embedded system-based mobile patient monitoring device. Proceedings 16th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems. CBMS 2003. IEEE. 2003, pp.355-360.
2. [Ales03] Alessi NE.: Quantitative documentation of the therapeutic efficacy of adolescent telepsychiatry. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.3, Fall 2003, pp.283-289.
3. [Arab03] Arabshian K., Schulzrinne H.: A SIP-based medical event monitoring system. Proceedings of 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry. IEEE. 2003, pp.66-70.
4. [Aziz03] Aziz AA., Besar R.: Application of mobile phone in medical image transmission. 4th National Conference on Telecommunication Technology. Proceedings 4th National Conference on Telecommunication Technology. Shah Alam, Malaysia. 14-15 Jan. 2003, pp. 80-83.
5. [Bald03] Baldwin L. Clarke M. Hands L. Knott M. Jones R.: The effect of telemedicine on consultation time. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, suppl.1, 2003, pp.71-73.
6. [Bang03] Bangs I., Baldwin LP., Clarke M., Hands L., Jones RW., Mahaffey W.: A technology-assisted approach to integrating healthcare in the community. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.2, Summer 2003, pp.215-221.
7. [Boui03] Bouillon Y., Wendling F.: Model-based approach to control over concurrency in interactive CSCW applications: application to telemedicine. Annales des Telecommunications-Annals of Telecommunications, vol.58, no.5-6, May-June 2003, pp.766-81.
8. [Butn03] Butner SE., Ghodoussi M.: Transforming a surgical robot for human telesurgery. IEEE Transactions on Robotics & Automation, vol.19, no.5, Oct. 2003, pp.818-824.
9. [Cher03] Cherry JC., Dryden K., Kobb R., Hilsen P., Nedd N.: Opening a window of opportunity through technology and coordination: a multisite case study. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.3, Fall 2003, pp.265-271.
10. [Clou03] Clough K., Jardine I.: Telemedicine: five years on - what progress? Bjhc&Im-British Journal of Healthcare Computing & Information Management, vol.20, no.6, July 2003, pp.21-23.
11. [Cole02] Cole AM., Tran BQ.: Home automation to promote independent living in elderly populations. Conference Proceedings. Second Joint EMBS-BMES Conference 2002. 24th Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society. IEEE. Part vol.3, 2002, pp.2422-2423
12. [Cole03] Coleman B.: Producing an information leaflet to help patients access

high quality drug information on the Internet: a local study. Health Information & Libraries Journal, vol.20, no.3, Sept. 2003, pp.160-171.
13. [Cost03] Costello SSP., Johnston DJ., Dervan PA., O'Shea G.: Development and evaluation of the virtual pathology slide: a new tool in telepathology. Journal of Medical Internet Research, vol.5, no.2, April-June 2003
14. [Curr03] Curro V., Buonuomo PS., De Rose P., Onesimo R., Vituzzi A., D'Atri A.: The evolution of web-based medical information on sore throat: a longitudinal study. Journal of Medical Internet Research, vol.5, no.2, April-June 2003
15. [Deut03] Deutsch JE., Lewis JA., Boian R., Burdea G.: Virtual reality telerehabilitation: an inter-disciplinary collaboration. Proceedings of the IEEE 29th Annual Northeast Bioengineering Conference. IEEE. 2003, pp.281-282.
16. [Duch03] Duchene F., Garbay C., Rialle V.: An hybrid refinement methodology for multivariate simulation in home health telecare. Proceedings. 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry. IEEE. 2003, pp.101-110.
17. [Ells02] Ellsworth C., Winters J.: An innovative system to enhance upper-extremity stroke rehabilitation. Conference Proceedings. Second Joint EMBS-BMES Conference 2002. 24th Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society. IEEE. Part vol.3, 2002, pp. 2367-2368.
18. [Eyse03] Eysenbach G.: SARS and population health technology. Journal of Medical Internet Research, vol.5, no.2, April-June 2003.
19. [Flem03] Flemmer H., Wikander J.: Transparency and stability analysis of a surgical teleoperator system. Proceedings 11th Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems. HAPTICS 2003. IEEE Comput. Soc. 2003, pp.382-389.
20. [Gard03] Gardner TW., Harrison DJ.: Telepathology - the Edinburgh experience. Bjhc&Im-British Journal of Healthcare Computing & Information Management, vol.20, no.6, July 2003, pp.32-33.
21. [Gelf03] Gelfand K., Geffken G., Halsey-Lyda M., Muir A., Malasanos T.: Intensive telehealth management of five at-risk adolescents with diabetes. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, no.2, 2003, pp.117-121.
22. [Gome02] Gomez EJ., Hernando ME., Garcia A., Del Pozo F., Cermeno J., Corcoy R., Brugues E., De Leiva A.: Telemedicine as a tool for intensive management of diabetes: the DIABTel experience. Computer Methods & Programs in Biomedicine, vol.69, no.2, Aug. 2002, pp.163-177.
23. [Gras02] Graschew G., Roelofs TA., Rakowsky S., Schlag PM.: WinVicos - wavelet-based interactive video communication system for medical and non-medical applications. IEEE ICIT '02. 2002 IEEE International Conference on Industrial Technology. `Productivity Reincarnation through Robotics and Automation'. IEEE. Part vol.2, 2002, pp.864-868
24. [Guil03] Guilfoyle C., Wootton R., Hassall S., Offer J., Warren M., Smith D., Eddie M.: User satisfaction with allied health services delivered to residential facilities via videoconferencing. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9,

suppl.1, 2003, pp.52-54.
25. [Himp02] Himpens B.: The Pentalfa project.3. Participant evaluations of the interactivity of the educational videoconferences and the effectiveness of project promotion. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, no.3, 2003, pp.167-170.
26. [Ippo03] Ippolito A., De Falco M., Triassi M., Di Lieto A.: A cost study of prenatal telemedicine. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, no.5, 2003, pp.288-291.
27. [Jean03] Jeannot J-G., Scherer F., Pittet V., Vader JP.: Use of the World Wide Web to implement practice guidelines: a feasibility study. Journal of Medical Internet Research, vol.5, no.2, April-June 2003
28. [John02] Johnston KC., Worrall BB.: Teleradiology assessment of computerized tomographs online reliability study (TRACTORS) for acute stroke evaluation. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.3, Fall 2003, pp.227-233.
29. [Jone03] Jones OC. Wilson DI. Andrews S.: The reliability of digital images when used to assess burn wounds. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, suppl.1, 2003, pp.22-24.
30. [Kawa03] Kawasaki S., Ito S., Satoh S., Mori Y., Saito T., Fukushima H., Kato S., Sekihara H.: Use of telemedicine in periodic screening of diabetic retinopathy. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.3, Fall 2003, pp.235-239.
31. [Kawa04] Kawasaki Y., Ino F., Mizutani Y., Fujimoto N., Sasama T., Sato Y., Sugano N., Tamura S., Hagihara K.: High-performance computing service over the Internet for intraoperative image processing. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol.8, no.1, March 2004, pp.36-46.
32. [Kenn03] Kennedy C., Johnston K., Taylor P., Murdoch IE.: Determining clinician satisfaction with telemedicine. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, suppl.1, 2003, pp.62-64.
33. [Koul03] Kouloulias V.E., Ntasis E., Poortmans P., Maniatis T.A., Nikita K.S.: A scenario for a web-based radiation treatment planning structure: a new tool for quality assurance procedure? Technology & Health Care, vol.11, no.2, 2003, pp.105-114.
34. [Larc03] Larcher B. (et al.): Analysis of user-satisfaction with the use of a teleconsultation system in oncology. Medical Informatics & the Internet in Medicine, vol.28, no.2, June 2003, pp.73-84.
35. [Leif02] Leifer LJ., Wagner JJ., Johnson MJ., Machiel Van der Loos HF.: I-LABs: socio-technical challenges in telerehabilitation, distant learning and universal access to continuing education. Conference Proceedings. Second Joint EMBS-BMES Conference 2002. 24th Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society. IEEE. Part vol.3, 2002, pp.2351-2352.
36. [Levy02] Levy S., Jack N., Bradley D., Morison M., Swanston M.: Perspectives on telecare: the client view. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, no.3, 2003, pp.156-160.

37. [Lind02] Linderoth HCJ.: Fiery spirits and supporting programs of action: keys to exploration and exploitation of open technologies [telemedicine]. International Journal of Healthcare Technology & Management, vol.4, no.3-4, 2002, pp.319-332.
38. [LiuM02] Liu PX., Meng MQH., Gu JJ.: A teleoperation platform for networked home healthcare robotic system over the Internet. Conference Proceedings. Second Joint EMBS-BMES Conference 2002. 24th Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society. IEEE. Part vol.3, 2002, pp. 2369-2370
39. [LiuR01] Liu H., Ravindran A., Miller DJ., Kavehrad M., Doherty JF., Agoren I., Lackpour A.: Error-resilient H.263 video coding for wideband CDMA systems. Conference Record of Thirty-Fifth Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers. IEEE. Part vol.1, 2001, pp.684-688.
40. [Masu02] Masuda K., Tateishi N., Suzuki Y., Kimura E., Ying Wie., Ishihara K.: Experiment of wireless tele-echography system by controlling echographic diagnosis robot. Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, 5th International Conference. Proceedings, Part I (Lecture Notes in Computer Science Vol.2488). Springer-Verlag, Berlin 2002, pp.130-137.
41. [Merr03] Merrell RC., Doarn CR.: Meeting summary: a Department of Defense agenda for development of the surgical suite of tomorrow - implications for telemedicine. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.3, Fall 2003, pp.297-301.
42. [Mira03] Miranda P., Aguilar J.: A prototype of a multiagents system for a telemedicine environment. International Journal of Engineering Intelligent Systems for Electrical Engineering & Communications, vol.11, no.1, March 2003, pp.3-8.
43. [Monr03] Monrad Aas IH., Terje Geitung J.: Choosing networks for picture archiving and communication systems and teleradiology. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, suppl.1, 2003, pp.27-29.
44. [Naka03] Nakajima I. Ohyama F. Juzoji H. Sadiq MA. Penjor K.: Telemedicine in the land of thunder dragon - East Bhutan tele-ECG project. Proceedings. 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry (IEEE Cat. No.03EX717). IEEE. 2003, pp.48-51.
45. [Obst03] Obstfelder A.: Social dilemmas in a telemedicine network: experience with the implementation of the Norwegian Pathology Network. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, suppl.1, 2003, pp.29-30.
46. [Ohta02] Ohta S., Nakamoto H., Shinagawa Y., Tanikawa T.: A health monitoring system for elderly people living alone. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.8, no.3, 2002, pp.151-156.
47. [Palo03] Palombo A. Ferguson J. Rowlands A. Pedley D. Fraser S.: An evaluation of a telemedicine fracture review clinic. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, suppl.1, 2003, pp.31-33.
48. [PattH03] Patt MR., Houston TK., Jenckes MW., Sands DZ., Ford DE.:

Doctors who are using e-mail with their patients: a qualitative exploration. Journal of Medical Internet Research, vol.5, no.2, April-June 2003.
49. [Pedl03] Pedley D. Brebner E. Rowlands A. Palombo A. Ferguson J.: A role for tele-education in the centralization of accident and emergency services. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, suppl.1, 2003, pp.33-34.
50. [Pope02] Popescu GV., Burdea G., Boian R.: Shared virtual environments for telerehabilitation. Medicine Meets Virtual Reality 02/10. Digital Upgrades: Applying Moore's Law to Health. IOS Press. 2002, pp.362-268.
51. [Puja03] Pujary C. Savage M. Mendelson Y.: Photodetector size considerations in the design of a noninvasive reflectance pulse oximeter for telemedicine applications. Proceedings of the IEEE 29th Annual Northeast Bioengineering Conference. IEEE. 2003, pp.148-149.
52. [Qure03] Qureshi AA. Kvedar JC.: Patient knowledge and attitude toward information technology and teledermatology: some tentative findings. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.3, Fall 2003, pp.259-64.
53. [Riva 02] Riva G., Bacchetta M., Cesa G., Conti S., Molinari E.: e-health in eating disorders: virtual reality and telemedicine in assessment and treatment. Medicine Meets Virtual Reality 02/10. Digital Upgrades: Applying Moore's Law to Health. IOS Press. 2002, pp.402-408.
54. [Riva02] Riva G.: The emergence of e-health: using virtual reality and the Internet for providing advanced healthcare services. International Journal of Healthcare Technology & Management, vol.4, no.1-2, 2002, pp.15-40.
55. [Rose02] Rosenvinge JH. Laugerud S. Hjortdahl P.: Trust in health Websites: a survey among Norwegian Internet users. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, no.3, 2003, pp.161-166.
56. [Salv02] Salvador CH., Gonzalez MA., Munoz A., Pascual M.: Teleradiology from primary care: comparison of user activity in two different scenarios. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.8, no.3, 2002, pp.178-182.
57. [Sava03] Savage M., Pujary C., Mendelson Y.: Optimizing power consumption in the design of a wearable wireless telesensor: comparison of pulse oximeter modes. Proceedings of the IEEE 29th Annual Northeast Bioengineering Conference. IEEE. 2003, pp.150-151.
58. [Saxe03] Saxena SC., Kumar V., Giri VK.: Telecardiology for effective healthcare services. Journal of Medical Engineering & Technology, vol.27, no.4, July-Aug. 2003, pp.149-159.
59. [Scuf02] Scuffham PA. Steed M.: An economic evaluation of the Highlands and Islands teledentistry project. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.8, no.3, 2002, pp.165-77.
60. [Shar03] Sharpe L.: Doctors at a distance [telemedicine]. IEE Review, vol.49, no.9, Sept. 2003, pp.44-47.
61. [Simp03] Simpson S., Knox J., Mitchell D., Ferguson J., Brebner J., Brebner E.: A multidisciplinary approach to the treatment of eating disorders via videoconferencing in north-east Scotland. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, suppl.1, 2003, pp.37-38.
62. [Skia02] Skiadas M. (et al.): Design, implementation and preliminary

evaluation of a telemedicine system for home haemodialysis. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.8, no.3, 2002, pp.157-164.
63. [Sorv02] Sorvanierni M.: Telepsychiatry in emergency consultations. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.8, no.3, 2002, pp.183-184.
64. [SunX03] Sun Li-ning, Xie Xiao-hui, Fu Li-xin, Du Zhi-jiang.: Internet-based telerobotic surgery: problems and approaches. Journal of the Harbin Institute of Technology, vol.35, no.2, Feb. 2003, pp.129-133.
65. [Tach03] Tachakra S. Wang XH. Istepanian RSH. Song YH.: Mobile e-health: the unwired evolution of telemedicine. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.3, Fall 2003, pp.247-257.
66. [Tsuj03] Tsuji M., Suzuki W., Taoka F.: An economic evaluation of the Japanese telehealth system by CVM: comparison of four regions. Proceedings. 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry. IEEE. 2003, pp.24-28.
67. [Tual03] Tually P., Janssen J., Cowell S., Walker J.: A preliminary assessment of Internet-based nuclear telecardiology to support the clinical management of cardiac disease in a remote community. Journal of Telemedicine & Telecare, vol.9, suppl.1, 2003, pp.69-71.
68. [Tulu03] Tulu B., Samir Chatterjee, Tarun Abhichandani. Li H.: Secured video conferencing desktop client for telemedicine. Proceedings. 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry. IEEE. 2003, pp.61-65.
69. [Urba03] Urbach J., Elishkevitz K., Rotstein R., Rozenblat MV., Mardi T., Shapira I., Brandski D., Berliner S.: Telemedicine-based application for the detection of inflammation in pediatrics. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.3, Fall 2003, pp.241-245.
70. [Vawd03] Vawdrey DK., Hall ES., Knutson CD., Archibald JK.: A self-adapting healthcare information infrastructure using mobile computing devices. Proceedings. 5th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry. IEEE. 2003, pp.91-97.
71. [Vilc03] Vilchis A. (et al.): Robotized teleechography: from concepts to clinical validation. Annales des Telecommunications-Annals of Telecommunications, vol.58, no.5-6, May-June 2003, pp.687-97.
72. [Walt02] Walter Z., Tung YA.: E-healthcare system design: a consumer preference approach. International Journal of Healthcare Technology & Management, vol.4, no.1-2, 2002, pp.53-70.
73. [Weer03] Weerakkody G., Ray P: CSCW-based system development methodology for health-care information systems. Telemedicine Journal & E-Health, vol.9, no.3, Fall 2003, pp.273-282.
74. [WheD03] Whe Dar Lin.: A firewall approach to personal knowledge system. Proceedings 16th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems. CBMS 2003. IEEE. 2003, pp. 295-300.
75. [Wiec03] Wiecha JM., Gramling R., Joachim P., Vanderschmidt P.: Collaborative e-learning using streaming. Journal of Medical Internet Research, vol.5, no.2, Univ. Heidelberg, Germany, April-June 2003.

76. [Wils03] Wilson P., Glanville J., Watt I.: Access to the online evidence base in general practice: a survey of the northern and Yorkshire region. Health Information & Libraries Journal, vol.20, no.3, Sept. 2003, pp.172-178.
77. [Wing03] Winget MD., Baron JA., Spitz MR., Brenner DE., Warzel D., Kincaid H., Thornquist M. Feng Z.: Development of common data elements: the experience of and recommendations from the Early Detection Research Network. International Journal of Medical Informatics, vol.70, no.1, April 2003, pp.41-48.
78. [Yanj03] Yanjiang Yang, Zhenlan Wang, Feng Bao, Deng RH.: Secure the image-based simulated telesurgery system. Proceedings of the 2003 IEEE International Symposium on Circuits and Systems. IEEE. Part vol.2, 2003, pp. II-596-599.

ROZDZIAŁ IV

RUM, CZYLI REJESTR USŁUG MEDYCZNYCH SPOJRZENIE SUBIEKTYWNE

Jarosław DEMINET

Poglądy tu prezentowane są prywatnymi poglądami autora, a nie żadnego z jego pracodawców ani PTI

Zamiast motta

Rum - napój alkoholowy o wysokiej zawartości alkoholu (37,5%-81%) wytwarzany ze sfermentowanego soku z trzciny cukrowej, koncentratu tego soku lub melasy.
Dawniej był to trunek rabusiów, piratów, szmuglerów oraz handlarzy niewolników i przez stulecia stanowił znaczący towar będący przedmiotem przemytu.
Duża konsumpcja rumu w Ameryce, a także zapotrzebowanie na cukier w Europie spowodowały, że było potrzeba więcej rąk do pracy na Karaibskich plantacjach trzciny. Co, z czasem, doprowadziło do powstania handlu trójkątnego między Afryką (niewolnicy), Karaiby (trzcina, cukier) i Ameryką (rum). Handel ten, jako że był dochodowy, doprowadził do tzw. Sugar Act w 1764 r. co z kolei było jedną z przyczyn rewolucji amerykańskiej. [Wikipedia]

Wstęp

W Polsce termin *RUM*, czyli *Rejestr Usług Medycznych* odnosi się do systemu potwierdzania wykonanych usług medycznych, wprowadzonego w latach '90, opartego na papierowych książeczkach, wydawanych wszystkim osobom podlegającym ubezpieczeniu zdrowotnemu. Jedynie Śląska Kasa Chorych wydała ubezpieczonym karty elektroniczne i wyposażyła placówki służby zdrowia w system, pozwalający identyfikować pacjenta i rejestrować świadczone usługi.
Od kilku lat w środowisku związanym z informatyzacją opieki zdrowotnej są rozważane różne koncepcje informatycznego rejestru, gromadzącego dane o zrealizowanych usługach przesyłane przez świadczeniodawców w formie elektronicznej.

Cele i beneficjenci

Przy różnych okazjach są formułowane dwa podstawowe cele funkcjonowania RUM:

- ewidencyjny – chodzi o zebranie kompletnej informacji dla celów

kształtowania polityki zdrowotnej (w tym określania skuteczności terapii i ich kosztów); przy takim podejściu RUM powinien obejmować wszystkie usługi medyczne dokonywane przez uprawnione podmioty (nie tylko przez lekarzy i dentystów, lecz także przez pielęgniarki, położne, ratowników medycznych, psychologów, rehabilitantów, masażystów itp.), niezależnie od sposobu finansowania; korzyści finansowe z wdrożenia takiego rejestru są trudne do zdefiniowania i weryfikacji;

- rozliczeniowy – chodzi o zebranie informacji, niezbędnej do rzetelnych rozliczeń z płatnikami (co najmniej z Ministerstwem Zdrowia[1] i NFZ lub – w przyszłości – jego usamodzielnionymi oddziałami, być może także z innymi firmami ubezpieczeniowymi); korzyści finansowe wynikające z wdrożenia rejestru są związane przede wszystkim ze zmniejszeniem skali nadużyć.

W przypadku pierwszym beneficjentem RUM staje się administracja publiczna, przede wszystkim Minister Zdrowia i to on powinien określać zasady prowadzenia rejestru. W przypadku drugim beneficjentami są płatnicy (dzisiaj – przede wszystkim NFZ, w mniejszym stopniu Ministerstwo Zdrowia) i to oni powinni być odpowiedzialni za prowadzenie rejestru.

Z punktu widzenia płatników jednym z podstawowych celów rejestru ma być możliwość zweryfikowania, czy usługa została rzeczywiście wyświadczona na rzecz podanej osoby. Rejestr ma pomagać w wykryciu świadczeń (w tym zapisania leków), w oczywisty sposób sprzecznych z wiedzą i praktyką medyczną (ponowne usunięcie tego samego zęba, podawanie temu samemu pacjentowi jednocześnie leków na obniżenie i podniesienie ciśnienia krwi, pacjent tego samego dnia przebywa w szpitalu i jednocześnie odbywa wizytę w swojej przychodni rejonowej).

Problem nadużyć występuje wszędzie. Niedawno prasa doniosła o mediolańskiej klinice, w której lekarze masowo przeprowadzali niepotrzebne, nieuzasadnione i szkodliwe operacje. Wycinano nawet zupełnie zdrowe organy, żeby wyłudzić zwrot kosztów z włoskiego funduszu zdrowia.

W USA mimo wprowadzenia mechanizmów kontrolnych skalę wyłudzeń nienależnych świadczeń szacuje się na 10% całości kosztów refundowanych przez firmy ubezpieczeniowe. Znamienny był przykład lekarza, który – według dokumentacji przedstawionej różnym płatnikom – tego samego dnia przyjmował chorych w kilku miastach w zupełnie różnych częściach kraju, odległych o tysiące kilometrów (inna rzecz, że zostało to uznane za przestępstwo federalne i lekarz został surowo ukarany).

W Polsce niedawno głośna była sprawa lekarki, która przez kilka lat wypisywała swoim pacjentom recepty na bezpłatne leki, posługując się numerem identyfikacyjnym swojej matki, uprawnionej do bezpłatnych leków.

Beneficjent powinien być odpowiedzialny za zbudowanie RUM i jego późniejszą eksploatację. System ewidencyjny powinien być prowadzony przez Ministerstwo Zdrowia lub jedną z jego komórek organizacyjnych (np. Centrum

[1] Ministerstwo Zdrowia finansuje bezpośrednio niektóre procedury i programy medyczne.

Systemów Informatycznych Opieki Zdrowotnej). System rozliczeniowy obecnie powinien być prowadzony przez NFZ, a w przyszłości np. przez odrębną spółkę, której udziałowcami byłyby firmy wyodrębnione z NFZ. W miarę rozwoju rynku ubezpieczeń zdrowotnych powinna istnieć możliwość udziału w RUM także komercyjnych ubezpieczycieli (na zasadzie dobrowolności). Można także rozważyć prowadzenie RUM przez izbę gospodarczą gromadzącą towarzystwa ubezpieczeniowe działające na tym rynku. Udział w RUM komercyjnych towarzystw przyniósłby następujące korzyści:

- uproszczenie i ujednolicenie zasad rozliczeń
- obniżenie kosztów po stronie świadczeniodawców
- ułatwienie rozliczania ubezpieczeń dodatkowych (np. NFZ płaci za operację standardową, dodatkowy ubezpieczyciel dopłaca za zastosowanie laparoskopii)
- wykrywanie nadużyć polegających na wyłudzaniu finansowania tego samego świadczenia z u kilku płatników.

Z drugiej strony udział wielu płatników może prowadzić do problemów, jeśli zamierzają oni stosować różne formy rozliczeń. Przykładem jest obecne wprowadzenie przez NFZ tzw. *Jednorodnych Grup Pacjentów* (JGP), co wiąże się ze zmianą postaci przekazywanych danych. Można sobie wyobrazić sytuację, w której po podziale NFZ część płatników utrzymuje taki system, a część wraca do poprzedniego sposobu rozliczenia za usługi, wymagającego przekazywania danych w innym układzie.

Trudno wskazać na korzyści dla innych osób i instytucji. Dla świadczeniodawców RUM może oznaczać zwiększenie ilości pracy na ewidencjonowanie wykonanych świadczeń (pomijając już zwiększoną kontrolę). Pacjenci mogą odnieść korzyści pośrednie, jeśli dzięki danym z RUM nastąpi lepsza alokacja środków na ochronę zdrowia.

Czym jest usługa

Przy projektowaniu RUM należy zacząć od określenia tego, co będzie rejestrowane, czyli *usługi medycznej*. Realizacja celu ewidencyjnego wymaga opracowania możliwie uniwersalnej definicji usługi, która mogłaby być niezmienna przez dłuższy czas i byłaby niezależna zarówno od podmiotu świadczącego usługę (szpital czy prywatna przychodnia) jak i od sposobu jej finansowania (płatnik publiczny, płatnik komercyjny, świadczeniobiorca). Realizacja celu rozliczeniowego wymaga dostosowania zakresu zbieranych danych do aktualnych zasad rozliczeń, przy czym zmiana zasad rozliczeń zwykle może wymagać zmiany zakresu zbieranych danych.

Poza danymi o usłudze powinny być zbierane także dane o rozpoznanych chorobach, stanowiących przyczynę świadczenia usługi. Pozwoli to np. na porównanie kosztów stosowania różnych usług – terapii dla danej choroby.
Większość propozycji przyjmuje jako podstawę do wyodrębniania zdiagnozowanych jednostek chorobowych oraz zastosowanych terapii

Międzynarodową Statystyczną Klasyfikację Chorób i Problemów Zdrowotnych oraz Międzynarodową Klasyfikację Procedur Medycznych (ICD International Classification of Diseases i ICD CM Clinical Modification – *nota bene* powstałą w celu identyfikacji przyczyn zgonów), jednak to nie rozwiązuje problemu zakresu gromadzonych danych. Wątpliwości powstają przy okazji definiowania usług medycznych, które mają być zapisywane w rejestrze.

Nie budzi wątpliwości, że usługą są kompleksowe zabiegi, takie jak wycięcie wyrostka czy złożenie złamanej ręki. Jednocześnie usługami mogą być dodatkowe czynności, takie jak prześwietlenie RTG czy badanie USG, nawet jeśli nie są one dodatkowo płatne. Musi być określony poziom szczegółowości takich usług dodatkowych (bo przecież nie będzie taką usługą pomiar temperatury czy założenie kroplówki). Przy okazji wprowadzania nowego systemu finansowania usług szpitalnych (JGP) na rynku pojawiły się programy podpowiadające, jaki usługi dodatkowe mogą być świadczone wraz z usługą podstawową, żeby maksymalizować wypłaty z NFZ.

W przypadku zabiegów stomatologicznych trzeba określić, czy usługą jest wyleczenie zęba, czy każdorazowe borowanie i założenie opatrunku, zwłaszcza że chory w ramach jednego leczenia może odbyć wizyty u różnych dentystów w różnych gabinetach (np. w przypadku wyjazdu).

Odrębnego traktowania wymagają trwałe hospitalizacje pacjentów (np. w szpitalu psychiatrycznym). Musi istnieć mechanizm regularnego (np. miesięcznego lub kwartalnego) raportowania kontynuacji tej usługi dla każdego pacjenta, przy czym usługa ta wiąże się ze stałą terapią (np. farmakologiczną), niezależnie od ewentualnie świadczonych usług dodatkowych, wynikających z innych chorób osób hospitalizowanych.

Dla kompletności rejestru powinny być rejestrowane i raportowane wszystkie usługi, świadczone przez lekarzy pierwszego kontaktu. Nie mają one jednak żadnego znaczenia z punktu widzenia obecnego systemu finansowania, ponieważ NFZ płaci lekarzom pierwszego kontaktu „od głowy", tzn. od zarejestrowanego pacjenta. Lekarze nie mają więc motywacji, żeby dbać o zbieranie tych danych, zwłaszcza że akurat w przypadku takich usług jest to szczególnie kłopotliwe (krótkie wizyty, a więc duży nakład pracy na rejestrację w stosunku do czasu trwania wizyty). Tu również powstaje problem zdefiniowania zakresu usługi w przypadku, gdy obejmowała ona kilka wizyt (np. dwukrotna wizyta domowa i przepisanie leków choremu na grypę).

Istnieje wreszcie grupa usług, które mogą, ale nie muszą być świadczone w celach leczniczych – od masażu, przez psychoterapię po chirurgię plastyczną czy zabiegi liposukcji. Przy założeniu, że RUM ma służyć do rozliczeń, kryterium jest proste – wszystkie zabiegi finansowane na podstawie ubezpieczenia zdrowotnego powinny być gromadzone, pozostałe – nie. Jeśli jednak rejestr miałby służyć do szerszych celów ewidencyjnych, to trzeba określić, jakie dane powinny być gromadzone. Czy dane o masażu przepisanym przez lekarza w ramach rehabilitacji miałyby być przesyłane do RUM, a o identycznym masażu zamówionym w ramach relaksu – nie?

Należy także ustalić, co należy robić w przypadkach specyficznych, np.:

- w trakcie trwania usługi świadczeniobiorca traci prawo do ubezpieczenia i koszt części świadczenia pokrywa sam
- świadczenie jest wykonywane w ramach tzw. nadwykonania, tzn. przekracza limit przyznany przez NFZ, co oznacza że nie będzie sfinansowane.

Identyfikacja świadczeniobiorcy

Jeśli dane w RUM mają być wiarygodne, a system ma wypełniać najważniejszą rolę – ograniczenie nadużyć, to trzeba zapewnić wiarygodny i efektywny mechanizm potwierdzania wykonania świadczenia przez świadczeniobiorcę. Mechanizm ten musi uniemożliwić np. skopiowanie przez lekarza numeru pacjenta i późniejszego bezprawnego używania tego numeru. W praktyce oznacza to konieczność zastosowania elektronicznych kart identyfikacyjnych, przy czym zapewnienie pełnej wiarygodności wymaga użycia podpisu elektronicznego (pacjent powinien podpisywać każdorazowo informację o diagnozie i zrealizowanej usłudze). Odrębnego potraktowania wymagałoby potwierdzanie długich hospitalizacji, finansowanych częściowo w okresach miesięcznych – sytuacja, w której pod koniec miesiąca pielęgniarka podchodzi z czytnikiem do każdej osoby na oddziale i prosi o potwierdzenie wykonania świadczeń z danego miesiąca może nie być akceptowalna społecznie, z w wielu przypadkach niewykonalna (chorzy psychicznie).

Pożądane jest także wprowadzenie recept w postaci elektronicznej – aptekarz np. na podstawie wydrukowanego kodu kreskowego weryfikowałby w centralnej bazie, czy istotnie recepta została wystawiona przez uprawnionego lekarza, czy nie dokonano w niej żadnych zmian i czy nie została już wcześniej zrealizowana. Wymaga to jednak zapewnienia wszystkim przychodniom, szpitalom i aptekom dostępu on-line do bazy. Od ogólnej reguły musiałyby być wyjątki, np. w przypadku recept wypisywanych w czasie wizyt domowych albo w przypadkach losowych (pomoc udzielona w nagłej sytuacji osobie, która nie ma przy sobie karty lub nie jest w stanie jej użyć).

Prostszym mechanizmem weryfikacyjnym byłoby okresowe (kwartalne lub roczne) wysyłanie do wszystkich ubezpieczonych zestawienia usług ich dotyczących, zgłoszonych przez świadczeniodawców. Wprawdzie należy się spodziewać, że większość osób nie analizowałaby zawartości tych zestawień (to nie oni za nie płacą, ale płatnik), lecz potencjalne ryzyko zgłoszenia przez ubezpieczonego niezgodności pełniłoby pewną funkcję odstraszającą przed nadużyciami.

Problem walki z nadużyciami nie występuje w przypadku świadczeń finansowanych bezpośrednio przez świadczeniobiorcę lub rozliczanych w ramach abonamentu (w tym także o świadczeniach lekarza pierwszego kontaktu). Nawet w przypadku rejestrowania informacji o takich świadczeniach nie ma potrzeby ich uwierzytelniania podpisem elektronicznym.

Oczywiście żaden system potwierdzenia nie zapobiegnie stosowaniu

kreatywnego diagnozowania i ustalania terapii. Pacjentka nie ma możliwości zweryfikowania po porodzie, czy dziecko nie wymagało dodatkowych badań[2].

Koszty

Koszty budowy i utrzymania RUM powinien pokrywać przede wszystkim główny beneficjent. Ważną pozycją będzie koszt wyprodukowania i wydania kart elektronicznych wszystkim ubezpieczonym. Gdyby RUM był wykorzystywany do rozliczeń z wieloma płatnikami, wszyscy ubezpieczeni mogliby posługiwać się jednakowymi kartami, niezależnie od firmy ubezpieczeniowej. Była zgłaszana koncepcja wykorzystania do identyfikacji świadczeniobiorców dowodów osobistych z układem elektronicznym, które mają być wydawane w przyszłości, jednak wiąże się to z kilkoma poważnymi problemami technicznymi i organizacyjnymi:

- karty RUM powinny być wydawane wszystkim ubezpieczonym, niezależnie od ich wieku i obywatelstwa
- wymiana dowodów osobistych nastąpiła niedawno, trudno będzie w ciągu najbliższych kilku lat zorganizować kolejną wymianę
- nie wiadomo, czy i jaki podpis elektroniczny znajdzie się w dowodzie osobistym.

Należy zwrócić uwagę, że dodatkowe, znaczne koszty będą musieli ponieść świadczeniodawcy (zwiększona liczba komputerów, czytniki do kart, oprogramowanie, być może zwiększenie przepustowości łączy internetowych). W przypadku, gdy RUM będzie służyć do rozliczeń z płatnikami, poniesienie tych kosztów może być traktowane jako konieczne dostosowanie się do wymagań płatnika, a posiadanie odpowiedniej infrastruktury może być stawiane przez płatnika jako warunek podpisania umowy[3]. Gromadzenie danych w wymaganej postaci i ich przekazywanie do RUM byłoby niezbędne do uzyskania środków od płatnika (wątpliwość może dotyczyć świadczeń realizowanych przez lekarzy pierwszego kontaktu, rozliczanych „od głowy"). W takim przypadku można uznać, że płatnik rozliczając się ze świadczeniodawcą finansuje mu koszty budowy i utrzymania wymaganej infrastruktury.

W przypadku, gdyby RUM miał gromadzić także dane o świadczeniach niefinansowanych ze środków publicznych, obowiązek poniesienia dodatkowych kosztów dotyczyłby wielu osób, prowadzących prywatną praktykę oraz firm świadczących usługi medyczne finansowane bezpośrednio przez

[2] Po wprowadzeniu przez NFZ niskiej stawki za poród fizjologiczny bez żadnych powikłań gwałtownie spadł procent takich porodów – znacznie częściej niż poprzednio zaczęto zgłaszać komplikacje wymagające dodatkowych badań i obserwacji.

[3] Obecnie ogólny zakres danych przekazywanych przez świadczeniodawców do NFZ jest uregulowany ustawowo, ponieważ są to dane wrażliwe, przetwarzane bez wiedzy i zgody osób zainteresowanych. Szczegółowa postać przekazywanych danych, częstotliwość przekazywania itp. mogą jednak być regulowane na podstawie umów NFZ ze świadczeniodawcami.

świadczeniobiorców lub ich pracodawców (LuxMed, Medicover, LIM itp.). Na przykład dla dentystki, która obecnie prowadzi prywatną praktykę, płacąc zryczałtowany podatek, konieczność zakupu komputera z odpowiednim czytnikiem kart identyfikacyjnych i doprowadzenia łącza internetowego do gabinetu może stanowić istotny koszt, a obowiązek rejestrowania wizyt w systemie – dodatkowy znaczny nakład pracy. Ten sam problem dotyczy psychoterapeutów, masażystów itp. Nałożenie takiego obowiązku ewidencjonowania i raportowania usług, które nie są finansowane ze środków publicznych musiałoby się odbywać na podstawie ustawy i na pewno wzbudziłoby duże opory społeczne. Wydaje się, że trudno byłoby znaleźć przekonywujące argumenty za wprowadzeniem takiego obowiązku i za karaniem osób, które go nie dopełniają. Zapewne potrzebne byłoby rozwiązanie przewidujące refinansowanie części kosztów przez Skarb Państwa (np. w formie ulgi podatkowej, tak jak to obecnie się dzieje w przypadku kas fiskalnych).

Podsumowanie

Ogólna koncepcja budowy elektronicznego Rejestru Usług Medycznych jest powszechnie akceptowana, jednak szczegółowe rozwiązania przedstawiane w różnych projektach budzą kontrowersje. Stosunkowo jasno można określić cel i zasady funkcjonowania rejestru służącego do rozliczeń z płatnikami (na razie – publicznymi). Ewentualne rozszerzenie na inne podmioty wymagałoby bardzo szczegółowej analizy opłacalności.

Post Scriptum

Jak już wcześniej informowaliśmy, przeciągają się prace nad uruchomieniem ogólnokrajowego Rejestru Usług Medycznych (RUM). Obecnie jest to uzależnione od przyjęcia przez rząd projektu ustawy o systemie informacji w ochronie zdrowia.

** Gazeta Prawna, emma/Rynek Zdrowia*

** 2008-08-11 11:05:00*

ROZDZIAŁ V

ZASADNICZE KONCEPCJE RUM II

Marek UJEJSKI

Wstęp

Wokół projektu RUM (Rejestr Usług Medycznych) narosło od lat wiele nieporozumień i emocji. Były one związane zarówno z rozbudzonymi nadziejami społeczeństwa na poprawę dostępności i jakości świadczeń medycznych jak i nadziejami firm na realizację projektów związanych z ta koncepcją. W ramach tzw. offset-u powołano do życia spółkę RUM IT która w bezprecedensowy sposób łączyła dwóch dotychczasowych konkurentów, firmę PROKOM S.A. i Computerland S.A., wówczas niekwestionowanych liderów świata IT.

Tym niemniej , także i wskutek braku rzetelnej wiedzy osób piszących artykuły prasowe, brak było poza specjalistyczną prasą fachową powszechnie dostępnego opracowania które w sposób ścisły a jednocześnie zrozumiały dla przeciętnego odbiorcy opisywałoby podstawowe założenia tej koncepcji i przede wszystkim określało to co w terminologii projektowej określa się jako *scope of Project*. Niniejszy referat ma wypełnić ta lukę, opierając się na materiale opracowanym przez zespół pracujący w Narodowym Funduszu Zdrowia. W skład tego zespołu wchodził również autor poniższego referatu, odpowiadając przede wszystkim za obszary związane z technologią kart mikroprocesorowych i bezpieczeństwa przetwarzanej informacji a także architekturą niskiego poziomu służącą do funkcjonowania systemu nazwanego roboczo RUM II. Dokument ten powstał jako konsekwentna realizacja założeń opisanych w dokumencie definiującym strategię wykorzystania zasobów informacyjnych NFZ przyjętym przez Radę Funduszu w maju 2007 roku.

Czym jest RUM II i do czego ma służyć

Nazwa RUM II (RUM drugiej generacji) sugeruje że istnieje coś co można nazwać RUM I. Tak jest w istocie. Rejestr Usług Medycznych pierwszej generacji istnieje od momentu kiedy najpierw Kasy Chorych a następnie Narodowy Fundusz Zdrowia zaczęły zbierać dane o udzielonych świadczeniach konkretnym, zidentyfikowanym co do imienia i nazwiska a także numeru PESEL, pacjentom w oparciu o zdefiniowane katalogi świadczeń. Zakres tych danych zmieniał się bardzo często, praktycznie co roku w związku z kolejnymi konkursami o udzielanie świadczeń zdrowotnych definiowano coraz bardziej wyrafinowane zestawy danych, nie zawsze potrzebne i możliwe do wykorzystania. Tak więc zbiory informacji zgromadzone do tej pory można nazwać *de facto* RUM I , gdyż zawierają one podstawowy zestaw danych funkcjonujący w Rejestrze Usług

Medycznych, a więc powiązanie osoby której udzielono świadczenie z elementami znajdującymi się w predefiniowanym katalogu usług medycznych. Podobna relacja istnieje w zakresie pacjent – środki przepisane na receptę, refundowane w całości lub częściowo przez Fundusz.

Czego więc brakuje?

Brakuje pewności że dane świadczenie rzeczywiście było udzielone, a nie wygenerowane przez świadczeniodawcę w oparciu o posiadane i możliwe do użycia dane osoby posiadającej prawo do świadczeń. Przedstawienie takiego sprawozdania skutkuje wypłatą pieniędzy dla świadczeniodawcy (przy założeniu ze nie przekroczył tzw. limitu wykonań), czyli nadużyciem powodującym utratę środków które mogłyby być wykorzystane dla osób rzeczywiście potrzebujących pomocy. Podobnie wygląda sprawa z realizacją tak wygenerowanej recepty (wypisanej dla osoby która nigdy takiego lekarstwa nie potrzebowała), lub wręcz skopiowanej wielokrotnie z rzeczywiście istniejącej. Tak więc brakuje czegoś co moglibyśmy nazwać **uwierzytelnieniem transakcji medycznej** która może powstać w wyniku **kontaktu medycznego** rozumianego jako fizyczną obecność (na razie wykluczono kontakt telemedyczny) w jednym miejscu i czasie w związku ze **zlecaniem** lub **realizacją** czynności dotyczących zdrowia pacjenta [1].

Zgodnie z założeniami przyjętymi w [1] takim niezaprzeczalnym (w rozumieniu atrybutów informacji) elementem ma być podpis na dokumencie utworzonym przez świadczeniodawcę, a ściślej mówiąc dwa podpisy (pochodzące z nośnika uwierzytelnienia pacjenta i nośnika uwierzytelnienia personelu medycznego) pod funkcją skrótu utworzonej z tego dokumentu. Tak utworzony dokument elektroniczny jest przesyłany razem z jawną postacią dokumentu i stanowi element sprawozdania do NFZ. W systemach informatycznych NFZ po wczytaniu dokumentu stanowiącego sprawozdanie ze zdarzenia medycznego następuje ponowne wyliczenie funkcji skrótu z dokumentu jawnego, weryfikacja autentyczności podpisów wygenerowanych u świadczeniodawcy przy pomocy metod kryptografii asymetrycznej i porównaniu otrzymanej funkcji skrótu z wyliczoną. Jeśli skróty są identyczne można przyjąć ze dokument jest autentyczny, a zawartość raportu została wygenerowana i poświadczona podpisami pochodzącymi z nośników autoryzowanych przez CA.

Warto zauważyć że nie zakłada się automatycznie że nośnikiem certyfikatu musi być karta krypto procesorowa, może być nią dowolne urządzenie zdolne w swoim wnętrzu bezpiecznie przeczytać i podpisać otrzymana ze świata zewnętrznego funkcję skrótu. Jednak biorąc pod uwagę aktualny stan techniki , karta krypto procesorowa realizująca algorytmy kryptografii symetrycznej i asymetrycznej jest najtańszym, powszechnie dostępnym urządzeniem tego typu.

Wracając do podstawowej koncepcji opisanej w dokumencie [1] zakłada się dwie fazy wdrażania tego projektu. W pierwszej fazie pacjent używałby swojej karty jedynie w momencie swojej rejestracji u świadczeniodawcy. Oznacza to że byłby uwierzytelniany osobisty kontakt pacjenta ze świadczeniodawcą, a właściwie fakt spotkania się w jednym urządzeniu karty personelu świadczeniodawcy z kartą pacjenta. Krytycy tej koncepcji wskazują ze teoretycznie inna osoba może posłużyć się czyjąś kartą, bo karta pacjenta na tym etapie nie pełni roli dokumentu

tożsamości (brak na niej zdjęcia lub cech biometrycznych). Jest to świadome założenie i nie takie groźne w skutkach z następujących powodów:

1. Bez karty pacjenta świadczeniodawca nie może wygenerować jakiegokolwiek prawidłowego dokumentu sprawozdawczego, co jest pierwszym celem projektu RUM II
2. Użycie karty innej osoby, choć teoretycznie możliwe, oznacza zaniechanie przez personel identyfikacji osoby rejestrującej się, a taki obowiązek ciąży na świadczeniodawcy . Celowe dopuszczenie innej osoby oznacza odpowiedzialność karną
3. Przypadki celowego wielokrotnego użycia karty innej osoby mogą być wykryte metodami przeszukiwania i kojarzenia rekordów sprawozdanych (data mining), a więc już po złożeniu sprawozdania przez świadczeniodawcę. NFZ ma pięć lat na identyfikacje takich zdarzeń i zakwestionowanie płatności za świadczenie jako nieprawidłowo udokumentowane

Pełna analiza innych metod kontroli jakie stosuje się i zamierza wprowadzić do stosowania wykracza poza zakres tego referatu.

W drugiej fazie projektu RUM II zakłada się powszechne używanie karty pacjenta i karty specjalisty przy każdym udzielanym świadczeniu, co praktycznie oznacza że urządzenie do odczytu kart musi się znaleźć na biurku każdego lekarza czy innego specjalisty (n.p. terapeuty) udzielającego świadczenia medycznego pacjentowi. Wówczas każde takie świadczenie medyczne będzie uwierzytelnione (tak jest w nowo projektowanych generacjach systemu, n.p. w Niemczech).

Kilka słów poświecić należy przyczynom dla których nie zakładano że karta ubezpieczenia zdrowotnego powinna jednocześnie stanowić dokument uwierzytelniający tożsamość pacjenta.

Wynika to z doświadczeń innych krajów europejskich z wprowadzeniem dokumentu zawierającego zdjęcie. Zdjęcie powinno być wykonane prawidłowo i odebrane przez uwierzytelnioną osobę. Wymaga to fizycznej obecności świadczeniobiorcy w odpowiedniej placówce celem przedłożenia zdjęcia i ew. innych danych, oraz ponownego jej pojawienia się przy odbiorze dokumentu spersonalizowanego. Przyjęcie założenia ze dokument nie ma cech dokumentu tożsamości (ID) niesłychanie przyspiesza proces jego personalizacji i dystrybucji i realnym jest jego wyprodukowanie i dostarczenie w ciągu trzech lat od momentu rozpoczęcia personalizacji pierwszej karty.

Ma to ogromne znaczenie dla jak najszybszego rozpoczęcia działania systemu, który dla swej skuteczności musi być elaborowany przynajmniej w 70 -80 % (chodzi o procent populacji zdolnej już posłużyć się kartą).

Dodać trzeba że zakłada się zgodność karty ubezpieczenia zdrowotnego z docelowym standardem elektronicznej Europejskiej Karty Ubezpieczenia Zdrowotnego (eEHIC- *electronic European Insurance Card*). Standard ten przy tworzeniu którego bierze udział także autor niniejszego referatu w Grupie Roboczej Europejskiej Komisji Technicznej w Brukseli zbliża się do fazy końcowego draftu. Można oczekiwać ze najdalej w drugim kwartale 2009 zostanie przyjęty jako obowiązujący przez wspomniana Komisję.

W dokumencie [2] wspomniano o możliwości wykorzystania karty jako nośnika danych medycznych, jednak wobec powszechnych w Polsce (nieuzasadnionych) obaw nie planuje się umieszczania takich danych na karcie. Warto wspomnieć ,że tak zwane dane ratunkowe zostaną umieszczone na nowej niemieckiej karcie ubezpieczenia zdrowotnego, jednak trzeba mieć na względzie długoletnie oswojenie się z technologia kartową zarówno lekarzy jak i pacjentów, a także znacząco wyższy poziom świadomości technicznej i jakości infrastruktury.

Warto wskazać na fakt ze obecnie dominują dwa zasadnicze podejścia do umieszczania danych:

1. Dane są umieszczane na karcie, co umożliwia wykorzystanie jej w trybie off-line
2. Karta zawiera tylko meta-dane wskazujące na serwer gdzie umieszczone są dane właściwe, ta metoda wymaga dostępu on-line

Założenie ze w najbliższych latach w każdej miejscowości gdzie znajduje się placówka świadczeniodawcy istnieje stały dostęp do Internetu wydaje się bardzo optymistyczne.

Elementy techniczne infrastruktury

Podstawowym założeniem projektu jest jednoczesne uwierzytelnienie obecności dwóch kart w jednym miejscu. Służyć temu może specjalizowany czytnik dwuszczelinowy umożliwiający jednoczesne odczytanie zawartości dokumentu podpisywanego (jego funkcji skrótu) i podpisanie ich stosownymi podpisami. Należy przy tym rozważyć koszt takiego urządzenia. Istniejące rozwiązania powinny przede wszystkim być zweryfikowane pod katem ceny. Na przykład dedykowane czytniki firmy *Hyperion* dostarczane w ramach projektu francuskiego są dość kosztowne, gdyż spełniają wymogi środowiska certyfikowanego ze względu na bezpieczeństwo. Ma to znaczenie tam gdzie odczytywane są dane wrazliwe pacjenta zapisane na karcie. W przypadku projektu polskiego (przy aktualnych założeniach) takich danych na karcie nie będzie, nie ma wiec potrzeby użycia bezpiecznych czytników.

Konieczne natomiast wydaje się certyfikowanie i podpisywanie kodu aplikacji. Wynika to z konieczności zabezpieczenia się przed sytuacją ze aplikacja podpisze dodatkowo inny dokument, oprócz sprawozdania świadczeniodawcy. Co prawda na razie nie zakłada się użycia podpisu kwalifikowanego (skutki podpisania nie byłyby groźne), ale takie podejście wydaje się być potrzebne.

W chwili obecnej prowadzone są prace studyjne w zakresie wymogów kryptograficznych i długości kluczy jakie będą użyte do poszczególnych algorytmów. Aktualnie uważa się, że metoda RSA dobiega praktycznego kresu, jeśli chodzi o szyfrowanie metodą niesymetryczną ze względu na wymagane długości klucza i wynikającą stad powolność. Uważa się (pogląd kryptologów na podstawie udanych prób faktoryzacji dużych liczb) że minimalną bezpieczną długością klucza jest 2048 bitów, jeśli chodzi o dokumenty które musza przetrwać nie skompromitowane przez co najmniej dziesięć lat. W związku z powyższym

rozważa się zastąpienie algorytmu RSA przez EC (krzywe eliptyczne). Podobnie w obszarze wymiany kluczy pomiędzy urządzeniami do szyfrowania symetrycznego rozważa się zastąpienie klasycznego algorytmu Diffe Helmana przez jego odmianę opartą o krzywe eliptyczne (DH EC).

Jednak trzeba wziąć pod uwagę fakt ze karty krypto procesorowe realizujące takie algorytmy są stosunkowo nowe i tym samym drogie, co powoduje że należy dokładnie przeanalizować konieczność stosowania algorytmów kryptograficznych opartych o krzywe eliptyczne.

Zakończenie

Projekt RUM II jest projektem koncepcyjnie dojrzałym i technicznie realizowalnym. Dalsze zwlekanie z jego rozpoczęciem spowoduje brak możliwości uszczelnienia systemu płatnika i opóźnienie cywilizacyjne Polski. Narodowy Fundusz Zdrowia zarezerwował sobie odpowiednie środki potrzebne na rozpoczęcie projektu i należy zdecydowanie dążyć do uzyskania wszystkich niezbędnych opinii potrzebnych do jego rozpoczęcia.

Bibligrafia

1. Koncepcja systemu Rejestru Usług Medycznych (RUM II); opracowanie zbiorowe NFZ 2007 *www.nfz.gov.pl*
2. Karta elektroniczna; bezpieczny nośnik informacji ; Marian Molski, Monika Glinkowska –Wydawnictwo MIKOM
3. Infineon Chip Card IC Portfolio; materiały firmowe
4. Kryptografia dla praktyków ; Bruce Schneider, WNT wydanie drugie rozszerzone
5. Krzywe eliptyczne w kryptografii; Ian Vlake, Gadiel Seroussi, Nigel Smart; WNT 2004
6. ISSE/SECURE 2007 – materiały konferencyjne ; Warszawa 25-27 września 2007 roku
7. ENIGMA 99 – materiały III Krajowej Konferencji Zastosowań Kryptografii , Warszawa 26-28 maja 1999

ROZDZIAŁ VI

ROLA DOKUMENTU TOŻSAMOŚCI W KONTEKŚCIE SYSTEMU INFORMACYJNEGO OCHRONY ZDROWIA

Przemysław WIĘCŁAW

Wstęp

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie syntetycznej wiedzy o dowodzie osobistym obecnego wzoru i jego funkcjach możliwych do wykorzystania w systemie identyfikacji pacjenta w okresie przejściowym. W polskim systemie prawa funkcjonuje kilkadziesiąt aktów normujących sposób realizacji usług opieki zdrowotnej. Złożoność procesów informacyjnych oraz duży udział wydatków budżetowych na informatyzację w służbie zdrowia uzasadniają konieczność poszukiwania efektywnych rozwiązań w warstwie technicznej i informacyjnej realizowanych zadań. Podstawowym kryterium oceny funkcjonowania systemu opieki zdrowotnej jest koszt realizowanych usług na które składają się między innymi koszty wdrożeń i eksploatacji systemów informatycznych. Identyfikacja uczestników procesów informacyjnych może odbywać się z wykorzystaniem nośnika danych graficznych lub elektronicznych umieszczonych na znormalizowanej plastikowej karcie.

W pierwszej części niniejszego opracowania przedstawiono uwarunkowania prawne i formalne otoczenia zewnętrznego i środowiska wewnętrznego stanowiące o wyborze modelu architektury informacyjnej projektowanych wdrożeń.

Druga część zawiera syntetyczną informację o dowodzie osobistym jako jednym z dokumentów, który spełnia standardy przyjęte dla dokumentów podróży.

W trzeciej części referatu przedstawiono zarys koncepcji wykorzystania dowodu osobistego obecnego wzoru jako karty identyfikującej pacjenta w systemie ochrony zdrowia z wykorzystaniem zaimplementowanych rozwiązań umożliwiających automatyczny odczyt danych osobowych.

1. Zarys uwarunkowań zewnętrznych i środowiska wewnętrznego

Truizmem jest twierdzenie, iż wypracowanie i wdrożenie przez państwo odpowiedniej kompleksowej strategii zarządzania informacją przynosi wymierne korzyści ekonomiczne dla jego obywateli. Podstawą sprawnego funkcjonowania społeczeństwa w celu osiągnięcia przewagi konkurencyjnej w środowisku międzynarodowym jest zbudowanie społecznego ładu informacyjnego, zdefiniowanego przez J. Oleńskiego [1] jako kompleksowego, spójnego systemu społecznych norm informacyjnych, społecznych procesów informacyjnych, społecznych systemów informacyjnych, społecznych zasobów informacji w

państwie, w społeczeństwie, w gospodarce narodowej i w skali międzynarodowej, zaspokajającego potrzeby informacyjne ludzi, podmiotów gospodarki narodowej i instytucji sfery publicznej. Społeczny ład informacyjny może być przedstawiony jako [1] kategoria społeczna, polityczna, prawna, ekonomiczna, organizacyjna i techniczna. Tworzenie warunków do wprowadzania automatyzacji procesów informacyjnych w społeczeństwach ukierunkowanych na innowacje jest nieodzownym działaniem każdej władzy politycznej. Realizacja zadań zgodnie z obowiązującymi normami prawa jest warunkiem legalności działań administracji publicznej. Podstawowymi aktami normatywnymi określającymi środowisko prawne funkcjonowania procesów informacyjnych, są [6] Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 [3], ustawa z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego [7], ustawa z dnia 6 września 2001 o dostępie do informacji publicznej [8], ustawa z dnia 22 stycznia 1999 r. o ochronie informacji niejawnych [9], ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych [10], ustawa z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zdania publiczne [11]. Powyższą listę aktów prawnych należy uzupełnić o ustawę z dnia 18 września 2001 roku o podpisie elektronicznym [12] oraz ustawę z dnia 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną [13] Każdy z rejestrów publicznych, zgodnie z definicją [3] budowany jest w oparciu o dedykowane normy prawne.

Procesy informacyjne służby zdrowia stanowią jeden z zasadniczych podsystemów działania jakim jest zarządzanie informacją w państwie. Zasadniczymi aktami prawnymi stanowiącymi podstawę funkcjonowania rejestru usług medycznych w służbie zdrowia, są ustawa z dnia 30 sierpnia 1991 r. o zakładach opieki zdrowotnej z dyspozycją utworzenia rejestru usług medycznych [14] oraz ustawa z dnia 27 sierpnia 2004 r. o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych regulująca warunki i zakres świadczeń zdrowotnych [15]. Wnioski z analizy otoczenia zewnętrznego i środowiska wewnętrznego krajowego systemu opieki zdrowotnej przedstawiona w „Strategii wykorzystania zasobów informacyjnych ...” [4] nie pozostawiają wątpliwości o złożoności zagadnienia jakim jest uporządkowanie zasobów informacyjnych służby zdrowia. Liczne opracowania naukowe potwierdzają tezę o braku spójnej strategii dla systemów informacyjnym w obszarze usług medycznych. T. Stawecki [3] identyfikuje piętnaście rejestrów funkcjonujących w krajowym systemie opieki zdrowotnej. Generalny Inspektor Ochrony Danych Osobowych zarejestrował [20] cztery zbiory administrowane przez Ministra Zdrowia w postaci rejestru świadczeniobiorców świadczeń wysokospecjalistycznych finansowanych z budżetu państwa na podstawie ustawy z dnia 27 sierpnia 2004 r. o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych [15], ewidencja skarg, wniosków i pism na podstawie ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego [7], SEKAMED na podstawie ustawy z dnia 4 września 1997 r. o działach administracji rządowej [16], baza danych osób uprawnionych do nieodpłatnego nabycia świadectw rekompensowanych na podstawie ustawy z dnia 6 marca 1997 r. o zrekompensowaniu okresowego niepodwyższania płac w sferze budżetowej oraz utraty niektórych wzrostów lub

dodatków do emerytur i rent [17]. Wstępnie na potrzeby dalszych rozważań w przedmiocie niniejszego opracowania zauważyć należy zbieżność w zakresie danych identyfikacyjnych w trzech wyżej przywołanych rejestrach. Oznacza to potencjalną możliwość integracji zbiorów danych w oparciu o resortowy rejestr referencyjny. Analiza zawartości informacyjnej zasobów internetowych e-GIODO [20] w zakresie rejestru usług medycznych pozwala na zidentyfikowanie dziewięciu zbiorów danych osobowych zarejestrowanych na podstawie różnych aktów prawnych przez różnych administratorów. Pomijając fakt braku występowania jako administratora danych osobowych Narodowego Funduszu Zdrowia lub jego regionalnych oddziałów, zauważyć można, że trzy rejestry zawierające w nazwie „rejestr usług medycznych", administratorem których jest Śląska Kasa Chorych w swoim zakresie informacyjnym posiadają dane umożliwiające identyfikację pacjenta z wykorzystaniem numeru PESEL oraz imię i nazwisko. W sumie w całym kraju zarejestrowanych zostało pięćdziesiąt siedem zbiorów i ewidencji zawierających dane osobowe pacjentów lub osób zatrudnionych w służbie zdrowia. W przypadku czterdziestu dziewięciu zbiorów zakres danych również zawiera numer PESEL oraz imię i nazwisko. W obowiązującym obecnie Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 28 marca 2007 r. w sprawie Planu Informatyzacji Państwa na lata 2007 – 2010 [18] zapisano cztery ponadsektorowe projekty teleinformatyczne związane z funkcjonowaniem służby zdrowia. Przywołane wyżej informacje potwierdzają brak systemowych rozwiązań w zakresie usług medycznych w Polsce.

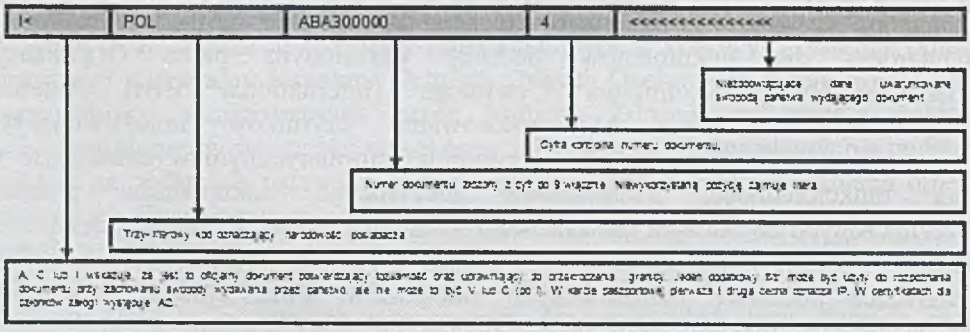
2. Międzynarodowe standardy w dokumentach podróży

Dowód osobisty jest dokumentem potwierdzającym tożsamość osoby oraz poświadczającym obywatelstwo polskie a także jest dokumentem uprawniającym obywateli polskich do przekraczania granic państw członkowskich Unii Europejskiej [19]. Ze względu na zakres wprowadzanych w dowodzie osobistym danych pozwala on na jednoznaczną identyfikację jego właściciela i może być traktowany jako karta identyfikacyjna w dowolnym systemie informatycznym. Znaki graficzne wprowadzane w polu odczytu maszynowego (Machine Readable Zone) wprowadzane są zgodnie z międzynarodowym standardem dla dokumentów podróży określonym przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (International Civil Aviation Organization) pozwalają na zastosowanie czytników umożliwiających automatyczną identyfikację osoby w systemie informatycznym wyposażonym w taką funkcjonalność. Szczegółowa specyfikacja dokumentów podróży przeznaczonych do odczytu maszynowego (Machine Readable Travel Documents) określona została w dokumencie 9303 ICAO, w którym wymieniono normy ISO stanowiące podstawę zastosowanych standardów. Poza opisem standardów wprowadzania znaków graficznych w obszarze przeznaczonym do odczytu maszynowego zestandaryzowane zostały również inne elementy składowe blankietu karty identyfikacyjnej oraz spersonalizowanego dokumentu. Opisywane

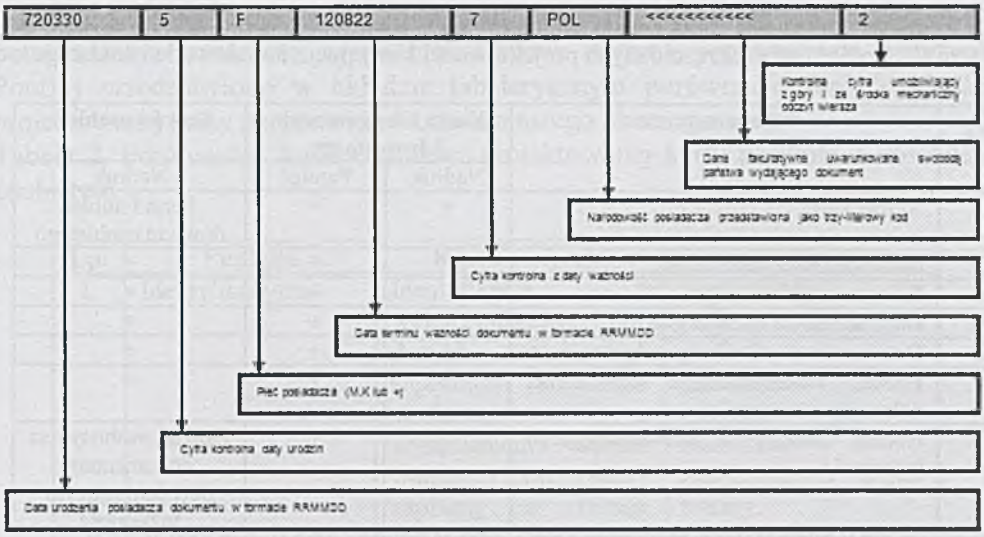
standardy dotyczą w szczególności parametrów technicznych jakim powinien odpowiadać materiał z którego wykonany jest dokument, pisowni oraz ochrony zapisywanych danych. ICAO w tym dokumencie określiła również zasady transliteracji oraz kodowania niektórych nazw występujących w treści zapisywanych informacji. Poniżej przedstawiono rozmieszczenie poszczególnych pól w strefie zapisu do odczytu maszynowego wraz z opisem zawartości informacyjnej dla dokumentu w formacie TD 1 (dowód osobisty).

DOWÓD OSOBISTY

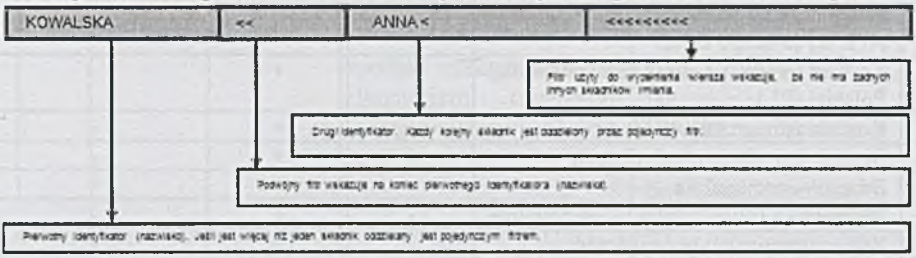
Strefa odczytu maszynowego



Rys. 1.1. Pierwsza linia w strefie odczytu maszynowego dowodu osobistego.



Rys. 1.2. Druga linia w strefie odczytu maszynowego dowodu osobistego.



Rys. 1.3. Trzecia linia w strefie odczytu maszynowego dowodu osobistego.

3. Dowód osobisty, karta pacjenta

Dostęp do zbiorów danych w każdym systemie informacyjnym wymaga uzyskania uprawnień użytkownika od właściwego administratora danych osobowych. W zależności od zaimplementowanych rozwiązań technicznych i programowych uprawnienia mogą być zapisane na nośniku danych na przykład na karcie plastikowej. Format powszechnie wykorzystywanych kart identyfikacyjnych odpowiada formatowi dowodu osobistego zgodnego z obecnie obowiązującym wzorem. Skupiając się na zapisach ustaw [14, 15, 19] możemy przeprowadzić analizę porównawczą zakresu danych oraz funkcjonalności zaproponowanej [5] w dedykowanej elektronicznej Karcie Ubezpieczenia Zdrowotnego z dowodem osobistym obecnie obowiązującego wzoru.

Tabela 1. Porównanie zakresu danych projektowanej karty pacjenta i dowodu osobistego

Lp	Parametr	Karta Ubezpieczenia Zdrowotnego		Dowód osobisty
		Nadruk	Pamięć	Nadruk
1.	Numer karty	+	+	Seria i numer dowodu osobistego
2.	Nazwisko ubezpieczonego	+	+	+
3.	Imiona ubezpieczonego	+	+	+
4.	Dane adresowe ubezpieczonego	-	+	+
5.	Data urodzenia ubezpieczonego	+	+	+
6.	PESEL ubezpieczonego lub numer dokumentu tożsamości	+	+	+
7.	Rodzaj dokumentu potwierdzającego tożsamość	-	+	Dowód osobisty jest dokumentem potwierdzającym tożsamość
8.	Numer identyfikacyjny instytucji ubezpieczenia zdrowotnego (kod OW NFZ wydającego kartę)	+	+	-
9.	Kod ISO 3166 – 1 dla Rzeczypospolitej Polskiej (PL)	+	+	-
10.	Kod aktualnego OW NFZ	-	+	-
11.	Licznik kontaktów medycznych	-	+	-
12.	Zdjęcie – opcjonalnie	-	+	+
13.	Biometryka (odcisk palca) – opcjonalnie	-	+	-
14.	Zakres uprawnień do świadczeń	-	+	-
15.	Kod PIN karty	-	+	-
16.	Data ważności karty	+	+	Data ważności dowodu osobistego (nie jest związana z datą ważności ubezpieczenia)
17.	Data wydania karty	-	+	Data wydania dowodu osobistego (nie jest związana z datą ważności ubezpieczenia)
18.	Data uprawnień do świadczeń	-	+	-
19.	Dane do operacji podpisu elektronicznego	-	+	-
20.	Numer techniczny karty (PN – EN 1867)	-	+	-

Źródło. Opracowanie własne na podstawie koncepcji systemu informatycznego Rejestru Usług Medycznych II [5]

Dokonując analizy zakresu danych proponowanych do wpisywania w postaci nadruku na Kartę Ubezpieczenia Zdrowotnego dochodzimy do wniosku, iż są to przede wszystkim dane umożliwiające identyfikację pacjenta. Trudno jednak zgodzić się z opcjonalnością nadruku obrazu twarzy, który w dowodzie osobistym

jest obligatoryjny. Obraz twarzy jest podstawowym elementem pozwalającym na potwierdzenie tożsamości i jego brak stanowi czynnik potencjalnych nadużyć[1]. Poniżej przedstawiono w układzie tabelarycznym porównanie funkcjonalności projektowanej karty pacjenta i dowodu osobistego obecnego wzoru.

Tabela 2. Porównanie funkcjonalności projektowanej karty pacjenta z dowodem osobistym

Lp.	Funkcja	Karta pacjenta	Dowód osobisty
1.	Identyfikacyjna	Identyfikacja z wykorzystaniem danych osobowych zapisanych w formie graficznej z wyłączeniem obrazu twarzy. Obraz twarzy zapisany w formie elektronicznej na nośniku danych.	Identyfikacja na podstawie danych graficznych zapisanych na blankiecie dowodu osobistego zawierających obraz twarzy.
2.	Uwierzytelniania	Niekwalifikowany podpis elektroniczny z licznikiem transakcji zapisywanym na karcie.	Zarówno świadczeniodawca jak i świadczeniobiorca posługują się dowodem osobistym typu MRTD. Dodatkowo w systemie może być wykorzystany znacznik czasu.
3.	Potwierdzania zakresu i okresu uprawnień do świadczeń opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych	Zapis danych elektronicznych na karcie.	Funkcję tę można realizować poprzez rozwiązania zaimplementowane w projektowany systemie informatycznym.
4.	Utrudniania nadużyć	Mechanizmy związane z licznikiem kontaktów medycznych w karcie pacjenta.	Funkcja realizowana przez system a także weryfikacja tożsamości przez usługodawcę.
5.	Usprawniania sporządzania dokumentacji	Zapis danych osobowych na nośniku danych	Zapis danych graficznych zgodnie z międzynarodowym

[1] W Niemieckim systemie ochrony zdrowia odnotowano straty rządu jednego miliarda euro rocznie spowodowane miedzy innymi brakiem fotografii na karcie pacjenta

	medycznej i sprawozdawczej	elektronicznych.	standardem dokumentów MRTD umożliwiającym odczyt maszynowy (z wykorzystaniem czytników)
6.	Klucza dostępu do danych medycznych	Wykorzystanie PIN do otwarcia mikroprocesora.	Po zidentyfikowaniu w systemie dowodu osobistego z wykorzystaniem kodu maszynowego można żądać od pacjenta wprowadzenia dodatkowego ciągu znaków.

Źródło. Opracowanie własne na podstawie koncepcji systemu informatycznego Rejestru Usług Medycznych II [5]

4. Zarys koncepcji wykorzystania dowodu osobistego jako karty pacjenta

Wydanie ponad trzydziestu ośmiu milionów Kart Ubezpieczenia Zdrowotnego (kart pacjenta) i dodatkowo kilkuset tysięcy kart dla personelu medycznego w ramach powstającego Rejestru Usług Medycznych drugiej generacji jest procesem, który w zależności od szeregu czynników a w szczególności zastosowanej technologii personalizacji oraz logistyki może trwać wiele lat. Jako przykład podobnego wdrożenia zaplanowanego na cztery lata można przywołać rozwiązanie we francuskim systemie opieki zdrowotnej [4]. Z punktu widzenia realizacji projektu wydanie kart pacjenta i kart dla personelu medycznego może się rozpocząć po zatwierdzeniu funkcjonalności systemu informatycznego i ostatecznym określeniu zawartości informacyjnej oraz standardów zarówno w części elektronicznej jak również graficznej przygotowywanego dokumentu. Niezbędne jest również przygotowanie systemu wydawania kart z wdrożoną instalacją techniczną umożliwiającą ich personalizację graficzną i elektroniczną. W koncepcji systemu informatycznego Rejestru Usług Medycznych [5] zaproponowano realizację wdrażania w dwóch zasadniczych etapach. Docelowym rozwiązaniem ma być wykorzystanie rozwiązań technicznych i informacyjnych zastosowanych w nowym wielofunkcyjnym dowodzie osobistym. Jednakże w pierwszym etapie nazwanym etapem przejściowym zaproponowano identyfikację i uwierzytelnianie kuponów RUM przy pomocy karty pamięciowej (karty pozwalającej na dokonanie jednokrotnego zapisu danych elektronicznych) stosowanej obecnie w systemie START funkcjonującym w województwie śląskim. Przyjęcie takiego rozwiązania wiązałoby się z wydaniem dodatkowych ponad trzydziestu milionów dokumentów. Mając na uwadze konieczność kierowania się

zasadą uzyskiwania najlepszych efektów z danych nakładów realizowane w ten sposób przedsięwzięcie w którym na pierwszym miejscu stawiana jest karta a nie funkcjonalność systemu realizowana w oparciu o ten dokument uzasadnionym jest twierdzenie o konieczności dokonania analizy innych możliwych do zastosowania rozwiązań. Jednym z przykładów jest wykorzystanie w pierwszym, przejściowym etapie dowodu osobistego obecnie obowiązującego wzoru. Ostateczny zakres informacyjny części graficznej i elektronicznej karty identyfikacyjnej uzależniony jest od przyjętego modelu architektury informacyjnej systemu informatycznego. W proponowanej koncepcji RUM II uwzględniono konieczność gromadzenia danych o dokumentach tożsamości przed wydaniem Karty Ubezpieczenia Zdrowotnego [5] sugeruje to, iż pacjent będzie zmuszony do posługiwania się dwoma dokumentami. Gromadzenie danych o dokumentach tożsamości w ramach RUM II spowoduje konieczność bieżącej ich aktualizacji wynikającej z naturalnych procesów wydawania dokumentów po raz pierwszy lub w wyniku utraty albo zmiany danych. Rozwiązanie takie wprowadza dodatkowy element ryzyka nadużyć ze względu na opóźnienia w aktualizacji danych o dokumentach tożsamości. Z danych statystycznych Centrum Personalizacji Dokumentów Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji wynika, iż na dzień pierwszy czerwca bieżącego roku przekazanych zostało do urzędów gmin ponad 34 570 tys. spersonalizowanych dokumentów. W ustawie [15] wymieniono dwa podstawowe dokumenty wymagane do identyfikacji pacjenta w systemie opieki zdrowotnej i są to dowód osobisty i paszport, które wydawane są zgodnie ze standardem obowiązującym dla dokumentów MRTD. Obydwa dokumenty są dokumentami podróży posiadającymi zestandaryzowany nadruk w polu MRZ, a więc możliwy jest ich odczyt przy pomocy czytników. Informacja o dokumentach paszportowych i dowodach osobistych znajduje się w rejestrach prowadzonych przez Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji (Ogólnokrajowa Ewidencja Wydanych i Unieważnionych Dowodów Osobistych oraz Centralna Ewidencja Wydanych i Unieważnionych Paszportów), który odpowiada za realizację projektu PESEL2 i PL.ID. Głównymi argumentami przemawiającymi za zastosowaniem dowodu osobistego obecnego wzoru jako karty pacjenta, są:

- Brak barier prawnych i formalnych w wydaniu dowodu osobistego każdemu obywatelowi bez względu na wiek,
- Dowód osobisty wydawany jest na podstawie danych gromadzonych w rejestrze,
- Poziom zabezpieczeń blankietu oraz wytworzonego dokumentu minimalizują możliwość podrabiania, przerabiania i nielegalnego ich wytwarzania,
- Nadruk danych zgodnie ze standardem ICAO 9303 dla dokumentu MRTD umożliwia automatyczną identyfikację karty w systemie informatycznym
- Zakończenie procesu wymiany książeczkowych dowodów osobistych na karty identyfikacyjne nowego wzoru.

5. Podsumowanie

Podobnie jak w przypadku całej infrastruktury informacyjnej państwa, również w obszarze funkcjonowania dokumentów publicznych można zaobserwować występowanie nadmiarowości w wydawaniu plastikowych kart będących nośnikami danych identyfikacyjnych. Przyczyną takiego stanu jest między innymi brak instytucji koordynującej w skali całego kraju procesy wydawania dokumentów publicznych. Przykładem dokumentu, którego pełna funkcjonalność nie jest wykorzystywana jest polski dowód osobisty. Wprowadzanie zestandaryzowanego nadruku w polu MRZ sprawia, że tak wytworzony dokument staje się materialnym nośnikiem danych do odczytu maszynowego, co umożliwia jego automatyczną identyfikację w każdym systemie informatycznym.

Wykaz materiałów źródłowych

Literatura

1. J. Oleński, *Infrastruktura informacyjna państwa w globalnej gospodarce*, Nowy Dziennik sp. z o. o. i Uniwersytet Warszawski, Wydział Nauk Ekonomicznych, Warszawa 2006.
2. P. Fajgielski, *Informacja w administracji publicznej – prawne aspekty gromadzenia, udostępniania i ochrony*, Poesscom, Wrocław 2007.
3. T. Stawecki, *Rejestry publiczne Funkcje instytucji*, Wydawnictwo Prawnicze LexisNexis, Warszawa 2005.

Opracowania koncepcyjne

4. Strategia wykorzystania zasobów informacyjnych przez NFZ oraz kierunki rozwoju systemu informatycznego NFZ na lata 2007 – 2010, Narodowy Fundusz Zdrowia, 2007.
5. Koncepcja systemu informatycznego Rejestru Usług Medycznych RUM II - www.nfz-warszawa.pl/download/swiadcze/Koncepcja_systemu_RUMII.pdf z dnia 3 czerwca 2008 roku.

Akty prawne

6. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 (Dz. U. nr 78, poz. 483 z pózn. zm.)
7. ustawa z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2000 r. nr 98, poz. 1071 z pózn. zm.)
8. ustawa z dnia 6 września 2001 o dostępie do informacji publicznej (Dz. U.

nr 112, poz. 1198 z pózn. zm.)
9. ustawa z dnia 22 stycznia 1999 r. o ochronie informacji niejawnych (Dz. U. z 2005 r. nr 196, poz. 1631 z pózn. zm.)
10. ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. z 2002 r. nr 101, poz. 926 z późn. zm.)
11. ustawa z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zdania publiczne (Dz. U. nr 64, poz. 565 z pózn. zm.)
12. ustawa z dnia 18 września 2001 roku o podpisie elektronicznym (Dz. U. z 2001 r. nr 130, poz. 1450 z późn. zm.)
13. ustawę z dnia 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną (Dz. U. z 2002 r. nr 144, poz. 1204 z póz. zm.)
14. ustawa z dnia 30 sierpnia 1991 r. o zakładach opieki zdrowotnej (Dz. U. z 2007 r. nr 14, poz. 89 z późn. zm.)
15. ustawa z dnia 27 sierpnia 2004 r. o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych (Dz. U. nr 210, poz. 2135 z późn. zm.)
16. ustawa z dnia 4 września 1997 r. o działach administracji rządowej (Dz. U. z 2007 r. nr 65, poz. 437 z późn. zm.)
17. ustawa z dnia 6 marca 1997 r. o zrekompensowaniu okresowego niepodwyższania płac w sferze budżetowej orz utraty niektórych wzrostów lub dodatków do emerytur i rent [Dz. U. z 2000 r. nr 23, poz. 294]
18. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 marca 2007 r. w sprawie Planu Informatyzacji Państwa na lata 2007 – 2010 (Dz. U. z 2007 r. nr 61 poz. 415)
19. ustawa z dnia 10 kwietnia 1974 r. o ewidencji ludności i dowodach osobistych (Dz. U. z 2006 r. nr 139 poz. 993 z późn. zm.)

Strony internetowe

20. www.egiodo.giodo.gov.pl/index.dhtml z dnia 4 czerwca 2008 roku

ROZDZIAŁ VII

STANDARYZACJA OPISU WYTYCZNYCH I ŚCIEŻEK KLINICZNYCH W KONTEKŚCIE PANEUROPEJSKIM

Roman BRONOWSKI

Poniższy tekst powstał na bazie rezultatów z analiz i testów prototypu systemu wykonanego w ramach projektu badawczo-rozwojowego „Zintegrowany system informacji medycznej o pacjencie" finansowanego z Sektorowego Programu Operacyjnego Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw, lata 2004-2006.

Wspomaganie procesu podejmowania decyzji medycznych

Trwająca przez ostatnie lata transformacja polskiego systemu opieki zdrowotnej wymusza na placówkach świadczących usługi zdrowotne coraz lepsze wykorzystanie środków finansowych, zasobów materialnych i ludzkich. Jednocześnie niezwykle dynamiczny rozwój nauk medycznych i technologii informacyjnych powoduje znaczny przyrost liczby doniesień naukowych istotnych dla skuteczności i jakości opieki medycznej. Szacuje się, że co tydzień przybywa kilka tysięcy takich doniesień. Z tego powodu specjaliści służby zdrowia nie są w stanie na bieżąco śledzić całej, ciągle uaktualnianej wiedzy medycznej. Jednocześnie od 3,5% do 16% hospitalizowanych pacjentów cierpi z powodu możliwych do uniknięcia zaniedbań i błędów w leczeniu, które są przyczyną dodatkowych powikłań, chorób, kalectwa lub nawet śmierci . Prawie połowa wszystkich błędów lekarskich wynika z braku informacji o historii leczenia pacjentów i o technologiach leczenia, które można zastosować dla konkretnego pacjenta.

Z drugiej strony, z dostępnością nie zawsze wiarygodnej wiedzy medycznej wiąże się obserwowany wzrost oczekiwań pacjentów wobec jakości służby zdrowia. Pacjenci zwykle dysponują wiedzą niefachową, zdobywaną najczęściej za pośrednictwem przekazów medialnych. Z tego tytułu występują coraz częstsze nieporozumienia pomiędzy pacjentami a lekarzami lub placówkami opieki zdrowotnej.

Wskazane powyżej czynniki powodują, że coraz bardziej konieczna staje się standaryzacja elektronicznych zapisów historii leczenia i procesów opieki zdrowotnej oraz efektywniejsze wykorzystanie w trakcie leczenia coraz bardziej wiarygodnej wiedzy medycznej gromadzonej w elektronicznych zasobach wiedzy. Stworzenie i uzgodnienie przynajmniej na szczeblu narodowym takich standardów i metod umożliwiających niewizualne przesyłanie danych o pacjencie i wiedzy medycznej w sposób uporządkowany i zapisany w formie procesu uaktywniłoby rynek inteligentnych systemów informacji medycznej o pacjencie (EHR – Electronic Health Records) wzbogaconych o możliwości procesowego wsparcia

lekarzy i innego personelu medycznego przy podejmowaniu przez nich decyzji klinicznych.

Jednym ze sposobów zwiększenia jakości opieki zdrowotnej jest upowszechnienie systemów i aplikacji wspomagania procesu podejmowania decyzji w procesie leczenia. Są to systemy, które w efektywny sposób i we właściwym czasie powinny dostarczać lekarzom i innemu personelowi medycznemu wiedzę kliniczną, adekwatną dla konkretnego pacjenta i jego problemów zdrowotnych. Celem stosowania takich systemów jest nie tylko zmniejszenie błędów lekarskich, ale również przyspieszenie i zwiększenie efektywności procesu leczenia, dodatkowo przy zmniejszonych kosztach opieki medycznej.

Problem braku wykorzystywania, już dzisiaj możliwych z technicznego punktu widzenia, systemów efektywnego wspomagania podejmowania decyzji medycznych istnieje nie tylko w Polsce. W 2006 roku Amerykańskie Stowarzyszenie Informatyków Medycznych (American Medical Informatics Assosiation - AMIA) opracowało mapę drogową ogólnokrajowej akcji rozwoju systemów wspomagania podejmowania decyzji przez personel medyczny (Clinical Decision Support – CDS). Zidentyfikowano trzy filary systemu wspierającego lekarzy:

1. Najlepsza wiedza medyczna dostępna wtedy, gdy jest potrzebna;
2. Szerokie rozpowszechnienie aplikacji wspomagania podejmowania decyzji i ich efektywne stosowanie;
3. Ciągły rozwój wiedzy medycznej oraz metod jej udostępniania.

Do czego dążymy

Cel, do którego dążymy, zaprezentowali twórcy amerykańskiej mapy drogowej w przykładzie leczenia Pani Agnieszki (przykład nieznacznie dostosowany do warunków polskich):

Pani Agnieszka, podobnie jak wiele innych 52-letnich mam, jest uczulona na punkcie swojego i swojej rodziny zdrowia. W czasie ostatniej wizyty u lekarza rodzinnego otrzymała od niego klucz programowy umożliwiający korzystanie z nowego systemu personalnego rejestru medycznego PHR (Personal Health Record) bezpośrednio ze swojego domowego komputera. Zarówno Agnieszka, jak i jej lekarz, doszli bowiem do wniosku, że funkcjonalność nowego systemu rejestrującego wszystkie przepisane lekarstwa, a także mogącego śledzić nieznaczny wzrost cholesterolu w jej organizmie oraz poziom cukru u jej męża, wspomoże w utrzymaniu ich zdrowia. Po wprowadzeniu w przychodni podstawowych danych personalnych oraz historii dotychczasowych badań, a następnie pierwszym zalogowaniu się do systemu już z domowego komputera Agnieszka otrzymała przypomnienie, że powinna wykonać badanie mammograficzne. Poprzez kliknięcie na klawisz wyrażenia zgody na takie badanie, do działu radiologicznego najbliższego szpitala został automatycznie wysłany komunikat z prośbą o przeprowadzenie badania. W odpowiedzi Agnieszka

otrzymała zaproszenie do szpitala na następną środę na godzinę 10:15. Ponieważ Agnieszka miała już wcześniej zaplanowane inne zajęcia, więc skorzystała z możliwości przekazania informacji, że może przyjechać w środę najwcześniej o 14:30. Dostała więc zaproszenie na 15:40, które potwierdziła.

Dodatkowo Agnieszka zauważyła, że może bezpośrednio ze swojego komputera otrzymać szczegółowy sposób dojazdu i dojścia do przychodni mammograficznej, a także uzyskać informację o najnowszych możliwościach diagnostycznych w wykrywaniu raka piersi. Szczególnie spodobało się jej wideo prezentujące dyskusję z światowej sławy profesorem, który wyjaśniał zalety przeprowadzania regularnych badań piersi w celu wykrycia ewentualnej choroby w jej wczesnym stadium. Ponieważ wideo było wykonane w ten sposób, że osobie oglądającej zdawało się, jakby profesor mówił specjalnie do niej, więc Agnieszka przekonała się jeszcze bardziej do konieczności przeprowadzenia badania i stawiła się o oznaczonej porze w szpitalu.

W czwartek rano Pani Nowak, lekarz rodzinny Agnieszki, po zalogowaniu się do systemu otrzymała, wraz z danymi o innych pacjentach, informację, że Agnieszka poddała się badaniu mammograficznemu. Tydzień później dostała informację, że wynik badania był pozytywny. Wraz z tą informacją uzyskała możliwość obejrzenia najnowszych informacji o możliwościach dalszego leczenia i przygotowała się do trudnej rozmowy telefonicznej z Agnieszką. Podczas rozmowy Agnieszka była wstrząśnięta, ale Doktor Nowak, mając dostępne wszystkie informacje i statystyki wyleczeń w podobnych przypadkach udało się załagodzić strach Agnieszki przed nieznanym. Doktor Nowak przy użyciu komputera umówiła Agnieszkę ze specjalistą wykonującą biopsję cienkoigłową piersi i kilka dni później otrzymała od niego wynik badania.

Agnieszka miała raka, ale w bardzo wczesnym stadium i istniało bardzo wysokie prawdopodobieństwo całkowitego wyleczenia. Doktor Nowak musiała przeprowadzić jeszcze raz trudną rozmowę z Agnieszką. W czasie rozmowy Doktor Nowak zaproponowała obejrzenie w systemie PHR rozmów z już wyleczonymi pacjentkami o podobnej diagnozie, co miało wpływ na nieznaczne zmniejszenie obaw Agnieszki. Na zakończenie rozmowy Doktor Nowak uzgodniła termin wizyty Agnieszki u specjalisty onkologa i wizyta ta została potwierdzona poprzez system PHR.

Przed wizytą u onkologa Agnieszka, korzystając z domowego komputera, wypełniła w systemie PHR kilka formularzy odpowiadając na osobiste pytania o jej preferencje i odczucia. Między innymi odpowiedziała na pytanie, czy istnieją jakieś przeciwwskazania, na przykład religijne, uniemożliwiające przeprowadzenie niektórych kuracji związanych z przetaczaniem krwi oraz czy, w razie konieczności, wstępnie skłonna by była poddać się operacji. Przeczytała również dodatkowe informacje o możliwej kuracji, o której miała rozmawiać z onkologiem. Podczas wizyty, posiadając już większość niezbędnych informacji, Agnieszka z onkologiem dość szybko uzgodnili plan kuracji polegający na naświetlaniach, chemioterapii oraz operacji chirurgicznej. Był to dość agresywny plan leczenia, ale wynikł on z faktu, że poprzednie badania krwi wykazały istnienia genetycznego ryzyka u Agnieszki. Onkolog był w stanie przedstawić Agnieszce to ryzyko na

odpowiednich diagramach i wykresach korzystając ze szpitalnego informatycznego systemu EHR. Zarekomendował też dwóm siostrom AB przeprowadzenie badań genetycznych i mammograficznych. Ponieważ jedna z nich była już zarejestrowana w systemie PHR więc takie zalecenie zostało jej od razu zapisane. Po wizycie lekarz onkolog zamówił, korzystając z systemu szpitalnego, wszystkie niezbędne badania oraz zapisał plan leczenia Agnieszki. W trakcie tej pracy, przez pomyłkę zaordynował chemioterapię z wykorzystaniem płynu fizjologicznego zamiast roztworu dekstrozy. System EHR natychmiast wychwycił tę pomyłkę i zwrócił uwagę onkologowi, że bazując na wynikach badań Agnieszki, jej wadze oraz wykrytym genetycznym ryzyku, zapisana kuracja jest ryzykowna. Lekarz poprawił swoją pomyłkę.

Agnieszka przyszła do szpitala dokładnie po 5 tygodniach od pierwszego zalogowania się do systemu PHR. Została ona przyjęta przez młodą panią doktor, która wpisała do systemu szpitalnego dodatkowe informacje oraz preferencje Agnieszki. Agnieszka poprosiła o środki nasenne, gdyż czuła się bardzo zdenerwowana. Lekarz skorzystała z końcówki systemu szpitalnego przy łóżku Agnieszki i zaordynowała popularny środek nasenny. Komputer od razu zwrócił uwagę, że przy czekającej Agnieszkę terapii środek ten jest ryzykowny i zaproponował inne leki, niestwarzające żadnego ryzyka. Właściwy środek, zaakceptowany przez lekarkę, został dołączony do listy lekarstw przeznaczonych dla Agnieszki, według której pielęgniarki miały je podawać w ściśle określonym czasie.

Wieczorem Agnieszka rozmawiała z prowadzącą pielęgniarką o symptomach żołądkowych, jakie u siebie stwierdziła w godzinę po przyjęciu lekarstw. Używając odpowiedniego formularza pielęgniarka wpisała te odczucia do systemu szpitalnego i uzyskała informację z bazy wiedzy o możliwych środkach przeciwdziałających stwierdzonym niedogodnościom i niekolidującymi z terapią. Po przyjęciu lekarstwa Agnieszka szybko zasnęła i obudziła się dopiero rano.

Każdego dnia pobytu w szpitalu Agnieszka widziała lekarzy i pielęgniarki używające komputery do wprowadzania informacji o przebiegu leczenia i uaktualniających przebieg jej leczenia. W czasie porannego obchodu lekarz prowadzący zawsze odwracał ekran komputera przy łóżku w stronę Agnieszki i wyjaśniał jej wyniki ostatnich badań oraz wynikające z nich zmiany w terapii. Sposób prezentacji tych informacji z wykorzystaniem wykresów i symulacji dalszego przebiegu leczenia zmniejszał obawy Agnieszki i umożliwiał rzeczywiste włączenie się jej w proces leczenia własnego organizmu.

Ostatniego dnia pobytu w szpitalu zażegnane zostało dodatkowe niebezpieczeństwo. Komputer zaalarmował, że istnieje niebezpieczny trend w pracy nerek Agnieszki w powiązaniu z wynikami badań krwi po chemioterapii. Bazując na bardziej szczegółowej analizie wyników badań lekarz zmniejszył dawkę niektórych leków, które Agnieszka miała przyjmować po opuszczeniu szpitala. Wysłał też informację o konieczności przeprowadzenia badań pracy nerek przy następnej wizycie w poradni.

Podczas dalszego leczenia po pobycie w szpitalu Agnieszka często korzystała z możliwości uzyskiwania informacji medycznych i profilaktycznych.

Używała również możliwości rozmowy z innymi pacjentkami posiadającymi podobne dolegliwości poprzez system PHR. W razie potrzeb do tych rozmów dopraszany był również lekarz.

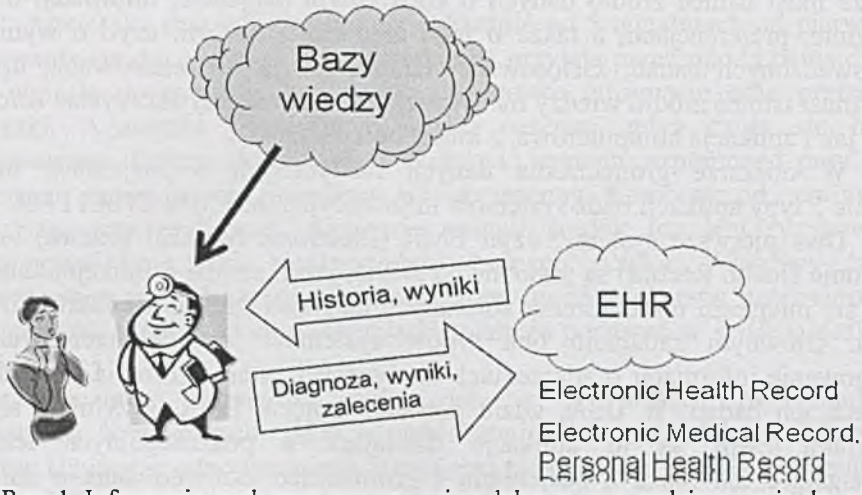
EMR, EHR, PHR

Podany wyżej przykład wskazuje na konieczność istnienia dwóch podstawowych źródeł informacji, którą powinien posiadać lekarz podejmując decyzję o sposobie leczenia pacjenta, a także z którego może korzystać system komputerowy wspierający podejmowanie decyzji przez personel medyczny. Po pierwsze musi istnieć źródło danych o konkretnym pacjencie, informacji o jego organizmie, preferencjach, a także o jego medycznej historii, czyli o wynikach przeprowadzonych badań, zastosowanej terapii, przyjętych lekarstwach, itp. Po drugie musi istnieć źródło wiedzy medycznej, z której mógłby skorzystać zarówno lekarz, jak i aplikacja komputerowa, z której on korzysta.

W obszarze gromadzenia danych medycznych o pacjentach można wyróżnić 3 typy aplikacji bądź systemów informacyjnych: EMR, EHR i PHR.

Dwa pierwsze systemy, czyli EMR (Electronic Medical Record) i EHR (Electronic Health Record) są podobne do siebie, jeżeli chodzi o funkcjonalność, a różnią się miejscem umieszczenia zbieranych danych i częściowo zakresem tych danych. Głównym zadaniem obu typów systemów jest dokumentowanie i katalogowanie informacji o zdarzeniach medycznych, stanie zdrowia pacjentów i wynikach ich badań. W USA, gdzie powstało pojęcie EMR, przyjmuje się, że aplikacjami EMR są to aplikacje działające u poszczególnych lekarzy, wspomagające ich pracę z pacjentami i gromadzące zarówno dane o zdrowiu pacjenta i zastosowanych procedurach medycznych, jak i informacje niezwiązane bezpośrednio z danymi o zdrowiu pacjenta, ale niezbędnymi do funkcjonowania placówki opieki medycznej. Systemy EHR gromadzą dane wyłącznie o stanie zdrowia i zdarzeniach medycznych poszczególnych pacjentów i mogą obejmować dane z wielu placówek opieki medycznej. Praktycznie rzecz biorąc właścicielami danych o pacjentach zgromadzonych w systemach EMR i EHR są właściciele tych systemów, czyli lekarze i placówki medyczne, chociaż formalnie rzecz biorąc właścicielem tych informacji powinien być pacjent. Oba te systemy zawierają informacje osobistą i prywatną o osobach i w związku z tym poufną. Dlatego też podlegają wielu etycznym i prawnym ograniczeniom w zakresie dostępu do tych danych oraz udostępnianiu ich innym osobom lub systemom informacyjnym. W USA obowiązuje ustawa Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) powstała w celu zapewnienia ochrony prywatności, bezpieczeństwa i elektronicznej wymiany danych służby zdrowia. Wszystkie placówki ochrony zdrowia, zakłady ubezpieczeń społecznych i dostawcy usług medycznych, którzy przetwarzają elektronicznie dane medyczne lub administracyjne, mają obowiązek stosować się do Ustawy. Jej celem jest ochrona prywatności i bezpieczeństwa elektronicznych danych medycznych.

Pojęcie PHR, czyli Personal Health Record, oznacza zupełnie inną jakość z punktu widzenia własności danych i możliwości decydowaniu o ich udostępnianiu. To pacjent posiada pełną kontrolę, jakie dane i komu chce udostępnić. Ma to swoje dobre i złe skutki. Z jednej strony przywracana jest zasada, że rzeczywistym właścicielem prywatnych danych o swoim zdrowiu staje się pacjent. Z drugiej jednak strony, ponieważ pacjent może zmieniać i ograniczać dostęp do danych, informacje te mogą być zafałszowane, nie tylko z powodu chęci ukrycia niektórych informacji, ale również z powodu niewiedzy, które dane są ważne, co może mieć wpływ zarówno na prowadzone statystyki ochrony zdrowia, jak i na medyczne badania naukowe.



Rys. 1. Informacja medyczna wspomagająca lekarza przy podejmowaniu decyzji medycznych

Do systemu EHR (EMR, PHR) zapisywane są wyniki badań diagnostycznych, zalecenia, lekarstwa, sposoby ich stosowania i inne ważne z medycznego punktu widzenia zdarzenia. Wszystkie te informacje wraz z wiedzą i doświadczeniem lekarza powinny zostać wsparte bardzo łatwo dostępną informacją z wiarygodnych baz wiedzy i stanowić podstawę dla podejmowania decyzji medycznych.

Wiedza medyczna

Dynamiczny rozwój nauk medycznych i technologii rozpowszechniania informacji powoduje, że lawinowo narasta ilość dostępnych nowych doniesień naukowych. Praktykujący specjaliści służby zdrowia nie są w stanie na bieżąco śledzić całej ciągle uaktualnianej wiedzy. Często posługują się wiedzą już przestarzałą, niedostosowaną do szybkiego postępu medycyny. Także ocena wiarygodności dostarczanej informacji jest niezwykle trudna.

Na świecie w ostatnich kilkunastu latach nastąpił dynamiczny wzrost liczby publikowanych badań i doniesień naukowych z dziedziny medycyny (co

tydzień przybywa ich kilka tysięcy). Dodatkowym czynnikiem komplikującym sytuację jest fakt, że tylko mała część tych publikacji dotyczy ważnych problemów medycznych, a ich wyniki są wiarygodne i mogą wpływać na decyzje kliniczne.

Należy jednak zauważyć, że w ostatnich kilkunastu latach dokonał się znaczny postęp w sposobie oceny wiarygodności doniesień medycznych, metodach szybkiej syntezy nowych danych z informacjami już dostępnymi oraz metodach kompleksowej oceny dostępnych danych naukowych (wraz z aspektami ekonomicznymi) i przetworzenia tych informacji w formę wiarygodnych wytycznych postępowania klinicznego.

Mimo łatwiejszego niż dawniej dostępu do coraz bardziej rzetelnej informacji powstaje trudny do ogarnięcia natłok tej informacji. Zaczynają pojawiać się wątpliwości związane z interpretacją, a co za tym idzie, z możliwością zastosowania w praktyce tak dużej ilości nowinek. Według badań brytyjskich przeciętny lekarz poświęca nie więcej niż pół do jednej godziny tygodniowo na zdobywanie nowej wiedzy, niezbędnej do efektywnego rozwiązywania aktualnych problemów klinicznych. Z drugiej strony lekarze deklarują potrzebę zasięgania nowej, istotnej informacji od kilku do kilkunastu razy w ciągu dnia pracy z pacjentem.

Tradycyjne źródła informacji, takie jak: wydawnictwa papierowe, zalecenia ekspertów, czy nabywana wiedza na wykładach są mało skuteczne. Również powyższa wiedza przekazywana elektronicznie, nawet rozprowadzana z wykorzystaniem Internetu w formie graficznej lub audiowizualnej nie spełnia swojej roli, jeżeli - tak jak jest obecnie - lekarz musi sam przeszukiwać bazy wiedzy i to jeszcze najczęściej w języku angielskim.

Wytyczne i ścieżki kliniczne

Jednym z coraz częściej stosowanym na świecie sposobem upowszechniania klinicznej wiedzy medycznej są wytyczne (guidelines). Rozumie się je jako systematycznie opracowywane zbiory rekomendacji dotyczące określonego problemu zdrowotnego, które stanowią narzędzie pomocne w procesie podejmowania decyzji. Pozwalają one na racjonalizację postępowania dotyczącego diagnostyki, leczenia i profilaktyki; są też narzędziem zapewniania wysokiej jakości świadczeń zdrowotnych. Dokumenty wytycznych są też często wykorzystywane przez studentów oraz nauczycieli akademickich w celach dydaktycznych. Opracowywane są zgodnie z zasadami EBM przez profesjonalne organizacje oraz wiodące ośrodki i czołowych specjalistów, zajmujących się danym problemem zdrowotnym w kraju.

Rozwinięciem wytycznych postępowania medycznego są ścieżki kliniczne (clinical pathways, care paths). Służą one optymalizacji usług świadczonych przez szpitale, zarówno pod względem medycznym, jak i ekonomicznym. Ścieżka kliniczna jest to interdyscyplinarny plan opieki medycznej tworzony lokalnie (np. dla szpitala) na podstawie wytycznej - z uwzględnieniem lokalnych potrzeb, możliwości oraz innych czynników, np. charakterystyk populacji pacjentów.

Definiuje ona szczegółowo niezbędne kroki postępowania (leczenie i pielęgnację pacjentów) rozłożone w czasie, czyli określa, w jaki sposób należy leczyć daną chorobę.

W placówce opieki medycznej rozróżniamy dwa typy ścieżek klinicznych: dla ogółu pacjentów z określoną diagnozą oraz dla pojedynczego pacjenta, dostosowaną do indywidualnych uwarunkowań - wieku, płci, innych schorzeń, przeciwwskazań, itp. Ten drugi typ ścieżki klinicznej określamy mianem planu leczenia pacjenta. Lekarz może w każdej chwili zejść ze ścieżki (planu leczenia), jeżeli wymaga tego dobro pacjenta.

Podsumowując powyższe można stwierdzić, że w krajowej opiece zdrowotnej powinny istnieć 3 poziomy wytycznych i ścieżek klinicznych:

1. krajowe wytyczne opracowywane przez zespoły specjalistów z poszczególnych dziedzin na podstawie własnej wiedzy medycznej oraz tej zgromadzonej w międzynarodowych i krajowych medycznych bazach wiedzy,
2. ścieżki kliniczne opracowane na szczeblu placówki medycznej lub ich sieci na podstawie odpowiedniej wytycznej krajowej (lub na podstawie własnej wiedzy autorów i międzynarodowych baz wiedzy, gdy wytyczna krajowa dla danego problemu zdrowotnego nie istnieje),
3. plan leczenia opracowany dla konkretnego pacjenta na podstawie ścieżki klinicznej danej placówki.

Wytyczne postępowania medycznego

Wytyczne postępowania medycznego stanowią pomost pomiędzy literaturą medyczną a praktyką lekarską. W literaturze anglojęzycznej, dostarczającej większość obecnej wiedzy medycznej, wytyczna postępowania medycznego nazywana jest jako *medical guideline*, *clinical guideline*, *clinical protocol* lub *clinical practice guideline*. Wytyczna jest opisem lub zaleceniem skierowanym do praktykujących lekarzy, ale także do pacjentów i stanowi propozycję postępowania o udowodnionej lub uznanej skuteczności w konkretnych uwarunkowaniach medycznych.

Stosowanie wytycznych w praktyce medycznej posiada wiele udowodnionych zalet, ale również wprowadza pewne niebezpieczeństwa. Wstępna analiza, zarówno zalet, jak i zagrożeń, pozwoliła wyodrębnić niezbędne elementy kompletnego systemu tworzenia, zarządzania i publikowania wytycznych, które są kluczowe dla ich efektywnego wdrożenia w Polsce i które należy przebadać i naukowo opracować. Na podstawie tej analizy wybrano zadania, ułożono harmonogram realizacji projektu i przydzielono odpowiednie zasoby projektowe do realizacji poszczególnych zadań.

Do zalet stosowania wytycznych można zaliczyć:

- Zmniejszenie zakresu interpretacji jednostkowych doniesień naukowych, co przekłada się na zmniejszenie nadmiernego zróżnicowania praktyki lekarskiej,

- Ułatwienie korzystania z aktualnej wiedzy medycznej,
- Wspomaganie procesu podejmowania decyzji klinicznej,
- Promowanie dobrej praktyki lekarskiej opartej na dowodach naukowych i szerokim konsensusie ekspertów,
- Wprowadzanie zabezpieczeń przed prawnymi następstwami niepowodzeń terapeutycznych w przypadku postępowania zgodnego z wytycznymi,
- Optymalizacja kosztów związanych z udzielaniem świadczeń zdrowotnych,
- Eliminowanie metod nieskutecznych lub o nieudowodnionej skuteczności,
- Poprawa relacji lekarz-pacjent poprzez lepsze zrozumienie przez pacjenta procesu leczenia.

Potencjalne zagrożenia stosowania wytycznych postępowania medycznego wynikają głównie z tego, że mogą być błędne lub niepełne, co może skutkować komplikacjami zdrowotnymi dla konkretnego pacjenta. Niewłaściwa jakość wytycznych może być spowodowana różnymi czynnikami. Są to przede wszystkim:

- Błędne lub niewłaściwie sprawdzone dane kliniczne, na bazie których wytyczne były tworzone,
- Błędy autorów spowodowane brakiem konkretnej wiedzy lub doświadczenia,
- Niewłaściwa organizacja procedury tworzenia i sprawdzania jakości wytycznych przez interdyscyplinarny zespół fachowców,
- Niewłaściwie zastosowane proporcje pomiędzy względami medycznymi, a kosztowymi,
- Brak definicji wszystkich możliwych wariantów dla poszczególnych czynności, które mogą mieć zastosowanie dla konkretnego pacjenta.

Wytyczne postępowania medycznego stosowane są w niektórych krajach od wielu lat. Procedury ich tworzenia i aktualizacji różnią się w zależności od kraju i organizacji opieki medycznej, ale wszędzie można zauważyć duży postęp w jakości ich przygotowywania i dystrybucji, jaki nastąpił w ostatnich kilkunastu latach, głównie z uwagi na rozwój Internetu i Medycyny Opartej na Dowodach Naukowych EBM.

Obecnie w procesie przygotowywania wytycznych może być wykorzystywanych znacznie więcej niż jeszcze kilkanaście lat temu danych źródłowych pochodzących z badań klinicznych, których wiarygodność łatwiej jest też ocenić. Również znalezienie wytycznej odpowiedniej do problemu z jakim się spotyka lekarz w trakcie procesu leczenia konkretnego pacjenta jest dzisiaj znacznie ułatwione. Na świecie istnieje wiele internetowych zbiorów wiedzy klinicznej i wytycznych, z których lekarze mogą korzystać. Zbiory te można podzielić na 3 zasadnicze grupy:

- Biblioteki gromadzące wszystkie opublikowane badania kliniczne o ustalonej wiarygodności zgodnej z zasadami EBM, np. biblioteka Cochrane, do której darmowy dostęp mają wszyscy polscy lekarze,

- Biblioteki wytycznych postępowania medycznego, gromadzące wytyczne tworzone w wielu krajach na poziomie narodowym lub regionalnym,
- Specjalizowane wyszukiwarki internetowe (medical guideline clearinghouse) umożliwiające szybkie przeszukiwanie różnych bibliotek wytycznych i wyświetlanie informacji zbiorczych dotyczących konkretnych przypadków medycznych.

Niestety, mimo dużej liczby dostępnych poprzez Internet wytycznych postępowania medycznego (w niektórych krajach jest ich od kilkuset do kilku tysięcy), praktyczne wykorzystanie wiedzy tam zawartej jest znacznie poniżej oczekiwań. Wynika to z dwóch podstawowych powodów:

- Znakomita większość dostępnych wytycznych jest publikowana w języku angielskim, co oznacza, że w najlepszej sytuacji są kraje angielskojęzyczne;
- Ponadto, nie zdefiniowano do tej pory wytycznych, uwzględniających potrzeb polskich placówek ochrony zdrowia;
- Proces wyszukiwania i publikowania właściwej informacji jest jeszcze zbyt mało efektywny co jest przyczyną tego, że lekarze niezbyt chętnie z nich korzystają w trakcie podejmowania decyzji klinicznych.

W znakomitej większości informację trzeba wyszukiwać wypełniając przy użyciu klawiatury odpowiednie pola na ekranie lub wskazując na odpowiednich listach poszczególne składniki zapytania. Znalezioną informację w różnej postaci, bardziej lub mniej zestrukturalizowanej, lekarz może odczytać na ekranie wyszukując jej najistotniejsze fragmenty, dotyczące konkretnego przypadku klinicznego lub po prostu wydrukować na papierze. Nie istnieją jeszcze możliwości automatycznego lub półautomatycznego podpowiadania lekarzowi opcji leczenia i przekazywanie dodatkowych informacji wyjaśniających, na podstawie historii leczenia pacjenta i wprowadzanych nowych danych o aktualnej jego sytuacji i objawach. W tym względzie spotyka się jedynie wycinkowe rozwiązania jednostkowe, które nie wskazują na istnienie kompleksowych rozwiązań w zakresie wytycznych i ścieżek klinicznych. Wynika to głównie z braku jednolitych standardów i formatów wymiany informacji pozyskiwanych z wytycznych zgromadzonych w różnych repozytoriach, jak również z wymiany informacji pomiędzy repozytoriami i specjalizowanymi aplikacjami szpitalnymi wspierającymi lekarza podczas jego pracy klinicznej. Opracowanie i przyjęcie takich standardów na poziomie krajowym i w konsekwencji doprowadzenie do uzgodnień na poziomie międzynarodowym, przyczyniłoby się do:

- Znacznie łatwiejszego i tańszego zaprojektowania nowych ogólnokrajowych repozytoriów wytycznych postępowania medycznego dla poszczególnych obszarów opieki zdrowotnej,
- Rozwoju rynku modułów programowych i nowych rozwiązań systemów szpitalnych typu EHR wykorzystujących wytyczne do merytorycznego wspierania lekarzy przy podejmowaniu przez nich decyzji klinicznych.

Ścieżki kliniczne

Ścieżki kliniczne stanowią rozszerzenie wytycznych postępowania medycznego. Określają one kiedy, gdzie, jak i co należy wykonać, a więc opisują one cały proces kliniczny, który może obejmować również oprócz procesu leczenia, diagnozę oraz opiekę poszpitalną. Ich tworzenie musi obejmować dwa różne rodzaje modelowania:

- *Modelowanie procesu*, w ramach którego nazwane i sklasyfikowane czynności są zbierane i ewentualnie układane w procesy, z możliwością wykonywania pewnych czynności równolegle z innymi, których kolejność jest ściśle określona. Warto nadmienić, że niektóre ścieżki mogą być wykonywane alternatywnie w zależności od wyniku wcześniejszej czynności lub oceny sytuacji przez człowieka. Są to tzw. „punkty decyzyjne" w ścieżce klinicznej. W sensie procesu pracy, czynności mogą być prostymi czynnościami podstawowymi lub podprocesami, dekomponowanymi na kolejne zbiory czynności.
- *Modelowanie czynności*, w ramach którego można modelować szczegółowo czynności podstawowe. Modele muszą opisywać zarówno aspekty operacyjne, dotyczące delegowania czynności systemom lub placówkom zewnętrznym oraz wymagania przechwytywania danych łącznie ze stosowaniem dobrze zdefiniowanej semantyki każdej pojedynczej danej, która ma być zebrana, na przykład poprzez zastosowanie systemów klasyfikacji i terminologii.

Wprowadzenie komputerowo obsługiwanych ścieżek klinicznych przy leczeniu pacjentów, niesie za sobą liczne korzyści.

- Badania kliniczne wskazują, że ścieżki optymalizują usługi medyczne świadczone przez szpitale, zarówno pod względem medycznym, jak i ekonomicznym.
- Bazując na najlepszej dostępnej wiedzy, ścieżki kliniczne ustalają kolejność czynności, które są odpowiednie dla wszystkich pacjentów z danej grupy, niezależnie od lekarza sprawującego opiekę, przy czym każdy z lekarzy może zmieniać zaproponowaną terapię.
- Ścieżki kliniczne koordynują pracę różnych specjalistów przez określenie nie tylko kolejności działań, które będą wykonywane, ale także odpowiedzialności za każde z nich.
- Liczne badania prowadzone w różnych krajach wskazują, że stosowanie ścieżek klinicznych redukuje długość pobytu pacjenta w szpitalu i zmniejsza ilość przeprowadzonych badań, co powoduje zmniejszenie kosztów leczenia.
- Ścieżki kliniczne umożliwiają zdefiniowanie planu opieki nad pacjentem z określoną diagnozą. Przez oparcie swej strategii na najlepszej dostępnej wiedzy (EBM) oraz przez określenie odpowiedzialności i udziału jednostek ochrony zdrowia dostarczają specjalistom również prawnego bezpieczeństwa.

- Od momentu objęcia pacjenta szczegółowo rozplanowaną ścieżką kliniczną specjaliści mogą informować pacjenta i jego rodzinę nie tylko o planowanych na każdy dzień działaniach, ale i dalszych planach placówki służby zdrowia wobec pacjenta.
- Poprzez dostarczenie całościowego obrazu planu opieki nad pacjentem i procesu decyzyjno-wykonawczego, bazujących na najlepszej aktualnej dostępnej wiedzy, ścieżki kliniczne są bardzo wartościowym narzędziem edukacyjnym dla studentów i lekarzy stażystów.
- Dokumentacja dotycząca ścieżki klinicznej pozwala na prostą i systematyczną rejestrację danych o przebiegu leczenia, która włączana jest do archiwum medycznego pacjentów.
- Poprzez ustalenie wspólnej struktury, która spowoduje, że poziom opieki zdrowotnej w różnych instytucjach będzie jednolity i porównywalny, ścieżki kliniczne pozwalają na badanie i rozwój efektywności procedur.
- Technicznym atutem jest możliwość szybkiego ostrzegania przed zagrożeniami. Alarm może zostać wysłany w przypadku, gdy system wykryje na przykład bardzo złe wyniki badań lub fakt, że pacjent ma alergię na przepisany przez lekarza środek. Taka informacja może być przekazana w sposób bezpośredni do odpowiedniej osoby lub za pomocą maila lub SMS, w zależności jak ważna jest ta wiadomość.
- Dzięki zapisowi historii leczenia pacjenta, system informatyczny może zapobiec powielaniu pewnych badań, a ich wynik zostanie zachowany w pamięci. Taki mechanizm zapewnia możliwość szybkiego transferu danych między dwoma placówkami zdrowia. Podobnie ma się sprawa z receptami, które mogą być przesyłane bezpośrednio do apteki, co zapobiegnie pomyłkom i oszustwom (tzw. e-prescription). Jak wykazały badania, recepty generowane przy pomocy komputera zawierają trzy razy mniej pomyłek i błędów, co ma istotne znaczenie dla jakości procesu leczenia i dla kosztu opieki medycznej.
- Dodatkową własnością może być zdolność interpretacji wyników pewnych badań, jak na przykład prześwietleń rentgenowskich. System mógłby automatycznie alarmować o pewnych odchyleniach od normy i nieprawidłowościach, a także typować wstępna diagnozę.
- Personel medyczny, który dzięki wykorzystywaniu specjalizowanych systemów informatycznych zostanie odciążony od wykonywania pewnych rutynowych czynności, będzie mógł dokładniej zająć się pacjentem, przez co może istotnie wzrosnąć jego zadowolenie z jakości usług medycznych. Może to też wpłynąć na skrócenie czasu oczekiwania na wykonanie usługi medycznej w placówkach służby zdrowia oraz na prawdziwość postawionej diagnozy.

Warto jednak mieć na względzie fakt, że system medyczny bazujący na ścieżkach klinicznych niesie za sobą także pewne zagrożenia:

- Prawdopodobnie pierwszym zagrożeniem, na które napotka proces wdrażania ścieżek klinicznych na swojej drodze, będzie nieufność części

personelu służby zdrowia do tego rozwiązania. Po pierwsze, stosowanie ścieżek może być traktowane przez niektórych lekarzy jako chęć nadzoru nad ich pracą, która do tej pory była znacznie mniej audytowalna. Po drugie, w przypadku pewnej części pracowników może wystąpić niechęć do nauki obsługi komputerów i wszelkich innych wymaganych urządzeń związanych z wprowadzeniem technologii ścieżek medycznych.

- Poważne niebezpieczeństwo stanowiłaby sytuacja, kiedy to lekarze bezgranicznie zawierzyliby systemowi ścieżek klinicznych i zupełnie wyłączyliby swoją aktywność z rzeczywistego procesu podejmowania decyzji. Mogłoby to mieć złe konsekwencje, gdyby rozpatrywany był jakiś wyjątkowy przypadek. Maszyna kierując się ograniczoną liczbą wytycznych, automatycznie mogłaby go przydzielić do grupy chorób o podobnych objawach. Taka sytuacja niosłaby za sobą kolejne problematyczne, aczkolwiek bardzo istotne pytanie, a mianowicie kto ponosi odpowiedzialność za błąd maszyny? Oczywista w tym miejscu jest ostateczna decyzyjność lekarza. Jest to oczywistość wynikająca z cechy systemów wspomagania podejmowania decyzji. W tym przypadku systemy te mają wyłącznie wspomagać, a nie zastępować człowieka w podejmowaniu decyzji.
- Dodatkowym ryzykiem jest stosunek społeczeństwa do faktu, iż decyzje na temat ich zdrowia są podejmowane w dużej mierze przez maszyny i to one stawiają diagnozę oraz kierują pacjenta na ewentualne dalsze badania. Z cała pewnością zadziałają tutaj mechanizmy społeczne związane z niechęcią do nadmiernej algorytmizacji procesów leczenia i ich automatyzacji. Wydaje się jednak, ze niechęć ta może być skutecznie zniwelowana faktem, iż każda decyzja medyczna jest ostatecznie zatwierdzana przez człowieka.

Aplikacje obsługujące w codziennej praktyce medycznej ścieżki kliniczne muszą być zintegrowane z systemami teleinformatycznymi obsługi danej placówki, czyli z systemami EHR. W dotychczas produkowanych i sprzedawanych w Polsce oraz stosowanych w szpitalach systemach informatycznych przeważa funkcjonalność związana z tzw. szarą sferą działalności, czyli z procedurami administracyjno-rozliczeniowymi. Moduły obsługi ścieżek klinicznych stanowią natomiast część białą (medyczną) systemów. Ich rozwój i wprowadzenie do oferty producentów aplikacji medycznych jest uwarunkowane dostępnością krajowych wytycznych medycznych, i to zapisanych w centralnym lub regionalnym repozytorium w postaci umożliwiającej automatyczne ich pobieranie przez oprogramowanie komputerowe.

Standardy i repozytorium wytycznych i ścieżek postępowania medycznego

Ogromne znaczenie repozytorium wytycznych dla budowy i rozwoju wszystkich aplikacji wspomagania podejmowania decyzji w opiece zdrowotnej widać również w planach rozwoju tej dziedziny informatyki medycznej w Stanach

Zjednoczonych. Amerykańskie Stowarzyszenie Informatyków Medycznych w opublikowanej w 2006 r. mapie drogowej narodowej strategii rozwoju systemów wspierających podejmowanie decyzji wymienia dwa strategiczne cele pierwszego z filarów „Najlepsza wiedza medyczna dostępna wtedy, gdy jest potrzebna", o których wspomniano poprzednio, a mianowicie:

A. Opracować standardy formatów zapisu wiedzy medycznej oraz interwencji systemu wspierania podejmowania decyzji (zarówno wizualnych, jak i niewizualnych) tak, aby różni specjaliści medyczni mogli rozwijać tę wiedzę i zapisywać ją w taki sposób, żeby zewnętrzni odbiorcy tej wiedzy mogli ją łatwo zrozumieć, ocenić i wykorzystać.
B. Gromadzić, porządkować i dystrybuować wiedzę medyczną z wykorzystaniem jednego lub więcej systemów, w których użytkownicy mogliby łatwo znajdować potrzebne treści i pobierać je do własnych systemów informacyjnych i procesów.

Podstawowym problemem, w praktyce nierozwiązanym do tej pory w żadnej narodowej strukturze organizacyjnej publicznej służby zdrowia w Europie, jest opracowanie takiego sposobu zapisu wiedzy medycznej w postaci wytycznych elektronicznych, aby:

1. Mogły być one tworzone i zarządzane przez wiele grup specjalistów rozproszonych terytorialnie,
2. Umożliwiały na ich podstawie zdalne tworzenie ścieżek klinicznych zapisanych w postaci takiej definicji procesów biznesowych, która umożliwiałaby zapewnienie właściwości ich niezbędnej modyfikowalności i dynamizmu na etapie wykonywania instancji procesu (są to tzw. dynamiczne procesy biznesowe),
3. Umożliwiały stosowanie otwartych standardów, umożliwiających wymianę wiedzy z różnymi repozytoriami wytycznych i ścieżek klinicznych oraz automatyczną dystrybucję wiedzy bezpośrednio do zewnętrznych systemów informacyjnych obsługujących poszczególne placówki opieki medycznej lub ich grupy.

Realizacja powyższego celu wymaga podjęcia zdecydowanych kroków w celu ustalenia zestawu standardów umożliwiających wymianę danych medycznych o pacjencie, jak i wymianę wiedzy medycznej w różnej postaci. Okazuje się, że dotychczasowe rezultaty międzynarodowej standaryzacji w tych dwóch obszarach nie spełniają oczekiwań z dwóch całkiem przeciwstawnych powodów. W obszarze wymiany danych medycznych o pacjencie w ramach systemów typu EHR jest zbyt wiele niekompatybilnych z sobą standardów, a w dziedzinie wymiany wiedzy medycznej takich standardów jeszcze brakuje.

Spośród wielu (ponad 350 na świecie) inicjatyw i organizacji standaryzacyjnych w obszarze EHR, siedem z nich uznaje się przez specjalistów europejskich jako dominujące. Są to:

- ISO - International Organisation for Standardisation, najważniejsza organizacja standaryzacyjna na świecie;
- CEN - European Committee for Standardisation, najważniejsza organizacja standaryzacyjna w Europie;

- IHTSDO - International Health Terminology Standards Development Organisation, właściciel najbardziej rozpowszechnionej usystematyzowanej nomenklatury medycznej SNOMED;
- HL7 - Health Level 7, twórca najszerzej stosowanych na świecie standardów dla zapisu i przesyłania danych medycznych;
- DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine, standard de facto dla przesyłania obrazów medycznych;
- OpenEHR – najbardziej obiecująca inicjatywa "open source";
- IHE - Integrating the Healthcare Enterprise, najbardziej rozpowszechniona inicjatywa interoperacyjności systemów eHealth.

Prawdę powiedziawszy, gdyby nie normy opracowane w CEN, można by było mówić o jednym dominującym zestawie standardów, a mianowicie o amerykańskim HL7, przyjętym częściowo jako normy ISO. Niestety z powodu zupełnie innej filozofii podejścia do standaryzacji danych medycznych w normach CEN (głównie z rodziny EN 13606), są one trudne do zastosowania w praktyce i nie istnieje łatwa możliwość tworzenia interfejsów pomiędzy aplikacjami opartymi na HL7 i CEN. Na szczęście problem ten został zauważony również w innych niż w polskim projekcie i w sierpniu 2007 r. z inicjatywy ISO została utworzona grupa robocza składająca się z przedstawicieli ISO, CEN i HL7, mająca na celu harmonizacje obu zestawów standardów lub ułatwienie wymiany danych pomiędzy systemami pracującymi zgodnie z HL7 i CEN.

Jednakże bazując na doświadczeniach różnych innych inicjatywach standaryzacyjnych nie należy się raczej spodziewać żadnych praktycznych wyników tej inicjatywy w ciągu najbliższych miesięcy, a nawet 2-3 lat. Z doświadczeń projektu polskiego wynika, że łatwiejszym i tańszym do wdrożenia (nawet znacznie) jest rodzina standardów HL7 Level 3, ale z uwagi na to, że w najbliższych latach systemy informacyjne wspomagające polską służbę zdrowia będą dofinansowywane przez Unię Europejską, wybór standardu dla polskiego systemu opieki zdrowotnej w dziedzinie wymiany danych medycznych pozostaje otwarty. Wydaje się, że problem ten powinien zostać jak najszybciej rozwiązany i odpowiednie ustalenia, po poważnych konsultacjach z CEN i ISO, podjete.

Problem standaryzacji zapisu i przesyłania wiedzy medycznej w różnej postaci jest zupełnie inny. Istnieje tu kilka niepowiązanych z sobą inicjatyw i systemów, ale mamy tu do czynienia raczej z brakiem standardów, a nie z ich nadmiarem. Dlatego też można i należy przedsięwziąć inicjatywy w tej dziedzinie, gdyż, jak widać z planów amerykańskich, bez opracowania standardowych formatów reprezentacji wiedzy medycznej oraz jej dystrybucji kanałami niewizualnymi, nie jest możliwy dalszy rozwój rynku aplikacji wspomagających podejmowanie decyzji w opiece zdrowotnej. Opracowane standardy będą podstawą dla producentów aplikacji dla placówek medycznych w tworzeniu funkcjonalności wspierającej lekarzy w podejmowaniu decyzji medycznych, a ich systemy zawierające tę funkcjonalność będą bardziej konkurencyjne również na międzynarodowym rynku. Na szczęście takie inicjatywy się pojawiają, również w powiązaniach międzynarodowych. Przykładem instytucji, która zajęła się poważnie

tym zagadnieniem jest, na przykład, Wojskowa Akademia Techniczna, posiadająca doświadczenia w problematyce systemów wspomagających procesy podejmowania decyzji.

ROZDZIAŁ VIII

WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII TELEINFORMATYCZNEJ W SŁUŻBIE ZDROWIA NA PRZYKŁADZIE SYTEMU MSI[1]

Piotr FUGLEWICZ, Zdzisław SZYJEWSKI

Wprowadzenie

Zastosowanie komputera w działalności gospodarczej wspomaga i zwiększa efektywność procesów gospodarczych, poprzez przyspieszenie procedur, podniesienie jakości licznych operacji oraz umożliwia operowanie na większych zasobach informacyjnych[5]. Sieć komputerowa i nowe możliwości wynikające z jej zastosowania, powodują skokowy przyrost zmian w procesach gospodarczych. Obecnie obserwujemy etap technologii informatycznej z sieciami komputerowymi wraz z metasiecią, jaką jest Internet, gdzie przedmiotem gospodarowania staje się informacja.[2] Należy zwrócić uwagę na wiele istotnych różnic mających wpływ na nowe warunki gospodarowania. Dobre wykorzystanie tych różnic stwarza szanse na zwiększenie konkurencyjności, sprawności i efektywności działania niezależnie czego dotyczy obszar zastosowania nowych technologii.

Rozwój Internetu i dynamika wzrostu była zaskoczeniem dla wszystkich. Odnotowujemy dalszy dynamiczny przyrost ilości użytkowników, mimo okresowych załamań wynikających z osłabienia tempa wzrostu gospodarczego. Polska jest przykładem, gdzie wzrastającą ilość użytkowników Internetu stwarza nowe warunki gospodarowania, które nie są wykorzystywane w pełni z powodu różnych innych uwarunkowań ekonomicznych, z których wysokie ceny usług telefonicznych i relatywnie niska dostępność do zasobów sieciowych przeciętnego

[1] System powstał w ramach projektu pn Opracowanie oraz wytworzenie elastycznego i skalowalnego „Medycznego Systemu Informatycznego" MSI zrealizowanego przez Asseco Poland SA w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw, lata 2004-2006, Priorytet 1 Rozwój Przedsiębiorczości i wzrost innowacyjności poprzez wzmocnienie instytucji otoczenia biznesu, Działanie 1.4 Wzmocnienie współpracy między sferą badawczo-rozwojową a gospodarką

[2] Podobne rozważania w odniesieniu do zmiany metod zarządzania w kolejnych etapach rozwoju cywilizacji można znaleźć w pracy [3]

mieszkańca, jest wymieniana w pierwszej kolejności. Należy uznać, że rozszerzająca się dostępność do zasobów jest tendencją stałą i w podejmowanych działaniach rozwojowych należy uwzględniać powszechny dostęp do Internetu. Coraz powszechniej mówi się o społeczeństwie wiedzy, czyli o sytuacji gospodarczo-społecznej, gdzie zgromadzone w zasobach komputerowych dane stanowią istotną wartość gospodarczą i przedmiotem gospodarowania stanie się informacja i wiedza w miejsce dominujących obecnie wartości materialnych [1].

Liczne statystyki[3] pokazują stały wzrost liczby osób mających dostęp do zasobów sieci Internet. Interesujące jest również to, że blisko połowa osób mających dostęp do sieci to ludzie młodzi, czyli w wieku do 30 lat. Pozwala to wnioskować, że obserwowane zmiany maja charakter stały i w miarę dorastania obecnych użytkowników Internetu, tendencja korzystania z technologii informatycznych będzie wzrastać. Stanowi to bardzo istotną zmianę kulturową i powstaje nowa sytuacja nie bez wpływu na procesy gospodarowania i funkcjonowania społeczeństwa.

Informatyka w służbie zdrowia

Szczególnym obiektem zastosowań i wykorzystania nowych technologii teleinformatycznych jest opieka zdrowotna i procesy wykonywane w tym obszarze. Procesy realizowane w ramach ochrony zdrowia, tylko częściowo, w obszarze administracyjnym, są podobne do procesów gospodarczych i tam można stosować rozwiązania analogiczne, jak w zastosowaniach gospodarczych. Procedury leczenia charakteryzują się inną specyfiką i w związku z tym wymagają innego podejścia w pracach zmierzających do informatyzacji. Technologie teleinformatyczne powinny wspomagać te aktywności, które są istotne z punktu widzenia sprawności i podniesienia efektywności procedur leczenia pacjenta.

Elementami specyficznymi dla procedury leczenia[4] a możliwymi do efektywnego teleinformatycznego wspomagania są:

- przechowywanie historii leczenia,
- szybki dostęp do wyselekcjonowanej informacji,
- wspomaganie podejmowanych decyzji,
- mobilny dostęp do informacji historycznych,
- lingwistyczne wspomaganie,
- integracja różnych zasobów informacyjnych
- podniesienie sprawności kontaktu lekarza z pacjentem.

---

[3] Patrz badania OBOP, SMG/KRC, BiznesNet.pl, PC Kurier 18/2000 czy też badania Akademii Ekonomicznej
w Krakowie

[4] Pomijamy tutaj wykorzystanie informatyki i technologii informatycznej w procesie diagnozowania, gdzie wspomagana jest praca lekarza w procesie leczenia pacjenta.. Ten obszar wykorzystania informatyki doprowadził do rozwoju obszernej dziedziny zastosowań zwanej systemy ekspertowe, doradcze i stanowi nowy dział informatyki i jej zastosowań.

Proces leczenia jest procesem długotrwałym i realizowanym w cyklach nieregularnych spotkań lekarza z pacjentem. Oczywiście w zależności od stanu pacjenta i formuły leczenia (szpitalne, zabiegowe, okresowe), struktura procesu będzie bardzo różnorodna, stąd trudno szukać tutaj analogii do informatyzowanych procesów gospodarczych[5]. W procesie leczenia mamy do czynienia z bardzo ważną wiedzą historyczną i wpływem jej na aktualnie podejmowane działania. Historia ta powinna być gromadzona i w zależności od aktualnych potrzeb konieczny jest szybki, wyselekcjonowany dostęp do wybranych danych z tej historii. Gromadzenie historii choroby i sposobu leczenia sprowadza się do gromadzenia danych, różnorodnych w sensie struktury i postaci. Od prostych danych tekstowych, liczbowych poprzez sygnały, wykresy do skomplikowanych obrazów i zdjęć, danych powiązanych między sobą i gromadzonych w różnych formatach i miejscach. Szybki i selektywny dostęp do potrzebnych danych, nie tylko podnosi sprawność procesu leczenia, ale również w sposób znaczący wpływa na jakość wyników leczenia.

Obserwacje i rejestracja danych są zatem podstawą rozwoju wiedzy medycznej[1]. Dzięki agregacji i analizie statystycznej zbiorów danych zebranych od dużych grup pacjentów możliwe jest wspieranie klinicznych badań naukowych i zdobywanie nowej wiedzy[4]. Gromadzenie danych to również jeden z mechanizmów komunikacji pomiędzy lekarzami, pielęgniarkami, terapeutami, technikami medycznymi, farmaceutami oraz innym personelem. Do podstawowych celów gromadzenia danych medycznych zaliczyć można:

- zapewnianie i dobór właściwej terapii poszczególnym pacjentom,
- wspomaganie rozwoju medycyny,
- ułatwianie komunikacji pomiędzy dostawcami usług medycznych,
- przewidywanie przyszłych problemów zdrowotnych i edukacja pacjentów,
- ewidencja rutynowych działań profilaktycznych,
- obserwacje tendencji pewnych zjawisk i identyfikacje anomalii.

Wykorzystanie technologii teleinformatycznej pozwala na sprawne gromadzenie bardzo różnorodnych danych szczegółowych, bez podnoszenia pracochłonności i dodatkowego angażowania personelu medycznego. Dane te zbierane są w trakcie procesu analizy, wykonywanych badań i procesu leczenia w sposób automatyczny. Dostęp lekarza do odpowiednio wyselekcjonowanych, wcześniej zgromadzonych danych, pozwala na podniesienie jakości i sprawności podejmowanych decyzji. Dane te mogą być gromadzone w różnych miejscach ich powstania i technologia teleinformatyczna gwarantuje szybki, mobilny dostęp do nich z dowolnego miejsca.

Różnorodność danych, ich skomplikowana struktura, niski stopień standaryzacji, zmusza do wspomagania lingwistycznego, gdyż większość danych jest gromadzona w postaci opisów słownych, które w przetwarzaniu komputerowym są mało precyzyjne. Wykorzystanie języka naturalnego w gromadzonej dokumentacji medycznej jest oczywiste i trudno wyobrazić sobie odejście od tej formy danych. W procesach komputerowego przetwarzania danych medycznych, język naturalny stanowi istotne utrudnienie, którego eliminacja jest ważnym zadaniem koniecznym do skutecznej eliminacji lub istotnego

ograniczenia. Problemy komunikacji pomiędzy człowiekiem a systemem informatycznych[2] są kluczowym warunkiem sukcesu podejmowanych prac wykorzystania informatyki w procesach leczenia. Wiarygodność gromadzonych danych medycznych ich integralność i znakowanie czasem to kolejne problemy wydajnie wspomagane przez technologie teleinformatyczną.

Incydentalny kontakt lekarza z pacjentem, w niektórych formach leczenia, zmusza do usprawnienia procesów rejestracji i umawiania spotkań. Wykorzystanie technologii teleinformatycznej w procesach rejestracji znacznie usprawnia pracę służb medycznych, daje większy komfort pacjentowi oraz poprzez możliwość wcześniejszego zgromadzenia danych podnosi jakość pracy lekarza. Zwiększa to również efektywność wykorzystania zasobów sprzętowych i ludzkich w procesach leczenia.

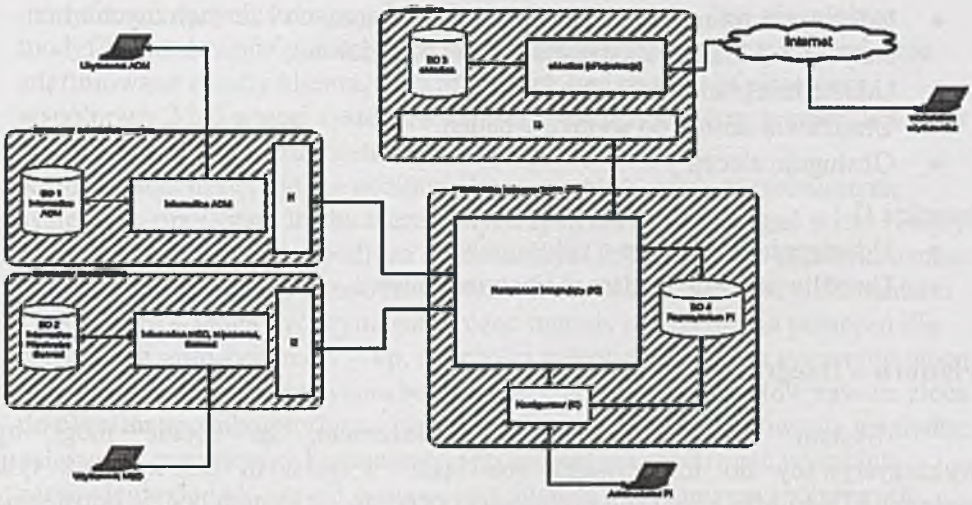
Te specyficzne elementy dla procesów leczenia, zmuszają do innowacyjnego i specjalnego podejścia do procedur informatyzacji służby zdrowia, szczególnie w części „białej", czyli związanej bezpośrednio z procedurami leczenia i częściowo administrowania tymi procedurami. Istotną cechą systemów informatycznych stosowanych w służbie zdrowia jest problem jakości rozwiązań z uwagi na wysoką społeczna szkodliwość ewentualnych błędów i usterek, znajdujących się w rozwiązaniu informatycznym a mających wpływ na zdrowie pacjenta. Budowa systemu informatycznego na potrzeby służby zdrowia wymaga więc kompleksowego i bardzo precyzyjnego podejścia do prac koncepcyjnych i wykonawczych. Podejmowanie takich prac jest jednak koniecznością wynikającą z zmian w stylu życia społecznego oraz potrzebą stałego doskonalenia metod ochrony zdrowia.

Medyczny System Informacji MSI

W ramach projektu „Opracowanie oraz wytworzenie elastycznego i skalowanego Medycznego Systemu Informacji MSI" współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (nr projektu: WKP_1/1.4.1/1/2006/83/83/638/2007), realizowanego między czerwcem 2007 roku a listopadem 2008 firmy ASSECO, ABG oraz INSI (w okresie projektu następowały zmiany własności poszczególnych jednostek realizujących) stworzyły założenia i prototyp systemu medycznego, który stanowi z jednej strony narzędzie integracji już istniejących systemów medycznych ABG, a z drugiej zawiera szereg nowoczesnych rozwiązań, nieobecnych w innych systemach.

Architektura rozwiązania

Poniższy diagram przedstawia poglądową ilustrację architektury Systemu.



Podstawowe komponentu systemu to:

Platforma Integracyjna (PI) – umożliwiająca współprace pozostałych modułów systemu ze sobą oraz innymi systemami zewnętrznymi.

Systemy administracyjne – Systemy realizujące obsługę jednostek służby zdrowia po stronie części administracyjnej (tzw. części szarej). W przypadku tego rozwiązania brany jest pod uwagę system Infomedica. Systemy administracyjne komunikują się z Platformą Integracyjną przez interfejs I1.

Systemy medyczne – Systemy realizujące obsługę jednostek służby zdrowia po stronie części medycznej (tzw. części białej). W przypadku tego rozwiązania brane są pod uwagę systemy: Hipokrates , Infomedica oraz Solmed. Systemy medyczne komunikują się z PI przez interfejs I2.

eRejestracja – Portal umożliwiający między innymi zdalną rejestrację na wizytę czy badanie a także przegląd wyników badań lub konsultacji. Elementem projektu jest moduł eRejestracja. Portal komunikuje się z PI poprzez interfejs I3.

Interfejsy I1, I2 i I3 – Interfejsy odpowiedzialne za komunikację z PI. Każdy z podsystemów udostępnia przez te interfejsy własne usługi na rzecz PI, jak również może korzystać z usług PI.

Interfejs I1 realizuje następujące usługi:

- Udostępnianie słowników podstawowych (kontrahent, pracownik, materiały, słowniki inne)
- umożliwienie fakturowania i operacji kasowych
- Obsługę cenników,
- Udostępnianie informacji o kosztach z zakresu WKN, Kosztów lub FK.

Interfejs I2:

- Udostępnia listy pacjentów, listy usług, listy elementów leczenia,
- Obsługuje cenników,
- Udostępnia dokumenty APT,

- Udostępnia informacje o zleceniach wewnętrznych i zewnętrznych oraz statystyki (klucze statystyczne i plany rozdziałów),
- Udostępnia planowania (grafiki),
- Umożliwia dostęp do wyników badań,
- Obsługuje zleceń

Interfejs I3:

- Udostępnia informacje o zgłoszeniach
- Umożliwia obsługę zdarzeń i powiadomień

Platforma Integracyjna (PI)

System został projektowany z założeniem, że będzie mógł być wykorzystywany do integrowania rozwiązań w szerszym zakresie niż tylko systemy ADM i MED. W fazie projektowej przyjęto, że system będzie udostępniać swoje funkcjonalności systemom Infomedica, Hipokrates oraz Solmed.

Przyjęto założenie, że docelowo wszystkie moduły aplikacyjne systemu informatycznego świadczeniodawcy przeznaczone do obsługi jednostki organizacyjnej szpitala (np. apteka) lub grupy procesów (np. moduł zleceń) będą komunikowały się ze sobą przez platformę integracyjną (PI), stanowiącą dedykowany serwis integracyjny, wchodzący w skład jądra systemu. Na poziomie komponentów logicznych, komunikujących się ze sobą, znajdują się również procedury realizujące jednorodne funkcje (np. wydruki dokumentów według zadanego szablonu, funkcje do zarządzania terminarzami zasobów, funkcje do zarządzania repozytorium dokumentów elektronicznych). W przypadku obu rodzajów komponentów PI spełnia rolę inteligentnego łącznika oferującego określony zakres usług. PI nie jest tożsama z serwisem zarządzającym procesami wewnątrz systemów dziedzinowych. Zarządzanie tymi procesami jest realizowane na innym poziomie logicznym systemu. Serwis integracyjny realizuje procesy w oparciu o infrastrukturę workflow lub wybrane elementy danego procesu. Zakres i sposób realizacji wymaganych usług PI jest różny zależnie od kontekstu użycia całego systemu. Najogólniej możliwe jest wyodrębnienie trzech sposobów zastosowania PI:

1. Komunikacja następuje tylko na poziomie komponentów systemów ABG w ramach jednej organizacji. Struktura komunikacji pomiędzy elementami systemu jest ustalona i podlega zmianom tylko w ramach konfiguracji lub zmiany funkcjonalności. Elementy systemu komunikują się za pośrednictwem PI przekazując parametry w jednolitym wewnętrznym standardzie. Taki przypadek może mieć miejsce przy instalacji systemów ABG na terenie jednego szpitala i braku konieczności współpracy z systemami zewnętrznymi.
2. Komunikacja następuje na poziomie komponentów systemów ABG w ramach kilku organizacji i/lub następuje wymamiana danych z systemami dostawców (firm) trzecich. Elementy systemów mogą komunikować się poprzez sieć publiczną. Systemy nie mają uwspólnionych zasobów definiowanych na poziomie jądra systemu i nie można zapewnić pełnej kontroli nad procesem

modyfikacji danych sterujących zachowaniem systemów (np. niezależna modyfikacja słowników bazowych w systemach). Systemy mają niezależnie zdefiniowane zasoby klienta. Taki przypadek będzie miał miejsce przy współpracy 2 lub więcej systemów zainstalowanych w różnych szpitalach i/lub współpracy z systemami dostawców zewnętrznych.

3. Komunikacja następuje ma poziomie komponentów wielu rozproszonych systemów, przy czym liczba niezależnych systemów może sięgać wielu tysięcy i nie jest zdefiniowana – podlega dynamicznym zmianom. Nie są zdefiniowane z góry jednolite zasady przekierowywania komunikacji pomiędzy elementami i systemami – mogą być wymagane różne metody definiowania połączeń dla wybranych grup systemów – np. dla części zidentyfikowanych systemów mogą być wymagane przekierowania bezwzględne np. grupa gabinetów zawsze zleca do określonego laboratorium – zapisy umów itp.) lub przekierowania względne zależne od parametrów komunikacji (np. szpital ma możliwość wysyłania zamówienia do jednego z 3 dostawców). Systemy nie mają uwspólnionych zasobów definiowanych na poziomie jądra systemu i nie można zapewnić centralnej kontroli nad procesem modyfikacji danych sterujących zachowaniem systemów. Systemy mają niezależnie zdefiniowane zasoby opisujące strukturę ich użytkownika. Komunikacja pomiędzy systemami może wymagać obsługi innego sposobu wywołania funkcji i przekazania parametrów od tego, który przyjęto, jako standard wewnętrzny ABG. Może być dodatkowo wymagane zarządzanie priorytetami obsługi komunikatów i ich buforowanie w kolejkach. Może być wymagane wsparcie dla komunikacji w trybie off-line.

Systemy pracują w sieci Internet, na poziomie serwisu integracyjnego zapewniane są uwierzytelnianie i autoryzacja wzajemna użytkowników i systemów oraz w pełni bezpieczne szyfrowanie przekazywanych danych. Taki przypadek można odnieść do wielu systemów medycznych komunikujących się ze sobą na poziomie regionalnym (system typu eHealth) np. kilkaset systemów typu eRejestracja i kilkadziesiąt systemów typu InfoMedica plus ewentualne systemy zewnętrzne.

Z uwagi na złożoność przedsięwzięcia przyjęto warstwową architekturę rozwiązania, która zapewnia stopniowe wdrażanie coraz bardziej skomplikowanych rozwiązań. Jej warstwy stanowią grupy serwisów integracyjnych dedykowanych do obsługi poszczególnych poziomów integracji, przy czym funkcje realizowane przez poszczególne poziomy PI mogą być dziedziczone. Poszczególne warstwy platformy integracyjnej mogą być realizowane z użyciem różnych komponentów. Poziom regionalny może być obsługiwany przez rozbudowany komercyjny produkt lub grupę produktów, a poziomy 1 i 2 są zrealizowane z użyciem komponentów, których użycie nie powoduje dla klienta końcowego konieczności dodatkowych opłat za licencje narzędziowe. Poszczególne warstwy odpowiadają za następujące funkcje:

- *Systemowa Warstwa Integracyjna*
- *Zarządzanie adresowaniem komunikacji – na podstawie predefiniowanej jednoznacznie konfiguracji*
- *Zarządzanie synchronizacją parametrów – translacja parametrów*

wywoływanych funkcji
- *Administracja serwisem – logowanie obsługiwanych komunikatów, modyfikacja konfiguracji, obsługa błędów*

Międzysystemowa Warstwa Integracyjna

Warstwa dziedziczy wszystkie funkcje Systemowej Warstwy Integracyjnej oraz posiada dodatkowe cechy:

- *Rozszerzona obsługa adresowania komunikatów uwzględniająca możliwość predefiniowanych kilku trybów wyboru adresata komunikatu,*
- *Złożona funkcjonalność zarządzania synchronizacją parametrów – konieczność zaplanowania i realizacji procesów uzgadniania zmian pomiędzy systemami wraz z prowadzeniem rejestrów pośrednich*
- *Obsługa systemu licencjonowania dostępu do serwisu – na prostym poziomie wg ustalonych 2-3 metody kontroli ważności licencji*
- *Obsługa szyfrowania danych na wyższym poziomie np. z użyciem zmiennego klucza publicznego*
- *Obsługa uwierzytelniania i autoryzacji użytkowników i systemów*
- *Obsługa translacji wybranych standardów zapisu parametrów (np. HL7<>CN)*
- *Dodatkowe funkcje administracyjne – np. zarządzanie licencjami i uwierzytelnianiem.*

Regionalna Warstwa Integracyjna (Systemów Rozproszonych)

Warstwa dziedziczy wszystkie funkcje Międzysystemowej Warstwy Integracyjnej oraz posiada dodatkowe cechy:

- *Dodatkowa obsługa adresowania komunikatów uwzględniająca możliwość definiowania dynamicznego routingu*
- *Obsługa różnych trybów komunikacji – elementy integracji systemów rozproszonych i współpracy z systemami w trybie off-line*
- *Obsługa kolejkowania i priorytetów komunikatów*
- *Obsługa złożonych sposobów licencjonowania dostępu do serwisu*
- *Zaawansowane funkcje szyfrowania – zarządzanie infrastruktura PKI*
- *Obsługa weryfikacji podpisu elektronicznego*
- *Poszerzona obsługa translacji wybranych standardów zapisu parametrów*
- *Rozbudowana funkcjonalność administracyjna –zarządzania priorytetami, dynamicznym routingiem, kolejkami, mechanizmy do śledzenia ruchu komunikatów, zarządzanie PKI.*

eRejestracja

Podstawowym elementem tej aplikacji jest moduł eRejestracji wykonany w technologii WWW. Za pośrednictwem stron WWW każdy pacjent ma

możliwość zarejestrowania się w systemie oraz uzyskania dostępu do udostępnianych przez system informacji. W ramach rejestracji internetowej system umożliwia m.in. dostęp z podziałem na grupy pacjentów, autentykację i autoryzację pacjenta, możliwość wprowadzenia ograniczeń w rejestracji np. tylko do wybranych specjalistów, automatyczną aktualizację grafików pracy personelu, przeglądanie wolnych terminów wizyt, zapytanie o dostępność lekarzy, rezygnację z wizyty, przypominanie o wizycie SMS-em oraz e-mailem. W ramach informacji zbieranych i udostępnianych przez system pacjent ma dostęp m.in. do swojej historii wizyt, informacji o zakresie dostępnych usług czy o placówkach danego świadczeniodawcy.

MobiLek

Nowością w systemie jest również możliwość szerokiego użycia urządzeń mobilnych. Aplikacji zainstalowanej na urządzeniu mobilnym nadano roboczą nazwę MobiLek, ponieważ umożliwia lekarzom „mobilną" pracę, nie tylko przy własnym biurku.. Prace nad funkcjonalnością MobiLek'u poprzedzono przeglądem systemów Solmed, InfoMedia i Hipokrates w zakresie zlecania leków. Zakres funkcjonalny dla MobiLek'u ustalono na podstawie najlepszych cech przedstawionych systemów i wymagań na system MSI w tym zakresie.
Wymagania dla zlecania leków przyjęte w MSI są następujące:

- *Wykorzystanie przy zleceniach leków, wcześniej zdefiniowanych receptariuszy oddziałowych*
- *Wykorzystanie przy zleceniach leków własnych pacjenta*
- *Obsługa zleceń dla pacjenta*
- *dodawanie nowego zlecenia*
- *przeglądanie i edycja listy zleceń pacjenta oraz szczegółów dotyczących konkretnego zlecenia*
- *anulowanie zlecenia*
- *planowanie wykonań dla wybranego zlecenia*
- *drukowanie listy zleceń odpowiadających bieżącym ustawieniom filtra*
- *Wprowadzanie zleceń na leki z możliwością definiowania schematów podawania*
- *Definiowanie zleceń podręcznych dla jednostki*
- *Definiowanie grup zleceń dla jednostki*
- *Wprowadzanie informacji o podaniu leku pacjentowi (post factum)*

Aplikacja MobiLek ma współpracować z już istniejącymi i rozpowszechnianymi przez firmę ABG S.A. systemami: Solmed, InfoMedica i Hipokrates. W ramach przeglądu tych systemów sprawdzono funkcjonalność zlecania i podawania leków bez analizy innych właściwości systemów. Analiza objęła zlecanie leków z receptariuszy jak również leków własnych pacjenta, leków robionych i leków z importu docelowy pacjenta.

Leki własne pacjenta nie są kontrolowane przez systemy i na przykład w systemie Solmed, jako nazwa leku własnego, może się pojawić dowolny ciąg

znaków. Leki robione jak każdy inny lek muszą mieć zapisaną recepturę zatwierdzoną przez komitet terapeutyczny szpitala i pod konkretną nazwą figurować w katalogu leków. Jedynie w systemie InfoMedica istnieje możliwość zlecania mieszanki o definiowanym składzie w momencie zlecania. Leki z importu docelowego na pacjenta powinny również znaleźć się w liście zleceń leków pacjenta, chociaż nie muszą one wystąpić w katalogu leków.

Lista użytkowników systemu MSI zawiera wskaźnik korzystania z urządzeń mobilnych, posiadających stosowne uprawnienia do korzystania z funkcji dostępnych z aplikacji na urządzeniu mobilnym. Lista tych użytkowników musi się znaleźć w bazie danych MobiLek, bo tylko ci operatorzy będą mogli z niego skorzystać.

System medyczny współpracujący z urządzeniem mobilnym umożliwia przepisanie danych na urządzenie mobilne w zakresie, do którego jest uprawniony zalogowany użytkownik na urządzeniu. Dane mogą dotyczyć wszystkich pacjentów oddziału, pacjentów prowadzonych przez lekarza lub wskazanego pacjenta z listy wszystkich pacjentów szpitala np. w celu konsultacji. Dane wprowadzone lub zmodyfikowane w trakcie pracy urządzenia mobilnego przepisywane są do bazy danych systemu MSI.

Wprowadzanie każdego zlecenia ma część wspólną funkcjonalności niezależnie czy to zlecenie na leki, badania czy zabiegi. Wraz z każdym zleceniem zapisywana jest informacja, kiedy zostało ono wprowadzone, kto je wpisał i jakiego pacjenta dotyczą. Dane dotyczące rozliczenia świadczeń, których obsługa była realizowana przy użyciu aplikacji MobiLek są wprowadzane już poza urządzeniem mobilnym tak, aby zminimalizować ilość danych wprowadzanych.

Parser quasi-lingwistyczne (PQ)

Ważnym elementem innowacyjności systemu jest zastosowanie środków przetwarzania języka naturalnego.

Funkcja wyszukiwania leków występuje w wielu systemach medycznych. Aby sposób jej działania był przyjazny dla użytkownika, jest dopasowana do specyfiki przeszukiwanych danych i zwracać wyniki także przy niepewnych lub niepełnych danych wejściowych.

Leki w słowniku leków są opisane kilkoma atrybutami. Są to zwykle: nazwa handlowa, nazwa międzynarodowa, postać leku (tabletki, krople, aerozol itp.), droga podawania (doustnie, domięśniowo itp.), dawka, opakowanie. Tradycyjne wyszukiwanie w bazie danych odbywa się poprzez zadanie kryteriów w formularzu ekranowym odwzorowującym poszczególne pola danych (technika Query By Form). Wymaga ona jednak dokładnego podania wartości pól szukanego rekordu bazy danych, gdyż w przeciwnym razie nie zostanie on znaleziony. W przypadku słownika leków jest to znacznie utrudnione, jako że pola zawierające tę samą wartość z punktu widzenia lekarza mają wartości różne z punktu widzenia funkcji porównującej. Wynika to ze stosowania niejednolitych form skróconych różnych słów (np. tabletka, tabl., tab.) oraz niejednolitego sposobu zapisu podobnych

informacji (np. kolejność słów w wyrażeniu opisującym). Również znaki interpunkcyjne (przecinki, kropki, myślniki, cudzysłowy) oraz odstępy zmieniają wynik „matematycznego" porównania pozornie identycznych opisów.

Próba nauczenia komputera porównywania „ze zrozumieniem" poprzez zastosowanie analizy semantycznej jest skazana na niepowodzenie z uwagi na brak szerszego kontekstu wypowiedzi, zarówno dla informacji przeszukiwanej (pola bazy danych), jak i samego zapytania. Co więcej, żadna z nich nie jest nawet poprawnym gramatycznie zdaniem, lecz ogranicza się do zaledwie kilku słów przemieszanych z liczbami i skrótami. Z punktu widzenia ergonomii, wypełnianie przez użytkownika pól formularza jest niewygodne – wymaga od niego kontrolowania, czy poszczególne kryteria wyszukiwania są wprowadzane we właściwych miejscach. Znacznie wygodniejsze i intuicyjne jest dla niego wprowadzanie zapytania w pojedynczym polu z użyciem języka naturalnego. Jednak takie ułatwienie dla użytkownika wprowadza dodatkowe utrudnienie dla komputera – program musi teraz umieć zidentyfikować i porozdzielać fragmenty zapytania przeznaczone dla poszczególnych pól bazy danych.

Kolejną pożądaną przez użytkowników cechą systemu jest zdolność korygowania błędów we wprowadzonym zapytaniu. Niezależnie od przyczyn ich popełnienia (błąd typograficzny popełniony przez nieuwagę, czy błąd ortograficzny wynikający z niewiedzy) system powinien podjąć próbę poprawienia błędnego słowa. Jeśli sposób korekty jest jednoznaczny, to może ona być przeprowadzona automatycznie, jeśli natomiast jest więcej możliwości, to program powinien w miarę możliwości wyeliminować mniej prawdopodobne warianty używając informacji zawartej w pozostałych słowach zapytania, a w ostateczności zwrócić wszystkie możliwe wyniki wyszukiwania i pozwolić dokonać wyboru użytkownikowi. Niekiedy błąd w zapytaniu jest niezawiniony przez użytkownika, gdyż został popełniony bez jego udziału. Przykładem może być wyszukiwanie na podstawie informacji dostarczonej pisemnie (zapis błędny lub nieczytelny) albo ustnie (przeinaczenie nazwy, homofonia: Rinofenazol zamiast Rhinophenazol, Oksykort zamiast Oxycort). W takich przypadkach program może nie być w stanie skorygować błędu z uwagi na zbyt dużą „odległość" słowa błędnego od formy poprawnej (rozumianą jako liczbę liter, o jakie różnią się dwa słowa). Rozwiązaniem może być dopuszczenie użycia w zapytaniu metaznaków zastępujących litery. Zastąpienie nimi np. nieczytelnych liter na recepcie pozwoli programowi na elastyczne dopasowanie takiego wzorca do treści w bazie danych, a w konsekwencji na uzyskanie wyższej sprawności wyszukiwania, np. dla zapytania „?eoca??i??" zostanie znaleziona jednoznaczna odpowiedź „Neocardina". Rozwiązanie takie daje także użytkownikowi możliwość wyszukiwania leków, których nazwa zaczyna się, kończy, lub zawiera podany ciąg liter, np. zapytanie „Tetra*" zwraca w wyniku „Tetracyclinum, Tetralysal, Tetraratio", „*lina" daje „Aminofilina, Debecylina, Gamma-Globulina, Histaglobulina, Lupulina, Mukolina, Spasmolina", a zapytanie o „*oksy*" zwróci wyszukane wartości: „Antytoksyna jadu żmij, Biofuroksym, Tarcefoksym".

Nieco inaczej przedstawia się sprawa wyszukiwania leków według ich zastosowania. Czasami zachodzi potrzeba znalezienia leku działającego na

konkretne schorzenie, albo tańszego zamiennika leku o znanej nazwie. Jest to możliwe dzięki klasyfikacji ATC (anatomiczno-terapeutyczno-chemicznej) – taksonomii porządkującej leki oraz inne środki i produkty wykorzystywane w medycynie. Klasyfikacja ma strukturę drzewa, w którym najniższy, anatomiczny poziom określa miejsce działania, a wyższe precyzują lek na drodze funkcji terapeutycznej, cechy farmakologicznej i przynależności do określonej grupy chemicznej. Kod leku w klasyfikacji ATC jest siedmiopozycyjny i ma postać LCCLLCC (gdzie L – litera, C – cyfra). Pierwszy poziom (jedna litera) określa grupę anatomiczną. Drugi poziom (dwie cyfry) określa podgrupę terapeutyczną, trzeci poziom (jedna litera) określa podgrupę farmakologiczną, czwarty poziom (jedna litera) podgrupę chemiczną, a piąty, ostatni poziom (dwie cyfry) wskazuje na konkretną substancję chemiczną. Kluczowe dla wyszukiwania informacje zawarte są w opisie kodów. Dzięki nim, nie znając kodu ATC można łatwo odszukać właściwą gałąź w drzewie klasyfikacji poprzez podanie fragmentu opisu, np. zapytanie o „inhibitory konwertazy" odnajdzie te słowa w opisie gałęzi o kodzie C09AA. Stąd już prosta droga do wyszukania wszystkich leków opisanych w słowniku znalezionym kodem ATC. W przypadku poszukiwania zamiennika leku, zadanie jest łatwiejsze: wystarczy odszukać w słowniku lek o podanej nazwie, ustalić jego kod ATC, a następnie odnaleźć pozostałe leki należące do tej samej kategorii.

Analiza opisanych wyżej wymagań stawianych modułowi systemu odpowiedzialnemu za wyszukiwanie leków prowadzi do wniosków, że niezbędne jest wyposażenie go w elementy przetwarzania języka naturalnego. Ponieważ nie chodzi tu o przetwarzanie w pełnym tego słowa znaczeniu, a raczej o zastosowanie niektórych reguł w dostosowywaniu treści swobodnego zapytania do potrzeb jednoznacznego wyszukiwania w relacyjnej bazie danych, przyjęto nazwę Parser Quasi-lingwistyczny (PQ). Jego wąska specjalizacja pozwala na ograniczenie miejsc styku z innymi modułami systemu, co przekłada się na łatwość integracji oraz umożliwia ewentualne wykorzystanie w podobnych systemach tworzonych w przyszłości. Podstawowa funkcjonalność udostępniana przez moduł jest następująca:

- *Przetworzenie przekazanego wyrażenia tekstowego zawierającego informacje o szukanym leku wprowadzone w dowolnej kolejności, w języku naturalnym na strukturę danych zawierającą zidentyfikowane atrybuty leku oraz wartości umożliwiające wyszukanie preparatów w słowniku leków. Zastosowane algorytmy umożliwiają wyszukiwanie na podstawie fragmentu nazwy, także z użyciem metaznaków zastępujących jedną lub więcej liter, oraz automatycznie korygować błędy ortograficzne i typograficzne występujące w analizowanym tekście.*
- *Przetworzenie przekazanego wyrażenia tekstowego zawierającego fragmenty opisu kodu ATC na strukturę danych zawierającą dopasowane kody ATC. Zastosowane algorytmy automatycznie korygują błędy ortograficzne i typograficzne występujące w analizowanym tekście.*

Moduł PQ przetwarza zapytania z użyciem własnego słownika zbudowanego na podstawie danych pochodzących ze słownika leków. Struktura słownika musi

zapewnić szybkie wyszukiwanie leku na podstawie opisanych powyżej kryteriów wyszukiwania, a także na realizację postulatów dotyczących automatycznej korekty błędów oraz użycia metaznaków. Dla poprawnej współpracy parsera z pozostałymi modułami systemu niezbędna jest okresowa aktualizacja zawartości słownika, aby jego treść (a co za tym idzie również wyniki wyszukiwania) była zgodna z zawartością słownika leków używanego w głównym systemie. Prowadzi to do konieczności zdefiniowania kolejnych dwóch funkcji:

- *automatycznego generowania słownika leków na żądanie systemu zewnętrznego w oparciu o przekazany plik danych,*
- *automatycznego generowania słownika klasyfikacji leków ATC na żądanie systemu zewnętrznego w oparciu o przekazany plik danych.*

Korzystając z zawartości tych słowników system dokonuje wyboru ze ściśle zdefiniowanego zbioru terminów dopuszczalnych w poszczególnych domenach pojęciowych.

Wdrożenie

Prototyp rozwiązania został wdrożony w laboratoriach:

- *Wielospecjalistycznego Szpitala w Gliwicach – zweryfikowano prototyp Platformy integracyjnej oraz Integracja ADM<>MED.),*
- *Specjalistyczngo Szpitala w Dąbrowie Górniczej – zweryfikowano prototyp MobiLek (aplikacje na urządzenia mobilne oraz Parser Quasilingwistyczny) oraz Przychodnia Przyszpitalna,*
- *Środowisko Testowe Wewnętrzne ABG SA – zweryfikowano prototyp modułu Rejestracja.*

W środowiskach laboratoryjno-testowych jednostek zainstalowano oprogramowanie systemowe oraz odpowiednie niekomercyjne prototypy systemu MSI. Zaprezentowano niekomercyjny prototyp oraz przeprowadzono szkolenie pracowników poszczególnych jednostek. Po pierwszych testach systemu dokonano tzw. strojenia systemu, tzn. skonfigurowano środowiska testów w celu optymalizacji działania systemu MSI w danej jednostce. Następnie wykonano testy akceptacyjne prototypów systemu MSI w w/w lokalizacjach, które potwierdziły przydatność proponowanego rozwiązania dla jednostek służby zdrowia.

Podsumowanie

Zmieniające się otoczenie prowadzenia działalności gospodarczej zmusza nas dla uzyskana efektów ekonomicznych do większego wysiłku intelektualnego i nowych metod prowadzenia wykonywanej działalności. Podstawowe prawa ekonomiczne w tym zasady efektywności rachunku ekonomicznego nie ulegają zmianie, ale zmiany otoczenia gospodarczego są tak istotne, że dotychczasowe metody działania nie mają zastosowania. Źródłem tych fundamentalnych zmian jest powszechnie stosowana technologia informatyczna, której wykorzystanie w prowadzonej działalności staje się normą i przynosi istotne efekty ekonomiczne

i jakościowe.

Nowe podejście do wykorzystania technologii teleinformatycznych w procesach leczenia daje wymierne efekty usprawniające i podnoszące efektywność leczenia w indywidualnych przypadkach ale równocześnie pozwala na podstawie gromadzonych danych i ich odpowiedniej obróbce gromadzenie i popularyzacje wiedzy o stanach chorobowych i wpływa na podnoszenie się jakości metod leczenia. Opisany system MSI prezentuje takie nowatorskie podejście do procesów leczenia, opisując szczegółowo, przyjęte nowatorskie rozwiązania polegające głownie na integracji danych medycznych, szybkiej mobilnej komunikacji oraz wspomaganiu lingwistycznym realizowanych procesów wyszukiwania i dostępu do danych.

Elastyczność rozwiązań projektu polega na opracowaniu mechanizmów łatwego adaptowania rozwiązań projektowych do zmieniających się wymagań użytkowników systemu i szybkiego modyfikowania funkcjonalności rozbudowywanego systemu informatycznego. Skalowalność systemu informatycznego to powszechnie znana i coraz częściej wymagana cecha jakościowa systemu informatycznego, pozwalająca na implementacje w różnych środowiskach sprzętowo-programowych wytworzonej aplikacji informatycznej. Ta cecha jakościowa pozwala na zwiększenie możliwości zastosowania aplikacji informatycznej sprawdzonej w jednej jednostce i wykorzystanie w nowym środowisku z uwzględnieniem niezbędnych modyfikacji będących wynikiem zdobytych doświadczeń.

Projekt MSI realizuje założenia polityki społeczeństwa informacyjnego. Jego efekty prowadzą do powstania informatycznego rozwiązania medycznego odpowiadającego standardom UE. Analiza projektu zgodnie z zasadami EFRR dotyczyła uwzględnienia podczas realizacji – poszczególnych interesów grup społecznych znajdujących się w trudniejszej sytuacji: osób niepełnosprawnych, kobiet, osób zagrożonych wykluczeniem społecznym, korzystających ze świadczeń pomocy społecznej, np. długotrwale bezrobotnych i innych. W naturalny sposób jednoczesne uwzględnienie interesów wszystkich w/w grup jest niemożliwe. Projekt skoncentrował się na wspomaganiu równych praw mężczyzn i kobiet oraz korzystających ze świadczeń pomocy społecznej. Realizacja projektu służy wzmocnieniu rentowności i podniesieniu jakości usług jednostek systemu służby zdrowia, a w rezultacie podniesieniu jakości życia osób korzystających ze świadczeń pomocy społecznej.

Można liczyć, że dzięki wdrożeniu komercyjnych wyników projektu MSI w jednostkach służby zdrowia nastąpi znacząca poprawa jakości funkcjonowania tych jednostek. W wyniku podniesienia efektywności obsługi świadczeniobiorców w placówkach służby zdrowia nastąpi obniżenie kosztów funkcjonowania tych jednostek, właściwsze wykorzystanie funduszy przeznaczanych na opiekę zdrowotną w publicznych jednostek służby zdrowia, co koreluje z obniżeniem cen usług w niepublicznych jednostkach służby zdrowia. Poprawa efektywności procesów biznesowych zachodzących w jednostkach służby zdrowia ma pośredni wpływ na ogólną poprawę stanu zdrowia Polaków. W wyniku zastosowania przez jednostki służby zdrowia jednego z wytworzonych modułów rozwiązania

(eRejestracja) nastąpi zwiększenie dostępu do informacji dla pacjentów.

Prezentowane rozwiązanie polega na specyficznej architekturze systemu informatycznego zwiększającej możliwości funkcjonalne sprawnego zarządzania jednostką służby zdrowia. Ponadto rozwiązania komunikacyjne przyjęte w rozwiązaniu gwarantują uniezależnienie się od rozwiązań teleinformatycznych i architektury sieciowej podnosząc elastyczność rozwiązań informatycznych oraz usprawniając i ułatwiając procedury komunikacji użytkownika z systemem. Podejście modelowania procesowego z wykorzystaniem reguł i metodyk modelowania pozwala na definiowanie przez użytkownika nowych reguł procesowych bez konieczności zmiany kodu aplikacji oraz na pozyskiwanie wiedzy wprost od użytkownika. Lingwistyczne wspomaganie usprawnia procesy dostępu do danych przechowywanych w postaci opisów w języku naturalnym.

Literatura

1. W. Abramowicz, Filtrowanie informacji, Wydawnictwa Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań, 2008
2. A. Duszak, *Tekst, dyskurs, komunikacja międzykulturowa*, PWN, Warszawa 1998
3. W. M. Grudzewski, I. K. Hejduk, Projektowanie systemów zarządzania, Difin, Warszawa, 2001
4. J. Jasłowski System informacyjny jako narzędzie niezbędne do prowadzenia racjonalnej polityki ochrony zdrowia na poziomie regionalnym. W: A. Frączkiewicz-Wronka [Red.] Ochrona zdrowia w regionie. AE Katowice 2005,
5. Zdzisław Szyjewski, Automatyzacja procesów biznesowych – terminologia i klasyfikacje, Informatyka 1/99

ROZDZIAŁ IX

PROJEKT APLIKACJI DO DIAGNOZOWANIA NOWOTWORÓW MÓZGU

Joanna KWIATKOWSKA

Wstęp

Przez wiele lat guzy mózgu były „sierotą" pośród chorób [1]. Tylko niedawno pojawiły się nowe terapie, ale...

- wciąż nie ma skutecznych sposobów leczenia,
- przyczyny powstawania guzów nie są do końca poznane,
- rodzinom chorych brakuje wsparcia,
- dostęp do nowych terapii nie jest sprawiedliwy,
- świadomość znaków i symptomów nowotworów jest wciąż niska, co zmniejsza szanse na szybką i prawidłową diagnozę.

Statystyki dotyczące nowotworów mózgowia są zatrważające. Guzy mózgu są jedną z najczęściej występujących chorób układu nerwowego człowieka [2]. W 2000 roku Światowa Organizacja Zdrowia (ang. *WHO, World Health Organization)* przeprowadziła modyfikację istniejącej do tej pory klasyfikacji guzów ośrodkowego układu nerwowego (OUN) wprowadzając 10 głównych kategorii guzów i aż 126 podkategorii [2]. Zachorowalność na nowotwory centralnego układu nerwowego w Polsce w roku 2002 to aż 1812 przypadków wśród mężczyzn (wskaźnik surowy: 9,7 na 100tys. mieszkańców) i 1546 przypadków wśród kobiet (wskaźnik surowy: 7,8 na 100tys. mieszkańców). Oznacza to, że guz mózgu jest w naszym kraju 9. przyczyną zgonów nowotworowych wśród mężczyzn oraz 13. wśród kobiet. Powyższe wskaźniki są znacznie wyższe w przypadku dzieci, u których nowotwór mózgu zajmuje 2. miejsce pod względem częstości występowania [3].

Surowy wskaźnik występowania nowotworów mózgu wśród populacji mieszkańców USA jest znacznie wyższy od wskaźnika zachorowań w Polsce i wynosi 15 przypadków na 100tys. osób. Nie oznacza to jednak, że w Polsce występuje niższa zapadalność na nowotwory mózgu, lecz jest to rezultat niższej ich wykrywalności.

Na świecie pierwotny, złośliwy guz mózgu, charakteryzujący się największą śmiertelnością atakuje aż 500 osób dziennie.

1. Pojęcie nowotworu mózgu

Nowotwór (łac. *neoplasma*) jest terminem oznaczającym zespół chorób, których cechą wspólną jest niekontrolowany podział komórek.

Komórka nowotworowa posiada kilka podstawowych cech:

- niepohamowany wzrost,
- naciekanie tkanek,
- tworzenie przerzutów,
- przeszczepialność,
- autonomia,
- brak inhibicji kontaktowej,
- różne zaburzenia biochemiczne [4].

Wszystkie nowotwory rozwijające się w tkankach mózgowia oraz rdzenia kręgowego określa się nowotworami ośrodkowego układu nerwowego (OUN). Mózg najczęściej atakowany jest przez zmiany będące przerzutami, nie oznacza to jednak, że nowotwory pierwotne w tym obszarze nie występują.

Przyczyny rozwoju nowotworów OUN nie są do końca poznane. Stwierdzono, że istnieje szereg chorób mających podłoże genetyczne, które przyczyniają się do rozwoju pierwotnych nowotworów mózgu i rdzenia. Zalicza się do nich między innymi nerwiakowłókniowatość typu 1 oraz 2, stwardnienie guzowate, zespół Li i Fraumeni i in. [5]. Wiadomo również, że silnym środkiem kancerogennym inicjującym powstawanie nowotworów mózgu jest chlorek winylu.

Termin nowotwór mózgu często stosowany jest zamiennie z określeniem guz mózgu. Należy jednak podkreślić różnicę znaczeniową tych dwóch pojęć. Guz mózgu niekoniecznie musi być nowotworem. Oznacza każdą obcą strukturę w obrębie mózgu jak np. ropień, tętniak, a nawet tasiemiec bąblowcowy.

2. Istota diagnozowania – rola MRI (*ang. Magnetic Resonance Imaging*)

Mózgowie (gr. *encephalon*) przeciętnego, dorosłego człowieka można opisać następującymi liczbami:

- niecałe 1,5 litra wody,
- około 130g białek,
- około 95g tłuszczów,
- nieco soli mineralnych [6].

Te podstawowe związki chemiczne tworzą najbardziej złożony, niezwykły i oczywiście najważniejszy narząd człowieka, który kontroluje wszystkie mechanizmy fizjologiczne ustroju, a ponadto jest ośrodkiem intelektu, mowy, słuchu, emocji, pamięci, świadomości, termoregulacji, głodu i sytości, odbiera informacje wzrokowe, słuchowe, dotykowe, doznania bólu, etc.

Neurochirurdzy określają mózg jako obszar klinicznie „elokwentny" [7]. Oznacza to przestrzeń ograniczoną czaszką (łac. *cranium*) o pojemności 1100-1700cm^3, która zawiera istotne ośrodki nerwowe [8]. Pojawienie się w takim obszarze nowotworów (nawet o charakterze łagodnym) często stanowi zagrożenie życia człowieka lub prowadzi do powstania inwalidztwa. Jednym ze sposobów leczenia nowotworów złośliwych jest chirurgiczne usunięciu zmiany wraz z tzw. marginesem zdrowych tkanek. W przypadku mózgowia tego typu zabieg jest właściwie niemożliwy, ponieważ położone wokół guza struktury pełnią bardzo ważne funkcje neurologiczne [2].

Badaniem, które niewątpliwie zrewolucjonizowało diagnozę nowotworów mózgu jest rezonans magnetyczny (ang. *MRI, Magnetic Resonance Imaging*). Od momentu odkrycia przez Edwarda Purcella i Felixa Blocha zjawiska spektroskopii magnetycznego rezonansu magnetycznego (NMR) (1945r.) musiało upłynąć ponad 35 lat zanim obrazowanie MRI zostało wprowadzone do praktyki klinicznej. Ta metoda umożliwiająca otrzymywanie kontrastowych obrazów tkanek miękkich bez narażania pacjenta na promieniowanie jonizujące zrewolucjonizowała diagnostykę medyczną.

Rewolucyjność MRI opiera się na podstawowych właściwościach jąder atomów, które budują tkanki naszych organizmów.

Aż 80% pacjentów poddanych rezonansowi cierpi na schorzenia mózgu [9]. Ten sposób obrazowania umożliwia wizualizację procesów chemicznych jak i fizycznych zachodzących w tkankach człowieka. Dzięki MRI możliwe jest uzyskanie doskonałego, kontrastowego obrazu w wielu płaszczyznach oraz w wysokiej rozdzielczości.

Rezonans magnetyczny pozwala określić umiejscowienie nowotworu i jego rozległość, jest także istotny podczas wdrażania odpowiedniego postępowania terapeutycznego. Jest to technika przydatna również w późniejszych etapach leczenia, wykorzystywana do oceny skuteczności zabiegu operacyjnego, efektów radio- i chemioterapii. MRI może służyć jako narzędzie monitoringu, którego celem jest wykrycie ewentualnej wznowy procesu nowotworowego. Należy zwrócić uwagę, że obrazowanie rezonansem magnetycznym pozwala na wykrywanie wczesnych stadiów zmian nowotworowych, co nieodzownie wiąże się z większą skutecznością wprowadzonej terapii.

Interpretacja obrazów MRI wymaga od lekarza radiologa wiedzy, doświadczenia, a także sporego nakładu czasu. Niektóre źródła podają, że jakość obrazu otrzymana tą metodą aż w 90% uzależniona jest od umiejętnego dobrania parametrów podczas przeprowadzania badania, takich jak grubość warstwy, odległość między warstwami, wielkość pola magnetycznego i in. [10].

Istnieje wiele programów komputerowych ułatwiających analizę obrazów medycznych, które nie mają jednak możliwości stawiania diagnozy, a tym samym nie mogą wykluczyć obecności czynnika ludzkiego w procesie interpretacji obrazu MRI (np. program MRIcro [11], czy projekt COST realizowany przez Zakład Elektroniki Medycznej Instytutu Elektroniki Politechniki Łódzkiej).

Manualne wyodrębnianie nowotworów z obrazów MRI jest obecnie najlepszą i najbardziej dokładną metodą. Istnieją jednak próby „zastąpienia człowieka" i stworzenia metod automatycznych, które znacznie przyspieszyłyby diagnozowanie i byłyby obiektywne. Analizując obraz, człowiek korzysta z przetwarzania wizualnego na wysokim poziome i równocześnie czerpie z zasobów wiedzy, jakie nagromadził zgłębiając daną dziedzinę. Stworzenie programu komputerowego posiadającego podobne własności nadal stanowi wyzwanie.

Rozmieszczenie przestrzenne zdrowych tkanek mózgu jest względnie przewidywalne. Wykorzystując tą informację stworzono wiele aplikacji, które w pełni automatycznie dokonują ich separacji.(np. narzędzie FAST (ang. *FMRIB's*

Automated Segmentation Tool) stworzone przez Wydział Neurologii Klinicznej Uniwersytetu Oxfordzkiego) [12].

Opracowanie metody automatycznie wyodrębniającej nowotwory mózgu jest zadaniem znacznie trudniejszym. Niestety nie istnieje żaden model, który opisywałby a priori prawdopodobne rozmiary, kształty oraz umiejscowienie guzów i mógłby bardzo ułatwić stworzenie uniwersalnego narzędzia. Rozwiązanie tego typu problemu jest celem badań wielu ośrodków naukowych, które opracowały wiele rozwiązań automatycznego wyodrębniania nowotworów mózgu [13] [14] [15] [16].

3. Projekt aplikacji – algorytm

Celem projektu opisanego w niniejszym artykule było stworzenie aplikacji, która na podstawie zdjęć uzyskanych metodą rezonansu magnetycznego i atlasu tkanek dostarczonego przez *International Consortium for Brain Mapping* [17], bez jakiejkolwiek ingerencji człowieka dokona separacji tkanek mózgu oraz wyodrębni obszary patologiczne - guzy mózgu.

Każdemu pikselowi na obrazie MRI przedstawionemu w skali szarości, program automatycznie przypisze odpowiedni kolor określający dany typ tkanki (np. istota szara – kolor szary, istota biała – kolor biały, guz – kolor czerwony, itd.). Ponadto zostanie wyświetlony komunikat „stawiający diagnozę", który w przypadku stwierdzenia obecności guza wyświetli współrzędne centrum jego położenia.

Projekt algorytmu oraz techniki wykorzystywane do zdiagnozowania guzów mózgu, zostały zaczerpnięte między innymi z artykułu Marcela Prastawa'y et al. *A brain tumor segmantation framework based on outlier detection* [16].

Automatyczna segmentacja nowotworów z obrazów MR jest bardzo złożonym zadaniem, którego prawidłowe zrealizowanie wymaga biegłości w takich dziedzinach jak patologia mózgu, radiologia, przetwarzanie obrazów czy też fizyka jądrowa, która opisuje podstawy zjawiska spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego. Dodatkowym utrudnieniem są same zmiany patologiczne – guzy mózgu, które mogą przyjmować dowolne kształty oraz rozmiary. Nowotwory umiejscawiają się ponadto w różnych strukturach mózgowia i niestety często je deformują.

Algorytm automatycznego diagnozowania nowotworów mózgu został zaimplementowany w środowisku MATLAB i opiera się na realizacji dwóch głównych etapów:

- wykrycie nieprawidłowości
- diagnoza.

Aplikacja uruchamiana jest dla 10 różnych obrazów MRI, które zostały zapisane jako pliki binarne programu MATLAB z rozszerzeniem *.mat. Są to zdjęcia 2D, przedstawiające poprzeczny przekrój mózgu człowieka.

Dane są tak skonstruowane, że tworzą macierz 3D o wymiarach [256, 256, 8]. Każda macierz zawiera osiem obrazów w następującym porządku:

- Obraz zależny od czasu T_1
- Obraz zależny od czasu T_2
- Obraz PD
- Obraz zależny od czasu T_1 wzmocniony kontrastem
- Szablon MRI dopasowany do obrazu
- Szablon rozkładu prawdopodobieństwa CSF dopasowany do obrazu
- Szablon rozkładu prawdopodobieństwa GM dopasowany do obrazu
- Szablon rozkładu prawdopodobieństwa WM dopasowany do obrazu ,

gdzie CSF, GM oraz WM oznaczają odpowiednio płyn-mózgowo rdzeniowy, istotę szarą oraz istotę białą (rys. 1).

Rys.1 Zawartość macierzy (plik brain_image_nr_1.mat)
Źródło: Prof. dr ir. Dirk Vandermeulen, K.U.Leuven ESAT, PSI oraz UZ, Medical Imaging Center, ESAT w Leuven (Belgia)

Wykrycie nieprawidłowości

Przed rozpoczęciem segmentacji guzów mózgu najpierw należy stwierdzić, które obszary na danym obrazie są „zdrowe", a które nieprawidłowe. Celem tego etapu jest przede wszystkim ustalenie parametrów natężenia dla poszczególnych tkanek, takich jak istota szara, istota biała, płyn mózgowo-rdzeniowy, guz. Wykryte nieprawidłowości z danej zdrowej klasy są „wyrzucane" i oznaczane jako „pierwotna postać" klasy nieprawidłowej – guz.

Etap *Wykrycie nieprawidłowości* składa się z następujących kroków:

- Oblicz prawdopodobieństwa na podstawie atlasu tkanek

Atlasy tkanek nie uwzględniają występowania w mózgu guzów, zatem należy tak obliczyć prawdopodobieństwa, aby stosując pewne założenia „wprowadzić" dodatkową tkankę – guz. Guzy najczęściej tworzą się na obszarach występowania istoty szarej oraz istoty białej. Z tego względu założono, że prawdopodobieństwo dla tkanki nieprawidłowej jest jedną trzecią sumy prawdopodobieństw istoty szarej i istoty białej. W wyniku wprowadzenia dodatkowej tkanki, zmianie uległy również prawdopodobieństwa dla istoty białej oraz istoty szarej. Nowe prawdopodobieństwa stanowią ok. 66% wartości prawdopodobieństw pierwotnych tych tkanek.

- Progowanie

Aby uzyskać wstępne parametry zdrowych i nieprawidłowych tkanek, należy wykonać próbkowanie określonych obszarów w oparciu o atlasy.

Progowanie (ang. *thresholding*) jest podstawową metodą segmentacji obrazów (jest to tzw. segmentacja niskopoziomowa).

Mając obliczone w poprzednim kroku prawdopodobieństwa, koniecznością jest opracowanie prototypów dla każdej tkanki (WM, GM, CSF). Aby tego dokonać, należy wybrać na danym obrazie takie piksele, które najlepiej reprezentują daną klasę. Wybór 'wzorcowych pikseli' ograniczony jest dwoma warunkami:

- ✓ aby dany piksel został zakwalifikowany do odpowiedniej klasy, wartość jego prawdopodobieństwa musi stanowić min. 85% maksymalnego prawdopodobieństwa tej klasy,
- ✓ otrzymując zatem zbiór pikseli posiadających prawdopodobieństwo progowane (ang. *thresholded*) parametrem τ=0,85 [16], należy ograniczyć ilość pikseli w danym zbiorze (przyjęto liczbę próbek = 1000).

Niestety próbki, które zostały oznaczone jako prototypy tkanek są„zanieczyszczone" – wśród pikseli reprezentujących zdrowe tkanki znajdują się próbki nieprawidłowe. Wynika to z zawartości atlasów tkanek, które nie uwzględniają występowania guzów.

- Estymator MCD

W celu oznaczenia, które próbki są poprawne, a które należy usunąć i przenieść do klasy zawierającej nieprawidłowości został użyty odporny estymator MCD (ang. *Minimum Covariance Determinant*) opracowany w 1999 roku przez Peter'a J. Rousseeuw (University of Antwerp) i Katrien Van Dreissen.

Działanie algorytmu MCD polega na obliczeniu odpornego estymatora w położeniu wielu zmiennych. Następnie otrzymane wyniki służą do obliczenia odległości wszystkich wektorów danych. Wektory, których odległości są największe, traktowane są jako dane odstające (ang. *data outliers*).

Algorytm MCD wygląda następująco:

- ✓ w zbiorze danych N, który ma postać $x_i=(x_{i1},... x_{in})$, poszukiwany jest podzbiór $h>N/2$ obserwacji, którego macierz kowariancji posiada najmniejszy wyznacznik. Ponadto musi być spełniony warunek $n<h$
- ✓ dla odnalezionego podzbioru należy obliczyć średnią $\hat{\mu}$ oraz macierz kowariancji $\hat{\Sigma}$. Te klasyczne estymatory służą do zidentyfikowania centrum i rozproszenia danych czystych oraz do obliczenia odpowiednich odległości i oddzielenia danych odstających.

- ✓ ostatnim krokiem jest wyróżnienie danych odstających. Jest ono realizowane przez zmierzenie ich odległości od środka zbioru danych czystych przez obliczenie dla każdego elementu odległości Mahalanobisa (ang. *Mahalanobis distance*):

$$MD_i = \sqrt{(x_i - \bar{x})^T S^{-1} (x_i - \bar{x})} \quad (1),$$

gdzie S oznacz macierz kowariancji całej próby.

- ✓ odstające punkty identyfikowane są jako dane, których odległość Mahalanobisa jest większa niż przyjęta maksymalna wartość odległości od centrum zbioru danych uznanych za czyste [18].

- Funkcja gęstości prawdopodobieństwa

Dane czyste – „próbki prawidłowe" każdej zdrowej tkanki mózgu otrzymane w wyniku działania odpornego estymatora MCD, stanowią 'próbę uczącą się' (ang. *training samples*) służącą do obliczenia funkcji gęstości prawdopodobieństwa. W tym celu wykorzystano metodę zwaną jądrowym estymatorem gęstości (ang. *kernel density estimation*) lub oknem Parzen'a (ang. *Parzen window*) opracowaną w 1960 roku przez amerykańskiego matematyka Emanuela Parzen'a..

Gęstości prawdopodobieństwa są szacowane dla następujących klas: $\Gamma = \{$istota biała, istota szara, płyn mózgowo-rdzeniowy, guz, tło$\}$. Mając wektor natężeń $\bar{I}(x)$ w położeniu x, funkcja gęstości prawdopodobieństwa wygląda następująco:

$$p(\bar{I}(x)|\Gamma_j) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} K_\lambda(\bar{I}(x) - \bar{T}_i) \quad (2),$$

gdzie K_λ jest jądrem Gaussa wielu zmiennych, λ jest standardowym odchyleniem (tzw. szerokością pasma), a $\bar{T}_i$ jest klasą próbek uczących się.

- Prawdopodobieństwo – Bayes

Mając obliczone gęstości, które dostarczają nam informacji o dystrybucji prawdopodobieństwa natężeń, można przejść do następnego kroku. W tym momencie należy obliczyć prawdopodobieństwa dla każdego piksela danej klasy tkanki, znając też intensywności. W tym celu wykorzystano twierdzenie Bayes'a:

$$P(\Gamma_j|I(x)) = \frac{P(I(x)|\Gamma_j) \cdot P(\Gamma_j, x)}{P(I(x))} \quad (3),$$

gdzie $I(x)$ jest wektorem intensywności pikseli i Γ_j jest określoną klasą tkanki.

$P(\Gamma_j|I(x))$ - prawdopodobieństwo określające, że piksel x mający intensywność $I(x)$ należy do klasy Γ_j,

$P(I(x)|\Gamma_j)$ - prawdopodobieństwo, że piksel x należący do klasy Γ_j posiada intensywność $I(x)$ (jest to po prostu gęstość, otrzymana w poprzednim kroku),

$P(\Gamma_j, x)$ - prawdopodobieństwo określające, że piksel należy do klasy Γ_j (jego intensywność nie jest brana pod uwagę). Prawdopodobieństwa $P(\Gamma_j, x)$ pochodzą z atlasu tkanek:
istota biała – atlas

istota szara – atlas

płyn mózgowo-rdzeniowy – atlas

guz – ułamek istoty szarej i białej

tło – reszta

$P(I(x))$ jest prawdopodobieństwem, że piksel którejś klasy ma intensywność $I(x)$ (normalizacja).

Odchylenie

Jednym z wielu problemów pojawiających się podczas automatycznej segmentacji obrazów MRI jest ich deformacja wywołana niejednorodnością natężenia lub polem odchylenia (zawiera szumy).
Odchylenie jest spowodowane wywołanymi przez pacjenta w czasie badania oddziaływaniami elektrodynamicznymi. Takie odchylenia są często niewidoczne dla ludzkiego oka, lecz w przypadku segmentacji opartej o natężenia często powodują błędy podczas klasyfikacji.

Koen Van Leemput i in. zaproponował automatyczną metodą usuwania pola odchylenia w obrazach MRI mózgu [19].
Korekta przebiega w następujących trzech krokach (algorytm EM (ang. *Expectation-Maximisation*)):

- ✓ klasyfikacja
- ✓ obliczenie parametrów gęstości
- ✓ oszacowanie parametrów pola odchylenia.

Ponieważ pole odchylenia jest zazwyczaj multiplikatywne, należy przetransformować natężenia do skali logarytmicznej. Odchylenie modelowane jest

jako wielomian. W tym celu wykorzystano równanie kwadryki (ang. *quadric*) – powierzchni drugiego stopnia:

$$\log B^i(x,y) = g_1^i x^2 + g_2^i y^2 + g_3^i xy + g_4^i x + g_5^i y \quad (4),$$

gdzie B jest odchyleniem, a g_1:g_5 współczynnikami wielomianowymi.

Aby obliczyć współczynniki wielomianowe, w pierwszym kroku obliczono wektor średniej i macierz kowariancji wszystkich pikseli natężeń.

Średnia:

$$\mu_j = \frac{\sum_i y_i p(\Gamma_i = j | y_i, \theta)}{\sum_i p(\Gamma_i = j | y_i, \theta)} \quad (5),$$

gdzie y_i - wartość piksela, Γ_i - dana tkanka, θ - parametr modelujący odchylenie.

Oraz macierz kowariancji:

$$\sigma_i = \frac{\sum_i p(\Gamma_i = j | y_i, \theta)(y_i - \mu_i)^2}{\sum_i p(\Gamma_i = j | y_i, \theta)} \quad (6)$$

Parametry odchylenia zdefiniowano następująco:

$C = (A^T W A)^{-1} A^T W R$ (7),

gdzie $W = diag(w_i)$ (8), $w_i = \sum_j w_{ij}$ (9), $w_{ij} = \frac{p(\Gamma_i = j | y_i, \theta, C)}{\sigma_j^2}$ (10)

$R = \begin{bmatrix} y_1 - \tilde{y}_1 \\ y_2 - \tilde{y}_2 \\ \vdots \end{bmatrix}$ (11) – wektor reprezentujący różnicę między oryginalnymi danymi y i danym i w przypadku których poprawiono odchylenie $\tilde{y}$, $\tilde{y}_i = \frac{\sum_j w_{ij} \mu_j}{\sum_j w_{ij}}$ (12)

a $A = \begin{bmatrix} \Phi_1(x_1) & \Phi_2(x_1) & \Phi_3(x_1) & \cdots \\ \Phi_1(x_2) & \Phi_2(x_2) & \Phi_3(x_2) & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix}$ (13) reprezentuje geometrię modelu pola odchylenia, gdzie Φ_k jest funkcją odchylenia wszystkich współrzędnych x_i.

Następnie obliczono lewą stronę równania $A^T W A$

oraz prawą strony równania $A^T WR$.

Rozwiązanie równania (obliczenie współczynników): $C = \left(A^T WA\right)^{-1} A^T WR$:

Obliczenie odchylenia $\log B^i(x,y) = g_1^i x^2 + g_2^i y^2 + g_3^i xy + g_4^i x + g_5^i y$

- implementacja w MATLAB'ie:

```
odchylenie(:,1) = [X,Y,X.^2,Y.^2,X.*Y]*C(1:5);
```

Na koniec pole odchylenia jest z powrotem transformowane ze skali logarytmicznej tak, aby z powrotem było multiplikatywne.

Wyodrębniai

Ostatnim krokiem tego etapu jest wyodrębnienie poszczególnych tkanek: istota biała, szara, płyn mózgowo-rdzeniowy, tło i guz.

Diagnoza

Ponieważ w poprzednim etapie wyodrębniono wszystkie tkanki, teraz należy sprawdzić czy tkanka oznaczona wcześniej jako Guz (będąca klasą, składającą się ze wszystkich pikseli, których parametry odbiegały od parametrów „zdrowych" klas) faktycznie jest klasą reprezentującą nowotwory.

Cały drugi etap realizowany jest przez funkcję Diagnozuj, która składa się z dwóch kroków:

- wykrycie guza
- końcowe wyodrębnienie tkanek.

Wykrycie guza polega na wyszukaniu na dotychczasowo oznaczonym jako Guz obszarze największego regionu, który ma kształt kołowy o promieniu 5 pikseli. Jeżeli guz zostanie wykryty, wówczas ponownie przeprowadzone zostaje wyodrębnienie tkanek.

Podsumowanie

Dla dziesięciu wejściowych obrazów MRI, do których dopasowano atlasy tkanek, program automatycznie dokonuje segmentacji istoty szarej, istoty białej, płynu mózgowo-rdzeniowego oraz diagnozuje nowotwory.

Diagnozowanie obrazów MRI przedstawiających zdrowe mózgi przebiega prawidłowo. Obrazy MRI przedstawiające mózgi chore również zostały prawidłowo zdiagnozowane – wykryto nowotwory, jednak wystąpił problem podczas graficznej reprezentacji wyników. Niestety w przypadku tych obrazów rozkład gęstości prawdopodobieństwa klasy Guz mieści się w przedziale gęstości płynu mózgowo-rdzeniowego, dlatego obszary wypełnione płynem mózgowo-rdzeniowym oznaczone są kolorem czerwonym, przypisanym klasie Guz.

Rozwiązanie tego problemu – implementacja metody aktywnych konturów - zostało zaproponowane w [16].

Rys. 2 Diagnoza prawidłowa. Guz nie został wykryty. Mózg zdrowy
Źródło: Opracowanie własne

Rys. 3 Diagnoza prawidłowa. Guz został wykryty. Centralnie położna zmiana jest bardzo dobrze widoczna. Obejmuje układ komorowy, spoidło, ciało modzelowate, elementy pnia mózgu.
Źródło: Opracowanie własne

W przyszłości program można rozbudować o następujące funkcje:

- diagnozowanie obrzęków, które bardzo często towarzyszą procesom nowotworowym i mają kluczowe znaczenie podczas planowania zabiegów chirurgicznych czy radioterapii,
- uwzględnienie krzywizny i asymetrii mózgu,
- poprawa jakości segmentacji, której błędy najczęściej są skutkiem wykorzystywania atlasów tkanek do klasyfikacji obrazów, na których struktury mózgu są znacząco zdeformowane,
- wykrywanie guzów o innych, niż tylko kuliste, kształtach.

Literatura

1. Broszura informacyjna *Międzynarodowego Tygodnia Świadomości Nowotworów Mózgu,* 21-27 października 2007r.
2. Strona WWW, *Katedra Kliniki i Neurochirurgii Akademii Medycznej w Warszawie,*

http://www.neurochirurgia.edu.pl/index.php?parametr=artykuly_artykul&id_wew=33#
3. Strona WWW, *Wikipedia, Glejak,* http://pl.wikipedia.org/wiki/Glejak
4. Praca zbiorowa pod redakcją Rykowski H., *Współczesne poglądy na powstawanie nowotworów, ich wczesne rozpoznawanie i leczenie.*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, 1953
5. Strona WWW, *Nowotwory ośrodkowego układu nerwowego,* http://pl.wikipedia.org/wiki/Guz_m%C3%B3zgu
6. Strona WWW, *Wikipedia, Mózgowie człowieka,* http://pl.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3zg_cz%C5%82owieka
7. Strona WWW, *Zarys epidemiologii guzów ośrodkowego układu nerwowego. Katedra i Klinika Neurologii Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie,* http://www.viamedica.pl/gazety/gazetaN/darmowy_pdf.phtml?indeks=11&indeks_art=91
8. Strona WWW, *Wikipedia, Pojemność czaszki,* http://pl.wikipedia.org/wiki/Pojemno%C5%9B%C4%87_czaszki
9. Strona WWW, *Wpaść w rezonans*, Wiedza i Życie nr 10/1997, http://archiwum.wiz.pl/1997/97102300.asp
10. Strona WWW, *Diagnostyka obrazowa,* http://www-idss.cs.put.poznan.pl/~krawiec/zim/diagnostykaObrazowa.pdf
11. Strona WWW, *Program MRIcro,* http://www.sph.sc.edu/comd/rorden/mricro.html
12. Strona WWW, *FAST, Oxford University,* http://www.fmrib.ox.ac.uk/analysis/research/fast
13. Fletcher-Heath Lynn M., Lawrence O. Hall, Goldgof Dmitry B., Murtagh F. Reed, Automatic segmentation of non-enhancing brain tumors in magnetic resonance images., *Artificial Intelligence in Medicine*, 21, str. 43-63, 2001
14. Clark Matthew C., Hall Lawrence O., Goldgof Dmitry B., Velthuizen Robert, Murtagh F. Reed, Silbiger Martin S., Automatic tumor segmentation using knowledge-based techniques, *IEEE Transactions on medical imaging*, vol. 17, nr 2, April 1998
15. Kaus Michael R., Warfield Simon K., Nabavi Arya, Black Peter M., Jolesz Ferenc A., Kikinis Ron, Automated segmentation of MR images of brain tumors, *Radiology 2001*, 218, str. 586-591, 2001
16. Prastawa Marcel, Bullitt Elizabeth, Ho Sean, Gerig Guido, A brain tumor segmentation framework based on outlier detection., *Medical Image Analysis*, 8, str. 275-283, 2004
17. Strona WWW, *International Consortium for Brain Mapping,* http://www.loni.ucla.edu/ICBM/About/
18. Rusiecki, A., *Algorytmy uczenia sieci neuronowych odporne na błędy w danych*, Rozprawa doktorska, 2007
19. Van Leemput K., Maes F., Vandermeulen D., Suetens P., *Automated Model-Based Bias Field Correction of MR Images of the Brain*, IEEE Transactions on Medical Imaging, 1999

ROZDZIAŁ X

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI ALGORYTMU DETEKCJI CECH TWARZY NA OBRAZACH TERMOWIZYJNYCH.

Mariusz MARZEC, Robert KOPROWSKI, Zygmunt WRÓBEL

1. Wprowadzenie

Badania nad analizą zdjęć twarzy, detekcją jej cech są prowadzone już od 30 lat. Najczęściej są powiązane z systemami rozpoznawania twarzy. Rozległe badania w tej dziedzinie dotyczą zdjęć w świetle widzialnym [1],[2],[5],[6],[7],[8],[9],[11],[12],[15],[16],[17].Przegląd stosowanych obecnie metod znajduje się w publikacjach [4][13]. Prowadzone są również prace nad wykorzystaniem zdjęć w podczerwieni [21],[22],[23],[24],[25] przegląd metod zamieszczono w pozycji [28].

Rys.1.1 Przykładowe zdjęcia termowizyjne

Analiza obrazu twarzy na zdjęciach termowizyjnych (Rys.1.1) jest trudniejsza niż w przypadku analizy zdjęć w świetle widzialnym, ponieważ poszczególne cechy nie są tak wyraźne a ich kontury są rozmyte [22], wymagane są specjalne warunki przy wykonywaniu tego typu zdjęć, a wykorzystanie ich w celach medycznych nakłada dodatkowe ograniczenia. Niemniej jednak potwierdzono skuteczność badań z wykorzystaniem termografii przy zapewnieniu podstawowych zasad wykonywania tego typu zdjęć [32].

W przypadku zdjęć wykonanych w świetle widzialnym najczęściej wykorzystywane są algorytmy bazujące na kolorze [8],[10],[12],[29] obszarów twarzy, bazujące na cechach obrazu (krawędzie, linie, aktywny kontur, tr. Hougha) [12], [15], [19], [20].

Również wykorzystuje się metody bazujące na cechach twarzy [9] geometrii i antropometrii [5],[6],[7],[11]. W ostatnich latach powstają również rozwiązania bazujące na sieciach neuronowych [18].

W świetle prowadzonych w ostatnich latach badań obserwujemy, że proces analizy zdjęć termowizyjnych jest podobny do analizy w świetle widzialnym, przykładowe rozwiązania zaprezentowano w pracach [16],[17],[21],[22],[23],[24],[25],[26], [27].

Cel badań i założenia

Zadaniem zaprezentowanego algorytmu w pełni automatyczny pomiar wartości temperatur poszczególnych obszarów analizy w obrazach termowizyjnych.
Jako cele cząstkowe działania algorytmu przyjęto:
- wyznaczenie podstawowych obszarów twarzy (części lewej i prawej) tj:
obszaru oczu (O_L , O_P), linii brwi (B_L , B_P), zatoki przynosowe (szczękowe) (Z_L , Z_P), czoła (C_L , C_P).
- wyznaczenie wspomnianych powyżej obszarów bez względu na położenie i obrót głowy na obrazie
- w pełni automatyczne przeprowadzenie wymienionych detekcji.

Przyjęto następujące założenia:
- 1 osoba na scenie
- głowa pacjenta w całości znajduje się w kadrze
- tło o temperaturze niższej niż temperatura ciała pacjenta i jednolite
- twarz w projekcji przedniej
- kąt pochylenia głowy lewo/prawo -50/50 stopni.
- szukane obszary charakterystyczne twarzy widoczne w całości na obrazie.

2. Opis metody

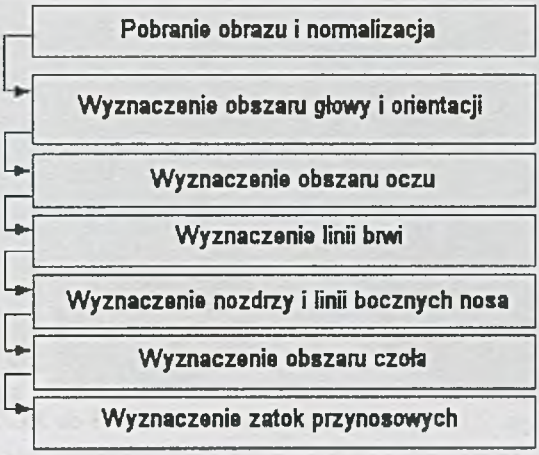
W celu analizy zdjęć został przygotowany kompletny algorytm pozwalający w sposób automatyczny wyznaczać charakterystyczne obszary twarzy. Zdjęcia były analizowane przez prezentowany algorytm automatycznie i bez wstępnego przetwarzania, dodatkowo wprowadzono translację i rotację obrazów.

Badania zostały przeprowadzone z wykorzystaniem pakietu MATLAB w wersji R14. Przy jego użyciu zostały przygotowane i przetestowane poszczególne elementy algorytmu oraz zaprezentowane wyniki.

Z uwagi na to, że najczęściej kompletny proces analizy obrazu twarzy łączy w sobie kilka z wymienionych metod tak, aby uzyskać najlepsze rezultaty podobne rozwiązanie przyjęto w prezentowanej metodzie.

Opisany w artykule algorytm wykorzystuje metody morfologii matematycznej, aktywnego konturu, szablonu, transformaty Hougha, oraz analizę koloru.

Poniżej został zaprezentowany schemat blokowy algorytmu, którego bloki będą omawiane w kolejnych rozdziałach (Rys.2.1).



Rys.2.1 Schemat blokowy algorytmu

Pobranie obrazu do analizy

Do celów badań został wykorzystany zbiór blisko 70 zdjęć termowizyjnych zawierający informacje o temperaturze w pacjentów stopniach Celsjusza. Zdjęcia zostały wykonane kamerami termowizyjnymi typu AGEMA 590 FLIR System (o rozdzielczości temperaturowej 0.1 °C i optycznej 320x240) i ThermaCam S65 (o rozdzielczości temperaturowej 0.08 °C i optycznej 320x240).

Wstępne przetwarzanie obrazu obejmowała filtracja filtrem medianowym o rozmiarze maski 3x3 oraz normalizacja. Zakres wartości wykorzystywanych w normalizacji został ustalony w oparciu o liczne testy na badanej grupie zdjęć i przyjęto dolny próg temperatury 28.3 °C, oraz górny będący maksymalną wartością temperatury w badanym obrazie (O(x,y)).

$$\max_{x,\, y \in O} T = \max(O(x, y))$$

Wybrany zakres temperatury pozwala na wydzielenie z obrazu sylwetki oraz usunięcie zakłóceń w postaci bujnej fryzury, pozostaje jedynie interesujący kontur głowy i fragment ciała pacjenta (Rys.2.2).

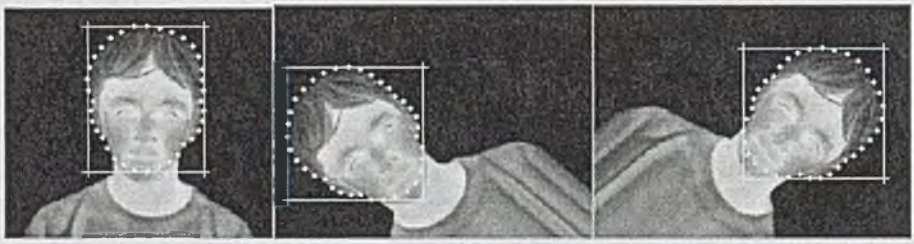
Rys. 2.2. Zdjęcia pacjenta w zakresie 28,3 do 36.75 °C.

Kolejnym etapem przetwarzania jest wyznaczenie obszaru głowy oraz weryfikacja wpływu jej orientacji na otrzymywane wyniki

Wyznaczenie obszaru głowy i orientacji.

Ten etap algorytmu podzielony jest na dwie części, pierwsza z nich jest odpowiedzialna za wyznaczenie potencjalnego obszaru głowy i wykorzystuje metody morfologiczne (erozja warunkowa).Następnie wyznaczany jest przybliżony kształt z użyciem metody aktywnego konturu (Rys.2.3). Ustalenie kształtu głowy pozwala na wyznaczenie jej przybliżonej wysokości (wG), która z kolei jest wykorzystywana do automatycznego doboru wielkości szablonu twarzy (wM):

$$wM = 0.3 \cdot wG$$


Rys.2.3 Przykłady detekcji obszaru głowy dla: 0 , -50 , 50 stopni

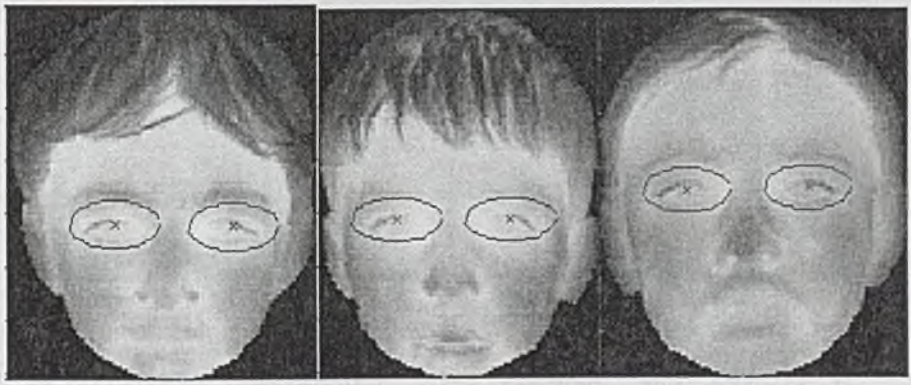
W drugiej części jest wykorzystywany skalowany szablon twarzy (TSzablon) uwzględniający wysokość głowy, zależności antropometryczne oraz rozkład jasności poszczególnych obszarów twarzy pacjenta na zdjęciu termowizyjnym.

Pozwala ona na precyzyjne wyznaczenie orientacji głowy oraz punktu przecięcia linii brwi i linii osi symetrii nosa (Rys.2.4).

Rys. 2.4 Przykłady detekcji TSzablonem: 0, -50 , 50 stopni
(linia brwi i oś symetrii nosa)

Wyznaczenie obszaru oczu

Po prawidłowej detekcji linii brwi, nosa i orientacji głowy, kolejnym krokiem, jest detekcja oczu pacjentów. Z uwagi na cieplejsze wnętrze oczodołów w stosunku do ich otoczenia, można wykorzystać metodę detekcji krawędzi w celu określenia ich zarysu. Następnie w oparciu o uzyskane wcześniej informacje o wielkości głowy wyznaczane są automatycznie potencjalny obszar do wyszukiwania oczu, oraz zakresy wielkości oczu do detekcji zarysu i środka metodą transformaty Hougha.



Rys.2.5. Przykładowe wyniki detekcji oczu.

Jak to widać na dołączonych zdjęciach (Rys. 2.5), dzięki automatycznemu ustaleniu zakresu wielkości szukanych elips (w oparciu o wyznaczoną wcześniej wysokość głowy - wG), uzyskano zadowalające efekty działania transformaty Hougha, jeśli chodzi o precyzję działania. Dodatkowo pozwoliło to na przyspieszenie algorytmu. Detekcja oczu tą metodą pozwala również na wykorzystanie wyników uzyskanych na tym etapie do przygotowania szablonu brwi. Do detekcji oczodołów jest wyznaczany wycinek obrazu znajdujący się poniżej wyznaczonej (TSzablonem) linii brwi. Przyjęto wartość – 0.6 * wM .

Po wyrównaniu histogramu oraz detekcji krawędzi metodą Canny, jest przeprowadzana analiza wycinka obrazu z użyciem transformaty Hougha.

Zakres wielkości szukanych elips jest określono jak poniżej i powiązano z wyznaczonymi wcześniej wielkością głowy:

Półoś krótsza w zakresie RXOka :

$$0.2 \cdot wM \leq RXOka \leq 0.4 \cdot wM$$

Półoś krótsza w zakresie RYOka:

$$0.1 \cdot wM \leq RXOka \leq 0.2 \cdot wM$$

Uzyskane wyniki detekcji oczodołów, można porównać z poglądowym obrazem twarzy człowieka (Rys. 2.8).

Wyznaczenie nozdrzy i linii bocznych nosa

Dzięki zastosowaniu TSzablonu, otrzymujemy określoną wstępnie pozycje nosa, jego wysokość i oś symetrii (Rys. 2.4). Z uwagi na charakter zdjęć termowizyjnych jednoznaczne określenie położenia nosa jest jednak bardzo trudne. W przypadku obrazów widzialnych są wykorzystywane metody detekcji środka nozdrzy[31], osi symetrii [18].

Rys .2.6. Przykłady detekcji punktów charakterystycznych nosa.

W prezentowanej metodzie został wykorzystany specjalnie do tego przygotowany szablon, który pozwala wyznaczyć dolny fragment nosa.

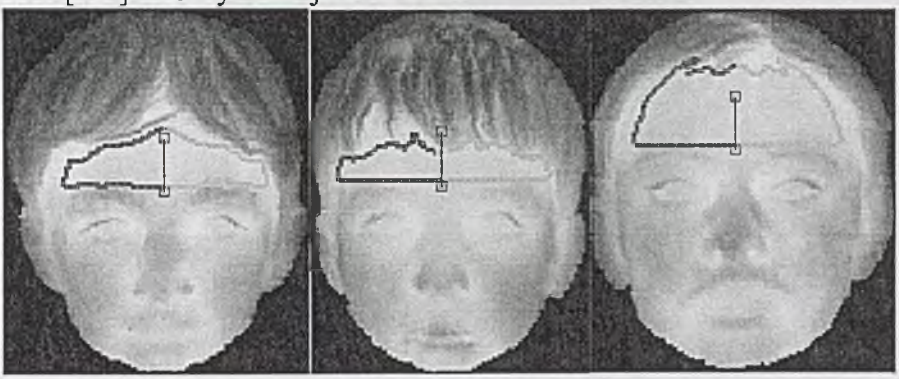
Współczynnik dopasowania szablonu (wspN) uwzględnia rozstaw punktów charakterystycznych nosa (wN) oraz rozkład jasności (temperatury) w otoczeniu tych punktów (tN). W celu uzyskania najlepszych wyników wprowadzono wagi dla poszczególnych składników równania.

$$wspN = 0.8 \cdot tN + 0.2 \cdot wN$$

Wyznaczenie maksymalnej wartość współczynnika pozwala na zaznaczenie tych miejsc na zdjęciu jak to widać powyżej (Rys.2.6).

Wyznaczenie obszaru czoła

W celu wyznaczenia obszaru czoła zastosowano analizę jasności w poszczególnych punktach obszaru czoła. Przyjęto, że odchylenie standardowe w obszarze [5x5] musi być mniejsze od 0.07.



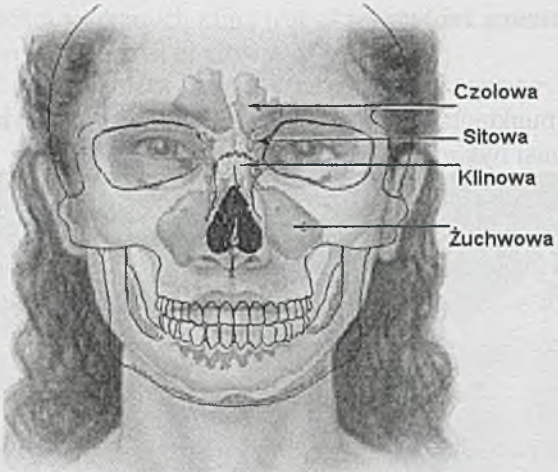
Rys .2.7. Przykłady detekcji obszaru czoła

Konieczne również było wyeliminowanie niesymetrycznych zakłóceń spowodowanych włosami zakrywającymi czoło. W tym celu wykonywana jest operacja AND na prawym i lewym obszarze czoła. W tym etapie niezmiernie ważne jest precyzyjne wyznaczenie osi symetrii czoła, aby wyznaczyć prawidłowe obszary obu stron (Rys.2.7). W tym celu wykorzystano, również wyniki detekcji nozdrzy jako element dodatkowej weryfikacji. Precyzyjne wyznaczenie położenia nozdrzy, zwiększa skuteczność wyznaczenia osi symetrii czoła.

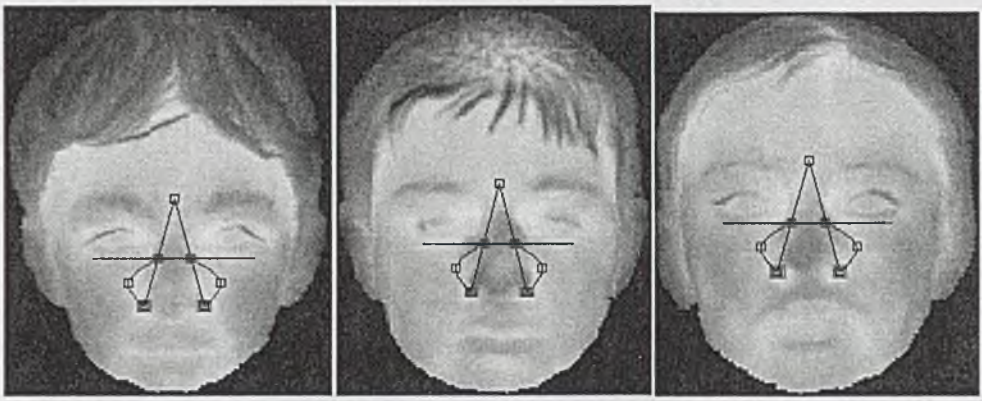
Wyznaczenie zatok przynosowych

W literaturze dotyczącej analizy obrazu twarzy trudno znaleźć przykłady detekcji zatok przynosowych [21]. Z uwagi na ich kształt (Rys.2.8) oraz uwarunkowania temperaturowe ich detekcja na zdjęciach termowizyjnych jest to bardzo trudna.

W prezentowanej metodzie dzięki dokładnemu wyznaczeniu charakterystycznych punktów nosa oraz położenia oczodołów, został wykorzystany algorytm bazujący na wymiarach geometrycznych. Zaznaczany jest obszar z jednej strony ograniczony krawędziami wyznaczonego wcześniej nosa a z drugiej krzywą sklejaną (Rys. 2.9).



Rys .2.8. Rozmieszczenie zatok przynosowych.



Rys. 2.9. Przykładowe wyniki detekcji zatok żuchwowych.

Na rysunku 2.9 zaprezentowano przykładowe wyniki pracy algorytmu z zaznaczonymi obszarami zatok. Widać, że rezultaty detekcji odpowiadają rzeczywistemu położeniu zatok żuchwowych(Rys.2.8.)

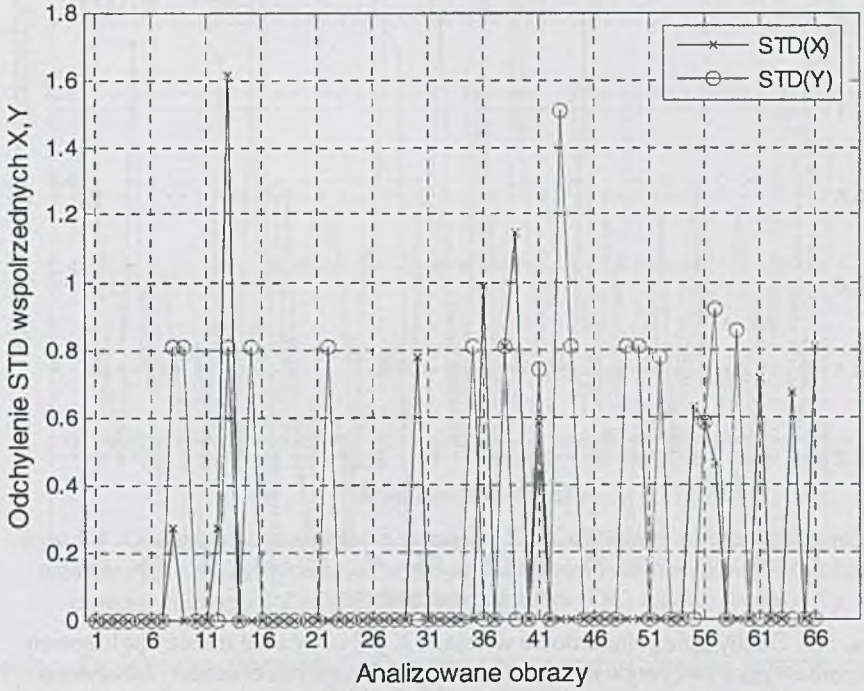
Własności zaproponowanego algorytmy

Poniżej zostały zaprezentowane wyniki działania algorytmu, zostało zmierzone odchylenie standardowe dla charakterystycznych punktów twarzy wyznaczanych przez algorytm oraz orientacji głowy, przy zmianach wprowadzonych przez operacje rotacji i translacji sylwetki pacjenta w obrazie. Błąd jest mierzony między spodziewanymi wynikami (wartością odpowiednio kąta obrotu lub translacji) a otrzymywanymi wartościami (odpowiednio kata obrotu lub translacji) w wyniku analizy proponowanym algorytmem. Na przedstawionych

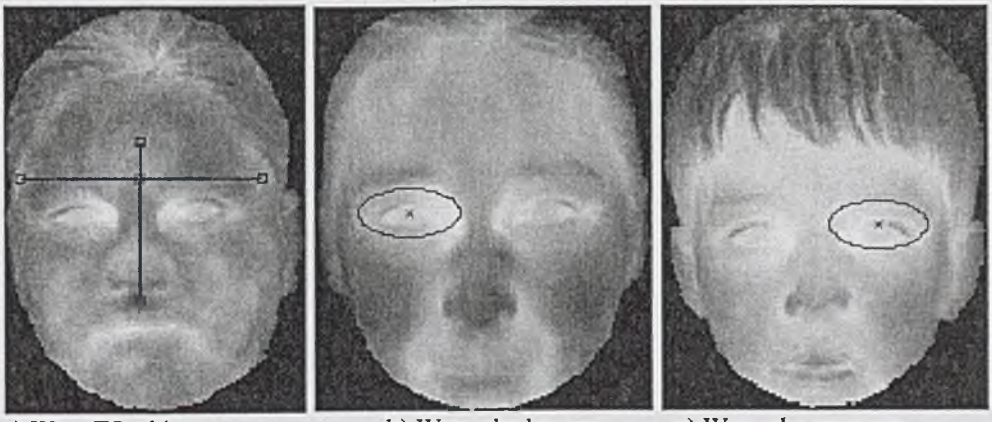
poniżej wykresach pokazano zmiany STD dla zmian położenia (X,Y) oraz kąta (α) obrotu przyjmując następujące zakresy zmian:

$$X \in (-50,50) \quad Y \in (-20,20) \quad \alpha \in (-50,50)$$

Wyniki uzyskiwane dla zmiany położenia w zakresie -20 +20 dla osi Y i -50 do +50 pikseli w osi X zrealizowane dla 67 obrazów.



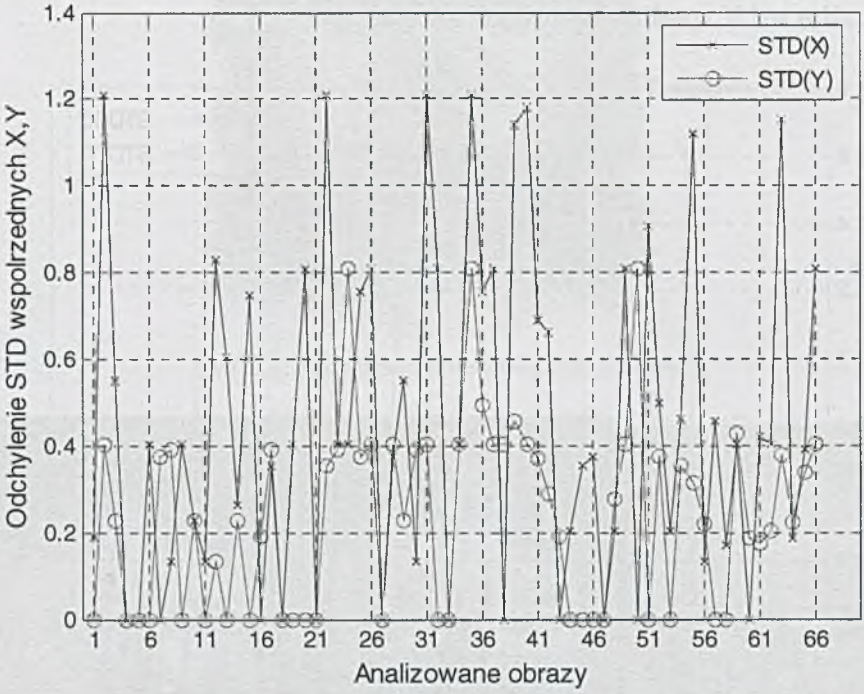
Rys. 5.1. Odchylenie standardowe współrzędnych X, Y (punktu przecięcia linii brwi i oś symetrii nosa) położenia pacjenta na obrazie zmieniano w zakresie -20,+20 oś Y, -50,+50 oś X.



a) Wsp. TSzablonu b) Wsp. oka lewego c) Wsp. oka prawego

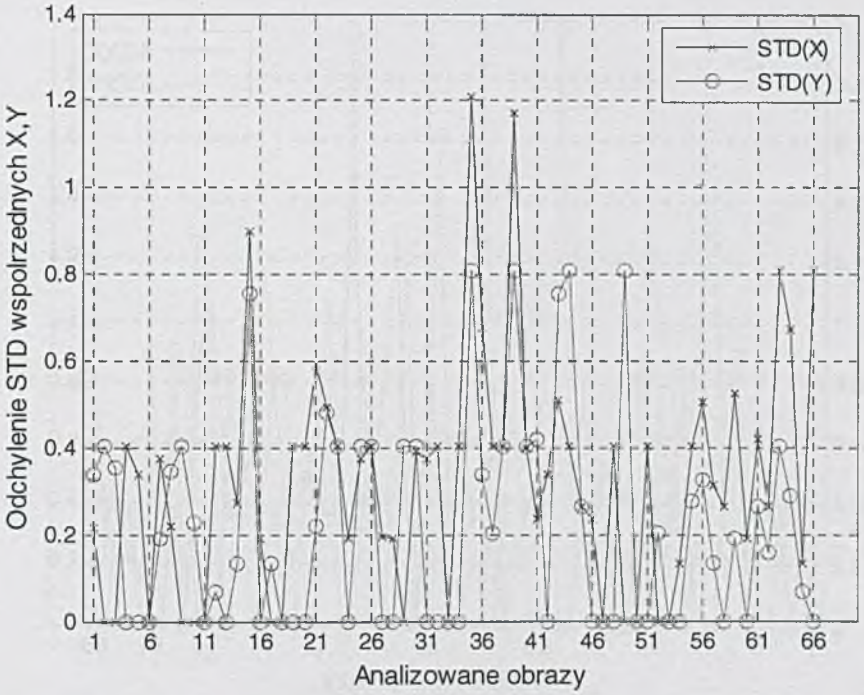
Rys. 5.2 Wyniki detekcji poszczególnych punktów twarzy dla zdjęć z największymi wartościami STD.

Na rys.5.2 a) zaprezentowano zdjęcie, dla którego wartość STD, przy wyznaczaniu współrzędnych TSzablonu, była największa, widać, że pomimo najwyższego STD punkt przecięcia jest wyznaczony bardzo dokładnie.



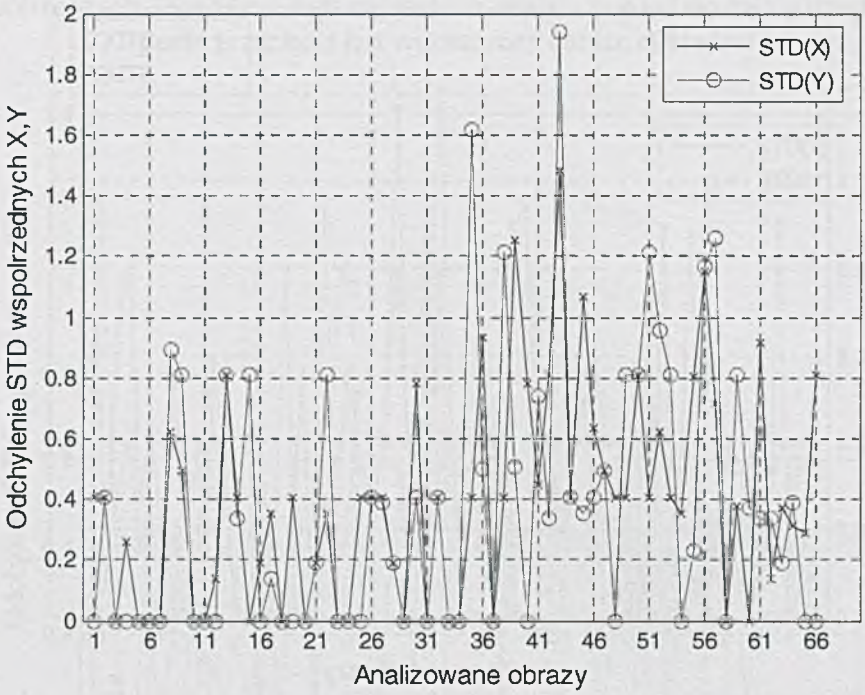
Rys. 5.3. Odchylenie standardowe w osiach X i Y obliczane miedzy położeniem wzorcowym a otrzymywanymi wynikami dla kolejnych obrazów. Obliczenia przeprowadzono dla zmiany położenia punktu (OP) środek prawego oka

Na rys 5.2 c) widać przykład analizy zdjęcia gdzie, odchylenie STD przy wyznaczeniu współrzędnych środka prawego oka było największe. Tu również można zaobserwować, że pomimo największej wartości STD, obszar oczodołu jest wyznaczony prawidłowo.

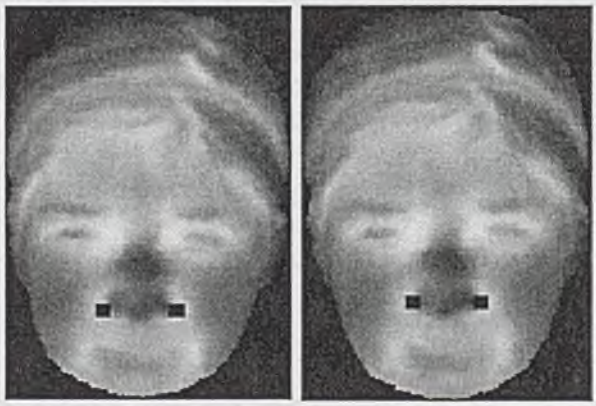


Rys .5.4. Odchylenie standardowe w osiach X i Y obliczane miedzy położeniem wzorcowym a otrzymywanymi wynikami dla kolejnych obrazów. Obliczenia przeprowadzono dla zmiany położenia punktu (OL) środek lewego oka

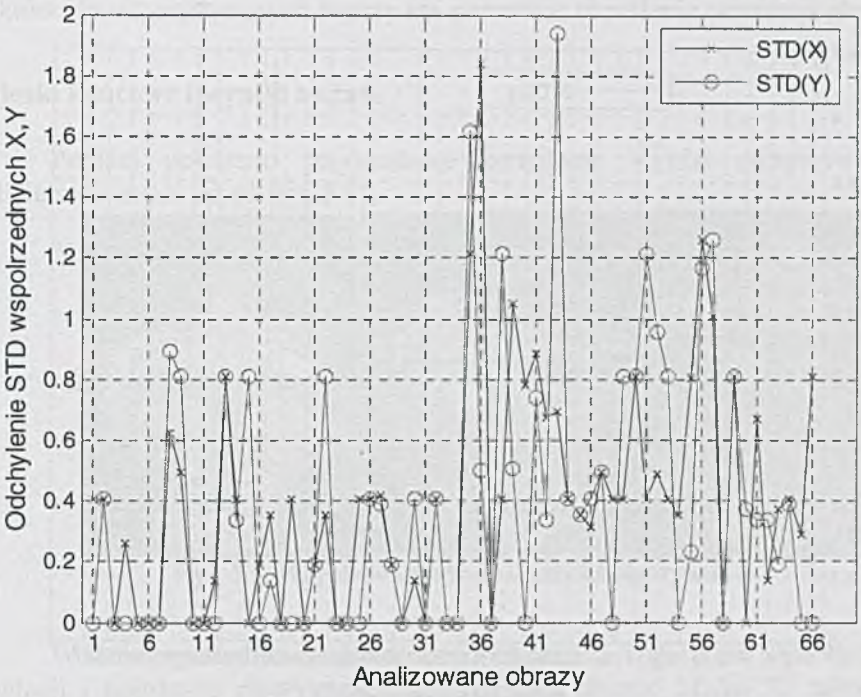
Zdjęcie, dla którego wartość STD przy wyznaczaniu środka lewego oka była największa, zaprezentowano na rys. 5.2 b).
Można zaobserwować, że pomimo największej wartości STD, współrzędne środka oka jak i zarys oczodołu zostały wyznaczone bardzo dokładnie.



Rys.5.5. Odchylenie standardowe w osiach X i Y obliczane miedzy położeniem wzorcowym a otrzymywanymi wynikami dla kolejnych obrazów. Obliczenia przeprowadzono dla zmiany położenia punktu (NL) nos lewo



Rys. 5.6. Przykładowy wynik analizy dla zdjęcia nr 43, gdzie STD(Y) było największe.

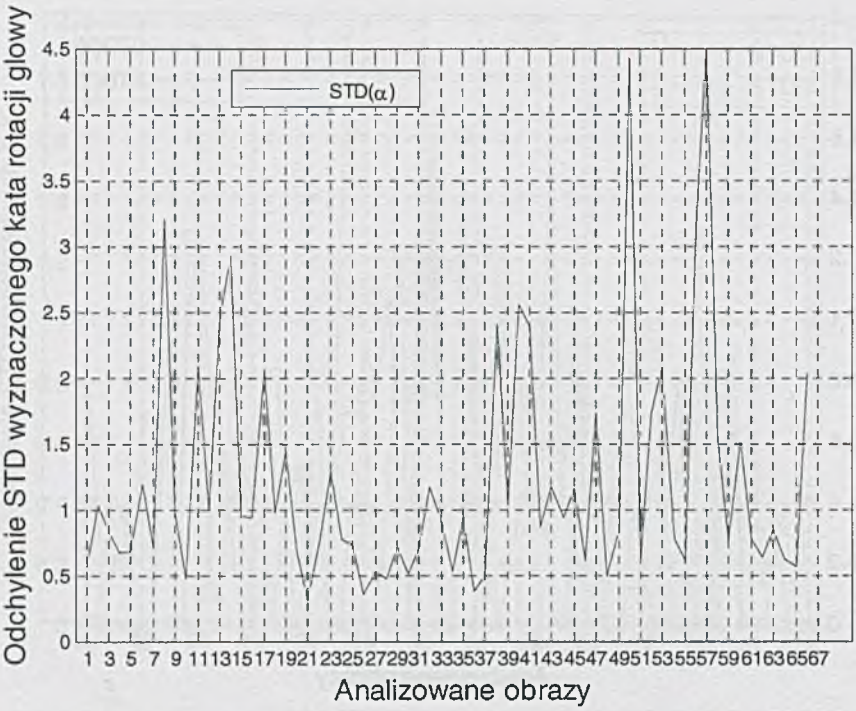


Rys.5.7. Odchylenie standardowe w osiach X i Y obliczane miedzy położeniem wzorcowym a otrzymywanymi wynikami dla kolejnych obrazów. Obliczenia przeprowadzono dla zmiany położenia punktu (NP) nos prawo

Zgodnie z przedstawionymi wykresami na rys 5.1,5.3,5.4,5.5,5.7 można zaobserwować, niewielki wpływ translacji w osi zarówno X jak i Y na otrzymywane wyniki, w postaci segmentowanych obszarów i punktow charakterystycznych. Jest to doskonale widoczne dla poszczególnych obrazów gdzie największa wartość STD=1.93 , występuje dla obrazu nr 43 (rys 5.5 i rys 5.7) przy detekcji punktów charakterystycznych nosa.

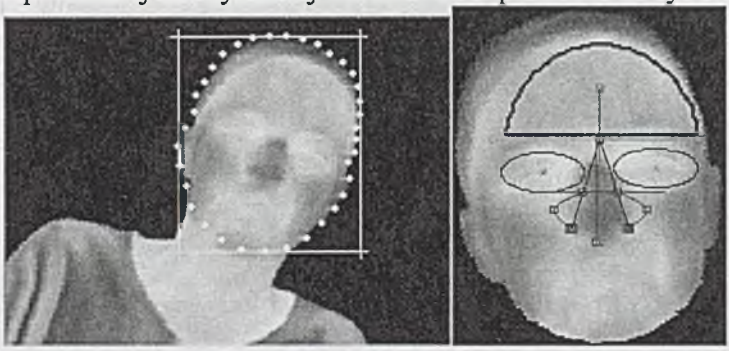
Dla pozostałych punktów charakterystycznych twarzy można zaobserwować znacznie mniejszy wpływ zmian położenia pacjenta w obrazie na działanie algorytmu.

Zmiana orientacji w zakresie -50 do 50



Rys. 5.7. Zależność STD wyznaczonego jako różnice w wartościach kątowych między wzorcem a obrazem mierzonym odniesionych dla kolejnych analizowanych obrazów.

Na rys 5.7 widoczne jest maksymalne odchylenie standardowe wyznaczonego kąta orientacji głowy numer obrazu 57 o wartości 4.5 °. Obraz oraz wynik dla wspomnianej maksymalnej wartości STD pokazano na rys 5.8



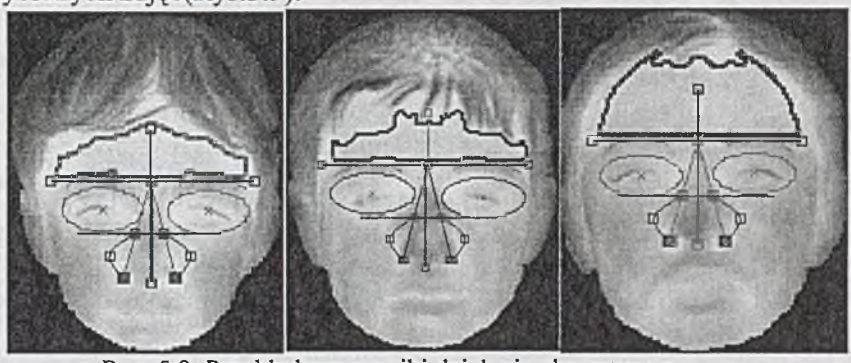
Rys. 5.8. Przykładowy obraz dla, którego odchylenie standardowe wyznaczonego kąta orientacji głowy było największe

Jak wynika z przedstawionego na rys 5.8 obrazu oraz jego analizy, pomimo najwyższej STD wyznaczonego kąta, szukane obszary są wyznaczone

prawidłowo.Można zaobserwować również, że znaczący wpływ na detekcję punktów charakterystycznych twarzy ma poprawne określenie orientacji głowy.

Wnioski końcowe i wyniki badań.

Poniżej pokazano przykładowe kompletne wyniki otrzymywane po analizie wybranych zdjęć(Rys.5.9).



Rys. 5.9. Przykładowe wyniki działania algorytmu.

W celu sprawdzenia skuteczności działania algorytmu niezależnie od orientacji i położenia głowy wykonano testy na zbiorze blisko 70 zdjęć, które zostały dodatkowo poddane rotacji o kąt w zakresie od -50 do 50 stopni co 10 oraz translacji w zakresie -50 do +50 dla osi X i -20 do +20 dla osi Y. Łącznie dało to zbiór ponad 4000 obrazów.

Czas analizy jednego zdjęcia wahał się 17 – 60 sekund w zależności od konfiguracji sprzętowej komputera (17 sekund dla AMD X2 5600+ , 60 sekund dla P4 1.8 GHz). Zastosowanie komputera o większej mocy obliczeniowej spowoduje dalsze przyspieszenie analizy zdjęć.

Jak wspomniano na wstępie wyznaczone obszary mogą być pomocne przy automatycznym pomiarze temperatury symetrycznych obszarów twarzy o może być pomocne w diagnostyce, migrenowych bólów głowy [33].

Mogą również być wykorzystane przy automatyzacji procesu modelowania 3D dla obrazów termowizyjnych głowy.

Po przeanalizowaniu otrzymanych wyników nasuwają się wnioski, co do działania algorytmu:

- umożliwia precyzyjną detekcję głowy przy obrocie w zakresie od -50 do 50 stopni
- umożliwia precyzyjną detekcję głowy niezależnie od położenia głowy pacjenta w obrazie.
- pozwala na wyznaczenie założonych obszarów głowy i pomiar ich temperatur

W oparciu o uzyskane wyniki następnym etapem pracy nad algorytmem może być zwiększenie jego precyzji oraz liczby poprawnych detekcji. Uzasadniona wydaje się również dalsza rozbudowa algorytmu tak, aby umożliwiał automatyczne

wyznaczenie kolejnych obszarów głowy istotnych dla wykorzystania termowizji głowy w medycynie.

Literatura

1. Stam. Z.Li , Anil K.Jain "Handbook of Face Recognition" , Springer 2005
2. Mark S. Nixon, Alberto S. Aguado „Feature Extraction and Image Processing" ,Newnes 2002
3. Wróbel Z, Koprowski R „Praktyka przetwarzania obrazów w programie Matlab",
4. M.Yang, D.J.Kriegman, N.Ahuja "Detecting faces in images:A survey", IEEE,2002
5. R.Brunelli„Face recognition: Features vs templates" IEEE 1993
6. M. Hu, *S.*Worrall, A.H.Sadka, A.M.Kondoz „Face feature detection and and model design for 2-d scalable Model-based video coding", IEEE 2003
7. D.DeCarlo, D.Metaxas, M.Stone "An anthropometric face model using variational techniques", SIGGRAPGH, 1998
8. Kap-Ho Seo, Won Kim,"Face detection and facial feature extraction using color snake", IEEE 2002.
9. D.DeCarlo, D.Metaxas "The integration of optical flow and deformable models with applications to human face shape and motion estimation", IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'96).
10. M.A.Berbar "Faces and facial feature detection in color images",IEEE 2006
11. A.S.Sohail "Detection of facial feature point using anthropometric face model" , SITIS 2006
12. S.L.Phung, A.Bouzerdoum, D.Chai, W.Kuczborski "A color-based apporach to automatic face detection", Signal Processing and Information Technology,2003.
13. E.Hjelmas "Face detection: A survey", University of Oslo,Academic press 2001
14. A.Pietrowcew "Face detection in colour images using fuzzy Hough transform" OPTO-ELECTRONICS REVIEW 11(3),2003
15. T.Yokohama,Y.Yagi "Active contour for extracting human faces" Osaka University,1996.
16. J.Wang, E.Sung "Facial feature extraction in an infrared image by proxy with a visible face image", IEEE 2007
17. I.Pavlidis, P.Buddharaju,C.Manohar "Biometrics:Face recognition in thermal infrared", Rozdział 29. "The Biomedical Engineering Handbook",(2000).
18. Z.Szlavik, T.Sziranyi "Face analysis using CNN-UM", 2004. Cellular Neural Networks and their Applications. Budapest (CNNA 2004).
19. X.Bing, Y.Wei, Ch.Charocnsak "Face contour tracking in video using active contour model", International Conference on Image Processing (ICIP), 2004

20. H.Guangda,S.Cheng Du, "Feature Points Extraction from Faces" Research Institute of Image and Graphics, Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing, China, 2003
21. Koprowski.R , Wojaczyńska Stanek K.,Wróbel.Z „Automatic segmentation of characteristic areas of the human head on thermographic images", „Machine Graphics & Vision", 2007, vol.16.
22. L.Trujillo, G.Olague, R.Hammoud,B.Hernandez „Automatic Feature Localization in Thermal Images for Facial Expression Recognition", IEEE, 2004
23. A.Selinger Diego, A. Socolinsky „Thermal Face Recognition in an Operational Scenario" , IEEE ,2004
24. O.Arandjelovic, R.Hammoud, R.Cipolla „On Person Authentication by Fusing Visual and Thermal Face Biometrics",University of Cambridge, IEEE ,2006
25. Z.Zhu, P.Tsiamyrtis, I.Pavlidis "Forehead thermal signature extraction in lie detection" IEEE,2007
26. I.Pavlidis, P.Buddharaju, C,Monohar,P.Tsiamyrtzis "Face recognition in thermal infrared": Biometrics.,Bronz,2005
27. J.Wang, E.Sung „Facial feature extraction in an infrared image by proxy with a visible face image", IEEE 2007
28. G.Kong, J.Heo, B.R. Abidi, J.Paik. M.A. Abidi „Recent advances in visual and infrared face recognition – a review" the Journal of Computer Vision and Image Understanding, Vol. 97, No. 1, pp. 103-135, June 2005.
29. R.L.Hsu, M.Abdel-Mottaleb, A.K.Jain "Face detection in color images" IEEE, 2002
30. W.Huang, R.Mariani "Face detection and precise eye location",IEEE 2000
31. V.Vezhnevets „Face and Facial Feature Tracking for Natural Human Computer Interface" , International Conference Graphicon ,2002
32. Praca zbiorowa pod. red. Z. Nałęcza „Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna. Tom 8. Obrazowanie biomedyczne", Nowakowski.A „Rozwój techniki podczerwieni dla obrazowania w medycynie", Wyd. Exit, Warszawa 2000.
33. R. Koprowski, K. Wojaczyńska-Stanek, Z. Wróbel. „Diagnostyka bólów głowy na podstawie sekwencji obrazów termowizyjnych". XIV konferencja pt. Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna, Komitet Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, KBIB-2005, Wyd. Pol. Częstochowska, (2005), 285-290.

Polskie Towarzystwo Informatyczne

Oddział Górnośląski

ul. J. Lompy 2/10, 40-040 Katowice
tel./fax: +48 32 2519811
www.pti.katowice.pl
Katowice@pti.org.pl