ISSN 0542 9951

3
1996

NAJSTARSZE PISMO INFORMATYCZNE W POLSCE – UKAZUJE SIĘ OD 1965 ROKU

informatyka

miesięcznik profesjonalistów

D. 18477/96

JĘZYK I TECHNOLOGIA

Dwudniowe seminarium „Język i Technologia'95" zorganizowane w Poznaniu podczas ubiegłorocznego *Infosystemu*, z inicjatywy XIII Dyrektoriatu Generalnego Komisji Europejskiej przez Uniwersytet Adama Mickiewicza we współpracy z Międzynarodowymi Targami Poznańskimi, było próbą zwrócenia uwagi szeroko rozumianego środowiska ludzi związanych z technologiami języka naturalnego (zarówno producentów, konsumentów technologii, jak również odpowiednie środowiska decydenckie) na miejsce tych technologii w wizji nowoczesnej i wspólnej Europy. Posłanie, które przekazali przybyli na to spotkanie przedstawiciele Komisji Europejskiej, zwraca naszą uwagę na świadomość strategicznej wagi, jaką ma skuteczność porozumiewania się w języku naturalnym dla podnoszenia konkurencyjności w biznesie, przemyśle i zwiększania sprawności administracji. Przejawem tej świadomości jest program budowy optymalnego środowiska, celem ułatwienia komunikacji między ludźmi poprzez wykorzystanie Technologii Języka i Informacji (zarówno dla języka mówionego, jak i pisanego). Celem jest przyczynienie się do socjo-ekonomicznego rozwoju wewnątrz Europy, zwiększenia jej konkurencyjności, przy zachowaniu dziedzictwa językowego i kulturowego z całą jego różnorodnością i bogactwem, tak cenionego przez Europejczyków i będącego często przedmiotem zazdrości innych nacji.

Instancje europejskie, a w szczególności XIII Dyrektoriat Generalny Komisji Europejskiej, systematycznie, od wielu lat promują zaawansowane technologie języka, upatrując w nich, z jednej strony własności przyspieszających globalny rozwój ekonomiczny a także walorów integracyjnych, które nie naruszą wspomnianego wyżej zasobu kulturowego. Jednocześnie procesy integracyjne, zarówno wewnątrz Wspólnoty, jak i pomiędzy nią a krajami Europy Centralnej i Wschodniej, sprawiają, że te ostatnie, na równi z innymi, są adresatem tej promocji.

Zgromadzone w tym numerze *Informatyki* publikacje pióra uczestników wyżej wspomnianego seminarium mają przybliżyć problematykę technologii języka jej czytelnikom, rekrutującym się z rozmaitych środowisk, w różny sposób związanych z techniką informatyczną lub po prostu interesujących się nią. Pragniemy zwrócić uwagę na artykuł wstępny pióra Jana Roukensa z DG XIII (Luxembourg), który oddaje poglądy Komisji Europejskiej w zakresie wykorzystywania technologii języka na rzecz integracji europejskiej i tworzenia nowego społeczeństwa informacyjnego.

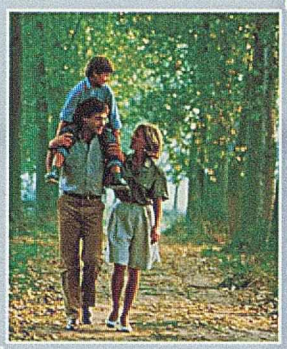
Odnotujmy tu na marginesie, że przetwarzanie języka naturalnego, bardzo wcześnie, bo już w latach czterdziestych bieżącego stulecia weszło w obszar zainteresowań informatyków i to jako jedno z najważniejszych, i jak się okazało, najtrudniejszych zadań (słynne Memorandum Warrena Weaver'a z dnia 15 lipca 1949). Osoby zainteresowane korzeniami „prehistorycznymi" naszej dyscypliny zaciekawi być może mało znany fakt, że już oto Kartezjusz, w liście do Ojca Mersenne z 26 października 1629 roku postulował zmechanizowanie i zuniwersalizowanie tłumaczenia przez wprowadzenie słownika numerycznego, pisząc: „Mettant en son dictionnaire un seul chiffre qui se rapporte à aymer, amare, philein et tous les synonymes [d'aimer dans toutes les langues] le livre qui sera écrit avec ces caractères [les numéros du code] pourra être intrepréte par tous ceux qui auront ce dictionnaire" (*Kładąc w słowniku jeden wspólny znak kodowy dla „aymer", „amare", „philein" i wszystkich synonimów* [*słowa „kochać" we wszystkich językach*] *książka, która zostanie napisana przy użyciu tych znaków, będzie mogła być czytana przez wszystkich posiadających ów słownik*).

Zygmunt Vetulani

WYDAWNICTWO SIGMA NOT

Cena 5,00 zł (50 000 zł)

Przekonaj się, jak wiele możliwości daje Microsoft Office dla Windows 95.



Start

Szukasz programu, który znacznie ułatwi Ci pracę? Programu, który sprawi, że codzienne zadania można będzie wykonywać o wiele szybciej i łatwiej, a czas i energię zaoszczędzone w ten sposób przeznaczyć na ulubione zajęcia?

Znalazłeś – Microsoft Office dla Windows 95 - po polsku!

To zestaw biurowy o nowych **możliwościach**, dających Ci **możliwość** spędzania czasu tak, jak lubisz najbardziej. Jak to **możliwe**? To proste:

Microsoft Office dla Windows 95 pozwala pełniej wykorzystywać dostępne funkcje pakietu biurowego, czyniąc zestaw bardziej intuicyjnym w obsłudze.

Office dla Windows 95 pozwala traktować komputer jako narzędzie pracy i nie wymaga, by użytkownicy byli ekspertami od oprogramowania.

Cały pakiet zaprojektowano tak, aby ułatwić dostęp do danych oraz do łączności z komputerami na całym świecie. Udział w globalnej wymianie informacji stanie się teraz możliwy.

Aplikacje w Office dla Windows 95 są w pełni **32-bitowe** i działają wydajniej. Korzystają ze zwiększonych zasobów systemowych, stabilności i wielozadaniowości Windows 95.

Szybsze jest przewijanie i otwieranie dokumentu. Excel wykorzystuje możliwości środowiska 32-bitowego, dzięki czemu obliczenia trwają teraz do 50 procent krócej.

Dzięki technologii **IntelliSense** wykonywanie zadań staje się łatwiejsze i szybsze niż kiedykolwiek.

Przełomowym rozwiązaniem jest również **Office Links**. Aplikacje Office dla Windows 95 współpracują ze sobą tak, jakby stanowiły jeden program.

Microsoft Office dla Windows 95 – program komputerowy, który daje wiele możliwości. Kup go i przekonaj się o tym już dziś!

Microsoft Office 95 po polsku - To się dobrze składa !

Zapraszamy do odwiedzenia polskiej strony WWW firmy Microsoft:
http:/www.microsoft.com/poland

Microsoft®

WHERE DO YOU WANT TO GO TODAY?™

© 1996 Microsoft Corporation. Wszelkie prawa zastrzeżone. Microsoft jest zastrzeżonym znakiem towarowym. Dodatkowe informacje - Infoserwis Microsoft tel. (0-22) 628 69 24.

publikacje

POLITECHNIKA ŚLĄSKA Biblioteka Główna w Gliwicach
P 1877/96

Łamanie językowych barier:
Ku wielojęzycznemu społeczeństwu informacji w Europie

Jan Roukens
European Commission DG XIII
Luxembourg

Poprzez język komunikujemy się społecznie w celu przekazywania informacji i wyrażania uczuć. Elastyczność języka wysuwa się na pierwszy plan w negocjacjach dyplomatycznych i rozmowach handlowych. Jasność języka jest sprawą zasadniczą w instrukcjach instalowania, wykorzystywania i konserwacji urządzeń w przemyśle czy w domu. Rezultaty naukowe i techniczne muszą być komunikowane w języku zrozumiałym.

Język ma głęboki wpływ na wiele aspektów współczesnego społeczeństwa. Języki grają ważną rolę w kultywowaniu spójności społecznej krajów i regionów. Znacząca część wspólnego dziedzictwa kulturalnego narodu ma związek z językiem – na przykład jego poezja czy literatura. Język jest głównym instrumentem, który stanowi o funkcjonowaniu demokracji, na przykład przez otwarte debaty i dyskusje, a także przez wolność prasy. Na płaszczyźnie ekonomicznej języki mają wpływ na rynek. Pomyślmy o dodatkowych kosztach przekładu na potrzeby handlu zagranicznego i stosowaniu podtytułów w europejskim przemyśle mediatycznym.

Języki w powstającym społeczeństwie informacyjnym

W rewolucji informacyjnej, która zwiastuje dzisiaj wyłanianie się społeczeństwa informacyjnego, komputerowa informacja i technologie informacji (ICTs) dają jednostce moc natychmiastowego, w skali światowej, dostępu do informacji przez kombinacje tekstu pisanego, obrazów graficznych i dźwięku. Język będzie, w jakiejś formie, osnową multimedialnej, ekranowo zorientowanej komunikacji, która jak się wydaje, staje się nieodłączną częścią życia zarówno w miejscu pracy, jak i w domu.

Numer sponsorowany przez Komisję Europejską DGXIII, Luksemburg

Ponieważ wzrasta rola informacji (tak w biznesie i administracji, jak w badaniach czy nauczaniu), zapewnienie każdemu równych możliwości w dostępie do informacji staje się zagadnieniem kluczowym. Rzecz jasna, języki pełnią tu ważną funkcję. Europejska spuścizna językowa to w skali Unii Europejskiej ponad 40 języków autochtonicznych bądź głównych ich wariantów mówionych przez 380 milionów obywateli. Szybko rosnące wykorzystywanie ICT stwarza tendencję do faworyzowania tych języków, które łatwo poddają się tym technologiom. Jednakże społeczeństwo informacyjne oparte na ograniczonej liczbie języków stwarza ryzyko rozwoju w kierunku dwuwarstwowej społeczności (przed którą ostrzega Raport Bangemanna) złożonej z tych, którzy władają językami niezbędnymi dla aktywnej partycypacji i reszty obywateli.

Dla Europy istnieje tu podwójne wyzwanie: utrzymanie jej różnorodności językowej i kulturowej oraz zapewnienie jednakowych warunków do pełnego udziału i korzystania z nowej ery informacji zarówno dla biznesu, jak i obywateli. To wyzwanie zostało w pełni uznane przez Unię Europejską podczas szczytu na Corfu, w czerwcu 1994, gdzie zostały podkreślone aspekty lingwistyczne i kulturalne społeczeństwa informacyjnego. Aby mu sprostać, ważne jest, by europejskie społeczeństwo informacji pozostało wielojęzyczne. Narody z ich różnymi językami, kulturami, historią i systemami edukacji, powinny być zdolne do komunikowania się między sobą i ze światem zewnętrznym tak, by móc żyć i pracować w sposób efektywny, produktywny, tolerancyjny, demokratyczny i spójny we wspólnym europejskim domu.

Kto winien podjąć te wezwania?

Europejskie inicjatywy podkreśliły rolę sektora prywatnego w tworzeniu społeczeństwa informacyjnego. Jednakże, biorąc pod uwagę aspekty językowe, wymagana jest także akcja ze strony sektora publicznego, zarówno na poziomie Narodów Zjednoczonych, jak i Unii Europejskiej. Sektor publiczny powinien zmierzać do zachowania różnorodności językowej przez zagwarantowa-

nie, że wszystkie języki będą odpowiednio traktowane przez nowe technologie, i że treść informacyjna będzie udostępniana w tych jezykach.

Utrzymanie żywotności języków jest zasadniczo sprawą Państw Narodowych. Jednakże instytucje europejskie mogą także pełnić konstruktywną rolę. Po pierwsze, potwierdzając, że wszystkie oficjalne języki Unii mają zapewnione właściwe miejsce w funkcjonowaniu tych instytucji. Po drugie, propagując problematykę językową zarówno wobec publicznych, jak i prywatnych podmiotów. Po trzecie, pełniąc rolę katalizatora w zakresie aspektów wielojęzyczności w społeczeństwie informacji.

Instytucje edukacyjne także grają szczególnie ważną rolę w sprawie zachowania językowej różnorodności. Uczenie się przynajmniej jednego języka obcego, niezależnie od biegłości w języku ojczystym, staje się wręcz koniecznością dla każdego europejskiego obywatela w powstającym globalnym społeczeństwie informacji.

Pod wieloma względami sektor prywatny dzierży klucz do zapewnienia, że europejskie społeczeństwo informacji będzie prawdziwie wielojęzyczne, jako że to właśnie ten sektor zasilił społeczeństwo informacyjne w wielojęzyczną treść. Wielojęzyczne interfejsy zaprojektowane i wyprodukowane przez prywatne firmy mogą ułatwić dostęp do informacji pochodzącej ze źródeł międzynarodowych. W zakresie nauczania języków, prywatne organizacje mogą uzupełniać działalność instytucji sektora publicznego. Na przykład tłumaczenie, interpretacja i lokalizacja mogą być podejmowane przez sektor prywatny. Swój udział mają także prace badawczo-rozwojowe. Działania te, częstokroć sponsorowane przez programy Unii Europejskiej, dały silne podstawy naukowe pod technologię języka w Europie.

JĘZYK I TECHNOLOGIA 1995
Seminarium
Poznań, 12–13.04.1995
Uniwersytet Adama Mickiewicza, Międzynarodowe Targi Poznańskie,
Komisja Europejska DG XIII

Komitet Programowy

Zygmunt Vetulani /UAM/ (Przewodniczący)

Witold Abramowicz /Akademia Ekonomiczna w Poznaniu/

Stefan Jurga /Prorektor Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza/

Karsten Strørup /Komisja Europejska DG XIII–E/

Bogusław Zalewski /Wiceprezes MTP/

Zespół Redakcyjny
Zygmunt Vetulani, Witold Abramowicz, Grażyna Vetulani

Sekretariat
Barbara Wilczyńska

Adres do korespondencji

Zygmunt Vetulani
Zakład Lingwistyki Informatycznej i Sztucznej Inteligencji UAM
ul. Matejki 48/49
60–769 Poznań
tel.: (061)668651
fax.: (061)662992
e-mail: vetulani@math.amu.edu.pl

Plan działania

Wielojęzyczne społeczeństwo informacyjne nie utworzy się samo z siebie. Siły rynkowe nie wystarczą dla zapewnienia językowej różnorodności i jednakowych szans dla wszystkich. Sektor publiczny, zarówno Państw Narodowych, jak i Unii Europejskiej, będzie musiał stworzyć właściwe warunki dla wielojęzycznego społeczeństwa informacyjnego, które ma powstać w Europie przez jasne określenie ram politycznych, trwałe wspieranie właściwego rozwoju technicznego i przez tworzenie precedensów w obszarach objętych jego działaniem.

Jeśli Europa ma dokonać przejścia do społeczeństwa informacji w taki sposób, aby utrzymał się jej wielojęzyczny charakter, to niezbędne do tego są wyraźne ramy polityczne. A także akcje dla promowania wielojęzycznego społeczeństwa informacyjnego (pomiędzy Unią Europejską i Państwami Członkowskimi, pomiędzy sektorem publicznym i prywatnym, pomiędzy instytucjami i obywatelami) zorientowane na zapewnienie pełnego udziału wszystkich zainteresowanych stron - obywateli, biznesu i administracji.
Główne akcje mogą skupić się na następujących zagadnieniach:

- **Rozwinięcie jasnych i stabilnych ram politycznych**
Proponuje się powołanie forum na rzecz multilingwizmu, które miałoby pomagać państwom członkowskim i Komisji w ustalaniu strategicznych zagadnień oraz formułowaniu celów i akcji politycznych. Działalność tego forum będzie wspierana przez sieć Obserwatoriów Językowych w całej Unii Europejskiej.

- **Położenie większego nacisku na naukę języków**
Większy nacisk na nauczanie języków został położony przez niedawne inicjatywy Unii Europejskiej, takie jak: programy Sokrates i Leonardo da Vinci, Education and Training, sekcje poświęcone Language Engineering w ramach Telematics Application Programme. Na dodatek, jeden z programów wyselekcjonowanych do współpracy międzynarodowej na Konferencji Ministerialnej G-7 (w lutym 1995 r. w Brukseli) jako ważny element traktuje nauczanie języków. Aby europejski system kształcenia i sektor prywatny mogły opierać się na rezultatach takich inicjatyw, muszą być one podejmowane w sposób skoordynowany.

- **Budowa silnego przemysłu językowego**
„Przemysł językowy" może być pomyślany jako luźne zgrupowanie przemysłów, których pierwszoplanowym zadaniem jest rozwój, produkcja i marketing produktów wykorzystujących komputery dla przetwarzania i operowania językiem. Przykładami takich produktów językowych są opracowane i wydawane narzędzia takie, jak: korektory ortograficzne i gramatyczne, narzędzia pomoc-

nicze w tłumaczeniu – słowniki, banki terminologiczne i systemy translacji. Mimo, że wzmocnienie tej dziedziny jest przede wszystkim zadaniem zainteresowanych przemysłów, tak Państwa Członkowskie, jak i Unia Europejska powinny pełnić rolę katalizatora wobec wysiłków przemysłu. Jest to szczególnie potrzebne, ponieważ przemysł europejski jest konfrontowany z rynkami, które są bardziej rozczłonkowane i mniej zaawansowane, gdy chodzi o popyt (np. USA). Często też dominują na nich SME (małe i średnie przedsiębiorstwa), którym brakuje siły finansowej i marketingowej do opanowania obcych rynków.

■ **Promocja wielojęzycznej treści**

Przemysł dostarczający wiedzę (wydawniczą i audiowizualną) o kluczowym znaczeniu dla powodzenia europejskiego udziału w społeczeństwie informacji musi być pobudzany w kierunku produkcji wielojęzycznej zawartości. Te tematy będą podjęte w ramach programów INFO2000 i MEDIA II. Ważnym warunkiem jest rozwój technik dla redukcji kosztów wersji w poszczególnych językach, dla różnych rynków europejskich. Ekstensywne używanie nowych technologii informacji pozwoli na bardziej integralne podjęcie tego problemu.

■ **Rozwijanie zaawansowanego przemysłu tłumaczeniowego**

Tłumacze pełnią ważną rolę w dyplomatycznej, politycznej, naukowej i handlowej komunikacji mówionej. Potrzeby w zakresie tłumaczenia będą rosły w społeczeństwie informacji, szczególnie w takich dziedzinach, jak wielojęzyczne wideokonferencje. Podobnie, będzie zwiększało się zapotrzebowanie na usługi profesjonalnych tłumaczy, wspomaganych maszynowo. Przemysł tłumaczeniowy będzie się rozwijał wymagając przy tym modernizacji polegającej na zapewnieniu dostępu do wielojęzycznych narzędzi i zasobów językowych, takich jak słowniki elektroniczne i banki terminologiczne, oraz podsycając wzrastające powiązania pomiędzy indywidualnymi translatorami i firmami tłumaczeniowymi. Zostaną podjęte działania w kierunku mobilizacji i wzmocnienia europejskiego przemysłu tłumaczeniowego.

■ **Rozszerzanie i eksploatacja bazy technologicznej**

Europejskie badania w zakresie technologii języka są na poziomie światowym, lecz ich komercyjne wykorzystanie ma charakter bardziej fragmentaryczny niż w USA czy Japonii. Silna, istniejąca aktualnie baza musi być przeniesiona do przemysłu celem wytworzenia produktów technologii języka zbudowanych na podstawie solidnej infrastruktury, w postaci wielorako wykorzystywalnych zasobów językowych.

■ **Walidacja i dystrybucja europejskich zasobów językowych**

Dostępność podstawowych zasobów, takich jak: słowniki elektroniczne, bazy mowy ciągłej, gramatyki etc. ma zasadnicze znaczenie dla integracji technologii języka i przeradzania się ich w produkty i usługi o znaczeniu handlowym. Aktualnie ich produkcja i wykorzystanie odbywają się w sposób raczej przypadkowy. W USA rząd stymulował powstanie konsorcjum Danych Językowych celem powierzenia mu problemów koordynacji produkcji, dystrybucji i standaryzacji zasobów językowych. W Europie zachodzi potrzeba większej koordynacji i wsparcia. Schemat utworzony przez Komisję i Państwa Członkowskie celem umożliwienia szybkiego rozwoju jednojęzycznych i wielojęzycznych zasobów leksykalnych powinien ułatwić niezbędny rozwój infrastruktury. W dalszym ciągu, praca z zakresu terminologii winna ulec koordynacji na skalę europejską, aby sprostać sytuacji, w której mamy do czynienia z przynajmniej 50 milionami specyficznych pojęć i terminów dla ok. 200 różnych sektorów słownictwa naukowego, technicznego i handlowego. Europejskie Centrum Koordynacji i Informacji w Zakresie Terminologii może tu odegrać ważną rolę.

■ **Społeczeństwo wykształconych i zaawansowanych użytkowników**

W wielojęzycznym społeczeństwie informacji, produkty językowe będą wykorzystywane przez obywateli (w celach rozrywkowych i informacyjnych), biznes (dla informacji, interpretacji i translacji) i przez sektor publiczny (dla informacji, translacji i dokumentacji), ale tylko wtedy, gdy będzie istniało zapotrzebowanie na takie produkty. Celem rozwinięcia takiego zapotrzebowania, trzeba aby różne wspomniane tu grupy były świadome istniejących możliwości. Zbyt często niewiedza o tym co jest dostępne, hamuje popyt na zaawansowane produkty językowe. Akcje uświadamiające, zorientowane na wybraną publiczność mogą pomóc w poprawieniu sytuacji. Tutaj Komisja Europejska ma do odegrania specjalną rolę. Rozmaite instytucje europejskie mogą także, przez stosowanie zaawansowanych narzędzi językowych, działać w sposób przykładowy na rzecz tego przemysłu.

■ **Współpraca międzynarodowa**

Zrównoważona współpraca międzynarodowa jest pożądana w celu wymiany wiedzy i danych językowych z uprzemysłowionymi krajami Ameryki Północnej, Japonii, Australii i Wschodniej Azji. Co do krajów, w których używa się języków mówionych pochodzenia europejskiego, wspólne rozwijanie zasobów językowych, narzędzi i zastosowań byłoby pomocne, biorąc pod uwagę różnice kulturalne i ekonomiczne istniejące między tymi krajami i ich odpowiednikami w Unii Europejskiej. Współpraca z krajami spoza Unii Europejskiej w Centralnej i Wschodniej Europie, w EEA i w basenie Morza Śródziemnego będzie także korzystna w takich przedsięwzięciach, jak wspólne tworzenie infrastruktury lingwistycznej, tłumaczenie wspomagane maszynowo i ogólne akcje propagujące na rzecz bliższej, średnio- i dalekosiężnej współpracy.

Istnieje wiele wyzwań. Są różne możliwości. Nagroda będzie wysoka. Ogólnoświatowe społeczeństwo informacji rozwija się, Europa musi więc być gotowa do odegrania swojej roli i, czyniąc to, winna zachować swą tożsamość charakteryzującą się owocną współpracą wielu ludzi o różnych językach i kulturach. Tworzenie wielojęzycznego społeczeństwa informacji w Europie nie tylko stwarza każdemu europejskiemu obywatelowi szansę udziału w tym społeczeństwie, ale także utrwala silną pozycję Europy w świecie, z korzyścią dla kulturowo i językowo zróżnicowanego globalnego społeczeństwa informacyjnego.

Kontakt z Autorem:
Jan Roukens
Bat. J. Monnet, Plateau du Kirchberg
L-2920 Luxembourg

Retoryka hipertekstu

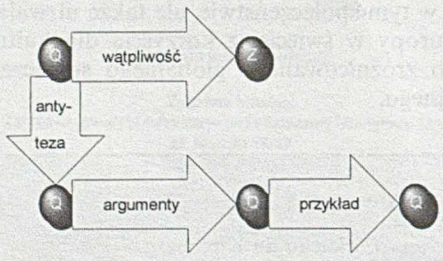
Witold Abramowicz
Katedra Informatyki Ekonomicznej
Akademia Ekonomiczna
Poznań

Hipertekst jest sposobem gromadzenia i udostępniania informacji. Tekst jest dzielony na małe fragmenty zwane węzłami. Węzły są w systemach hipertekstu różnie określane: notecards, cards, frames, pages, boxes, information units, notes, content nodes, statements, messages, articles, hyper-molecules, guidelines, documents. Nazwy te wskazują na interpretacje pojęcia węzeł przez autorów systemów hipertekstu. Hiperteksty stały się modne. Utożsamiane są często z systemami pomocy realizowanymi jako hipertekst lub z WWW w Internecie.

Węzły są łączone powiązaniami (*links*). Wyrażają one:
- związki znaczeniowe, np. informacje w węźle A i węźle B są sprzeczne,
- związki syntagmatyczne przedstawiające relacje:
  - strukturalne pomiędzy węzłami, np. informacje w węźle A precyzują informacje węzła B,
  - związane z późniejszym *łamaniem (layout)* hipertekstu dla celów graficznego przedstawienia na papierze, np. informacje w węźle A i węźle B uzupełniają się, powinny więc być wydrukowane na jednej stronie,
- związki pragmatyczne, np. przed zapoznaniem się z informacjami w węźle A czytelnik, który nie zna pojęcia xyz, powinien zapoznać się z informacjami w węźle B.

Powiązania łączą dwa węzły. Określając powiązanie musimy wskazać na początek powiązania i jego koniec. Początek i koniec powiązania mogą być przedstawione przez specjalne formatowanie tekstu (np. inny krój pisma, obramowanie fragmentu tekstu, przedstawienie go innym kolorem niż pozostałe teksty węzła) lub w wykorzystaniem ikon o semantyce dedykowanej powiązaniom. Wskazując na początek powiązania możemy przejść do węzła zawierającego koniec powiązania. Mówimy, że nawigujemy pomiędzy węzłem A i węzłem B.

Początek i koniec powiązania mogą być całymi węzłami. Takie modelowanie hipertekstu odpowiada paradygmatowi powiązań. Początkiem lub / i końcem powiązania może być fragment węzła. Takie modele odpowiadają paradygmatowi hipertekstu.



Rys. 1. Przykład hipertekstu

Rys. 1 przedstawia przykład hipertekstu. Kule reprezentują węzły. W lewym górnym węźle opisaliśmy pewną tezę. Wątpliwości z nią związane możemy znaleźć nawigując przez powiązanie *wątpliwość*. Od tezy możemy nawigować do antytezy. Powiązanie *argumenty* prowadzi do węzła, w którym opisano argumenty przemawiające za antytezą. Nawigując powiązaniem *przykład* znajdziemy przykłady ilustrujące argumenty.

W Katedrze Informatyki Ekonomicznej Akademii Ekonomicznej w Poznaniu od 1986 roku są prowadzone prace związane z hipertekstem:
- prace teoretyczne:
  - modelowanie hipertekstu z wykorzystaniem grafów dwudzielnych,
  - zastosowanie zbiorów rozmytych dla wyszukiwania i nawigacji w hipertekście,
  - delinealizacja tekstów multilingualnych w hipertekstu,
- badania stosowane:
  - pozyskiwanie informacji prawnej w systemach hipertekstu,
  - wykorzystanie hipertekstu dla selektywnego rozpowszechniania informacji – SDI,
  - obiektowe modelowanie hipertekstu dla badań marketingowych.

Wielu piszących hiperteksty koncentruje się na technicznych aspektach wykorzystania odpowiednich narzędzi programowych. Nasze doświadczenia utwierdzają nas w przekonaniu o konieczności prowadzenia bardziej intensywnych prac nad retoryką hipertekstu. Jest to kierunek badań nad technologią języka wzbogacający dotychczasowe osiągnięcia w tym zakresie obejmujące m.in. rozumienie języka naturalnego i generowanie wypowiedzi w języku naturalnym.

Co to znaczy pisanie hipertekstu?

Pisanie hipertekstu to:
- Takie dopisanie do istniejącego uprzednio hipertekstu węzłów i/lub powiązań, że jest konieczne weryfikowanie jego struktury. Dopisywanie ma najczęściej miejsce w systemach odpowiadających paradygmatowi kartoteki, które składają się z węzłów odpowiadających dobrze nam znanym fiszkom. W odróżnieniu jednak od nich mogą być definiowane rekurencyjnie. Typowymi zastosowaniami tak rozumianych hipertekstów są biura, systemy ewidencyjne wspomagające dla przykładu systemy CAD, biblioteki.
- Tworzenie hiperksiążki. Zarówno książka, jak i hiperksiążka, są tworzone przez autora lub autorów w pew-

nym określonym zamkniętym czasie (tzn. od pewnego momentu są gotowe i nie mogą być przez autorów zmieniane). Z hiperksiążką są związane dwie grupy podmiotów: Autorzy tworzą węzły i powiązania. Czytelnicy mogą być pasywni, tzn. mogą tylko czytać hipertekst. Mogą być także aktywni – tworzyć węzły. Często w systemach hipertekstu przewiduje się dla aktywnych czytelników specjalny typ węzłów przeznaczony do komentowania hipertekstu, np. *annotation*. Wolno im także tworzyć nowe powiązania. Typowe zastosowania hiperksiążek to nauka i kształcenie, techniczna dokumentacja i administracja [7].

Paradoksem jest, że pisaniu hipertekstów poświęcono w literaturze przedmiotu mniej miejsca niż pozyskiwaniu informacji z hipertekstów i czytaniu w nich. Nie znane mi są badania porównujące efektywność pisania z wykorzystaniem systemu hipertekstu i systemu przetwarzania tekstów. Nie można zatem przytoczyć obiektywnie weryfikowalnych argumentów przemawiających za pisaniem w formie tekstu lub hipertekstu.

Odwrotność pisania i rozumienia

Sztuka pisania interesuje ludzi od tysięcy lat. Już starożytni Grecy rozwinęli ją jako zdolność do efektywnego przekazywania wiedzy. Posługując się terminologią hipertekstową można wskazać, że tradycyjna retoryka rozróżnia *inventio, dispositio* i *elucutio*.

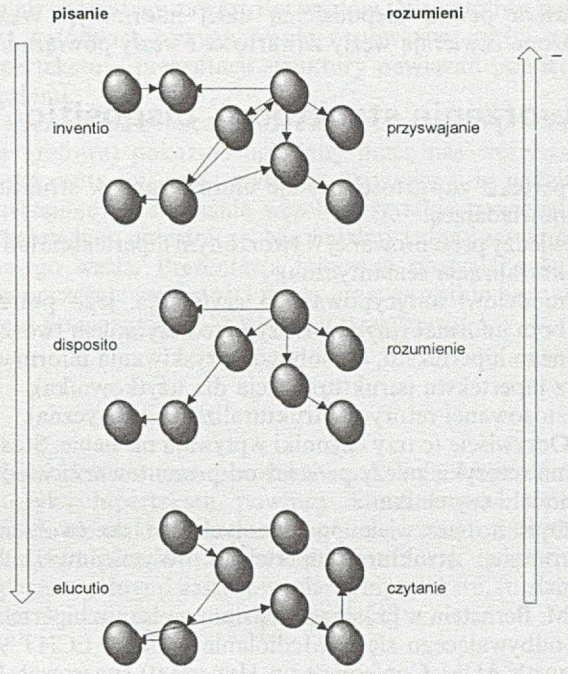
- *Inventio* polega na gromadzeniu jednostek wiedzy, które później mają zostać przekazane czytelnikowi. Jednostki wiedzy odpowiadają hipertekstowym węzłom. Powstaje sieć węzłów odpowiadająca strukturze znaczeniowej gromadzonej wiedzy, a nie przyszłemu tekstowi.
- Na etapie *dispositio* tworzy się hierarchiczną strukturę odpowiadającą zamierzonej argumentacji.
- *Elucutio* odpowiada budowaniu z utworzonej uprzednio hierarchii liniowej struktury tekstu.

Poszczególne etapy nie mogą być rozumiane jako niezależne od siebie. Dla przykładu, budując strukturę argumentacyjną (ang. *dispositio*) autor stwierdza konieczność uzupełnienia wiedzy wspierającej jego argumentację. Powraca zatem do *inventio* uzupełniając wiedzę lub rewidując swoje poglądy na temat jej strukturalizacji.

Czytanie tekstu jest procesem odwrotnym. Czytelnik czyta tekst sekwencyjnie. Pierwszym etapem rozumienia tekstu jest identyfikacja jego liniowej struktury – rozpoznanie jednostek informacji. Na tej podstawie stara się zrekonstruować strukturę argumentacyjną autora. Zidentyfikowane jednostki informacji wiąże w hierarchię. Struktura argumentacyjna zbudowana przez czytelnika nie odpowiada jednak z reguły strukturze, jaką posłużył się autor, ponieważ:

- Bogactwo powiązań hierarchii w *dispositio* nie może być przedstawione w jej sekwencyjnej reprezentacji w *elucutio*. Sprawą autora jest wybranie najważniejszych powiązań.
- Wiedza autora i czytelnika różnią się, zatem obaj inaczej interpretują wiedzę zawartą w jednostkach informacji.

Struktura argumentacyjna zbudowana przez czytelnika może być podobna do struktury argumentacyjnej autora, jeżeli autor poprawnie ocenił wiedzę antycypowanego czytelnika, sposób czytania, podatność na techniki retoryczne itd. Tekst jest jednak zrozumiały dopiero wtedy, kiedy nowa wiedza jest połączona z dotychczasową wiedzą czytelnika. Postrzegając wiedzę czytelnika jako sieć jednostek informacji uważamy, że nowa wiedza została przyswojona przez czytelnika, jeżeli wyodrębnione w czasie czytania jednostki informacji zostały włączone w sieć jednostek informacji uprzednio znanych czytelnikowi.



Rys. 2. Odwrotność procesu pisania i rozumienia tekstu

Odwrotność procesu pisania i rozumienia przedstawia rys. 2. Kule przedstawiają węzły, strzałki powiązania. Na górnym rysunku widzimy węzły dowolnie powiązane, z nich tworzona jest hierarchia, która jest następnie przekształcana w listę.

Tworzenie zawartości – inventio

Podstawowym pytaniem, na które musi znaleźć odpowiedź autor hipertekstu jest ustalenie – jaki jest węzeł? Ogólnie przyjęto, że:

- węzły powinny być poświęcone znaczeniowo spójnym tematom; Sugeruje się: pisz krótkie węzły, w każdym koncentruj się na jednym temacie. Jest to tym istotniejsze, że nie powinniśmy zapominać o wolniejszym czytaniu z monitora niż tekstu drukowanego;
- wszystkie pojęcia niezbędne do zrozumienia informacji zawartej w węźle powinny być wyjaśnione w nim lub w węzłach z nim powiązanych;
- węzły powinny swoją wielkością odpowiadać rozwiązaniom inżynierii oprogramowania stosowanym do ich prezentacji.

W czasie tworzenia zawartości rozróżnia się dwa rodzaje obiektów: węzły zawartości i węzły powiązań. Węzły zawartości zawierają tekst, grafikę lub informacje w dowolnej innej formie. Węzły powiązań wskazują na

związki zachodzące każdorazowo pomiędzy dwoma węzłami zawartości. Stosuje się je wtedy, kiedy związki pomiędzy węzłami zawartości są dla autora trudno przedstawialne z wykorzystaniem powiązań. Powiązania są skierowane, tzn. znamy początek powiązania, jego źródło (którym jest węzeł zawartości) i jego koniec (jego cel, którym jest także węzeł zawartości). Dzięki węzłom powiązań możemy zatem nawigować od źródła do celu.

Rozróżniamy ponadto dwa rodzaje węzłów zawartości: węzły proste i węzły złożone. Pierwszy rodzaj węzłów zawiera pewną niepodzielną dalej informację. Węzły złożone zawierają węzły zawartości i węzły powiązań.

Tworzenie struktury – dispositio

Hipertekst zawartości zostaje uformowany w strukturę odpowiadającą:

- wiedzy prezentowanej w tworzonym hipertekście (strukturalizacja semantyczna);
- modelowi antycypowanego czytelnika: jego potrzebom informacyjnym, wiedzy przed czytaniem tworzonego hipertekstu, sposobowi pozyskiwania informacji z hipertekstu (strukturalizacja dla użytkownika);
- stosowanej retoryce (strukturalizacja retoryczna).

Oczywiście te trzy czynniki wpływają na siebie. Stosowana retoryka zależy przecież od prezentowanej wiedzy i modelu czytelnika.

Opisano już wiele praktycznych rad do tworzenia prezentacji struktury hipertekstu. Wymieńmy kilka z nich.

M. Bernstein w czasie seminarium o pisaniu hipertekstu odbywającego się w Mediolanie podczas ECHT'92, (Fourth ACM Conference on Hypertext) sugerował, by hipertekst rozpoczynał się wzbudzającą zainteresowanie czytelnika stroną tytułową – węzłem początkowym – i kończył się stroną końcową – węzłem końcowym – podsumowującą cały hipertekst. Takie podejście jest zbliżone do klasycznego strukturalizowania tekstów: *początek – rozwinięcie – zakończenie*. Sugerował on jednak, by elementy dramatyczne były stosowane z rozwagą. Nadmierne wykorzystanie różnych mediów, których ładowanie do pamięci we współczesnych systemach zajmuje czas, a zatem nie sprzyja koncentracji na czytanym hipertekście, oraz budowanie nadmiernej liczby powiązań, które może wybrać czytelnik, przyczyniają się do obniżenia akceptowalności hipertekstu przez czytelnika.

Jacob Nielsen sugeruje, by wykorzystywać własności hipertekstów dla uzupełniania ich o struktury ułatwiające zorientowanie się w zawartości węzłów i powiązań pomiędzy nimi [6]. Należy unikać nadmiernej strukturalizacji hipertekstu przez tworzenie powiązań, co prawda uzasadnionych ze znaczeniowego punktu widzenia, ale których wykorzystanie przez antycypowanego czytelnika wydaje się mało prawdopodobne. Należy też unikać tworzenia powiązań pomiędzy węzłami odległymi sobie znaczeniowo. Nawet, jeżeli przyszły czytelnik miałby często korzystać z takich powiązań, istnieje duże niebezpieczeństwo ich niezamierzonej interpretacji przez część czytelników. Odpowiedzialny autor hipertekstu nie powinien zapominać, że jego zadaniem jest, przez określenie powiązań, wskazanie czytelnikowi priorytetów w czytaniu hipertekstu. Sugeruje się, by powiązaniami łączyć częściej informacje elementarne niż ich syntezy.

W tekstach informacje są prezentowane explicite i implicite. Pewne informacje są zatem jawnie przedstawiane czytelnikowi, inne musi wywnioskować [5]. Proponuje się jednak rozgraniczenie pomiędzy wnioskowaniem wynikającym z praw logiki, a wnioskowaniem wynikającym z umiejętności interpretowania retoryki hipertekstu (przysłowiowe *czytanie pomiędzy wierszami*).

Hipertekst powstaje często z informacji pochodzących z różnych źródeł. Autorzy hipertekstów mają jednak tendencje do tworzenia powiązań wynikających z informacji z poszczególnych źródeł [7].

Częstą przyczyną kłopotów w nawigacji jest niewystarczające rozumienie przez czytelnika znaczenia powiązań pomiędzy węzłami. Dlatego proponuje się, w sytuacjach, kiedy mamy do czynienia ze szczególnie ważnymi relacjami pomiędzy węzłami, tworzyć wielokrotne powiązania pomiędzy dwoma węzłami. Każde z tych powiązań powinno wyrażać inny aspekt relacji pomiędzy węzłami [5]. Propozycja ta jest w wyraźnej sprzeczności z postulatem minimalizacji liczby powiązań. Rozwiązanie tego konfliktu zależy od wielu czynników, m.in. od modelu czytelnika, wielkości hipertekstu, metody i środków technicznej wizualizacji.

Niegel Woodhead sugeruje, by w hipertekstach o ograniczonych możliwościach nawigacji dawać możliwość dochodzenia do pewnych węzłów przez wiele powiązań. Nazywa on to zapowiadaniem węzłów. Uważa, że jeżeli czytelnik pragnie zapoznać się z jakąś ważną informacją, to autor powinien zbudować powiązanie do niej przy pierwszej merytorycznie uzasadnionej okazji [8].

Hipertekst zawartości zostanie zatem uzupełniony o obiekty wspomagające strukturalizacje tworzonego hipertekstu. Tak określone składowe hipertekstu zawartości mogą być postrzegane jako mikrostruktury wspomagające późniejsze czytanie, nawigowanie i wyszukiwanie w tworzonym hipertekście, a także poprawiające jego koherencję.

Rainer Hammwöhner [4] proponuje cztery reguły tworzenia mikrostruktur:

1. Z hipertekstu usuń te informacje, które nie są niezbędne do rozumienia hipertekstu.
2. Usuń te informacje, które mogą być przez czytelnika wywnioskowane z poprzednio przeczytanych węzłów.
3. W przypadku wielokrotnego wystąpienia informacji szczegółowych zastąp je bardziej ogólnymi.
4. Nazwa mikrostruktury wynika z informacji zawartych w mikrostrukturze.

Reguły te wydają się być oczywistymi, jednak ich stosowanie budzi wiele wątpliwości. W ogólnym przypadku zakłada się w systemach hipertekstu niezdeterminowaną kolejność czytania węzłów. Trudno zatem stwierdzić autorowi, czy czytelnik przeczytał węzły, z których może wywnioskować informacje niezbędne do zrozumienia właśnie czytanego węzła (reguła 2.). Mimo że autor hipertekstu musi założyć model antycypowanego czytelnika, trudno mu z całą pewnością stwierdzić czy czytelnik nie jest właśnie zainteresowany szczegółowymi przypadkami, a nie ich uogólnieniem (reguła 3.). Dlatego Niegel Woodhead sugeruje, by przez budowanie pośrednich stopni abstrakcji wprowadzać czytelnika coraz głębiej w rozważaną materię [8].

Dla strukturalizacji hipertekstu zawartości stosuje się dwa typy węzłów: sekwencji i eksploracji. Listę węzłów wybranych z hipertekstu zawartości połączonych powiązaniami sekwencji zawierają węzły sekwencji. Każda lista węzłów jest nazywana hiperdokumentem. Dopuszcza się przejście z jednego hiperdokumentu do innego. Możliwa

jest także zmiana porządku węzłów w hiperdokumencie. Stosowane są różne kryteria porządku. Na decyzje o budowaniu sekwencji przez autora decydujący wpływ mają strukturalizacja semantyczna i retoryczna. Węzeł sekwencji reprezentuje istotną z punktów widzenia znaczeniowego, ważności dla przyszłego czytelnika lub przyjętego sposobu pisania hipertekstu część hipertekstu zawartości. Węzły takie mogą być czytane tylko w kolejności przewidzianej przez autora hipertekstu. Węzły sekwencji mogą być budowane rekurencyjnie. Węzły eksploracji zawierają podobnie jak węzły sekwencji część hipertekstu zawartości. Nie musi być to jednak już sekwencja węzłów, lecz może to być dowolna struktura. Przyszłemu czytelnikowi nie sugeruje się zatem kolejności czytania węzłów. W węźle eksploracji wyróżniamy dwa węzły: węzeł początku i węzeł końca. Czytelnik rozpoczyna zatem czytanie węzła eksploracji w jednym wyróżnionym w nim węźle i kończy w innym wskazanym węźle.

Wiele systemów hipertekstu wspomagało budowanie tylko struktur hierarchicznych. Często twierdzono, że dominującymi powiązaniami są powiązania hierarchiczne. Dopuszcza się jednak powiązania łączące węzły w poprzek hierarchii. Takie widzenie hipertekstu sugerowało rozpoczynanie nawigacji od korzenia, który zawierał najbardziej ogólne informacje. Następnie czytelnik przez nawigowanie do węzłów leżących niżej w hierarchii zagłębiał się coraz bardziej w problematykę. Budowanie heterohierarchii pozwalało na alternatywne zapoznawanie się z prezentowaną problematyką. Takie podejście wydawało się słuszne dla wielu zastosowań technicznych, np. prezentacji dokumentacji okrętu wojennego w systemie KMS.

Tworzenie prezentacji – elucutio

Tworzenie prezentacji należy w moim przekonaniu rozgraniczyć na tworzenie prezentacji węzłów i tworzenie prezentacji hipertekstu. Niektórzy autorzy np. [2] uważają, że do tworzenia prezentacji należy określenie technik interakcji z czytelnikiem przez określanie metafor dialogu człowiek – maszyna.

Metody tworzenia prezentacji węzłów mogą czerpać z szerokich doświadczeń w zakresie np. typografii, kształtowania nieelektronicznych materiałów dydaktycznych, systemów okien (np. Windows), metod prezentacji symbolicznych i wizualnej. Trzeba tu jednak podkreślić często multimedialny charakter węzłów; nie mogą być one zatem widziane jako teksty umieszczone w strukturze. Wybór właściwego medium lub mediów ma jednak kluczowe znaczenie dla przyszłej akceptowalności tworzonego hipertekstu przez czytelników. Można tutaj korzystać z doświadczeń systemów multimedialnych, w których badano wzajemne zależności pomiędzy mediami.

Dotychczas projektowano strukturę hipertekstu bez zastanawiania się nad formą, w jakiej zostanie on ostatecznie zaprezentowany czytelnikowi. Hipertekst jest bardziej złożonym sposobem prezentacji niż tekst, dlatego też nie można korzystać z doświadczeń zdobytych w trakcie *elucutio*.

Rozróżnia się trzy sposoby prezentacji [3]. W prezentacji tekstowej są pokazywane węzły zawartości uzupełnione wskaźnikami powiązań. Mogą być one przedstawione, na przykład, w formie, „gorących" przycisków. Nazwa prezentacji tekstowej nie powinna wskazywać, że w tej formie pokazywane są tylko teksty. Mogą być to także węzły multimedialne. Istotne jest to, że czytelnik nie widzi struktury hipertekstu, lecz tylko pojedynczy węzeł oraz powiązania wchodzące i ewentualnie wychodzące z niego. Zaletą tej formy prezentacji jest skoncentrowanie się na prezentacji zawartości węzłów. Niewątpliwą wadą jest natomiast zrezygnowanie z poważnej części zalet hipertekstu – prezentacji struktury powiązań pomiędzy węzłami.

Prezentacja graficzna (określana także jako prezentacja grafowa) pokazuje oglądany przez nas węzeł jako węzeł centralny grafu gwiazdy. To znaczy, że widzimy interesujący nas właśnie węzeł i wszystkie powiązania, w których on uczestniczy. Nie widzimy jednak zawartości samego węzła. Prezentacja mieszana pozwala oglądać równocześnie zawartości węzła oraz wszystkie lub tylko część powiązania, w których on uczestniczy.

* * *

Doświadczenia naszego zespołu wskazują, że prace nad retoryką hipertekstu powinny koncentrować się na dwóch kierunkach: badaniu ogólnych zasad określania retoryki hipertekstu oraz tworzeniu retoryk związanych z poszczególnymi zastosowaniami hipertekstu, (np. retoryka dla zastosowań w dydaktyce [1].

Kontakt z Autorem:
Akademia Ekonomiczna, Katedra Informatyki Ekonomicznej,
Al. Niepodległości 10, 60-967 Poznań
tel. (0-61) 69-92-61

LITERATURA

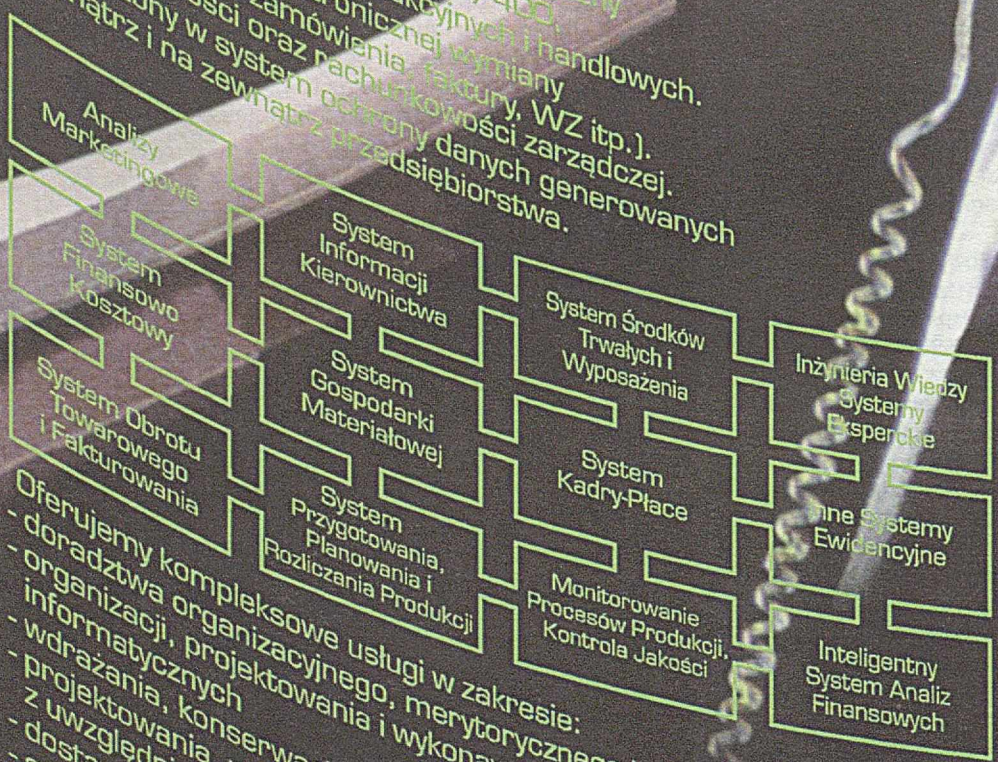
[1] Abramowicz W.: Hypertextgestützte Hypertextausbildung, 6. CIP-Kongreß, Computer in der Lehre, 6-8 Oktober 1992, Berlin
[2] Encarnação J., Hübner W., Väänänen K.: Autorenwerkzeuge für multimediale Informationssysteme, Informationstechnik und Technische Informatik, Vol. 35, No. 2, s. 31-38, 1993
[3] Haake J. M., Hannemann J., Thuring M.: Ein Ansatz zur Organisation von Hyperdokumenten, Maurer H.(ed.): Hypertext/Hypermedia '91, Tagung der GI, SI und OCG, Graz, Springer-Verlag 1991
[4] Hammwöhner R.: Macro-Operations for Hypertext Construction, Jonassen D.H., Mandl H. (ed.): Designing Hypermedia for Learning. Proceedings NATO Advanced Research Workshop on Design Hypertext/Hypermedia for Learning. Springer-Verlag, 71-98, 1990
[5] Horacek H.: Einige Ideen zur besseren Erstellung und zur leichteren Verwendung von Hyperdokumenten, 5. Workshops Hypertext und Künstliche Intelligenz, 2-3 Dezember 1993
[6] Nielsen J.: Hypertext and Hypermedia, Academic Press, 1990
[7] Schnupp P.: Hypertext, R. Oldenbourg Verlag, 232, 1992
[8] Woodhead N.: Hypertext and Hypermedia, Theory and Applications, Addison-Wesley 1991.

JUNISOFTEX

20 LAT DOŚWIADCZEŃ WDROŻENIOWYCH

Perfect-Ekspert

Sieciowy i zintegrowany system informatyczny pracujący na platformach PC i AS/400, głównie dla dużych firm produkcyjnych i handlowych. Przystosowany do elektronicznej wymiany dokumentów (EDI-zamówienia, faktury, WZ itp.). Wyposażony w system ochrony danych generowanych wielowalutowości oraz rachunkowości zarządczej. wewnątrz i na zewnątrz przedsiębiorstwa.



Oferujemy kompleksowe usługi w zakresie:
- doradztwa organizacyjnego, merytorycznego i technicznego
- organizacji, projektowania i wykonawstwa innych systemów informatycznych
- wdrażania, konserwacji i modernizacji systemów informatycznych
- projektowania, wykonawstwa dowolnego typu sieci komputerowych, z uwzględnieniem już istniejących rozwiązań
- dostawę sprzętu komputerowego i sieciowego
- szkoleń użytkowników w zakresie operatora i administratora systemu AS/400, jak również obsługi pakietów programowych PC Support 400 lub Client Acces /400 przeznaczonych do współpracy z PC

Elektrownia RYBNIK
Zakłady Rowerowe "ROMET"
Krywałd "ERG" S.A.
Huta Łaziska
Huta Bankowa
Huta 1-go Maja
Huta Szkła Kunice
Zakłady Metalurgiczne Trzebinia
Walcownia Metali "Dziedzice"
Zakłady Górniczo - Hutnicze "BOLESŁAW"
Zakłady Gumowe Górnictwa
Fabryka Osi Napędowych MOSTOSTAL
Elektromontaż 3
POLIFARB Cieszyn S.A.
POLAM Kostuchna
PKM Katowice
WEDEL S.A.
Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej
Centrum Naukowo Techniczne Kolejnictwa
Instytut Spawalnictwa

PRZEDSIĘBIORSTWO PRODUKCYJNO-USŁUGOWE INNOWACJI TECHNICZNYCH JUNISOFTEX

BIURO TECHNICZNO-HANDLOWE, GLIWICE, ul. Kościuszki 1c, box 507, tel./fax (032) 31-51-31, 31-57-00, 38-80-52, 38-80-54, tlx 316233

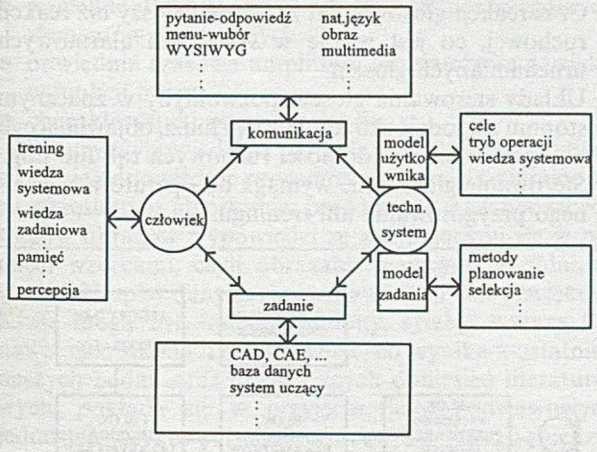
Głosowa komunikacja człowiek-komputer w języku naturalnym

Czesław Basztura
Instytut Telekomunikacji i Akustyki
Politechnika Wrocławska

W artykule przedstawiono podstawowe zagadnienia głosowej komunikacji człowiek-komputer, realizowanej w formie języka naturalnego, stanowi on wprowadzenie do problematyki objętej pozostałymi artykułami. Złożoność tej tematyki wynika z tego, że są to problemy interdyscyplinarne z zakresu akustyki mowy, lingwistyki, w tym fonetyki i fonologii oraz sztucznej inteligencji i informatyki. Omówienie komunikacji głosowej usytuowano na tle zagadnień całościowej interakcji i komunikacji człowieka z komputerami.

Typowy sposób komunikowania się człowieka z komputerem wymusza to, że przed przetransformowaniem do *środowiska komputerowego* określonego zadania, które może być sformułowane w języku naturalnym lub za pośrednictwem obrazów, musimy się nauczyć nie tylko przynajmniej jednego języka komputerowego, ale również zapoznać się ze zwykle opasłym, podręcznikiem użytkownika. Te ograniczenia mogą być i są redukowane przez:

- Zastąpienie podręczników użytkownika przez zaimplementowane komputerowo systemy oraz strategie, sukcesywnie przystosowujące systemy techniczne do użytkownika i jego wiedzy o systemie i zadaniu.
- Włączenie na większą skalę zastosowań naturalnej reprezentacji informacji, takiej jak języki naturalne (mowa), obrazy itp.



Rys. 1. Model komunikacji człowiek-komputer

Referat o zbliżonej treści został wygłoszony na konferencji „Głosowa komunikacja człowiek-komputer", Wrocław, 27-28 października 1995r.

Na rysunku 1 pokazano, tworzący zintegrowaną całość, ludzki i techniczny system interakcyjny człowiek-komputer. Użytkownik systemu technicznego ma w umyśle model tego systemu, jego strukturę i funkcje. Opracowuje również model zadania i adekwatne strategie rozwiązujące problem. W nowoczesnych rozwiązaniach, system techniczny jest wzbogacony o programowo implementowane modele zadań i modele użytkownika. Za pomocą tych dwóch modeli system może być zdolny do przystosowania się do użytkownika, jego wiedzy o systemie oraz zadaniu. Mimo niewątpliwych ulepszeń w oprogramowaniu ułatwiającym komunikację człowieka z komputerem jest oczywiste, że *wąskim gardłem* jest sposób wprowadzania i wyprowadzania informacji.

Nowoczesne interfejsy człowiek–komputer muszą zostać przystosowane do ludzkich możliwości zmysłowych, motorycznych i do ludzkiego sposobu rozumowania. Przytoczone w pracy [19] dane (tab. 1) przez Karla Kuepfumuellera wskazują, że nasz system czuciowy jest zdolny do otrzymywania ok. 10^9 bitów/s informacji. Większość z nich jest przekazywana przez kanał optyczny (87 %), a następnie przez kanał akustyczny (10 %).

Tabela 1. Udział poszczególnych zmysłów człowieka w komunikacji z otoczeniem

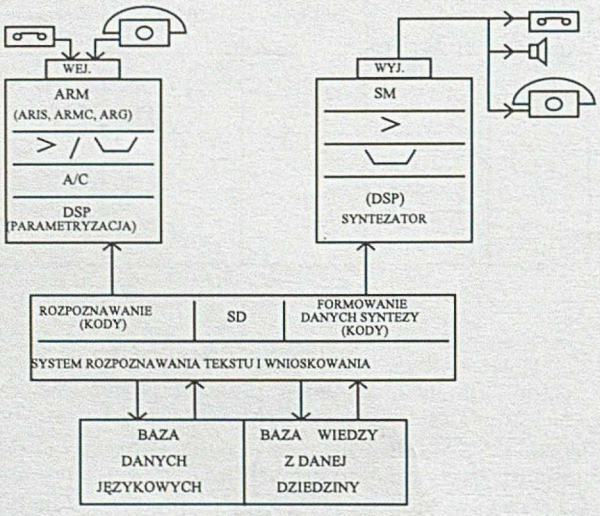
Zmysł	Liczba komórek nerwowych	Liczba włókien nerwowych	Przepływność [bit/s]	Udział procentowy %
Wzrok	$2 * 10^8$	$2 * 10^8$	$2 * 10^8$	87
Słuch	$3 * 10^4$	$2 * 10^4$	$3{,}5 * 10^4$	10
Smak	10^7	$2 * 10^3$	10	3
Węch	10^7	$2 * 10^3$	100	
Zimno	10^5	10^6	10^6	
Gorąco	10^4			
Ciśnienie	$5 * 10^5$			
Ból	$3 * 10^0$			

Pozostałe kanały, przekazujące dane dotyku, smaku, węchu, bólu, ciepła obejmują przepływność zaledwie 3 % bitów/s. Nie trzeba tu chyba zaznaczać, że statystyczne zestawienia bitów nie mówią nic o ważności i stosowności przekazywanej informacji. Ludzki centralny układ nerwowy jest zdolny do świadomego przetwarzania tylko od 10 do 100 bitów/s informacji. Wynika z tego, że pomiędzy odbiorem informacji a centralnym przetwarzaniem ma miejsce znaczna redukcja danych. W mózgu człowieka dokonuje się swoista korelacja pomiędzy informacją otrzymaną za pomocą zmysłów a wcześniej zdobytą, nauczoną i zapamiętaną wiedzą. W przypadku głosowej komunikacji człowieka z komputerem rozumienie oznacza jednoczesne przetworzenie treści i znaczenia

nadanej informacji głosem, w języku naturalnym, na sekwencję adekwatnych działań i zwrotnej reakcji w postaci mowy syntetycznej.

Celem, o najwyższym znaczeniu, jest opracowanie przyjaznych i współpracujących z użytkownikiem głosowych interfejsów komunikacji człowiek-komputer w języku naturalnym. Ludzie komunikują się między sobą za pośrednictwem wypowiadanych zdań, przez tekst pisany i za pomocą obrazów (ikony, gesty itp.). Jesteśmy przyzwyczajeni do rozpoznawania i do spostrzegania, do przetwarzania i interpretowania obrazów, scen, pisanego i mówionego tekstu, muzyki i hałasu z jakością, nierzadko, trudno osiągalną w technice. Do dialogu z komputerem używamy języków formalnych i sterujemy systemami komputerowymi za pomocą klawiatury, myszy, joysticka, trackballa, tabliczki graficznej i innych ręcznych technik. Wykorzystują one głównie zmysł wzroku i własności ruchowe ręki operatora. Z codziennej praktyki wiadomo, że mowa jest najbardziej efektywnym i powszechnym sposobem komunikowania się między ludźmi. Właśnie mowa powinna stać się jednym z mediów komunikacji człowieka z komputerem (rys 2). Dotychczas, w komunikacji z komputerami, prawie zupełnie nie wykorzystuje się mowy i zmysłu słuchu. Jak wiadomo, do najważniejszych przyczyn takiego stanu rzeczy można zaliczyć:

- występujące w dziedzinie GKCz-K problemy naukowe, które wymagają rozwiązania;
- niedostateczny zakres współpracy specjalistów z dziedzin związanych z GKCz-K;
- możliwości wdrażania zależne od postępu w technologii procesorów i komputerów;
- jakość i efektywność systemów przetwarzania obrazu i mowy, bardzo często mało satysfakcjonująca dla użytkowników;
- głosowe komunikowanie się z komputerami, które jest jeszcze kosztowne w stosunku do oczekiwanej i wymaganej jakości przekazu informacji.



Rys. 2. Schemat hipotetycznego modelu systemu głosowej komunikacji człowiek-komputer

Podstawowe problemy głosowej komunikacji człowiek –komputer mogą być rozważane w postaci trzech głównych współpracujących systemów:

- akustycznego wejścia do komputera,
- automatycznego rozpoznawania mówców,
- inteligentnego systemu dialogowego.

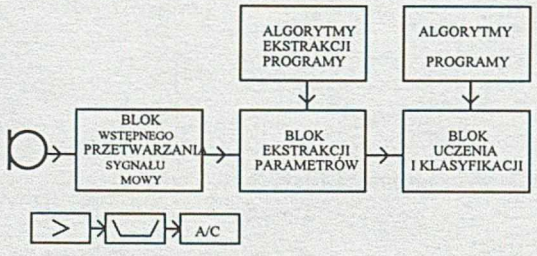
Tabela 2. Przykładowe wartości danych dla wejść i wyjść informacyjnych (wartości zaokrąglone) [19]

Wejście informacyjne:	Przepływność :	Wyjście informacyjne:	Przepływność :
Klawiatura	80 - 130 bit/s	Czytanie tekstu	150 - 300 bit/s
Pisanie ręczne	10 - 20 bit/s	„Czytanie" obrazów	ok. 10^6 bit/s
Mowa	80 -200 bit/s	Słuchanie	ok. 10^4 bit/s
Dla porównania: skanner	ok. 10^6 bit/s	Dla porównania: drukarka laserowa	10^4 - 10^6 bit/s

Problematyka akustycznego wejścia do komputera

Akustyczne wejście do komputera to system umożliwiający wprowadzanie informacji, poleceń i danych głosem, tak aby tą drogą można było inicjować działania komputera analogicznie jak za pomocą klawiatury lub np. myszy. Realizacja akustycznego wejścia do komputera wymaga przede wszystkim rozwiązania problemu automatycznego rozpoznawania mowy (ARM). Automatyczne rozpoznawanie mowy należy do wspólnej grupy badań objętych nazwą analiza i przetwarzanie mowy. Badania te obejmują również automatyczne rozpoznawanie głosów (ARG), syntezę mowy (SM), techniczną analizę mowy oraz akustyczną diagnostykę narządu głosu (część akustycznej diagnostyki medycznej). Komputery i systemy wykorzystujące przekazywane im informacje za pośrednictwem sygnału mowy mają następujące zalety:

- Sterowanie i przekazywanie danych głosem może być realizowane znacznie szybciej niż za pomocą klawiatury alfanumerycznej, a przekazywanie informacji do maszyny za pomocą sygnału mowy umożliwia zwolnienie rąk operatora.
- Przekazywanie informacji głosem może mieć miejsce w różnych nietypowych sytuacjach i położeniach operatora.
- Czas reakcji głosowej jest znacznie krótszy niż reakcji ruchowej, co jest ważne w systemach alarmowych uruchamianych głosem.
- Układy sterowania głosem pozwoliłyby w znacznym stopniu złagodzić skutki kalectwa ludzi, objawiającego się ograniczeniem zdolności ruchowych rąk lub nóg.
- Sterowanie głosem nie wymaga od operatora specjalnego przygotowania ani treningu.



Rys. 3. Ogólny schemat blokowy systemów ARM

Rozpoznawanie elementów lingwistycznych przez człowieka opiera się na analizie docierającego do niego akustycznego sygnału mowy, ale również na znajomości kontekstowych, gramatycznych i semantycznych ograniczeń istniejących w danym języku [1, 2, 4, 5, 6, 11, 12, 23, 26]. Automatyczne rozpoznawanie mowy ARM, jest realizowane w procesie sekwencji procedur, które można w uproszczeniu zgrupować w trzy podstawowe bloki (rys. 3);

- źródło sygnału i blok wstępnego przetwarzania,
- blok wydzielenia, czyli ekstrakcji parametrów dystynktywnych,
- blok klasyfikacji.

W bloku wstępnego przetwarzania następuje odbiór sygnału mowy z mikrofonu, jako źródła wtórnego sygnału, oraz takie jego wstępne przetworzenie, aby sygnał mógł być przydatny do dalszej obróbki cyfrowej w następnym bloku ekstrakcji parametrów. Wstępne przetworzenie obejmuje zazwyczaj wzmocnienie sygnału, tak aby jego poziom dopasować do zakresu przetwornika analogowo-cyfrowego (a/c), oraz filtrację sygnału, czyli ograniczenie pasma częstotliwości od dołu i od góry, tak aby górna częstotliwość pasma sygnału mowy była co najmniej dwukrotnie niższa od częstotliwości pobierania próbek przez przetwornik a/c. W bloku ekstrakcji parametrów następuje obróbka i analiza sygnału mowy w celu otrzymania wartości parametrów niosących informację o treści wypowiedzi, ale możliwie niezależnych od indywidualnych cech głosu mówcy. Parametry te to wartości liczbowe cech fizycznych sygnału, które muszą mieć właściwości dystynktywne, a więc pozwalające na rozróżnienie treści wypowiedzi. Aby otrzymać takie parametry są uruchamiane określone procedury analizy i ekstrakcji, które po zmierzeniu interesujących wartości parametrów odpowiednio je porządkują do postaci wektora **x** lub macierzy **X**. Te uporządkowane zbiory parametrów są nazywane *obrazami* całej wypowiedzi lub jej odcinka, czyli segmentu wypowiedzi. Jako parametry opisujące sygnał mowy są wykorzystywane następujące wielkości:

- parametry liniowego kodowania predykcyjnego,
- parametry cepstralne,
- częstotliwości formantowe, stosunki amplitudowe oraz szerokości pasm formantów,
- parametry analizy przejść przez zero sygnału mowy,
- widmo krótkoterminowe,
- względne długości czasu wypowiedzi poszczególnych elementów fonetycznych,
- obwiednia czasowa amplitudy lub natężenie dźwięku w funkcji czasu,
- charakterystyki prozodyczne itp.

Obrazy wypowiedzi są przesyłane do bloku klasyfikacji, gdzie odpowiednie procedury dokonują, opierając się na określonym algorytmie, porównania nadchodzących ciągów obrazów wypowiedzi ze znajdującymi się w pamięci wzorcami, czyli obrazami mającymi uogólnione wartości i opisy danych rozpoznawanych klas dźwięków. Klasą mogą być fonemy, alofony, sylaby, wyrazy lub nawet całe zdania. Duże nadzieje, co wynika z ostatnich naszych badań oraz docierających doniesień literaturowych, pokłada się w przyjęciu, jako podstawowych jednostek językowych diafonów, czyli połączeń międzyfonemowych. Obrazy wzorcowe oraz inne dodatkowe dane, np. językowe, ułatwiające proces rozpoznawania są tworzone wcześniej, w trakcie procesu zwanego uczeniem. Wyniki klasyfikacji w postaci kodu lub ciągów kodowych są wprowadzane i mogą stać się danymi wejściowymi systemu dialogowego SD. Do zasadniczych problemów, istotnych przy opracowaniu systemów akustycznego wprowadzania informacji, zalicza się:

- ustalenie optymalnych zasad tworzenia dużych słowników, dla ARMIS,
- wybór i segmentację *explicite* na podstawowe jednostki językowe,
- aplikację skutecznych metod ekstrakcji parametrów, lingwistyczne,
- aplikację algorytmów uczenia i rozpoznawania, uwzględniających rzeczywiste uwarunkowania działania ARM (np. łączność przez telefon), w tym algorytmy Niejawnych Modeli Markova (HMM) i sztucznych sieci neuronowych (ANN),
- opracowanie systemów automatycznego rozpoznawania mowy ciągłej (ARMC), w tym systemów rozumienia mowy i współpracy z inteligentnymi systemami dialogowymi (SD).

Aktualnie problem automatycznego rozpoznawania izolowanych słów (ARMIS) osiągnął stan możliwości wdrażania do konkretnych zastosowań [7]. Wynika to z wysokiego standardu i dostępności kart dźwiękowych oraz oprogramowania realizującego dużą efektywność rozpoznawania (szczególnie dla małych słowników).

Problem automatycznego rozpoznawania mowy ciągłej (ARMC), jak wynika z aktualnych doniesień, jest na świecie w stadium intensywnych prac [19]. Prace nad systemami ARMC, w tym o bardzo dużych słownikach, koncentrują się:

- Na poziomie akustycznym, przez wprowadzenie jako jednostek językowych polifonów, głównie diafonów, trifonów itd. Wybór dla polifonicznej reprezentacji, jako podstawowych jednostek językowych – sylab lub diafonów – umożliwi stworzenie systemów rozpoznawania mowy o bardzo dużych słownikach i o bardzo dużej niezależności od cech osobniczych mówców, trudnych do osiągnięcia przy zastosowaniu tylko klasycznych jednostek, jakimi są *fonemy* czy nawet *alofony* [12,14]. Dla mowy polskiej jest to nowe zagadnienie badawcze i naukowe.
- Na poziomie modelowania – wprowadzenie modelowania artykulacyjnego [8] oraz Niejawnych Modeli Markova, I i/lub II rzędu, do modelowania wyrazów i ciągów wyrazowych, opartego na polifonach języka polskiego, powinno zaowocować poprawą skuteczności tych modeli dla mowy spontanicznej. Ten trend jest też zgodny z tendencją prowadzonych aktualnie badań w krajach Unii Zachodnioeuropejskiej [19].
- Na poziomie klasyfikacji – zastosowanie sztucznych sieci neuronowych, w hybrydowych zestawieniach ANN/HMM, powinno poprawić relacje w układzie: obrazy parametryczne – uczenie, rozpoznawanie i etykietyzacja jednostek językowych [22, 27].

Automatyczne rozpoznawanie mówców

Oprócz potrzeby rozpoznawania treści w niektórych sytuacjach istnieje potrzeba automatycznego rozpoznawania głosu operatora lub rozmówcy. W sygnale mowy oprócz informacji określających treść wypowiedzi, są zawarte również informacje związane z wewnętrzną strukturą źródła wiadomości, a wśród nich informacje osobnicze charakteryzujące indywidualne cechy głosu mówcy

[2,15]. Te informacje wynikają z różnej budowy organów artykulacyjnych u różnych osób, z różnych nawyków artykulacyjnych nabytych w trakcie uczenia się mówienia lub różnego stopnia opanowania języka. Cechy osobnicze głosu zawarte w sygnale mowy umożliwiają rozpoznanie mówcy na podstawie jego wypowiedzi. Pojawiło się nowego rodzaju zapotrzebowanie na rozpoznawanie osób na podstawie ich wypowiedzi. Dotyczy to systemów informacyjnych, transakcji handlowych i dyspozycji przekazywanych przez telefon, czego warunkiem jest możliwość natychmiastowego rozpoznania mówcy w sposób automatyczny, za pomocą kryteriów obiektywnych. Doświadczenia z badań fonoskopijnych dowodzą o wielkiej przydatności automatycznego rozpoznawania osób na podstawie ich wypowiedzi również w kryminalistyce, ochronie dostępu do zastrzeżonych zbiorów informacji przechowywanych w pamięciach systemów komputerowych lub dla sterowania głosem urządzeń przez uprawnione osoby.

Automatyczne rozpoznawanie głosów mówców (ARG) polega na realizacji reguł decyzyjnych na mierzalnych, w sposób obiektywny, cechach sygnału mowy w celu określenia, czy dana wypowiedź należy do określonego mówcy lub zbioru mówców. Automatyczne rozpoznawanie głosów (ARG) obejmuje głównie dwa różniące się zadania: identyfikację głosów oraz ich weryfikację. Identyfikacja głosów to procedura przypisania nieznanej wypowiedzi do mówcy z danego zbioru mówców. Inaczej mówiąc, w populacji M mówców należy wskazać mówcę, którego cechy osobnicze głosu są najbardziej zbliżone do cech głosu zawartych w wypowiedzi nieznanego mówcy. Weryfikacja głosów, która jest częścią wejścia akustycznego, jest procedurą potwierdzenia lub odrzucenia zgłoszonej tożsamości na podstawie próbki mowy przez przedstawiającego się mówcę. Realnie istniejące uwarunkowania w zadaniach wynikających z zastosowania rozpoznawania mówców stwarzają następujące problemy:

- Problem różniących się warunków audytoryjnych i transmisyjnych,
- Uwarunkowania realnej współpracy (lub jej braku) przez zainteresowane osoby z działaniem systemu ARG. Inaczej mówiąc na skuteczność systemu ARG mogą mieć wpływ potencjalni naśladowcy (imitatorzy), czyli osoby zmieniające swój głos. Z punktu widzenia ich roli w funkcjonowaniu systemów ARG, można je podzielić na grupy:
  a) mówcy nie wchodzący w skład ustalonego zbioru zamkniętego M i nie starający się zmieniać głosu,
  b) mówcy wchodzący w skład znanych mówców M i naśladujący któregoś innego mówcę z tego samego zbioru,
  c) mówcy nie wchodzący w skład zbioru mówców ciągu uczącego CU, lecz starający się naśladować któregoś z mówców tego zbioru,
  d) mówcy wchodzący w skład zbioru znanych mówców, lecz naśladujący kogoś nie należącego do zbioru M,
  e) mówcy starający się zniekształcić i zamaskować własne cechy charakterystyczne głosu (duża zmiana wysokości tonu, wprowadzenie chrypki, duża zmiana tempa wypowiedzi oraz np. używanie chusteczki tłumiącej itp.).

Jak łatwo zauważyć, grupę a) imitatorów można nazwać imitatorami przypadkowymi, natomiast pozostałe grupy zawierają naśladowców głosu, których można nazwać „oszustami".

- Często istnieje naturalne bardzo duże podobieństwo cech osobniczych głosu w obrębie identyfikowanego lub weryfikowanego zbioru.

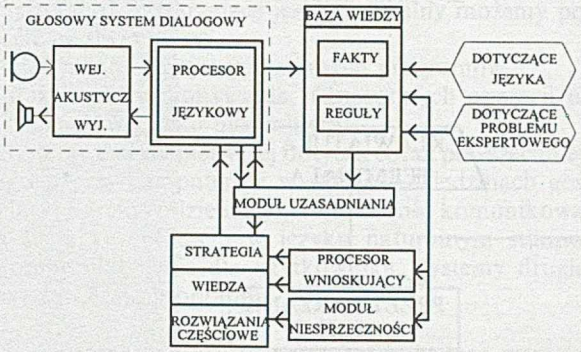
Zestaw parametrów ekstrahowanych z wybranych fragmentów materiału dźwiękowego obejmuje szeroką gamę wielkości fizycznych sygnału mowy, stosowanych również w systemach ARM. Systemy automatycznego rozpoznawania mówców są oparte najczęściej na modelowaniu probabilistycznym oraz zmodyfikowanych uproszczonych algorytmach nieparametrycznych [2]. Uczenie w parametrycznych algorytmach probabilistycznych ARG sprowadza się do estymacji rozkładów gęstości prawdopodobieństw warunkowych oraz prawdopodobieństw pojawienia się obrazów wypowiedzi (przy czym wstępnie zakładamy skończoną liczbę klas M dla zbioru zamkniętego). W wyniku uwzględnienia w badanym zbiorze klasy głosów obcych, powstaje cały szereg nowych zagadnień, znanych w literaturze jako rozpoznawanie w zbiorach otwartych [2]. Algorytm oparty na klasyfikatorze probabilistycznym jest pewnego rodzaju dekoderem, takim że dokonuje przypuszczalnego wyboru m dla x_n z nieznanego zbioru ciągu rozpoznawanego CR. W przypadku rozpoznawania w zbiorach otwartych, zbiór klas głosów mówców składa się z podzbioru M znanych rozpoznawanych klas (zbiór zamknięty) i jednej klasy wieloobiektowej odpowiadającej dopełnieniu podzbioru znanych głosów mówców, stanowiącej tzw. tło lub klasę głosów obcych. Algorytm rozpoznawania w zbiorach otwartych daje, mały błąd β, co ma bardzo duże znaczenie dla uniknięcia fatalnej w skutkach pomyłki fałszywego oskarżenia. Procedura ARG w zbiorach otwartych może być wykorzystywana dla dowolnej z wyżej wymienionych metod ekstrakcji parametrów, pod warunkiem przedstawienia ich w odpowiednim formacie. Należy wspomnieć, że treść wypowiedzi stanowi naturalną przeszkodę w ekstrakcji parametrów opisujących cechy osobnicze. Z tego względu stosuje się określone modele analizy sygnału mowy, które neutralizują wpływ tego „co się mówi" na to „kto mówi". Aktualne trendy w kontynuacji badań w zakresie ARG koncentrują się w kierunku:

- tworzenia systemów automatycznej identyfikacji mówcy dla zastosowań np. konferencyjnych, tłumaczenia, automatycznego protokołowania rozmów itp.
- podwyższenia wiarygodności identyfikacji i weryfikacji mówców dla uwarunkowań rzeczywistych, np. w badaniach fonoskopijnych.

Inteligentne systemy dialogowe (SD)

Do podstawowych zadań systemu dialogowego (SD) należy odbiór kodów znaczeniowych sekwencji informacji z systemu ARM (również ARG), a następnie dokonanie operacji zwanej rozumieniem, czyli przetworzeniem odebranych reprezentacji kodowych w zbiór dostępnych działań, obejmujących sterowanie zleconymi procesami oraz generacją kodów sterujących procesem syntezy mowy (reakcji głosowej w języku naturalnym) [6, 11, 17, 19, 24, 25]. Realizacja systemów dialogowych to domena dziedziny wiedzy zwanej sztuczną inteligencją. Sztuczna inteligencja – AI (ang. *Artifical Inteligence*) obejmuje dyscyplinę, czyli zakres badań prowadzący do stworzenia układów i programów zdolnych do spełniania typowych dla człowieka funkcji mózgu.

Algorytmy AI usiłują rywalizować z pewnymi aspektami ludzkich zachowań, takimi jak zastanawianie się i komunikowanie. Naśladują również zmysły biologiczne, ze wzrokiem i słuchem włącznie. O ile samo pojęcie „maszynowego rozumienia" pozostaje w dalszym ciągu sporne, o tyle rozwiązanie – aczkolwiek częściowe – wspomnianych wyżej problemów legło u podłoża rosnącej grupy programów, zwanych systemami ekspertowymi.



Rys. 4. Struktura systemu dialogowego umożliwiającego głosową komunikację człowiek-komputer

W pewnym uproszczeniu można założyć, że system dialogowy (SD) to nic innego jak złożony system ekspertowy, wyposażony w bazę wiedzy o języku, jak również o problematyce obejmującej obszar wiedzy przewidzianej dla pracy systemu. Technicznie system ekspertowy jest to najczęściej sieć reguł typu „*jeśli* – to", opisujących sumę pewnych doświadczeń i pozwalających komputerowi zachowywać się jak ekspert, doradzający jak postąpić w danej sytuacji. Typowymi przykładami są medyczne programy diagnostyczne, pozwalające wysuwać pewne wnioski na podstawie występujących symptomów i stanu pacjenta. Inaczej mówiąc, jest to program komputerowy, który zawiera znaczne ilości wiedzy w określonej dziedzinie, co powoduje, że może on działać jako maszynowy „ekspert", udzielający informacji niewtajemniczonym. System dialogowy zapewnia konwersację użytkownika z komputerem w języku naturalnym lub bardzo zbliżonym do naturalnego. Na rys. 4 przedstawiono strukturę systemu dialogowego obsługującego głosową komunikację człowieka z zainstalowanym w komputerze systemem ekspertowym. Zaznaczone na nim poszczególne bloki odpowiadają ogólnym strukturom i funkcjom systemów ekspertowych. Jest to zrozumiałe, jeśli się weźmie pod uwagę oczywisty fakt, że głosowy system dialogowy tworzy się dla konkretnych zastosowań, np. do takich, jakim służą systemy ekspertowe lub informacyjne.

Niektóre aspekty komunikacji człowiek – komputer w języku naturalnym

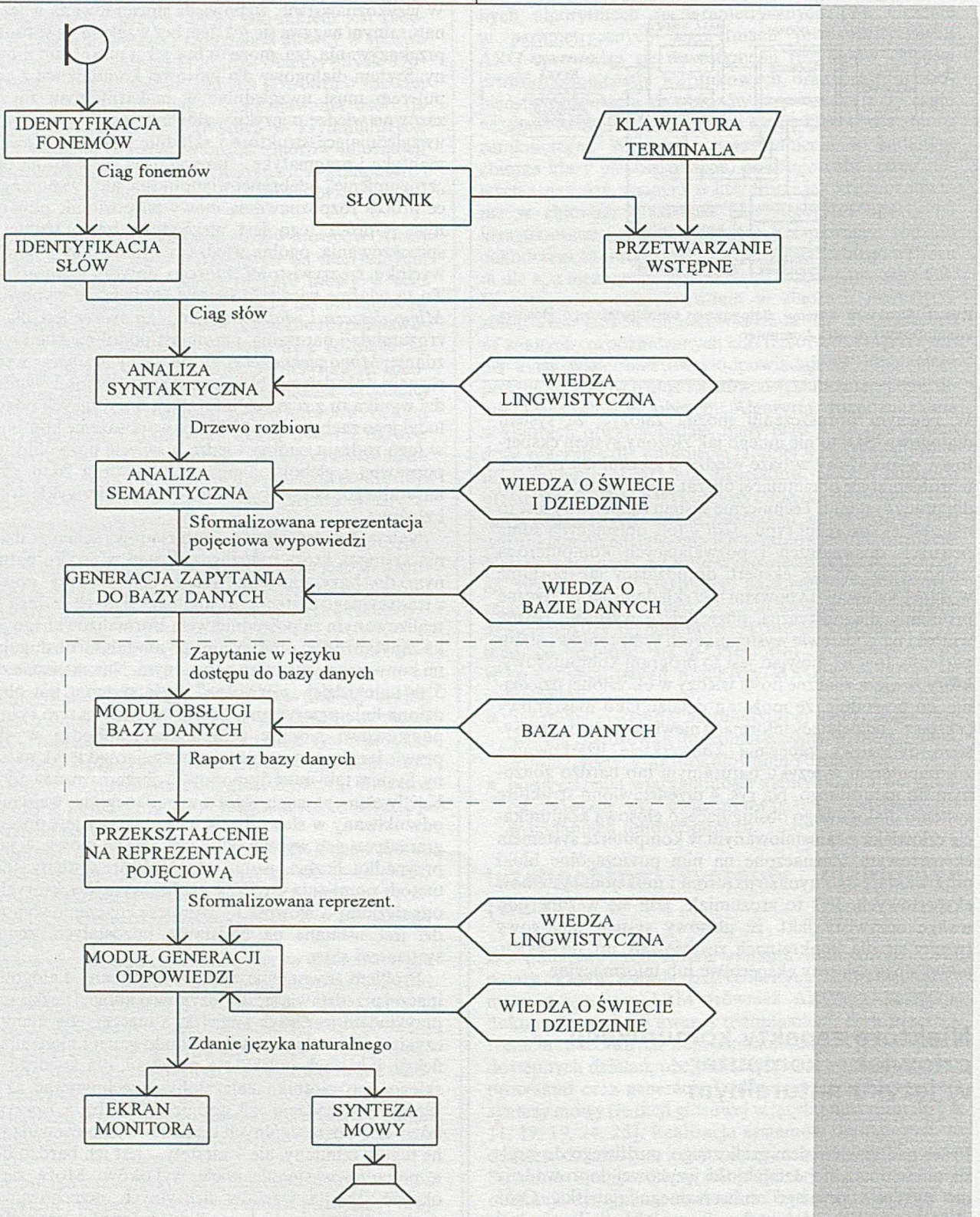
Prace nad stworzeniem graficznego, możliwego do zapisu, modelu ludzkiej działalności językowej doprowadziły do wykrycia pewnego uniwersalnego zjawiska. Otóż okazało się, że przekształcanie zapisów, jeśli ma być użytecznym modelem formułowania i interpretowania tekstów w języku naturalnym, musi być procesem wieloetapowym. Zarówno model analizy, jak i syntezy tekstu, musi obejmować przekształcenie wielu kolejnych zapisów pośrednich między tekstem tzw. zewnętrznym a zapisem semantycznym, czyli znaczeniowym. Ten uniwersalizm został zaadaptowany w tworzeniu systemów dialogowych człowieka z komputerem. Język polski należy do języków bezsonatycznych co oznacza, że wszystkie formy można bez reszty podzielić na samogłoski i spółgłoski. W językoznawstwie, wypowiedź sformułowana w języku naturalnym nazywa się *tekstem* bez względu na sposób jej przekazywania, tzn. może to być tekst pisany lub mówiony. System dialogowy dla głosowej komunikacji z komputerem musi uwzględniać w maksymalnym zakresie zarówno wiedzę o języku – słownik, reguły gramatyczne uwzględniające strukturę i składnię języka, również semantykę i pragmatykę – pozwalającą nie tyko na pełne „zrozumienie" odebranej wiadomości, ale i wspomagające proces rozpoznawania mowy na poziomie akustycznym. Oprócz tego jest niezbędna, często trudna do sprecyzowania, ogólna wiedza o świecie (lub o pewnym wycinku rzeczywistości, którego dotyczy konwersacja). To ta właśnie wiedza o świecie sprawia, ze wypowiedź: *Mimo deszczu i wiatru poszliśmy na spacer* jest dla nas zrozumiała i naturalna, natomiast podobnie zbudowane zdanie: *Mimo pięknej pogody poszliśmy na spacer* wydaje się nam dość dziwne. Nasza ocena sensowności wypowiedzi wynika tu z różnych informacji dotyczących pogody, ludzkiego zachowania itd. Tylko wyposażenie komputera w tego rodzaju ogólną wiedzę o świecie pozwoliłoby na poprawną i głęboką analizę semantyczną zdań języka naturalnego. Niestety, jest to zadanie niezwykle trudne i złożone.

Na rys. 5 przedstawiono przykładowy schemat działania systemu, który umożliwia dostęp w języku naturalnym do bazy danych. System taki mógłby powstać z tradycyjnego systemu obsługi bazy danych (z dostępem realizowanym za pośrednictwem sformalizowanego języka zapytań) przez obudowanie go modułami obsługującymi konwersację w języku naturalnym. Na schemacie z rys. 5 ta najbardziej „pierwotna" część systemu jest obwiedziona linią przerywaną. Przedstawione na tym rysunku podstawowe moduły programowe wchodzą w skład prawie każdego systemu przetwarzającego język naturalny. System taki musi dysponować obszernym słownikiem. Każdy element ciągu wyrazów podanego na wejściu jest odszukiwany w słowniku, skąd pobierany jest opis cech gramatycznych wyrazu (jaką jest częścią mowy, w jakim przypadku, liczbie, osobie itd.). Niektóre systemy stosują metodę pomijania w trakcie analizy wyrazów, których nie odnaleziono w słowniku – wówczas znaczenie wypowiedzi jest ustalane na podstawie pozostałych, znanych systemowi słów.

Problem utworzenia słownika systemu dialogowego inaczej przedstawia się dla języków o ubogiej fleksji, czego przykładem jest język angielski a inaczej, gdy mamy do czynienia z językiem o tak rozbudowanej i nieregularnej fleksji, jak język polski. Na przykład, dla każdego polskiego przymiotnika należałoby przechowywać aż 126 jego form (3 rodzaje $\times$ 3 stopnie $\times$ 2 liczby $\times$ 7 przypadków). Dla poszczególnych części mowy obowiązują pewne reguły odmiany, ale – niestety – jest ich bardzo dużo, a ponadto występuje wiele wyjątków. Może się też okazać, że dla języków fleksyjnych przechowywanie w słowniku wszystkich możliwych form danego słowa, mimo konieczności dużej pojemności pamięci, jest bar-

dziej opłacalne niż trudna i szczegółowa algorytmizacja reguł fleksyjnych.

Do najlepiej rozpoznanych problemów przetwarzania języka naturalnego należą zagadnienia automatycznej analizy składniowej (syntaktycznej). Analizator syntaktyczny (ang. *parser*) opiera się w działaniu na sformalizowanym opisie składni przetwarzanego języka. O ile parser posługuje się wyłącznie wiedzą lingwistyczną, czyli sformalizowanym opisem budowy zdań danego języka, o tyle analizator semantyczny musi dysponować wiedzą o znaczeniu przetwarzanych słów i fraz. Zadaniem analizatora semantycznego jest wygenerowanie sformułowanej reprezentacji wypowiedzi wprowadzonej przez użytkownika. Istnieje wiele schematów reprezentacji, spośród których najczęściej są stosowane sieci semantyczne, ramy i reprezentacje logiczne. Proces analizy kończy się pomyś-



Rys. 5. Sieć działań systemu umożliwiającego dostęp do bazy danych w języku naturalnym

lnie, jeśli otrzymamy jednoznaczną formalną reprezentację wypowiedzi. W trakcie analizy napotyka się utrudnienia:

a) niejednoznaczny opis leksykalny wyrazu lub brak wyrazu w słowniku,
b) więcej niż jeden rozbiór gramatyczny zdania lub brak poprawnego rozbioru,
c) niejednoznaczna interpretacja lub niepoprawność semantyczna wypowiedzi.

Systemy przetwarzające język naturalny możemy podzielić na dwie klasy:

1) ułatwiające korzystanie z innych programów,
2) służące do wykonywania różnorodnych operacji na tekstach w języku naturalnym.

Systemy z klasy pierwszej dotyczą coraz powszechniejszego użycia komputerów w różnych dziedzinach gospodarki i życia codziennego, a możliwość komunikowania się z komputerem w języku naturalnym stanowi ogromne ułatwienie dla użytkownika. Systemy drugiej klasy zawierają programy:

- inteligentne edytory tekstów, sprawdzające poprawność ortograficzną, składniową i być może semantyczną wprowadzonych zdań oraz programy do badań lingwistycznych,
- tłumaczące z jednego języka naturalnego na inny i służące do nauki języków [9, 19],
- tworzące opisy słowne sytuacji istniejących w postaci formalnej (np. opisywanie zdjęć),
- tworzące bazy danych lub bazy wiedzy na podstawie informacji tekstowej,
- dla systemów dialogowych, zarządzających wprowadzaniem informacji z systemów ARM i ARG oraz wyprowadzaniem do systemu syntezy mowy (SM).

Systemy syntezy mowy

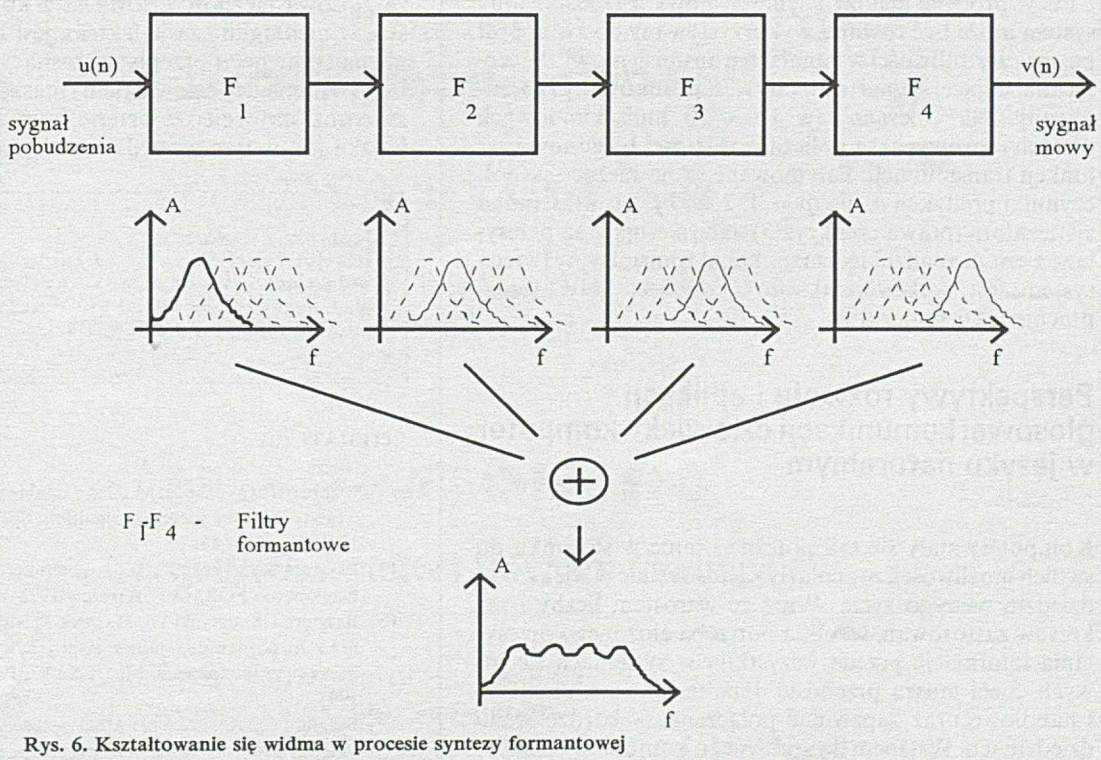
Współczesne metody syntezy mowy można podzielić na trzy główne grupy:

- metody wstępnego kodowania naturalnego sygnału mowy z późniejszym bezpośrednim wyprowadzaniem z pamięci komputera,
- synteza za pomocą sterowanych syntezatorów formantowych,
- bezpośrednie matematyczne generowanie mowy przez komputer.

Każda z wymienionych grup metod, mimo różnej realizacji służy temu samemu celowi, czyli wyprowadzeniu informacji z komputera w postaci mówionej. Każda wymaga też różnej pojemności pamięci dla zapisu określonego elementu językowego. Metoda wstępnego kodowania naturalnego sygnału mowy pozwala na najbardziej elementarną realizację mowy syntetycznej. Komputer w tym przypadku służy po prostu do zapisu odpowiednio zakodowanego sygnału mowy naturalnej.

Frazy, słowa, sylaby czy fonemy są zapamiętywane oddzielnie i odczytywane w odpowiedniej chwili na skutek działania właściwego rozkazu programu syntezy. Jest oczywiste, że taki system syntezy jest w stanie wygenerować tylko takie słowo lub frazę, które było uprzednio wprowadzone (w postaci zakodowanej) do pamięci.

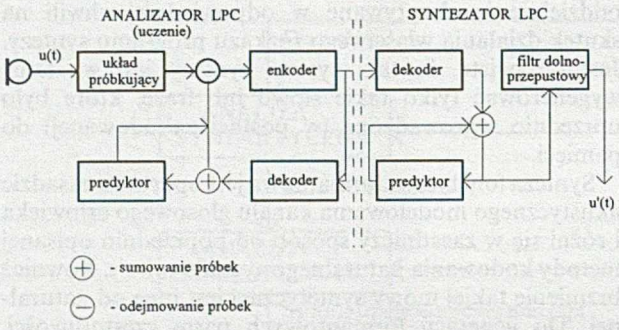
Synteza fonetyczna formantowa jest oparta na zasadzie akustycznego modelowania kanału głosowego człowieka i różni się w zasadniczy sposób od poprzednio opisanej metody kodowania naturalnego sygnału mowy. Również brzmienie takiej mowy syntetycznej jest inne od naturalnej. Do generacji formantowych pasm częstotliwości, którymi charakteryzuje się mowa ludzka, wykorzystuje się odpowiednie filtry pasmowe. Najbardziej rozpowszechnionym sposobem realizacji syntezy formantowej jest



Rys. 6. Kształtowanie się widma w procesie syntezy formantowej

synteza elementarnych odcinków mowy, czyli fonemów ewentualnie diafonów. W klasycznej strukturze syntezatora formantowego szeregowego występują dwa źródła pobudzające generator impulsów i generator szumu. Bezpośrednie generowanie mowy przez komputer znane jest również jako cyfrowe modelowanie kanału głosowego.

Najbardziej znaną i współcześnie rozwijaną metodą realizacji tego rodzaju syntezy mowy jest metoda liniowego kodowania predykcyjnego (LPC). Podobną do LPC metodą jest częściowa autokorelacja oraz parametryczne kodowanie sygnału mowy. Wszystkie te sposoby realizacji syntezy jako punkt wyjścia wykorzystują matematyczny model kanału głosowego. W syntezatorach tego typu, podobnie jak w metodzie wstępnego kodowania, słownik jest tworzony z udziałem naturalnego sygnału mowy. Ale w tym przypadku do pamięci nie zapisuje się bezpośrednio słów czy fraz, lecz następuje wydzielanie (ekstrakcja) odpowiednich parametrów mowy, które następnie zostają wprowadzone do pamięci komputera.



Rys. 7. Analiza i synteza mowy z wykorzystaniem LPC

Na rys. 7 przedstawiono uproszczony schemat metody LPC w procesie analizy i syntezy mowy. Przedstawiony system może być również wykorzystywany do kompresji pasma częstotliwości w kanałach transmisji mowy. W części analizującej sygnał mowy u(t) jest próbkowany i kwantowany. Na „bieżąco" (w 10 – 20 milisekundowych oknach czasowych) są obliczane wartości biegunów i zer funkcji transmitancji. Estymowane są na bieżąco współczynniki predykcji a, dla ($p = 1, 2, ..., P$). Do właściwego syntezatora (prawa cześć rys. 7) dane sterujące są przesyłane z części analizującej przez kanał transmisyjny (wtedy system jest wokoderem), lub z pamięci (gdy system pracuje jako syntezator).

Perspektywy rozwoju i aplikacji głosowej komunikacji człowiek – komputer w języku naturalnym

Komputery stały się tak potężne i tanie w stosunku do swoich możliwości, że znalazły zastosowanie w większości dziedzin naszego życia. Wraz ze wzrostem liczby i zakresów zastosowań, wynikła potrzeba złożonego przesyłania informacji, przede wszystkim w systemach sieciowych. Sieci muszą przenosić dane techniczne, naukowe i handlowe oraz zapewniać połączenia w bardzo wielu dziedzinach. Wstępem do sprawnego komunikowania się człowieka z komputerem, czy też siecią komputerową, jest wybór wspólnego języka.

Jedną ze specyficznych dróg stworzenia takiego języka dla komputerów są elektroniczne procedury nazwane – przez prof. M.L. DERTOUZUSA, kierownika Laboratory of Computer Sciences w Massachusetts of Technology, USA – *E-formami*, co można przełożyć jako elektroniczne formularze [2]. Te E-formy, czyli komputerowe odpowiedniki formularzy zamówień pocztowych, nie zastępując komunikacji w języku naturalnym, mogą być natychmiast rozpoznane przez każdy komputer sieci. Zakłada się, że E-formy mogą być łatwiej wypełniane za pomocą mowy niż za pośrednictwem pisma. Reagujące na głos E-formy w najbliższej przyszłości mogą być bardziej realne niż ogólne systemy rozpoznawania i rozumienia mowy. E-formy mogą być wielojęzyczne, co ma duże znaczenie w okresie rozwoju turystyki oraz dla wszelkich tworzących się wspólnot międzynarodowych. E-formy są jedynie jedną z wielu prób, na „dzisiaj", przed jakimi stoją twórcy systemów komputerowych. Wyposażenie sieci komputerowych w akustyczne wejścia i wyjścia, pracujące pod nadzorem systemów dialogowych, współpracujących z bazami danych i np. systemem operacyjnym UNIX, lub WINDOWS, uczyniłaby łatwiejszą i bardziej atrakcyjną pracę przy terminalach komputerowych.

Generalny scenariusz rozwoju głosowej komunikacji człowieka z komputerem można przedstawić w następujący sposób:

- tworzenie systemów, których funkcjonalność i wskaźnik kosztu na jednostkę informacji będą stale polepszane w zależności od postępu technicznego,
- budowa i przystosowanie systemów informacyjnych do sposobu przetwarzania informacji przez człowieka i do jego zdolności rozumowania,
- opracowanie przyjaznych głosowych interfejsów tak, aby użytkownik systemu technicznego miał możliwość większego skoncentrowania się na zadaniu, którym kieruje, a mniej na obsłudze systemu technicznego.

Jako końcowy, oczywisty argument świadczący o tym, że głosowa łączność człowieka z komputerem musi się stać w niedługim czasie faktem, jest konieczność zapewnienia sprawnego przepływu rosnących strumieni megabajtów pomiędzy człowiekiem i maszynami. Tu potrzebne są coraz sprawniejsze arterie komunikacyjne, a mowa ludzka jest w tym względzie bezkonkurencyjna.

Kontakt z Autorem:
Instytut Telekomunikacji i Akustyki
Politechnika Wrocławska
ul. Janiszewskiego 7/9, 50-370 Wrocław
tel.: (0-71) 20-29-23, faks: 22-34-73

LITERATURA

[1] Bamberg P. G., Mandel M. A.: Adaptable phoneme-basd models for large-vocabulary speech recognition. Speech Communication, 10, 1991, pp. 437 – 451

[2] Basztura Cz.: Rozmawiać z komputerem. Wydawnictwo Prac Naukowych FORMAT, Wrocław 1992–1993

[3] Basztura Cz., Barycki W., Mazurek J.: Model systemu automatycznego rozpoznawania mowy ciagłej z wykorzystaniem diafonów i sieci neuropodobnych. Mat. OSA'93, Polańczyk, 14–17 wrzesień 1993

[4] Basztura Cz.: Analiza możliwości zastosowań podstawowych jednostek językowych w automatycznym rozpoznawaniu mowy. Materia-

ły Seminarium Naukowego Polskiego Towarzystwa Fonetycznego, Poznań, 7–8 grudzień 1993
[5] Chromiec J., Strzemieczna E.: Sztuczna Inteligencja, Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich. Problemy Współczesnej Nauki Teoria i Zastosowania, seria INFORMATYKA, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994
[6] Bolc L. (edytor): Przetwarzanie informacji reprezentowanej w postaci naturalnej, Analiza i Synteza Informacji, Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego 1983
[7] Grocholewski S.: Niezależny od mówcy system rozpoznawania izolowanych słów. Mat. I Krajowej Konferencji Głosowa komunikacja człowiek – komputer, Wrocław 27–28 październik 1995
[8] Gubrynowicz R., Nowakowska W., Żarnecki P.: Modelowanie artykulacyjne wybranych połączeń polskich rezonatorów. Mat. I Krajowej Konferencji Głosowa komunikacja człowiek – komputer, Wrocław 27-28 październik 1995
[9] Jassem K.: Elektroniczny słownik dwujęzyczny w komputerowym tłumaczeniu tekstu. Mat. I Krajowej Konferencji Głosowa komunikacja człowiek – komputer, Wrocław 27–28 październik 1995
[10] Jassem W.: The Phoneme and the Acoustical Speech Signal. Advanced in Speech, Hearing and Language Processing, Vol. 2. pp. 1-16, 1992
[11] Kaźmierczak J.: Reprezentacja zdań języka naturalnego w bazie wiedzy komputera. Mat. I Krajowej Konferencji Głosowa komunikacja człowiek – komputer, Wrocław 27–28 październik 1995
[12] Lee K-F.: On Large-Vocabulary Speaker-Independent Continous Speech Recognition. Speech Communication, 7, pp. 375 – 379, 1988
[13] Lee Ch., Rabiner L. R.: A Frame-Synchronous Network Search Algorithm for Connected Word Recognition. IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 37, No. 11, pp. 1649 – 1658, November 1989
[14] Ljolje A., Levinson S.E.: Development of Acoustic-Phonetic Hidden Markov Model for Continous Speech Recognition. IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 39. No.1, pp. 29 -39, January 1991
[15] Majewski W.: Automatyczne rozpoznawanie izolowanych wyrazów – współczesne tendencje. Materiały OSA '92, Kraków, wrzesień 1992
[16] Morgan N., Bourland H.: Continous Speech Recognition. IEEE Signal Processing Magazine, May 1995
[17] Mykowiecka A.: Podstawy przetwarzania języka naturalnego, Metody generowania tekstów. Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa 1992
[18] Muthusamy Y.K., Barnard E., Cole R.A.: Reviewing Automatic Language Identification. IEEE Signal Processing Magazine, pp. 33-41, October 1994
[19] Niemann H., de Mori R., Hanrieder G.: Progress and Prospects of Speech Research and Technology. Proceedings in Artificial Intelligence. CRIM/FORWISS Workshop, Munchen, September 1994
[20] Pazukhin R.: Oral Speech – Controversies and Perspectives, Łódź 1993
[21] Tadeusiewicz R.: Sygnał mowy. WKiŁ, Warszawa 1988
[22] Tadeusiewicz R.: Sieci neuronowe. Akademicka Oficyna Wyd., Warszawa 1993
[23] Tadeusiewicz R.: Sieci neuronowe w głosowej komunikacji człowiek – komputer. Mat. I Krajowej Konferencji Głosowa komunikacja człowiek – komputer, Wrocław 27–28 październik 1995
[24] Unold O.: Automatowa dekompozycja zdania języka naturalnego na elementy wiedzy w systemie dialogowym. Mat. I Krajowej Konf. Głosowa komunikacja człowiek – komputer, Wrocław 27–28.X.1995
[25] Vetulani Z.: Corpus of Consultative Dialogues, Experimentally Collected Source Data for AI Applications. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1990
[26] Wrzoskowicz A.: Hidden Markov Models for Noisy Speech Recognition. Proceedings 3-rd European Conference on Speech Communication and Technology, EUROSPEECH'93 , Vol. 3, pp. 21-23, Berlin, September 1993
[27] Zavaligkos G., Zhao Y., Schwartz R., Makhoul J.: A Hybrid Segmental Neural Net/ Hidden Markov Model System for Continuous Speech Recognition. IEEE Transactions on Signal Processing, Vol.2, No.1, Part II, pp.151 -160, January 1994.

Międzynarodowe Targi Poznańskie

zapraszają

14-17 kwietnia 1996 r.

INFOSYSTEM 96

10 Międzynarodowe Targi Elektroniki, Telekomunikacji i Techniki Komputerowej

MULTIMEDIA 96

Targi Wydawnictw i Nowych Mediów

Międzynarodowe Targi Poznańskie
ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań
tel. (0-61) 66-43-14, faks (0-61) 66-07-07, teleks 413251 targ pl

Opis języka naturalnego za pomocą formalizmów unifikacyjnych

Leonard Bolc, Agnieszka Mykowiecka, Małgorzata Marciniak, Anna Kupść
Instytut Podstaw Informatyki PAN
Warszawa

Artykuł przedstawia część badań związanych z opracowaniem metod opisu składni języków naturalnych. Omawiane rozwiązania prezentują dość różnorodne podejścia do struktury wypowiedzi, łączy je zaś wykorzystanie mechanizmu unifikacji. Unifikacja, to najogólniej rzecz ujmując, uzgadnianie zmiennych części dwóch struktur tak, by powstała jedna struktura zawierająca wszystkie znajdujące się w nich informacje. Spośród licznych gramatyk wykorzystujących pojęcie unifikacji szczególnym zainteresowaniem cieszy się formalizm HPSG, któremu poświęcimy najwięcej uwagi. W końcowej część artykułu przedstawimy pokrótce nasze prace związane z wykorzystaniem HPSG do analizy wybranych aspektów języka polskiego.

Sformułowanie ścisłego opisu języka naturalnego nie jest łatwe z uwagi na bogactwo form składniowych i różnorodność zależności pomiędzy poszczególnymi elementami wypowiedzi. Cechą charakterystyczną języka naturalnego jest także jego stały rozwój (powstawanie nowych słów, dopuszczanie innych konstrukcji składniowych) oraz wtórność zasad gramatycznych w stosunku do samego języka. Opis norm rządzących językiem naturalnym jest więc nieuchronnie nieścisły i zmienny w czasie. Istnieją jednak zasady, które można w danej chwili uznać za trwałe i które mogą stanowić podstawę do opracowania formalnego opisu danego języka. Definicja taka jest niezmiernie przydatna dla badań lingwistycznych, a wręcz niezbędna dla prac związanych z wykorzystaniem języka naturalnego do komunikacji z systemami komputerowymi.

Prace nad zdefiniowaniem reguł opisujących języki naturalne są oparte na metodach stosowanych do opisu języków formalnych, metody te wymagają jednak znacznych modyfikacji i rozszerzeń. Składnia elementów należących do języków formalnych jest opisywana za pomocą gramatyk definiujących zasady przekształcania napisów zawierających pewne symbole pomocnicze do postaci zgodnej z wyrażeniami danego języka. Stopień skomplikowania gramatyki zależy zarówno od struktury symboli pomocniczych, jak i od dopuszczalnego zestawu reguł na nich działających. Prace nad automatycznym przetwarzaniem języka naturalnego doprowadziły do powstania wielu nowych typów gramatyk. Jakkolwiek z czysto formalnego punktu widzenia są one równoważne pewnym podklasom znanych już formalizmów, to stanowią narzędzia nowej kategorii pozwalające na efektywniejsze formułowanie zasad rządzących językami naturalnymi.

Formalny opis języka naturalnego

We współczesnych opracowaniach z zakresu lingwistyki formalnej są prezentowane różne teorie gramatyczne. Różnią się one między sobą, np. sposobem reprezentacji danych, typem wykorzystywanych operacji czy położeniem nacisku na inne własności języka. Ze względu na postać reguł budowania wyrażeń wyróżnić można gramatyki transformacyjne, kategorialne i gramatyki struktur frazowych. **Gramatyki transformacyjne** opisują wyrażenia języka naturalnego w terminach przekształceń, jakim podlegać może drzewo reprezentujące ich strukturę. Dopuszczalnymi operacjami są: usunięcie węzła z drzewa, zastąpienie jednego węzła innym lub dołączenie nowego elementu. W ramach rozwijania teorii gramatyk transformacyjnych powstał jeden z ważniejszych obecnie formalizmów – opracowana przez Chomsky'ego [6,7] teoria GB (Government Binding theory). Ważną grupę stanowią **gramatyki struktur frazowych**. Struktura języka jest przedstawiana w nich w kategorii fraz (na przykład czasownikowych czy rzeczownikowych) składających się z elementów głównych i określeń dodatkowych. Opis konstrukcji językowych jest dokonywany przy użyciu reguł bezkontekstowych wzbogaconych o własności dołączone do poszczególnych symboli oraz metareguł i reguł semantycznych. Ważnym przedstawicielem tej klasy gramatyk jest uogólniona gramatyka struktur frazowych GPSG (*Generalized Phraze Structure Grammar*) [11]. Odrębną klasę gramatyk stanowią **gramatyki kategorialne,** w których sposób budowania wyrażenia odzwierciedlony jest w strukturze złożonych kategorii składniowych. Z kolei w gramatykach funkcyjnych opis zdania polega na ustaleniu funkcji pełnionej przez każdy jego element. Do tej klasy gramatyk zaliczamy m.in. funkcyjną gramatykę unifikacyjną (FUG , [13]).

Inną ważną cechą gramatyk, istotną szczególnie w przypadku ich praktycznego zastosowania, jest rodzaj dopuszczalnych operacji i łatwość ich implementacji. Z tego punktu widzenia bardzo atrakcyjną grupę formalizmów stosowanych obecnie do opisu języka naturalnego stanowią gramatyki, które wykorzystują operację unifikacji. Do reprezentacji syntaktycznej zdania są tu wykorzystywane struktury zawierające pary składające się z atrybutów i ich wartości. Analiza, kontrola poprawności, propagacja i synteza informacji odbywa się za pomocą unifikacji odpowiednich struktur.

Mechanizm unifikacji może być wykorzystany do implementacji rozwiązań zaproponowanych w ramach odrębnych teorii lingwistycznych (mówimy wtedy o formalizmach unifikacyjnych), może też stanowić podstawę do rozwoju nowych metod opisu języka nazywanych unifikacyjnymi teoriami gramatycznymi.

Unifikacja

Operacja unifikacji polega na znalezieniu warunków, w których dwa różne opisy można połączyć w jeden spójny opis. Znajduje ona zastosowanie przy rozwiązywaniu wielu różnych problemów. Unifikacja jest podstawową operacją niektórych języków programowania (PROLOG), a zagadnienie wykorzystania unifikacji we wnioskowaniu poruszane jest m. in. [8, 23]. W naturalny sposób unifikacja znalazła też zastosowanie w procesie przetwarzania języka naturalnego. Przedstawimy teraz pojęcie unifikacji struktur atrybutów stanowiącej podstawową operację formalizmów unifikacyjnych. Z uwagi na charakter niniejszego artykułu nie będziemy podawać formalnych definicji omawianych pojęć, a jedynie ich ogólną charakterystykę zilustrowaną przykładami.
Struktura atrybutów składa się z par nazwa atrybutu – wartość, przy czym wartość jest także strukturą atrybutów, w ramach której można odwoływać się do wartości innych atrybutów danej struktury. Atrybuty określają cechy wyrazu lub frazy, takie jak kategoria gramatyczna (część mowy), rodzaj itp. Przykładowa struktura atrybutów opisująca frazy rzeczownikowe w rodzaju żeńskim i liczbie pojedynczej przedstawia się następująco:

$$\begin{bmatrix} \text{KATEGORIA} & \text{np} \\ \text{UZG} & \begin{bmatrix} \text{LICZBA} & \text{pojedyncza} \\ \text{RODZAJ} & \text{żeński} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \quad D_{\text{NP-poj-żeń}}$$

Struktury atrybutów mogą opisywać tylko niektóre atrybuty frazy, np.

$$\begin{bmatrix} \text{KATEGORIA} & \text{np} \\ \text{UZG} & \begin{bmatrix} \text{LICZBA} & \text{pojedyncza} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \quad D_{\text{NPpoj}}$$

Mówimy, że struktura D_{NP-poj} pochłania strukturę $D_{NP-poj-żeń}$, gdyż opisuje wszystkie te same obiekty co $D_{NP-poj-żeń}$ i ewentualnie jeszcze inne (w tym przypadku frazy w pozostałych rodzajach). Dwie struktury można zunifikować, jeśli zawarte w nich informacje nie są sprzeczne (przecięcie zbiorów reprezentowanych przez nie fraz nie jest puste). Wynikiem unifikacji jest struktura zawierająca sumę atrybutów unifikowanych struktur o wartościach stanowiących wynik unifikacji odpowiednich wartości. Dla powyższych struktur wynikiem unifikacji jest po prostu struktura $D_{NP-poj-żeń}$

Formalizmy wykorzystujące unifikację

Wśród formalizmów unifikacyjnych na wyróżnienie zasługują przede wszystkim FUG [13] i PATR II [21]. Unifikacyjna gramatyka funkcyjna FUG stanowiła pierwszy formalizm unifikacyjny. Struktury atrubutów nazywane w niej były opisami funkcyjnymi (ang. *functional description*). Ponieważ opisy te nie decydowały o kolejności elementów reprezentowanych przez ich składowe, Kay zdefiniował dwa atrybuty specjalne określające odpowiednio składniki frazy i ich kolejność. Drugi z wymienionych formalizmów PATR II jet oparty na gramatyce bezkontekstowej wzbogaconej o warunki pozwalające na uzgadnianie wartości cech dla poszczególnych składników reguł bezkontekstowych. Zarówno słowa języka, jak i konstrukcje gramatyczne są tu wyrażane za pomocą acyklicznych grafów skierowanych, a analiza syntaktyczna wypowiedzi polega na unifikacji tych grafów.

W ramach unifikacyjnych teorii gramatycznych wymienić należy LFG (Lexical– Functional Grammar [3]), CUG (Categorial Unification Grammar [22]) i HPSG (Head-driven Phrase Structure Grammar [16, 17]). Opis zdania w terminach LFG składa się z dwóch części: bezkontekstowej reguły opisującej strukturę frazy oraz opisu funkcyjnego, definiującego zależności pomiędzy elementami reguły bezkontekstowej. Wywód w LFG polega na budowaniu drzewa struktury powierzchniowej za pomocą reguł przy jednoczesnej unifikacji opisów funkcyjnych. W LFG dużo informacji zawartych jest w słowniku. Przykładowo opis słowa *paint* przedstawia się w sposób następujący:

$$\begin{aligned} \text{Paint, V, } (\uparrow \text{PRED}) = \text{'paint } \langle(\uparrow\text{PODMIOT})\,(\uparrow\text{DOPEŁNIENIE})\rangle\text{'} \\ \neg[(\uparrow\text{PODMIOT LICZBA}) = \text{POJ} \wedge \\ (\uparrow\text{PODMIOT OSOBA}) = 3] \\ (\uparrow\text{CZAS}) = \text{TERAŹN} \end{aligned}$$

Powyższy opis zawiera informacje, że predykat 'paint' ma dwa argumenty – podmiot i dopełnienie, cytowana forma nie może zostać połączona z podmiotem w trzeciej osobie liczby pojedynczej, sama natomiast ma nadaną wartość atrybutu CZAS – teraźniejszy. Przytoczymy teraz przykładową regułę LFG. W opisach LFG $\downarrow$ oznacza odwołanie się do wartości cechy danego elementu, $\uparrow$ odwołanie do opisu elementu nadrzędnego, natomiast równości oznaczają unifikację odpowiednich opisów.

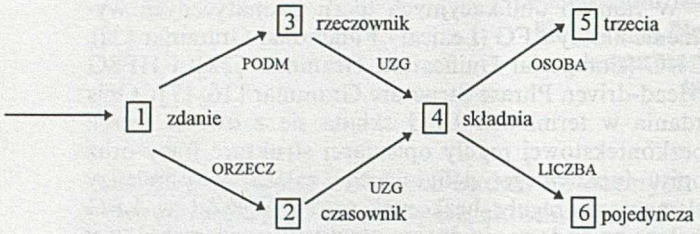
$$\begin{array}{ccccc} S \rightarrow & & NP & & VP \\ & (\uparrow \text{PODMIOT}) = \downarrow & & \uparrow = \downarrow & \end{array}$$

Kolejnym przykładem teorii wykorzystującej mechanizm unifikacji, tym razem występujący w połączeniu z klasyczną teorią gramatyk kategorialnych, jest gramatyka unifikacyjno-kategorialna CUG. Punktem wyjścia do opracowania tej gramatyki było zapisanie gramatyki kategorialnej w terminach formalizmu unifikacyjnego PATR II. Kategorie pochodne, właściwe dla gramatyk kategorialnych, są przedstawiane w postaci grafów o dodatkowych krawędziach reprezentujących kierunek składania. Unifikacja wykorzystywana jest także w najnowszym formalizmie opartym na koncepcji gramatyk struktur frazowych – GPSG. W gramatyce tej istnieją reguły opisujące strukturę składniową frazy wzbogacone o zestaw par atrybut – wartość. Wartości te podlegają uzgodnieniom według kilku zasad opartych na unifikacji wartości atrybutów węzłów nadrzędnych i podrzędnych.

HPSG

Head-driven Phrase Structure Grammar jest teorią lingwistyczną o bardzo mocnych podstawach formalnych opartą na logice utypowionych struktur atrybutów (ang. *typed feature structure logic*, [4]). Struktura atrybutów to zbiór nazw cech i ich wartości będących także strukturami atrybutów (bądź listami czy zbiorami struktur). Dodatkowym elementem struktury jest nazwa typu okre-

ślająca, jakie atrybuty mogą w niej wystąpić. Formalnie modelem struktury atrybutów są grafy zorientowane, w których etykiety węzłów odpowiadają nazwom typów, a etykiety krawędzi nazwom atrybutów (cech). Na rys. 1 przedstawiono przykład struktury atrybutów w notacji grafowej [19].



Rys. 1. Przykład struktury atrybutów w notacji grafowej

Notacja grafowa jest jednak dość rzadko używana, w praktyce struktury atrybutów są reprezentowane zwykle w postaci tablicowej (AVM, *ang. Attribute-Value Matrix*). Powyższa struktura w tej notacji została przedstawiona na rys. 2.

Rys. 2. Struktura w postaci tablicowej AVM

W notacji tablicowej nazwy wierzchołków są podawane tylko wtedy, gdy dochodzi do nich więcej niż jedna krawędź, a więc wtedy, gdy różne atrybuty mają tę samą (nie tylko taką samą) wartość. Sytuację taką nazywamy dzieleniem wartości atrybutów, a nazwy odpowiednich wierzchołków – indeksami.

HPSG definiuje język jako zbiór struktur atrybutów opisujących odpowiednio słowa, frazy, zdania czy dłuższe teksty. Struktury te mają podany typ, który określa, jakie atrybuty mogą występować w strukturach do niego należących i jakie mogą przyjmować wartości. Jakkolwiek definicja typu jest definicją pełną, precyzującą dokładnie atrybuty i ich wartości, to opisy poszczególnych struktur mogą być niedospecyfikowane, to znaczy zawierać tylko niektóre z atrybutów.

Podstawowym typem w HPSG jest typ *sign* dzielący się na dwa podtypy – *word* opisujący słowa i *phrase* reprezentujący frazy i zdania. Podstawowymi atrybutami struktur typu sign są: PHON, SYNSEM i QSTORE opisujące odpowiednio formę fonologiczną i ortograficzną słowa, informacje składniowe i semantyczne oraz dane o kwantyfikatorach. W niniejszym, z konieczności bardzo skrótowym opisie, ograniczymy się do zwrócenia uwagi na niektóre z nich stanowiące część składową atrybutu SYNSEM. Dla słów są to: atrybut HEAD – opisujący kategorię składniową i SUBCAT – zawierający informacje o wymaganiach składniowych danego wyrażenia. SUBCAT ma znaczenie zwłaszcza dla czasowników i opisuje podmiot frazy oraz wymagane dopełnienia (rozdzielone w najnowszej wersji teorii na atrybuty SUBJ i COMPS). Dzięki umieszczeniu w słowniku wielu informacji o kontekście użycia poszczególnych słów znacznie ograniczono liczbę reguł składniowych. Wielkość słownika może być z kolei ograniczona dzięki wprowadzeniu reguł leksykalnych pozwalających na opis paradygmatów fleksyjnych.

W strukturze reprezentującej frazę wyróżnić można atrybut HEAD-DTR opisujący główny element frazy i COMP-DTRS odpowiadający dopełnieniom. Informacje o budowie fraz są w HPSG zapisywane jako reguły składników bezpośrednich reprezentowanych w postaci struktur atrybutów opisujących poprawnie zbudowane frazy – reguł takich może być wiele, a fraza jest akceptowana, jeśli daje się zunifikować z jedną z nich. Można je rozumieć jako ograniczenia selekcjonujące struktury uznane za poprawne.

Język polski w terminach HPSG

Prace nad zastosowaniem HPSG do analizy wybranych zagadnień języka polskiego dotyczyły między innymi opracowania zasad nadawania wartości przypadka [18,19]. Podstawowym mechanizmem zapewniającym dostosowanie przypadka frazy nominalnej do wymagań czasownika jest w HPSG atrybut SUBCAT znajdujący się w opisach słownikowych wszystkich leksemów czasownikowych. Rozwiązanie to przestaje być jednak wystarczające, gdy pojawia się możliwość zmiany wartości przypadka w zależności od środowiska składniowego. W języku polskim (podobnie jak w niemieckim) ma to miejsce w przypadku nominalizacji. Zjawisko to ilustruje następujący przykład:

Janek przygląda się domowi dat
– *przyglądanie się domowi* dat
Janek buduje dom acc
– *budowanie domu* gen

W powyższych zdaniach widać, że przy nominalizacji celownik – podobnie jak narzędnik – nie zmieniają się, natomiast biernik ulega zmianie na dopełniacz. Dla rozwiązania tego problemu przyjęto znane z innych prac, lecz początkowo odrzucone w HPSG, rozróżnienie przypadka strukturalnego, opartego na pozycji frazy nominalnej w strukturze całej wypowiedzi oraz przypadka leksykalnego, którego wartość jest ustalana na podstawie wymagań formy czasownikowej. W wyniku przeprowadzonej analizy zdań języka polskiego, za strukturalne uznano przypadki mianownika, biernika i dopełniacza, zaś za leksykalne dopełniacza, celownika, narzędnika i miejscownika. W kontekście zaproponowanego rozwiązania rozpatrywano też problem zachowania form przypadka we frazach liczebnikowych.

Innym badanym problemem było uzgadnianie rodzaju, liczby i osoby we frazach języka polskiego. Prace z tego zakresu [9] doprowadziły do zdefiniowania hierarchii rodzajów dla języka polskiego uwzględniającej jednocześnie liczbę. Rozwiązanie to pozwoliło na znaczne ograniczenie liczby potrzebnych form, przy jednoczesnym za-

chowaniu wszystkich istotnych różnic (opisanych w szczególności w [20]). Opracowana metoda uzgadniania form poszczególnych elementów wypowiedzi jest oparta na wykorzystaniu dwóch atrybutów: INDEX – łączącego obiekty o tej samej referencji i AGR – reprezentującego kategorie gramatyczne danego elementu. Przykładowo, zgodność form rzeczownika i przymiotnika we frazie *biały pies* jest osiągana poprzez unifikację atrybutu AGR zawierającego cechy RODZAJ (połączony z liczbą) i PRZYPADEK. Zgodność formy podmiotu i orzeczenia wymaga unifikacji atrybutu INDEX, przy czym w słowniku rzeczowniki są podzielone na dwie grupy: takie dla których wartości atrybutu INDEX i AGR są identyczne, i takie dla których mogą być odmienne. Pozwala to na poprawną analizę trzech poniższych przykładów (przy uznaniu ostatniego za niepoprawny):

Zasygnalizowane wyżej rozwiązania zostały zaimplementowane w systemie ALE [5] i uzupełnione niewielkim słownikiem zdefiniowanym w języku DATR [10].

* * *

W niniejszej pracy staraliśmy się zasygnalizować różnorodność prac związanych z opracowaniem formalnych gramatyk języków naturalnych, a zwłaszcza wykorzystaniem w tym celu mechanizmu unifikacji. Z wielu istniejących w tym zakresie propozycji szczególną uwagę zwróciliśmy na teorię HPSG stanowiącą nowe narzędzie pozwalające na klarowny zapis faktów lingwistycznych przy jednoczesnej łatwości implementacji definiowanych reguł. Podjęte przez nas prace w zakresie opracowania gramatyki języka polskiego w terminach HPSG mają na celu dostarczenie narzędzia, które będzie mogło być wykorzystane w systemach przetwarzających teksty w języku polskim bądź komunikujących się w tym języku z użytkownikiem.

Kontakt z Autorem:
Leonard Bolc
PAN, Instytut Podstaw Informatyki, ul. Ordona 21, 21-237 Warszawa
tel. 36-28-85 w. 44, fax: 37-65-64, bolc@ipipan.waw.pl

LITERATURA

[1] Barwise J., Perry, J.: Situation and Attitudes, MIT Press, 1983
[2] Bolc L., Mykowiecka A.: Podstawy przetwarzania języka naturalnego. Wybrane metody formalnego zapisu składni. Akademicka Oficyna Wydawnicza RM. Warszawa, 1992
[3] Bresnan J. (ed.): The Mental Representation of Grammatical Relations, Cambridge, Mass. and London: MIT Press, 1982.
[4] Carpenter B.: The Logic of Typed Feature Structures, Cambridge Tracts in nr 32, New York: Cambridge University Press, 1992
[5] Carpenter B.: The Attribite Logic Engine User's Guide, version 2.0, Laboratory for Computational Linguistics, Philosophy Dep., Carnegie Mellon University: Pittsburgh, 1994
[6] Chomsky N.: Lectures on Government and Binding, Dordrecht: Foris, 1981
[7] Chomsky N.: Some concepts and Consequences of the Theory of Government and Binding, Cambridge, Mass. and London: MIT Press, 1982
[8] Czerniak E., McDermott D.: Introduction to Artificial Intelligence, Reading, MA: Addison-Wesley Pub. Co., 1985
[9] Czuba K.: Zastosowanie dziedziczenia do analizy wybranych aspektów języka polskiego. Praca magisterska na UW, wydział MIiM, 1995
[10] Evans R., Gazdar G.: The DATR Papers, Raport CSRP 139, University of Sussex, Brighton, 1990
[11] Gazdar G., Klein E., Pullum G., Sag I.: Generalized Phrase Structure Grammar, Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1985
[12] Kamp J.: A theory of truth and semantic representation. W: Groenendijk, J. i inni, Truth, Interpretation and Information. Dordrecht: Foris, 1981
[13] Kay M.: Functional Grammar. W Proceedings of the Fifth Annual Meeting of the Brekeley Linguistic Society, Berkeley, CA, 1979
[14] Marciniak M., Kupść A.: Wprowadzenie do HPSG: Teoria i praktyczne zastosowanie, Raport IPI PAN nr 750, 1994
[15] Marciniak M., Mykowiecka A., Dobryjanowicz E. Wprowadzenie do gramatyk unifikacyjnych, raport IPI PAN nr 736, 1993
[16] Pollard C., Sag I.A.: Information-Based Syntax and Sematics, Vol. 1: Fundamentals. wyd. CSLI, Stanford, 1987
[17] Pollard C., Sag I.A.: Head-driven Phrase Structure Grammar. CSLI, Stanford, Chicago University Press, 1994
[18] Przepiórkowski A.: Transmisja wymagań składniowych, raport IPI PAN nr 766, 1995
[19] Przepiórkowski A.: Zastosowanie formalizmów o podstawach logicznych do analizy wybranych aspektów języka polskiego, Praca magisterska na UW, wydział MIiM, 1995
[20] Saloni Z., Świdziński M.: Składnia współczesnego języka polskiego, Warszawa: PWN, 1985
[21] Shieber S.: An Introduction to Unification-Based Approaches to Grammamr. Center of the Study of Language and Information, Stanford, 1986
[22] Uszkoreit H.: Categorial Unification Grammar. W Proceedings of the 11th International Conference of Computational Linguistics, Bonn, 1986
[23] Winston P.: Artificial Intelligence, Reading, MA: Addison-Wesley Pub. Co., 1984.

Inżynieria lingwistyczna w Polsce

Inżynieria lingwistyczna nie cieszyła się dotąd w Polsce dużą popularnością, a nieliczne prowadzone w tym zakresie prace były rozproszone. Tym cenniejszą wydaje się inicjatywa zorganizowania konferencji poświęconej przeglądowi aktualnego stanu badań w zakresie technologii związanych z językiem naturalnym. Wymiernym efektem konferencji „Język i Technologia '95" jest książka zawierająca treść wygłoszonych tam referatów. W spotkaniu wzięło udział ponad 100 osób z różnych ośrodków badawczych, firm komputerowych i administracji, dzięki czemu zawarte w książce materiały stanowią bardzo reprezentatywny opis prac prowadzonych w tej chwili w Polsce i dają pogląd zarówno na to, jakie problemy są najchętniej podejmowane, jak i na to, jakie rezultaty zostały już osiągnięte. Przedstawione w nich informacje dotyczą aktualnie prowadzonych badań oraz przedsięwzięć o charakterze użytkowym.

Książka „Język i Technologia" stanowi bardzo cenne źródło informacji dla wszystkich zajmujących się językiem naturalnym i lingwistyką komputerową. Zawarte w niej dane stanowią ważny punkt odniesienia dla młodych naukowców i studentów szukających swojego miejsca w tej dziedzinie nauki. Cennym uzupełnieniem książki jest lista adresów uczestników seminarium. (AM)

„Język i Technologia", Z.Vetulani, W. Abramowicz i G. Vetulani, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1996. Dystrybutor: Zygmunt Vetulani, Zakład Lingwistyki Informatycznej i Sztucznej Inteligencji UAM, ul. Matejki 48/49, 60-769 Poznań, tel.: (061)668651, e-mail: vetulani@math.amu.edu.pl

Technologia mowy: infrastruktura i zastosowania

Dafydd Gibbon
Universität Bielefeld
Fak. f. Linguistick und Literaturwissenschaften

Pojęcie Społeczeństwa Informacyjnego stanowi podstawowy paradygmat, niezbędny do interpretowania i planowania nowych czynników we wszystkich dziedzinach życia. Pomimo istnienia różnorodnych technicznych i nieformalnych definicji informacji, intuicja podpowiada nam, że jest też pewien wspólny i podstawowy model, który usprawiedliwia użycie metafory „informacji" w odniesieniu do nowych czynników, który jednoczy je z sobą i daje nam prawo mówić o Społeczeństwie Informacyjnym jako o spójnej koncepcji.

Jednak pojęcie informacji wciąż istnieje tylko w postaci zalążkowej; potoczna opinia skłania się ku obrazowi rozdrobnionych i jednokierunkowych komunikatów (skrajnymi przykładami byłyby tu wiadomości radiowe czy przemówienia partii politycznych). Informacja jako funkcja wzajemnego oddziaływania ludzi w ramach złożonych struktur społecznych oraz pojęcie Interaktywnego Społeczeństwa Informacyjnego jako dojrzałego Społeczeństwa Komunikacji, nadal należą do awangardy technologii i środków publicznego przekazu.

Wielojęzyczne społeczeństwo informacyjne

Jednym z fundamentów powstającego Społeczeństwa Informacyjnego jest język w swych formach wzrokowych i słuchowych, trwałych i ulotnych. Nauki o języku, które definiują i rozwijają metody obróbki języka pisanego i mówionego do celów tworzenia, przechowywania, rozpowszechniania i zrozumienia informacji, to zasadniczy element infrastruktury Społeczeństwa Informacyjnego. Przez długi czas poszczególne nauki o języku od filozofii analitycznej do fonetyki i od psycholingwistyki do inżynierii językowej niewiele miały sobie do powiedzenia, lecz na przestrzeni ostatnich dwóch dziesięcioleci naszego wieku nastąpiła eksplozja kontaktów międzydyscyplinarnych, dyskusji i współpracy w obrębie naukowych paradygmatów Filozofii Umysłu, Nauki Poznawczej, Informatyki, Obróbki Języków Naturalnych oraz Technologii Mowy.

Informacja w języku pisanym i mówionym różni się od ogólniejszych rodzajów informacji, które kojarzą się ze Społeczeństwem Informacyjnym – od dzieł sztuki, gier i sportów po dokumentację wzrokową i słuchową. Informacja językowa zawsze ograniczała się do konkretnych kontekstów geograficznych, społecznych i funkcjonalnych; obecnie zasadnicze pytanie dotyczy społecznego, kulturowego i politycznego znaczenia języka w Społeczeństwie Informacyjnym. Wchodzą tu w grę dwie podstawowe zasady, konkurujące ze sobą; można je nazwać Zasadą Jednojęzyczności, która popiera dominację jednego języka, języka grupy cieszącej się znaczeniem gospodarczym i politycznym (albo jak sugerują niektórzy sztucznego języka międzynarodowego), i Zasadą Wielojęzyczności, która lansuje komunikację w językach regionalnych. Minione i obecne wojny domowe w Europie i nie tylko dowiodły, że wspólny język nie zapewnia wspólnoty celów; jeśli cokolwiek tę wspólnotę zapewnia, to jest to jakiś inny czynnik ze sfery ludzkich doświadczeń. W historii ludzkości wspólne języki bywały narzucane przez pojedyncze dominujące społeczeństwa, które działały wyłącznie we własnym interesie – w najskrajniejszych wypadkach przez systemy totalitarne. Pragmatycznemu przyjęciu Zasady Jednojęzyczności do określonych celów handlowych, dyplomatycznych i naukowych zawsze towarzyszył stanowczy opór wobec tejże zasady. Ponadto, leżąca u podstaw Zasady Wielojęzyczności idea ekologii języka stanowi ważkie pojęcie w dziedzinie ludzkiej godności i wartości humanistycznych, nie mniej ważkie dla społeczeństwa – zwłaszcza na tak wielojęzycznych obszarach jak Europa – niż idee ekologii fizycznej, chemicznej i biologicznej. Lekceważenie jej grozi nieodwracalnymi szkodami.

Na każdym etapie rozwoju Wielojęzycznego Społeczeństwa Informacyjnego nauki o języku i technologie językowe odgrywają doniosłą rolę w tworzeniu, przechowywaniu, rozpowszechnianiu i zrozumieniu informacji. Zagadnienia obróbki języka pisanego poznaliśmy już na tyle, że na ich podstawie wyrósł potężny przemysł: elektroniczna działalność wydawnicza na poziomie ogólnoświatowym oraz przetwarzanie tekstów na poziomie osobistym, stanowią czynniki gospodarcze, zarówno w sposób jawny, jako narzędzia obróbki języka pisanego, jak niejawny, jako infrastruktura dla innych dziedzin działalności. Natomiast język mówiony pozostaje niezbadanym i nawet niezbyt dobrze rozumianym czynnikiem w każdej sferze, z wyjątkiem fizycznego poziomu telekomunikacji: telefon, radio i telewizja oraz nagrania języka mówionego na płytach wciąż stanowią główne dziedziny zastosowań języka mówionego w technice; poczta głosowa i inne, bardziej złożone formy interakcji, np. systemy dyktafonowe stosowane w ściśle określonych dziedzinach, dopiero się pojawiają, a zaawansowane systemy informacji głosowej lub urządzenia do tłumaczeń typu mowa-mowa w dalszym ciągu stanowią przede wszystkim przedmiot prowadzonych badań.

Technologia i zasoby języka mówionego

Zgodnie z tradycją, najważniejsze technologie z zakresu obróbki języka mówionego można podzielić na

poniżej wymienione dziedziny (por. takie przeglądy, jak [2, 3, 4, 5]).

Synteza mowy. Najprostsza metoda, której ogólnie nie uważa się za syntezę mowy z prawdziwego zdarzenia, polega na montażu krótkich nagrań archiwalnych. Powszechnie wykorzystuje się ją do generowania ogromnych zestawów numerów telefonicznych, z mniej więcej poprawną intonacją, w półautomatycznych systemach informacji telekomunikacyjnej. Obecnie najbardziej udaną metodą typu tekst-mowa jest synteza difonów, która polega na ekstrahowaniu par fonemów z wyboru tekstów nagranych przez jednego mówcę, i montowaniu z nich nowych wypowiedzi, z zastosowaniem dodatkowych operacji wygładzających; istnieją odpowiednie sposoby nakładania modeli intonacyjnych, a ostatnio udało się opracować mechanizm dostosowywania syntezy do różnych typów głosu. Zastosowania systemów tekst-mowa obejmują kontrolę instrumentów, dźwiękowe nagrania książek i systemy dialogowe, a w tym automatyczne systemy informacji, systemy wspomagające tłumaczenie typu mowa-mowa i interaktywne encyklopedie. Celem długoterminowym jest tu naturalna, zrozumiała synteza typu pojęcie-mowa zdolna dostosowywać się do użytkownika.

Automatyczne rozpoznawanie mowy (ASR). Dla systemów ASR istnieje ustalony schemat klasyfikacji, który m.in. wykorzystuje następujące kryteria: systemy z małymi lub dużymi słownikami; systemy zależne od mówcy, dostosowujące się do mówcy, niezależne od mówcy; modelowanie stochastyczne lub oparte na regułach. Obecnie podejmuje się wysiłki na rzecz zbliżenia do siebie tych przeciwieństw. Występuje np. tendencja do jak najrozleglejszego wykorzystywania wiedzy o strukturach języka (np. o strukturach słów lub zdań), i łączenia jej z uważnym dostrajaniem stochastycznym przy wyborze tekstów. Przy okazji tradycyjne, wypróbowane technologie w rodzaju Ukrytych Modeli Markova rozszerza się do postaci motywowanych językowo Strukturalnych Modeli Markova. Analogicznie wygląda sprawa pokrewnych metod modelowania statystycznego, które oferują nam sieci neuronowe. ASR stosuje się w systemach dialogowych do takich celów, jak systemy dyktafonowe, regulacja instrumentów, automatyczne systemy informacji czy systemy wspomagające tłumaczenie typu mowa-mowa. Celem długoterminowym (obecnie należy go uznać za nazbyt ambitny) jest osiągnięcie dokładnego rozpoznawania mowy spontanicznej, niezależnego od mówcy (z dużym słownikiem).

Inne zastosowania. Do innych zastosowań technologii mowy należą czynności weryfikacji i identyfikacji, takie jak weryfikacja mówcy (np. w dziedzinie bankowości), identyfikacja mówcy (np. w heurystycznych systemach ASR lub w kryminalistyce) oraz identyfikacja języka (w funkcjach wspomagania wielojęzycznych systemów ASR).

Każda z tych dziedzin nakłada własne wymogi przy wyborze tekstów i zasobów słownikowych w postaci narzędzi językoznawczych i oprogramowania. Do stworzenia syntezatora mowy wysokiej jakości będą niezbędne nie tylko funkcje swoiste dla systemu, ale również baza danych mówionych difonów. Rozpoznawanie mowy wymaga dla szkolenia i oceny oraz opracowywania modeli języków, obszernej bazy nagrań z objaśnieniami na temat jednostek językowych (np. słów lub fonemów). Z reguły objaśnienia tworzy się przy pomocy obszernej ortograficzno-fonemicznej tabeli wymowy. Inne zastosowania wymagają swoistych typów baz danych. W każdym przypadku wspólne zasoby należy tworzyć w standardowej formie, która pozwala na wymianę informacji, z użyciem oprogramowania kontrolującego standaryzację; oprogramowanie, które stwierdza, czy występuje zgodność z normą, można uznać za n o r m ę z o p e r a c j o n a l i z o w a n ą. Prób określenia norm dla technologii mowy było wiele; najbardziej wyczerpujący zestaw dokumentów, które *de facto* należy uznać za propozycje standaryzacji w dziedzinie obróbki języka mówionego, powstał w ramach projektu SAM (ESPRIT 2589, metodologie oceny mowy). Zanim pojawiły się finansowane z funduszy publicznych inicjatywy w zakresie międzynarodowych norm i zasobów, współpracę między instytucjami, które prowadzą prace w tej dziedzinie, ograniczały koszty wytwarzania zasobów wymaganego typu.

Technologie języka pisanego i mówionego

W praktyce należy pamiętać o kilku różnicach między tą dziedziną a technologią języka pisanego.

Psychologia rodowitego użytkownika języka. Rodowity użytkownik danego języka nawykowo myśli w kategoriach poprawnych i niepoprawnych praktyk językowych. Jednak ludzie po prostu n i e s ą w s t a n i e mówić poprawnie w potocznym tego słowa znaczeniu – o czym można się szybko przekonać usiłując dokładnie transliterować wypowiedzi mówione; okazuje się, że poprawność to pojęcie wyjątkowo względne. Co więcej, osoba, która dokonuje obróbki tekstu, często wprost nie zauważa przypadków zachwiania się płynności językowej, wskutek czego laicy mogą nie zdawać sobie sprawy – nawet w ogólnych zarysach – z tego, jak złożoną czynnością jest obróbka tekstu mówionego. Jest to nie tylko kwestia postawy, lecz także uwarunkowanie zadania obróbki mowy: narzędzie do rozpoznawania mowy musi być na tyle elastyczne, by stawiać czoło zachwianiom się płynności, a narzędzie do syntezy nie powinno wytwarzać tekstu nienaturalnie i męcząco poprawnego, choć z oczywistych względów, które są związane z prowadzeniem dialogu w celu współpracy, może być pożądane zachowanie charakterystycznych cech głosu syntetycznego.

Charakterystyka zasobów języka pisanego. Zasoby języka pisanego ogólnie odznaczają się bardzo dużymi rozmiarami wyborów tekstów w kategoriach słów (powyżej 1 miliona), bardzo obszernym słownictwem (powyżej 100.000 haseł) i obszernymi hasłami słownikowymi, obejmującymi rozmaite typy informacji słownikowej. Z reguły teksty nie powstają na zamówienie twórców wyboru, do celów inżynierii językowej, lecz stanowią zbiory spontanicznych wiadomości prasowych, utworów literackich lub zapisów oficjalnych procedur dialogowych (np. debat parlamentarnych). Okoliczność ta rodzi poważne problemy z prawami własności intelektualnej materiału pisanego, które to prawa nie należą do wspólnoty inżynierii językowej, a zatem trzeba je uzyskiwać drogą prawną.

Charakterystyka zasobów języka mówionego. Zasoby języka mówionego ogólnie odznaczają się bardzo dużymi rozmiarami wyborów tekstów w kategoriach b a j t ó w (powyżej 1 GB), choć mniejszymi, aczkolwiek także sporymi, w kategoriach s ł ó w (powyżej 100.000). Słownictwo wyborów tekstów mówionych jest niewielkie w porównaniu z tekstami pisanymi, a mierzy się je na skalę potrzeb zastosowania (np. 100 ... 1000 ... powyżej

10.000). Natomiast architektura słownictwa w porównaniu z tekstami pisanymi jest złożona, nawet jeśli weźmiemy poprawkę na fakt, że w tej ostatniej dziedzinie stosuje się nowoczesne techniki baz danych. Ortograficzne przedstawienie formy słowa nie musi być bardziej złożone niż drzewo liter, poza przypadkami optycznego rozpoznawania pisma z maszyno- i rękopisów. Natomiast w ASR formy słów określa się z użyciem narzędzi stochastycznego rozpoznawania formy słów, np. Ukrytych Modeli Markova, które uzupełnia wiedza o kontekście zdaniowym zawarta w stochastycznym modelu języka; narzędzia takie odwzorowują sygnały mowy względem siatek kluczowych hipotez wyszukiwania słownikowego. W takim wypadku wyszukiwanie słownikowe (w najnowszych metodach odbywa się ono równolegle z rozpoznawaniem formy słów) pociąga za sobą skomplikowany proces przeszukiwania bazy wiadomości. Ponadto jest wymagane rozróżnienie informacji słownikowych używanych do szkolenia (np. tabele wymowy, tabele *n*-gramowe) od informacji słownikowych używanych w działającym systemie.

Integracja technologii języka mówionego i pisanego. Ze względu na uwarunkowania historyczne, pomiędzy technologiami obróbki języka mówionego i pisanego występują różnice na kilku poziomach. Każda z tych dziedzin operuje innymi kwalifikatorami ruchowo-doznaniowymi, innymi narzędziami, innymi paradygmatami gromadzenia danych i oceny systemów, i każda z nich wyłoniła się z bardzo odległych od siebie dyscyplin: obróbka języka pisanego – z filologii i zorientowanego na matematykę językoznawstwa komputerowego, a obróbka języka mówionego – z inżynierii akustycznej i elektrycznej. Jeszcze kilka lat temu powszechnie przypuszczano, że omawiane technologie można połączyć z sobą szeregowo, jako p r z ó d i t y ł; obecnie ogólnie uważa się ów pogląd za naiwny. Złożona dyscyplina Inżynierii Językowej, która na zamówienie gospodarki właśnie wyłania się z projektów międzydyscyplinarnych, opiera się na bardziej zróżnicowanych przesłankach. W konsekwencji dyscyplina ta wymaga ostrożnych i odpowiadających wszystkim zainteresowanym metod zarządzania i koordynacji, które będą sprzyjały przekraczaniu barier intelektualnych i psychologicznych.

Zasoby języka mówionego

Rodzaje zasobów języka mówionego. Do głównych rodzajów zasobów języka mówionego, które musimy zdefiniować, zanim przystąpimy do opracowywania systemu Inżynierii Językowej, należą: A r c h i w a w y b o r ó w t e k s t ó w: cyfrowe nagrania scenariuszy zorientowanych na poszczególne zastosowania; ortograficzne transliteracje nagrań; objaśnienia sygnałów, z transliteracjami i nagraniami. S ł o w n i k i i s ł o w n i k o w e b a z y d a n y c h: słowniki opracowane na podstawie wyborów tekstów, najczęściej duże, ale ograniczone zdolnościami identyfikacyjnymi narzędzi do rozpoznawania, słownikowe bazy danych do dalszego opracowywania, zawierające różnorodne informacje, i nie ograniczające się do słowników opracowanych na podstawie wyborów tekstów, ale np. powiązane z generatorem morfologicznym i wykorzystujące specjalne języki obróbki słownictwa. G r a m a t y k i: opracowane na podstawie wyborów tekstów stochastyczne modele języka; gramatyki podjęzyków; gramatyki o tematyce ogólnej; specjalne języki obróbki gramatycznej. M o d e l e d i a l o g ó w: typy dialogów swoiste dla zastosowań; inwentarze aktów mowy i dialogów; narzędzia obróbki dialogów.

Projekt ESPRIT – SAM. Na przestrzeni ok. 25 lat wykonano w dziedzinie technologii mowy wiele pracy i zaczęły pojawiać się miejscowe normy, niewiele jednak było skoordynowanych wysiłków na rzecz identyfikacji i kodyfikacji rodzących się norm w tym zakresie; sytuacja zmieniła się w połowie lat osiemdziesiątych, kiedy to koncepcja standaryzacji w dziedzinie metodologii oceny mowy skrystalizowała się w postaci projektu SAM; trzy stadia rozwoju tego projektu pokrywają się z trzema pierwszymi programami ESPRIT, które finansowała Komisja Europejska.

Wyniki projektu SAM są *de facto* normami dla projektów europejskich. Wyniki te należą do następujących dziedzin: D a n e w i e l o j ę z y c z n e: Scalono duży wybór różnorodnych danych mowy w ok. 10 językach europejskich, a w tym celu opracowano zasady systematycznego projektowania, gromadzenia i dokumentowania danych wielojęzycznych. Obecnie wybór ten przygotowuje się do publikacji w postaci bazy danych na płytach CD-ROM (ok. pięć płyt na każdy język). W i e l o j ę z y c z n y z a p i s w y b o r ó w t e k s t ó w: Ponad 20 wiodących europejskich laboratoriów fonetyki i technologii mowy opracowało i przyjęło wielojęzyczny alfabet fonetyczny SAMPA („alfabet fonetyczny SAM"). SAMPA to zakodowana postać odpowiedniego podzbioru w alfabecie IPA, który przez ponad sto lat *de facto* był ustanowioną normą w fonetyce, lecz który stosuje obszerną i skomplikowaną czcionkę, a wskutek tego brak dlań uniwersalnego oprogramowania wspomagającego alfabet – ten nie nadaje się więc do współczesnych celów prac rozwojowych i wymiany informacji. P l a t f o r m a s p r z ę t o w a i s y s t e m o p e r a c y j n y: Wyniki projektu SAM wprowadzano w życie na platformie sprzętowej i w systemie operacyjnym, które stanowiły standard przemysłowy końca lat osiemdziesiątych (komputery kompatybilne z IBM PC, z systemem MS-DOS, wzbogacone o oprzyrządowanie audio). Prawdopodobnie jest to najmniej uniwersalny z wyników SAM. P r o g r a m o w a o p e r a c j o n a l i z a c j a n o r m: Normy SAM z zakresu gromadzenia, archiwizacji i dalszej obróbki danych oraz oceny skuteczności i diagnozy zostały zoperacjonalizowane w postaci standardowego oprogramowania (norma przedprodukcyjna).

Uczestnicy projektu SAM dowiedli w praktyce, że jest możliwe stworzenie wartościowych wielojęzycznych zasobów mowy w ramach wielkiego konsorcjum współpracy.

Projekt EAGLES. Projekt LRE – EAGLES, finansowany przez EC-DGXIII, dotyczy lokalizacji i rozpowszechniania norm i zasobów w obrębie wspólnoty Inżynierii Językowej. Dzieli się on na pięć grup roboczych, które wydają sprawozdania, będące wytycznymi do definiowania projektów z zakresu Inżynierii Językowej: *Wybory tekstów, Słownictwo, Formalizacja, Ocena i Język Mówiony*.

Pierwsze cztery grupy zajmują się językiem pisanym, czyli tradycyjną „obróbką języków naturalnych", a piąta bada dziedzinę, którą zwyczajowo nazywamy technologią mowy. Grupa Robocza ds. Języka Mówionego (SLWG) na podstawie doświadczenia zebranego w projekcie SAM pracuje nad normami i zasobami swoistymi dla obróbki języka mówionego i utrzymuje kontakty z pozostałymi grupami.

Główny cel operacyjny SLWG to opracowanie podręcznika, który opisywałby zalecane metody dostarczania i rozpowszechniania zasobów stosowanych do tworzenia systemów języka mówionego; autorami są eksperci z licznych laboratoriów z całej Europy; w celu zdefiniowania takiego podejścia, które w jak największym stopniu odpowiadałoby wszystkim zainteresowanym, zorganizowano kilka serii dyskusji między ekspertami w dziedzinie badań i prac rozwojowych nad językiem mówionym.

Bieżące zamierzenia i perspektywy na przyszłość

Różnorodne prace, które prowadzi się obecnie, stanowią uwarunkowanie zasobów dla poszczególnych zastosowań i wymagają zaplecza informatycznego i językoznawczego, m.in. znormalizowanych systemów odniesienia dla różnych zastosowań praktycznych, danych, zwłaszcza danych ustandaryzowanych z punktu widzenia wielojęzyczności, ustandaryzowanych baz danych języka mówionego zorientowanych na konkretne zastosowania, powiązanych z tymi bazami słowników do tworzenia konkretnych zastosowań i ogólnych narzędzi do gromadzenia informacji. Należy pamiętać, że w tym przypadku normy nie mają ograniczać inwencji badaczy, lecz sprzyjać wymianie danych.

Za projekt typowo europejski (choć finansowany z funduszy krajowych) można uznać ambitny projekt VERBMOBIL, który dotyczy wspomagania tłumaczenia typu mowa-mowa. Finansowany przez rząd Niemiec, doprowadził do ustanowienia kontaktów i powstania reperkusji na całym świecie. Projekt zawiera kilka głównych wątków, które są interesujące z naszego punktu widzenia. Stosowany w nim scenariusz wykorzystuje dialog wielojęzyczny za pośrednictwem wspólnego języka odniesienia (angielskiego). Projekt obejmuje 16 projektów drugiego stopnia (z udziałem ok. 30 partnerów), w dziedzinach automatycznego rozpoznawania mowy (trzy projekty drugiego stopnia), syntezy mowy, słownictwa, formalizacji, składni, semantyki (dwa projekty drugiego stopnia), przeniesienia, projektowania scenariuszy, efektów społecznych, projektowania, zapisywania, przedstawiania i przechowywania wyborów tekstów, zaawansowanej architektury i integracji systemów. Na targach *CeBIT'95* przedstawiono wersję demonstracyjną, a na koniec r. 1996 przewiduje się opracowanie prototypu badawczego.

W projektach tego rodzaju pojawia się coraz większa zbieżność interesów, które przyświecają reprezentantom językoznawstwa komputerowego oraz badań nad obróbką języka pisanego i mówionego, i rodzą się nowe dziedziny, np. morfologia i fonologia komputerowa czy składniowa analiza prozodii. Prace, które obecnie prowadzi się w tym zakresie, świadczą o rosnącym zapotrzebowaniu na obszerne i ustandaryzowane z punktu widzenia wielojęzyczności zasoby językoznawcze, z nadającymi się do wykorzystywania gramatykami podjęzyków, a także na prace o charakterze ogólnym, na ogólniejsze i dające się wykorzystywać modele morfologii, oraz na stworzone dla konkretnych zastosowań modele semantyki, przeznaczone dla określonych zakresów, lecz skłaniające się ku uniwersalności.

Coraz większego znaczenia zarówno w sensie strategii, jak językoznawczym nabierają sprawy przeniesienia istniejących metod i wyników na platformy innych języków. Następny etap rozwijających się prac w dziedzinie standaryzacji i zasobów, które prowadzone będą na podstawie bogatych wyników przeprowadzonych już projektów, może dotyczyć takich języków, jak szwedzki (z akcentem tonicznym słowa), fiński (ze skomplikowaną morfologią aglutynacyjną) i języki słowiańskie (ze skomplikowaną morfologią fuzyjną).

Można zaryzykować prognozę, że w przyszłości, wraz ze wzrostem wszechstronności systemów, nastąpi coraz ściślejsza integracja obróbki języka mówionego z innymi gałęziami technologii. W sferze sieci wielonarodowych, większego znaczenia nabiorą procedury sieciowe kierowane mową, wykorzystywane w szybkich i pojemnych sieciach, do zastosowań komercyjnych i stanowiących własność publiczną; w sektorze Inżynierii Językowej, dalsze postępy – uwarunkowane rozpowszechnieniem zasobów, które udostępnia się po kosztach własnych – poczyni integracja obróbki mowy i tekstu. Integracja w dziedzinie Inżynierii Językowej wywrze ogólniejsze skutki na multimedia i zastosowania wielotrybowe, tworząc w obrębie nowej interaktywnej architektury i systemów robotyki złożone połączenia między językiem mówionym i tekstem a rozległymi bazami informacji.

Pojawiają się średnio- i długoterminowe zastosowania, przeznaczone do różnorakich celów, np. usług biurowych, wspomagania tłumaczeń, rozrywki, multimediów i hipertekstów, być może także do tworzenia dzieł sztuki z zakresu „hipermowy" oraz – co chyba jest ważniejsze – także usług edukacji osobistej, publicznej i komercyjnej. I na tym właśnie polega nasza odpowiedzialność: postęp technologii informacyjnej, dokonywany bez uświadomienia sobie jej potencjału politycznego, stanowi przedmiot kasandrycznych wizji wielu myślących obywateli; do osiągnięcia tego uświadomienia powinni przyczynić się wszyscy zainteresowani, od klientów korzystających z opracowanych zastosowań, przez instytucje finansujące, aż do poszczególnych naukowców i inżynierów.

Kontakt z Autorem
Universität Bielefeld Fakultät für Linguistik
und Literaturwissenschaften, Universitätstrasse 1,
D-4800 Bielefeld
tel. (49) 521-106-35-10

LITERATURA

[1] Gibbon D. (opr.): Grupa Robocza EAGLES ds. Języka Mówionego: Podręcznik systemów języka mówionego. Dostępne za pośrednictwem EC DG XIII
[2] Haton J.-P., Pérennou G., Caelen J., Gauvain G.-L.: Automatyczne rozpoznawanie mowy, Paryż, Bordas, (1991)
[3] Holmes J. N.: Synteza i rozpoznawanie mowy. Wokingham, Van Nostrand Reinhold (UK) & Co., Ltd., (1988)
[4] Jassem W. (red.): seria Analiza i synteza mowy. Warszawa, Polska Akademia Nauk
[5] Jassem W.: Podręcznik Grupy Roboczej EAGLES ds. Języka Mówionego (w druku)

Tłumaczenie maszynowe:
tendencje rozwojowe i perspektywy dla użytkowników

Bente Maegaard, Karsten Stroerup
European Commission DG XIII
Luxembourg

Tłumaczenie maszynowe (MT) stanowi jedno z najwcześniejszych zastosowań językoznawstwa komputerowego. Pierwsze, prototypowe systemy opracowano ponad 40 lat temu. Jednak w owych czasach oczekiwano od nich zbyt wielkiej skuteczności. Powszechnie uważano, że wystarczająco duży i szczegółowy słownik zapewni przyzwoitą jakość tekstu wyjściowego (tłumaczenia). W rzeczywistości, aby wyniki pracy komputera były zaledwie do przyjęcia, niezbędna jest wielka liczba wiadomości językoznawczych, w tym wiadomości z dziedziny gramatyki, a także bardzo starannie opracowane słowniki, zawierające nie tylko zwykłe informacje leksykalne, lecz również wiadomości odnoszące się do konkretnych tematów, a nawet tzw. wiedzę o świecie.

Pierwsze, prototypowe systemy obejmowały jedynie nieliczne, podstawowe reguły gramatyczne (system Georgetown, przedstawiony w r. 1954, zawierał sześć reguł gramatycznych), i w konsekwencji bardzo źle radziły sobie z nieznanymi tekstami prawidłowymi. Owa rozbieżność między oczekiwaniami a rzeczywistymi osiągnięciami wzbudziła rozczarowanie zarówno u użytkowników, jak u instytucji finansujących badania, a MT przez wiele lat nie cieszyło się dobrą opinią.

Jednak wraz z postępującą integracją międzynarodową i rosnącym zapotrzebowaniem na udostępnianie wielkiej liczby tekstów (np. instrukcji obsługi, podręczników, przepisów prawnych) w języku danego użytkownika, wzrósł także popyt na tłumaczenia. W rezultacie ponownie wzmogło się zainteresowanie różnymi rodzajami technicznego wsparcia pracy tłumaczeniowej, w tym także MT.

Tymczasem zmieniło się parę aspektów tego zagadnienia. Po pierwsze, dysponujemy obecnie pokaźną liczbą wyników prac naukowych, które mogą przyczynić się do podniesienia jakości tłumaczeń. Po drugie, MT uważa się teraz za narzędzie wspomagające pracę tłumacza, podobnie jak inne narzędzia, którymi on dysponuje. Po trzecie, coraz silniej uświadamiamy sobie, że niektóre teksty lepiej od innych nadają się do MT, i że wymagana jakość tłumaczenia zmienia się od jednego zadania do drugiego.

Jeśli chodzi o ostatni punkt – faktyczne przeznaczenie samego tłumaczonego tekstu – to możemy stosować MT albo po to, by stworzyć tłumaczenie z prawdziwego zdarzenia, w którym to przypadku tekst będzie wymagał końcowej pracy redakcyjnej w celu przygotowania jego ostatecznej wersji do publikacji, albo też jako narzędzie wyszukiwania informacji, czyli przeglądania dużych baz danych, kiedy to użytkownik oczekuje głównie tego, że z grubsza zapozna się z ich treścią w swym języku, a nie, że otrzyma dopracowane tłumaczenie.

Rodzaje tłumaczenia maszynowego

Języki naturalne są immanentnie wieloznaczne. Np. angielskie słowo *„composition"* może w zależności od kontekstu oznaczać:
- wypracowanie szkolne,
- utwór literacki,
- utwór muzyczny,
- związek chemiczny, itp.

Ten językoznawczy fakt oznacza, że użytkownik automatycznego systemu tłumaczeniowego musi albo znaleźć sposób, który pomoże systemowi ujednoznaczniać wszelkie takie „trudne" wyrażenia, albo też pogodzić się z tym, że tekst wyjściowy czasami będzie wymagał daleko idącej końcowej pracy redakcyjnej. Decyzja, które podejście daje większe korzyści, w każdym przypadku zależy od względów praktycznych.

Jeden ze sposobów ujednoznaczniania polega na proszeniu użytkownika o pomoc za każdym razem, gdy komputer napotyka problem – jest to MT interakcyjne.

MT interakcyjne

W eksperymentalnym systemie MT, MIND, opracowanym przed ok. 20 laty, Kay i Kaplan proponowali rozwiązywać krytyczny problem wieloznaczności drogą ciągłego współdziałania maszyny z użytkownikiem. Np. tłumacząc na język francuski zdanie:
They filled the tank with gas.
– system MT przed dokonaniem poprawnego tłumaczenia żądałby od użytkownika informacji o elementach wieloznacznych. Pierwsze pytanie brzmiałoby:
- Czy *tank* oznacza:
  1) pojazd wojskowy
  2) naczynie do przechowywania płynów.

(Francuskim odpowiednikiem byłoby albo 1) char d'assaut, albo 2) réservoir).

Analogicznie, następne dwa pytania dotyczyłyby znaczenia słów *gas* i *they*.

Podobny dialog między maszyną a użytkownikiem odbywałby się w przypadku każdego problemu ze „zrozumieniem", który napotyka maszyna. Mogłoby się wydawać, że taka współpraca między człowiekiem i maszyną mieści się w granicach rozsądku, jednak w praktycznym zastosowaniu metoda ta jest zbyt niewygodna. Dotychczas nie opracowano jeszcze żadnego funkcjonującego systemu, który wykorzystywałby podobny typ interakcji. Ta sfera zainteresowań wymaga dalszych badań.

Całkowicie zautomatyzowane tłumaczenie maszynowe

W tym przypadku, po wprowadzeniu tekstu wejściowego do systemu, oprogramowanie poddaje jego całość obróbce; nie są wymagane dalsze interwencje człowieka aż do otrzymania tekstu wyjściowego. Systemy takie działają na platformie sprzętowej komputerów osobistych lub większych maszyn typu *workstation* bądź *mainframe*.

Systemy działające na platformie komputerów osobistych

Dostępne obecnie systemy tłumaczenia maszynowego, które działają na platformie komputerów osobistych, z reguły posługują się metodą wyszukiwania i zamiany słów i zwrotów. Bardzo niewiele z nich oferuje choćby powierzchowną analizę gramatyczną tłumaczonego tekstu, co oznacza, że wspomniany problem wieloznaczności nie jest rozwiązywany dzięki wykorzystaniu wiadomości językoznawczych, a jedynie dzięki temu, że słownik przypadkowo zawiera cały odpowiedni zwrot.

Programy tego rodzaju stanowią narzędzie do tłumaczenia raczej prostych i repetytywnych tekstów, należących do ściśle określonej dziedziny. Większość z nich pozwala użytkownikowi budować własne słowniki, które zawierają najczęściej występujące słowa i charakterystyczne zwroty. Należy podkreślić fakt, że zazwyczaj systemy takie nabierają wymiernej wartości praktycznej dopiero po daleko idącym rozbudowaniu ich przez użytkownika i dostosowaniu do jego osobistych potrzeb.

Systemy wielkoskalowe

Najbardziej znanym przykładem takiego systemu nadal pozostaje *Systran* (opisany poniżej), a poza nim takie europejskie systemy, jak *Sietec Metal, Kielikone* czy *Logos*. Program badawczy Komisji Europejskiej EUROTRA pozwolił na opracowanie systemów udostępnianych w sprzedaży, spośród których opiszemy system *PaTrans*. Należy także wspomnieć o bogatej ofercie systemów japońskich, zwłaszcza operujących w językach japońskim i angielskim.

Systran

W kategoriach MT, stosowany w Komisji system tłumaczenia maszynowego *Systran* jest systemem bardzo starym, pochodzącym jeszcze z lat sześćdziesiątych. W latach siedemdziesiątych, kiedy zakupiła go Komisja, obsługiwał on jedynie kilka par języków (ang.-fr., fr.-ang. i w pewnym stopniu ang.-wł.). Ponieważ dysponował dość ograniczonymi słownikami, a w systemach typu *Systran* wielkość słowników stanowi punkt krytyczny, jego praktyczne stosowanie stało się możliwe dopiero po bardzo rozległych pracach rozwojowych. Prace te, prowadzone w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych, nie zaowocowały żadnymi przełomowymi osiągnięciami, toteż wiele osób wątpiło w ich celowość. Okazało się, że tłumacze – grupa zawodowa, z myślą o której początkowo prowadzono prace – niechętnie odnoszą się do przyjęcia tego nowego narzędzia, z powodu zarówno ogólnej technofobii, jak obaw, że w ten sposób zostanie zagrożony ich tradycyjny styl pracy. Natomiast końcowi użytkownicy, tzn. administracja Wspólnot Europejskich, stwierdzili, iż coraz bardziej wzrasta przydatność tego narzędzia do ich celów. W grupie tej system zazwyczaj stosowano do przeglądania tekstów w nieznanych językach, w celu zdecydowania, czy dany tekst należy przekazać do przetłumaczenia przez człowieka.

Pojawienie się owej tendencji, w połączeniu z coraz intensywniejszym uwzględnianiem potrzeb tłumaczy jako użytkowników, pozwoliło Komisji przyjąć znacznie konsekwentniejszą strategię rozwoju i wprowadzania produktu na rynek; dzięki temu *Systran* spotyka się obecnie z coraz przychylniejszymi opiniami użytkowników końcowych i tłumaczy.

Zilustrujmy to stwierdzenie kilkoma cyframi:

W 1988 r. obróbce MT poddano 4 tys. stron, w 1993 r. liczba ta podniosła się do 120 tys., a do końca 1995 r. osiągnie próg 200 tys. stron, i nadal będzie rosła. Dla porównania, całkowita produkcja tłumaczy w 1994 r. wyniosła ok. 1 mln stron.

Praca systemu *Systran* w wielkim stopniu jest uzależniona od obszernych słowników. Aby ułatwić proces ujednoznaczniania, słowniki są przygotowywane dla poszczególnych dziedzin tematycznych. Przed rozpoczęciem tłumaczenia użytkownik musi wybrać odpowiednią dziedzinę. Poza prostymi słownikami, istnieją też słowniki zwrotów, pełniące funkcję bardzo elementarnego modułu gramatycznego.

Niedawno system poddano zasadniczemu udoskonaleniu przez włączenie do niego haseł z terminologicznej bazy danych Wspólnot Europejskich *Eurodicautom*, największej na świecie. Obecnie system zawiera 4,1 mln haseł, w porównaniu z 1,5 mln przed tą operacją. Inne osiągnięcia, o których warto wspomnieć, to przeniesienie systemu z platformy sieci *Unix* do sieci na platformie komputerów osobistych oraz udoskonalenie połączeń z bankami danych, m.in. z *CELEX* – bankiem danych na temat ustawodawstwa Wspólnot.

Obecnie najdokładniej opracowano pary najbardziej rozpowszechnionych języków, ale celem Wspólnot Europejskich jest stworzenie par językowych do tłumaczenia z mniej rozpowszechnionych języków na pozostałe języki, dla zaspokojenia bieżących potrzeb służb tłumaczeniowych. Następnie każde państwo członkowskie będzie mogło przystąpić do prac w celu opracowania pary w przeciwnym kierunku.

Reasumując, system zgrubnego tłumaczenia maszynowego *Systran* jest stosowany do **trzech podstawowych celów. Po pierwsze,** jest to narzędzie tłumaczeniowe stosowane w odniesieniu do pilnych lub krótkich dokumentów, których służby tłumaczeniowe nie są w stanie poddać obróbce w wymaganym terminie. (Teksty zawsze wymagają końcowej pracy redakcyjnej). **Po drugie**, w wielu przypadkach system jest wykorzystywany jako narzędzie wstępnej obróbki terminologicznej; właśnie dlatego tłumacze nauczyli się z nim współżyć. Dokument, który ma być przetłumaczony, poddaje się obróbce systemu, otrzymując listę terminów i słów w zadanych językach, opartą na słownikach *Systran* i *Eurodicautom*. **Po trzecie**, administratorzy instytucji stosują system nie tylko jako narzędzie do przeglądania, ale coraz częściej również jako narzędzie autorskie, które dokonuje tłumaczenia,

kiedy pojawia się potrzeba napisania dokumentu w języku obcym.

Bieżące i przyszłe tendencje rozwojowe dotyczą udoskonalania, testowania i uzupełniania systemu poprzez włączenie do niego takich narzędzi, jak pamięć tłumaczeniowa, pomoce do sporządzania brudnopisów oraz encyklopedie, a także badania możliwości wzbogacenia istniejących systemów MT systemami nowych generacji.

PaTrans

Program MT pt. EUROTRA, który Komisja Europejska realizowała w latach 1982–1992, obejmował dziewięć języków Wspólnot Europejskich i ok. połowy z 72 par językowych. W niektórych państwach wykorzystano wyniki programu EUROTRA; np. w Danii CST opracował system *PaTrans*, który tłumaczy teksty patentów z angielskiego na duński.

System *PaTrans* stworzono specjalnie do obróbki patentów z dziedziny chemii. Jego produkcja trwa już od roku; obecnie system pozwala agencji na oszczędność 60–75% kosztów tłumaczenia. W następstwie tego sukcesu prowadzi się obecnie dalsze prace rozwojowe, które pozwolą również na obróbkę patentów z dziedziny mechaniki. Trwają też prace nad wzbogaceniem systemu o inne pary językowe.

Pełny system tłumaczeniowy zawiera nie tylko jądro tłumaczeniowe, lecz także funkcję obróbki dokumentów (zapewnia ona zachowanie rozkładu i formy oryginału w zgrubnym tłumaczeniu wyjściowym), funkcję wykrywania nieznanych słów i terminów, specjalne narzędzie do kodowania terminów (w tym przypadku nosi ono nazwę *PaTerm*), uaktualniające bazę terminologiczną, z której mogą korzystać tłumacze zatrudnieni w agencji, narzędzia do wstępnych i końcowych prac redakcyjnych, które zamieniają kody SGML modułu do obróbki dokumentów na kody procesora tekstu, itd. Samo jądro tłumaczeniowe, poddane dodatkowej racjonalizacji i unowocześnieniu, ma obecnie mechanizm zabezpieczający, dzięki któremu system wytwarza tekst wyjściowy nawet wtedy, jeśli nie dokonano pełnej analizy składniowej.

Sukces systemu *PaTrans* to jeden z przypadków, w których dla badań finansowanych przez Komisję Europejską znaleziono praktyczne zastosowanie i wprowadzono je na rynek.

Podnoszenie jakości MT: kontrolowanie tekstu wejściowego

Systemy MT istnieją w różnych formach i na różnych platformach sprzętowych, lecz główną przeszkodą na drodze do pełniejszej automatyzacji tłumaczenia pozostają zasadnicze problemy wieloznaczności i ogólnej zawiłości językowej. Nadal jednak są podejmowane starania na rzecz przezwyciężenia tych problemów.

Zamiast łączyć inteligencję ludzką i maszynową w interaktywnym procesie, można zająć się jakością tekstu wejściowego. Kontrolując postać dokumentu w języku oryginalnym, możemy usunąć potencjalne problemy związane z wieloznacznością. W takiej sytuacji oprogramowanie do MT będzie działało wydajniej, i stworzy tekst wyjściowy lepszej jakości. Autorzy dokumentów mogą uprościć swe teksty oraz podnieść ich czytelność i przekładalność, jeśli będą przestrzegali prostych ograniczeń stylistycznych.

Metody upraszczania tekstów w języku oryginalnym noszą nazwę „narzędzi autorskich". Spełniają one funkcję korektora gramatycznego, kontrolując tworzony tekst i zapewniając jego zgodność z wymaganiami technicznymi odnośnie do danego języka, które opracowano dla potrzeb procesu MT.

Podejście takie wzbudza coraz większe zainteresowanie przedsiębiorstw, ponieważ uważa się, że jest to jeden ze sposobów na podniesienie jakości tłumaczenia i zmniejszenie jego kosztów.

Inne drogi do automatyzacji tłumaczenia

Użytkownik, którego zasadnicze potrzeby obejmują wielką wydajność i oszczędność, może wybrać całkowicie zautomatyzowane MT; są jednak sytuacje, w których pewien stopień automatyzacji, nie wymagający zbyt rozległych „wiadomości językoznawczych", pomaga w przyśpieszeniu i uproszczeniu procesu tłumaczenia.

Dobrym przykładem jest tu projekt Komisji Europejskich AVIMA, który można scharakteryzować jednym hasłem: „nie tłumaczyć". Projekt dotyczy ogłoszeń przetargów na roboty publiczne. Podobnie jak wiele innych współczesnych przedsiębiorstw, CEC wytwarza co roku ogromną liczbę identycznych dokumentów – w r. 1990 ich liczba wyniosła 25 tys. Każde ogłoszenie przetargu publikuje się w całości w jednym z języków Wspólnot Europejskich, a w postaci skróconej – w pozostałych ośmiu językach. CEC postanowiła nie posługiwać się MT, lecz zautomatyzować proces tłumaczenia przez ujednolicenie formy tekstowej i treści wszystkich dokumentów skróconych na etapie ich tworzenia, a następnie opracowanie wielojęzycznej bazy zwrotów, dzięki której można otrzymywać dokumenty drogą zastępowania danych zwrotów ich odpowiednikami. Metodę tę uzupełnia się zastosowaniem znaków reprezentujących dowolny znak lub ciąg znaków w celu uwzględnienia zmiennych; w praktyce pozwala ona na „przetłumaczenie" 98,5% ostatecznej postaci tekstu bez interwencji człowieka.

Tłumaczenie wspomagane maszynowo

W odróżnieniu od MT, gdzie komputer w miarę swych możliwości wykonuje jak największą część zadania, tłumaczenie wspomagane maszynowo to proces, w którym inicjatywę pozostawia się użytkownikowi.

Tłumaczenie terminów i pamięć tłumaczeniowa

W systemach tego typu procesor tekstu ma dostęp do bazy terminów i/lub zwrotów. Po rozpoznaniu danego terminu bądź zwrotu w języku oryginalnym, na ekranie automatycznie pojawia się propozycja jego tłumaczenia, a tłumacz może wprowadzić je do tekstu naciskając odpowiedni klawisz. Oszczędza to przede wszystkim czas, gdyż użytkownik nie musi wpisywać całego terminu. Po drugie zapewnia się konsekwentne stosowanie terminolo-

gii, gdyż za każdym razem dany termin tłumaczony jest w ten sam sposób – pod warunkiem, że program zaproponował prawidłowy odpowiednik. Kiedy dany termin pojawia się w innym znaczeniu, tłumacz odrzuca propozycję bazy danych i sam wpisuje poprawne tłumaczenie. Należy zauważyć, że metoda ta działa nie tylko na poziomie terminów: baza danych może zawierać wszystkie powtarzające się słowa i zwroty, a nawet całe zdania lub akapity. Systemy te są szczególnie przydatne do tłumaczenia bardzo podobnych tekstów, dla których zapisano już w bazie danych wiele słów i zwrotów. Oczywiście korzyści wzrastają po pewnym czasie użytkowania, kiedy baza zawiera znaczną liczbę terminów i zwrotów oraz ich tłumaczeń.

Stanowisko pracy tłumacza: wytwarzanie dokumentów wielojęzycznych

Jak wspomniano, celem prac jest obecnie nie tyle osiągnięcie MT, co spojrzenie na pracę tłumacza z ogólniejszej perspektywy. Jednym z aspektów pracy tłumacza jest konieczność stworzenia dokumentu bardzo podobnego do oryginału, nie tylko pod względem zawartości, ale i formy i rozkładu tekstu. Nie należy bezużytecznie odrzucać kodów formatujących, które zawiera dokument oryginalny, lecz wykorzystać je w dokumencie wyjściowym. Na takim, bardziej uniwersalnym postrzeganiu zadania tłumacza opiera się idea wielojęzycznej obróbki dokumentów. Stanowisko pracy tłumacza to komputer osobisty bądź system *workstation*, udostępniający wszelkie narzędzia językowe, m.in. funkcję zapisu kodów formatujących, elektroniczne słowniki, korektory gramatyczne, dostęp do istniejących tłumaczeń, terminologiczną bazę danych, pamięć tłumaczeniową, MT itd.

* * *

Reasumując: całkowicie zautomatyzowane tłumaczenie maszynowe (MT) można stosować do szybkiego tłumaczenia informacji w sytuacjach, gdy jakość tekstu końcowego nie jest najważniejsza, bądź jako narzędzie tłumaczenia zgrubnego w ściśle określonych dziedzinach tematycznych i w odniesieniu do bardzo dużej liczby tekstu.

Najnowsze osiągnięcia w sferze wielojęzycznej obróbki dokumentów nie oferują jeszcze całkowitego tłumaczenia, ale pozwalają na wykorzystywanie istniejących tłumaczeń i na automatyczne zastępowanie odpowiednikami w innych językach takich zwrotów i terminów, które dają się łatwo identyfikować. Ponadto najnowsze osiągnięcia sprzyjają harmonijnej współpracy człowieka z maszyną w bardziej ergonomicznym środowisku, które odznacza się skutecznym obliczem programu i dostępem do takich zasobów, jak funkcje redagowania tekstu.

Kontakt z Autorami:
Bat. J. Monnet, Plateau du Kirchberg
L-2920 Luxembourg

II Konferencja pn.
Sieci neuronowe i ich zastosowania

odbędzie się w dniach od 30 kwietnia do 4 maja br. w Szczyrku, w hotelu „Orle Gniazdo". Jej organizatorem jest Instytut Elektroniki i Systemów Sterowania Politechniki Częstochowskiej.
Tematyka konferencji obejmuje: struktury sieci neuronowych, algorytmy uczenia, zastosowania, techniki realizacji sieci neuronowych.

Referaty mogą być wygłaszane w jęz. polskim lub angielskim. W trakcie konferencji przewiduje się sesje plenarne, problemowe i plakatowe, a także wystawę książek z dziedziny sieci neuronowych oraz pokaz oprogramowania.

Informacji udziela:
dr inż. Jarosław Bilski
Instytut Elektroniki i Systemów Sterowania
Politechnika Częstochowska
Al. Armii Krajowej 17, 42-200 Częstochowa
tel.: 0-34 25-08-81, faks: 0-34 61-23-85
e-mail: ksn@zeia.el.pcz.czest.pl lub
ksn@mim.pcz.czest.pl
Dodatkowe informacje będą umieszczane w katalogu /pub/ksn serwera
mim.pcz.czest.pl, użytkownik ftp, hasło własny e-mail.

POLIXEL

SYSTEMY PREZENTACYJNE LCD

InFocus SYSTEMS
⇒ *Projektory multimedialne*
⇒ *Panele ciekłokrystaliczne*

KOMUNIKACJA LAN / WAN

RAD
⇒ *Modemy pasma podstawowego*
⇒ *Sieci pakietowe*
⇒ *Multipleksery dane/głos*
⇒ *Zdalny dostęp do sieci LAN*

LANNET
⇒ *Huby i Switche*

RND RAD Network Devices
⇒ *Mosty i Routery*

RADCOM
⇒ *Analizatory WAN/LAN/ATM*

RAD LinX
⇒ *Serwery terminali i drukarek*

RiT
⇒ *Krosownice zarządzane SNMP, osprzęt sieciowy*

Silicom
⇒ *Adaptery sieciowe PCMCIA*

Zapewniamy Wsparcie Techniczne Na Którym Możesz Polegać

POLIXEL S. A. Ul. Zakopiańska 6, PL 03-934 Warszawa,
Tel. (48-22) 617 83 81, Tel./Fax (48-22) 617 90 01

O/26.95

Rozumienie języka polskiego przez komputer — założenia metodologiczne

Zygmunt Vetulani
Zakład Lingwistyki Informatycznej i Sztucznej Inteligencji
Wydział Matematyki i Informatyki
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu

Rozumienie języka jest jedną z najbardziej zaawansowanych funkcji ludzkiego mózgu. Komputerowe modelowanie tej funkcji jest z kolei jednym z pierwszych celów, które sformułowali badacze zajmujący się różnymi aspektami tzw. Sztucznej Inteligencji. Poniższy artykuł zawiera omówienie wybranych propozycji metodologicznych będących przedmiotem prac prowadzonych w Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza.

W Zakładzie Lingwistyki Informatycznej i Sztucznej Inteligencji Wydziału Matematyki i Informatyki UAM prowadzone są liczne prace mające za wspólny motyw przetwarzanie (komputerowe) języka naturalnego. Główne tematy tych prac to:

- rozumienie języka naturalnego przez komputer (Vetulani [10, 11, 12, 13, 14])
- dialog pomiędzy człowiekiem i komputerem przy użyciu języka naturalnego (por. Vetulani [7, 10, 11, 12])
- konstruowanie i wykorzystywanie słowników komputerowych (por. Martinek, Vetulani G., Vetulani Z. [8, 9]), projekty POLEX (KBN 8S50301007) i GRAMLEX (Copernicus #621)
- standardy i normy dla danych językowych (por. Martinek, Vetulani G., Vetulani Z. [8, 9]), projekt CEGLEX (Copernicus #1032)
- reprezentacja danych, modelowanie rzeczywistości (por. Marciniak, Martinek, Vetulani [6, 7])

Ze względu na ograniczone rozmiary tego artykułu ograniczymy się do założeń wypracowanych na przestrzeni ostatnich 10 lat w pracach nad rozumieniem języka naturalnego przez komputer.

Inspiracje

Wczesną inspiracją do omawianych tu prac były badania prowadzone w zespole A. Colmerauera, w GIA w Marsylii, dla języków angielskiego i francuskiego, dla których jednym z celów było ukazanie potencjału programowania logicznego poprzez rozwijanie systemów rozumiejących język naturalny (system ORBIS odpowiadający na pytania z dziedziny popularnej astronomii). Do prac tych włączył się autor niniejszego artykułu poprzez opracowanie polskiego modułu dla systemu ORBIS (ORBIS-PL). Eksperyment ten zakończył się implementacją (1984) na VAX'ie 730 systemu opartego na gramatyce typu DCG (bezpośrednio zapisanej w PROLOGU, ok. 200 reguł), słowniku złożonym z ok. 1900 słowoform, niewielkiej bazie danych (ok. 700 faktów i reguł).

System wykorzystał w standardowy sposób własności PROLOGU do przeprowadzenia analizy, mechanizmy do obsługi niepowodzeń, analizy właściwe ORBISOWI, podobny format danych słownikowych i mechanizmy dostępu do słownika. Rozwiązania specyficzne dla modułu polskiego odnosiły się przede wszystkim do warstwy semantycznej. Zastosowana została mianowicie ekstensjonalna semantyka teoriozbiorowa, której głównym wyznacznikiem jest to, że grupie rzeczownikowej przypisywany jest zbiór indywiduów (a nie predykat – jak w ORBISIE). Zastosowane podejście umożliwia rozwiązywanie w sposób naturalny presupozycji egzystencjalnych związanych z analizowanym tekstem. Stosunkowo prymitywny model obliczeniowy ORBISU (oparty całkowicie na Prologu) w połączeniu z kosztowną obliczeniowo semantyką, powodował, że przetwarzanie zdań obfitujących w sporą liczbę złożonych konstrukcji (np. zagnieżdżenie zdań i fraz złożonych) powodował wystąpienie zjawisk o znamionach eksplozji obliczeniowej. Skłoniło to autora do dalszych poszukiwań i w efekcie do zastosowania bardziej wyszukanych mechanizmów w kolejnych implementowanych systemach EXPAERT [7] i POLINT [8]. Było to konieczne ze względu na założenie korzystania ze skromnego środowiska obliczeniowego (komputery PC/DOS).

Przyjęte rozwiązania dotyczą głównie:

- wirtualnego oddzielenia analizy składniowej i semantycznej (analiza dwuprzebiegowa),
- preanalizy wykorzystującej m.in. technikę zwrotnic,
- koncepcji i organizacji słownika,
- semantyki teorio-zbiorowej.

Warto zwrócić uwagę na to, że rozwiązania, o których mowa, prowadzą do zadowalających wyników w zakresie poprawy czasów obliczeń bez rezygnacji z wygody, jaką oferuje platforma programowania logicznego w postaci Prologu.

Hierarchia zadań i kompozycyjność

W sytuacji, gdy zasadniczym celem przetwarzania zdania, bądź tekstu jest jego rozumienie przez komputer, proces analizy rozkłada się na realizację szeregu celów układających się w hierarchię, w której *cel pragmatyczny* (jakim jest rozumienie) determinuje *cele semantyczne* (jak: identyfikacja obiektów i stosunków wyrażanych przez różne elementy zdania). Analizie semantycznej jest z kolei podporządkowana analiza *syntaktyczna* (odpowiedzialna za segmentację zdań złożonych z elementów zidentyfikowanych podczas analizy *morfologicznej*. Segmentacja, na poziomie każdej z tych warstw, podlega zasadzie kom-

pozycyjności, wg której własności elementów składowych pozwalają na wyznaczenie własności elementów z nich złożonych.

Warstwa morfologiczna, słownik

W omawianych systemach warstwa morfologiczna nie stwarza problemów, gdyż analiza morfologiczna redukuje się do identyfikacji form na podstawie słownika. Dodajmy, że wynik tej identyfikacji nie musi być jednoznaczny, końcowe decyzje zależą od ustaleń dokonanych na wyższych poziomach. Analiza morfologiczna, sprowadzona do identyfikacji słownikowej, polega więc na odczytaniu informacji morfologicznych skojarzonych w słowniku z daną formą. Uzyskujemy w ten sposób wartości podstawowych atrybutów właściwe danej formie: liczba, rodzaj, przypadek itp.

Słownik ma spełniać nie tylko wymogi warstwy morfologicznej dostarczając bezpośrednio form słów, lecz także ma sprostać oczekiwaniom warstw wyższych: składniowej i semantycznej. W szczególności podporządkowanie warstwie składniowej polega na tym, że słownik ma charakter leksykonu gramatycznego (lexicon grammar, lexiquegrammaire) w odniesieniu do elementów predykatywnych [3]. Oznacza to, że wraz z elementami predykatywnymi (którymi są przede wszystkim czasowniki, ale często także rzeczowniki i przymiotniki) przekazywana jest informacja o strukturze składniowej zdań elementarnych budowanych na podstawie tych jednostek. Słownik podaje też informację semantyczną, w tym sensie, że zawiera odwołania do pojęć reprezentowanych przez słowa tekstu. Mogą to być albo symbole-identyfikatory, albo nazwy procedur obsługujących pojęcia.

Typowymi przykładami jednostek leksykalnych są następujące klauzule do formy „bramki" rzeczownika „bramka" i formy „zdobywa" czasownika „zdobyć".

```
s(0, "bramki", "bramka",nazwa_posp,
    [[z,mn,mian,n_osob],gol_0]).
s(0, "zdobywa", "zdobyć", czas_tr_1,
                [[_,poj,3,ter],zdo_byc,
  [[_,poj,mian,osob],[_,_,bier,_],bezprz]]).
```

W przypadku rzeczownika kolejne pozycje (za zerem) są zajęte przez odmienioną formę („bramki"), identyfikator leksemu („bramka"), kateogrię (nazwa_posp) parę złożoną z zestawu wartości cech morfologicznych ([z,mn,mian,n_osob]) oraz referencji semantycznej (gol_O).

Klauzule słownikowe elementów predykatywnych są bardziej złożone. O ile początkowe argumenty mają to samo znaczenie co powyżej, to parametr ostatni jest trójką postaci [C1,C2,C3], gdzie C1 opisuje cechy formy „zdobywa" (rodzaj: = nieokreślony, liczba: = pojedyncza, przypadek: = 3, czas: = teraźniejszy); C2 to referencja do relacji (zdo_byc) w bazie danych, C3 jest w tym wypadku trójką uporządkowaną, której dwa pierwsze elementy charakteryzują cechy powierzchniowe obowiązkowych argumentów (podmiot – [_,poj,mian,osob], dopełnienie – [_,_,bier,_]), a trzeci – sposób wprowadzenia dopełnienia (jako bezprzyimkowy). Ten ostatni parametr wyraża więc wymagania składniowe czasownika „zdobyć".

Warstwa składniowa

Informacja składniowo-powierzchniowa wyrażana jest za pomocą reguł składniowych o kształcie reguł DCG (reguły bezkontekstowe ze złożonymi parametrami w symbolach nieterminalnych). Reguły te oddają uporządkowanie segmentów i mogą przekazywać „informacje" pomiędzy segmentami (np. związki zgody czy rządu występujące wewnątrz zdania). Informacja dotycząca struktury logiczno-funkcjonalnej zdań elementarnych jest związana z jednostkami leksykalnymi i umieszczona w słowniku. Uwzględnia ona klasyczne pojęcia podmiotu, dopełnienia itp. Tym samym realizowana jest w praktyce koncepcja *leksykonu-gramatyki* [3], oparta właśnie na idei związania z jednostką słownikową informacji o związkach składniowych, w które ta jednostka wchodzi.

Analiza składniowa jest podporządkowana semantycznej w tym sensie, że segmenty, którymi ona operuje (odpowiadające na ogół klasycznym kategoriom gramatycznym, jak np. grupa rzeczownikowa) są jednostkami interpretowalnymi semantycznie w terminach pojęć teoriozbiorowych, jak *relacja, element, zbiór*. Analiza składniowa wykorzystuje prologowy mechanizm parsingu (top-down, depth first), z tym, że niedeterminizm właściwy temu mechanizmowi jest ograniczany przez informację pochodzącą ze słownika (leksykonu-gramatyki). Np. zidentyfikowanie w analizowanym zdaniu czasownika wymagającego obecności dopełnienia w bierniku (informacja odczytana w słowniku) powoduje odwoływanie się w procesie analizy jedynie tych reguł składniowych, które przewidują wystąpienie elementu rzeczownikowego w bierniku i to na pozycji powierzchniowej zaobserwowanej w analizowanym zdaniu (por. preanaliza). W ten sposób ograniczana jest przestrzeń poszukiwań (w gramatyce), a tym samym przyspieszana jest sama analiza.

Warstwa semantyczna

Analiza semantyczna wylicza strukturę predykatywno-argumentową zdania przez ustalenie relacji reprezentowanych przez elementy predykatywne i ekstensji elementów nazwowych (np. grup rzeczownikowych). Reprezentacja semantyczna ma charakter relacyjno-teoriozbiorowy. Oznacza to, że ekstensje elementów nazwowych są zbiorami (reprezentowanymi przez listy), zaś relacje binarne zbiorami par itp. Rygorystyczne trzymanie się tego typu interpretacji semantycznej ma swoje wady. Główną jest niedogodność operowania listami elementów w przypadku dużych zbiorów obiektów, w których cechy jednostkowe elementów są mało istotne (*ziarnka piasku*). Jedną z zalet jest możliwość naturalnej analizy presupozycji egzystencjalnych (zaimplementowana w polskim module ORBIS-PL systemu ORBIS, [10]).

Możliwe jest także rozwiązywanie wieloznaczności związanych z użyciem wielu kwantyfikatorów lingwistycznych w zdaniu (np. *Dwóch myśliwych upolowało sześć dzików*) w sposób inny niż wykorzystując tradycyjne, obarczone znanymi wadami, podejście *zakresowe* (*scope approach*), a mianowicie uznając, w duchu propozycji pochodzącej od Bellert [1], że na interpretację semantyczną zdania składa się, poza zbiorowym wartościowaniem argumentów, także parametr związany z konfiguracją kwantyfikatorów i charakteryzujący sposób, w jaki relacja rozkłada się na obiekty z dziedzin (argumentów), które

wiąże (por. [10]). Podejście to, jak na razie, nie doczekało się wyczerpującego opracowania uwieńczonego pełną implementacją.

Analiza semantyczna odpowiada zasadzie kompozycyjności – wykrycie elementu składniowego umożliwia uruchomienie procedury obliczania jego wartości semantycznej.

A priori możliwe są dwie podstawowe strategie:

- „interpretacyjna" – wartość semantyczna elementów jest obliczana w miarę ich wykrywania w czasie analizy składniowej
- „kompilacyjna" – wartości semantyczne elementów są wyznaczane dopiero po zakończeniu analizy składniowej.

Słabym punktem rozwiązania „interpretacyjnego" jest to, że skutkiem nawracania mogą być wielokrotne powtarzane, a także tracone fragmenty kosztownych obliczeń semantycznych. Korzyść polega na tym, że w niektórych przypadkach do ustalenia ostatecznej segmentacji niezbędne jest wzięcie pod uwagę ograniczeń semantycznych, a w tym wypadku czyste podejście „kompilacyjne" jest niemożliwe. Z kolei przy podejściu „interpretacyjnym" naturalne jest umieszczanie poleceń ewaluacji semantycznej bezpośrednio w ciele reguł składniowych. Rozwiązanie takie zapewnia gramatyce przejrzystość i łatwość konserwacji. Celem równoczesnego wykorzystania zalet obydwu podejść proponujemy metodę analizy dwuprzebiegowej.

Analiza dwuprzebiegowa

Przyjęte przez nas rozwiązanie (w postaci analizy dwuprzebiegowej) godzi oba naszkicowane wyżej podejścia, eksploatując zasadę wypracowaną w metodologii programowania deklaratywnego: reguły (programu) opisują to, co ma być zrobione nie przesądzając o sposobie wykonania. W naszym wypadku oznaczać to będzie, że parser zapisany deklaratywnie w postaci reguł „interpretacyjnych" będzie zmuszony do działania „kompilacyjnego".

Dwuprzebiegowość polega na tym, że w (pierwszym) niedeterministycznym przebiegu składniowym procedury semantyczne nie są wywoływane. W efekcie pierwszego przebiegu analizy ustalona zostaje jedna (lub więcej) segmentacja zdania. W szczególności wprowadzony zostaje parametr składniowy, zapamiętujący w postaci drzewa wywołań reguł wyłącznie reguły prowadzące do ostatecznie zaakceptowanej segmentacji, a także kolejność ich zastosowania. W drugim przebiegu, kolejność ta będzie sterowała stosowaniem wywołań procedur semantycznych, które pozostawały „uśpione" podczas składniowego (pierwszego) przebiegu analizy (por. [14]).

```
struktura(A,str(M0,M1),S,X0,X2) :-
        podstruktura0(A,M0,S0,X0,X1),
        podstruktura1(A,M1,S1,X1,X2),
        semantyka(A,S0,S1,S).
semantyka(0,_,_,_) :- true.
semantyka(1,S0,S1,S) :-
    ..... (wywołania procedur semantycznych)
```

Procedura „semantyka" oblicza wartość semantyczną S całej struktury na podstawie wartości semantycznych S1, S2 ustalonych dla podstruktur. Analizę, której celem jest wyznaczenie wartości semantycznej S dla ciągu wejściowego słów X, wywołujemy przy pomocy następującego predykatu „pełna_analiza":

```
pełna_analiza(S,X) :-
        przebieg_składniowy_analizy(W,X),
    przebieg_semantyczny_analizy(S,W,X).
przebieg_składniowy_analizy(W,X) :-
    struktura(0,W,_,X,[]).
przebieg_semantyczny_analizy(S,W,X):-
    struktura(1,W,S,X,[]).
```

Atrybut składniowy W jest obliczany w pierwszym przebiegu i przekazywany jako sterujący do drugiego. Obliczenie wartości S przez „struktura(1,...)" jest wynikiem wykonania reguł semantycznych, które nie były uaktywnione w przebiegu „struktura(0,...)". Para parametrów „X" i „[ ]" składa się na listę różnicową, w której pierwszy element („X") reprezentuje analizowany ciąg wyrazów, zaś drugi („[ ]") pustą resztę tego ciągu.

Preanaliza i stosowanie zwrotnic

Preanalizą (w stosunku do podstawowego algorytmu analizy) nazywamy wszystkie operacje zmierzające do wirtualnego uproszczenia sytuacji, w której operować ma główny algorytm analizy. Stosowanie preanalizy w zestawieniu z algorytmami nawracającymi będzie szczególnie wskazane, gdy doprowadzi do sytuacji, w której główny algorytm będzie działał w sposób deterministyczny. (Dyskusję skuteczności przeprowadzono w pracy [15]).

W naszym przypadku preanalizie stawiamy zadanie ograniczenia przestrzeni poszukiwań (search tree), a tym samym zwiększenia efektywności analizy właściwej. Przy algorytmie typu top-down polegającym na redukcji hipotez, preanaliza zmierzać może do wykluczenia z rozważań hipotez, co do których wiadomo na pewno, że nie znajdą potwierdzenia. Przykładem niech będzie hipoteza „analizowane zdanie jest złożone" w sytuacji, gdy skądinąd wiadomo, że np. ma ono długość 3. Wstępne ustalenie długości zdania umożliwia odrzucenie z rozważań wszystkich wersji reguł przewidujących, że zdanie analizowane jest złożone (a więc długości większej niż 3).

W systemach EXPAERT i POLINT preanaliza ma charakter leksykalny, tj. opiera się na identyfikacji słów i konfrontacji ich ze słownikiem [13]. W szczególności niewystąpienie w analizowanej jednostce określonych elementów leksykalnych („świadków leksykalnych") może świadczyć o niewystąpieniu danego zjawiska. Np. brak form zaimka względnego świadczy o niewystąpieniu zdania względnego w analizowanej konstrukcji. Z kolei identyfikacja elementów predykatywnych i rozpoznanie rozłożenia elementów rzeczownikowych może doprowadzić, w wielu wypadkach, do wskazania właściwej reguły składniowej opisującej szczegółowo budowę zdania, i to w sposób deterministyczny.

Wykorzystujemy tu fakt, że jednostki słownikowe dla elementów predykatywnych zawierają informacje o budowie zdań opartych na tych jednostkach. Preanaliza stosowana jest w połączeniu z techniką zwrotnic („switch" [15]), która pozwala na modyfikcję przebiegu obliczeń

w sposób dynamiczny dzięki odpowiedniej parametryzacji wywołań procedur (klauzul prologowych). Technika ta umożliwia dynamiczne programowanie w Prologu poprzez wirtualną reorganizację programu prologowego.

Objaśnimy ją na przykładzie. Załóżmy, że jednym z elementów rozwiązywanego zagadnienia jest *problem* i że problem ten sprowadza się do jednego z czterech *wariantów_problemu*, przy tem *a priori* nic nie wiadomo o tym, który z nich w danej sytuacji ma miejsce. Ta sytuacja jest reprezentowana w Prologu przez program:

problem :- wariant_problemu(1).
problem :- wariant_problemu(2).
problem :- wariant_problemu(3).
problem :- wariant_problemu(4).

Rozwiązanie *problemu* polega na podejmowaniu prób kolejnego rozwiązywania wariantów (niepowodzenie wariantu „i" powoduje nawrót do „i + 1"). W przypadku gdy dla określonej klasy sytuacji, warianty o niskich numerach zawodzą, obliczenia są nieefektywne. Uzyskanie dodatkowej wiedzy o rozkładzie prawdopodobieństwa skuteczności danego wariantu w danej sytuacji pozwala na usprawnienie obliczeń przez zastosowanie *zwrotnicy*. Załóżmy, dla ilustracji, że najbardziej prawdopodobny jest wariant 2, dalej 1 i 4, oraz, że wariant 3 jest niemożliwy. Wprowadzamy predykat

zwrotnica(2).
zwrotnica(1).
zwrotnica(4).

oraz modyfikujemy definicję *problemu* następująco

problem :- zwrotnica(N),wariant_problemu(N).

Widać, że w wyniku tej modyfikacji, kolejnością nawrotów będzie sterowała *zwrotnica*, zaś efekt będzie odpowiadał przestawieniu klauzul programu (i usunięciu klauzuli 3).

W naszym przypadku, wiedza zebrana w fazie preanalizy służy optymalnemu ustawieniu zwrotnic.

Rozumienie języka naturalnego

Zasadniczym elementem oceny każdego zadania jest analiza zgodności pomiędzy zamierzonym celem a jego realizacją. Jednym z głównych celów prowadzonych przez nas prac jest *rozumienie języka naturalnego przez komputer*. Precyzyjna realizacja tak sformułowanego celu wymaga ścisłego ustalenia co ma kryć się pod terminem *rozumienie*. W naszych pracach przyjmujemy, że sens tego słowa jest wyznaczony zgodnie z zasadą zaproponowaną przez Turinga (*test Turinga*), tj.: mamy do czynienia z „rozumieniem" tekstu przez system, gdy ten reaguje zgodnie z naszymi oczekiwaniami i w przybliżeniu tak jak prawidłowo reagowałby człowiek, czyli udzielając sensownych odpowiedzi na sensownie postawione pytania, względnie wykonując realizowalne polecenia.

Tytułem przykładu, ilustrującego uzyskany przez nas stopień rozumienia człowieka przez komputer, cytujemy fragment dialogu pomiędzy systemem POLINT a użytkownikiem-człowiekiem. Pytania zadawane były systemowi przez człowieka za pośrednictwem klawiatury, odpowiedzi wyświetlane były na ekranie. Czasy reakcji uzyskane na komputerze PC 386, 40 MHZ są bliskie „realnych" – od kilku do kilkunastu sekund. „Rozmowa" dotyczy fragmentu meczu piłkarskiego rozegranego pomiędzy Olympique Marseille i FC Bruges:

Przeciw komu gra drużyna FC Bruges?
– Olympique Marseille.
Jak nazywa się piłkarz, który strzelił bramkę (i który grywa w drużynie Olympique Marseille)?
– Boksic.
Czy piłkarz, który strzelił bramkę, gra w drużynie Olympique Marseille?
– Tak, np. Boksic.
Gdzie znajduje się piłkarz, który strzelił gola?
– Na boisku.

* * *

Referowane tu wyniki i rozwiązania nie stanowią celu „samego w sobie", lecz podporządkowane są dalekosiężnemu programowi badań i poszukiwań, którym jest uzyskanie środowiska komputerowego, w którym będzie można prowadzić badania i eksperymenty nad językowymi zachowaniami człowieka w interakcji z maszyną posiadającą kompetencję językową. Program ten nawiązuje bezpośrednio do głośnych eksperymentów prowadzonych przez Barbarę Grosz w latach 70. w warunkach symulacji takiego środowiska, których celem było uzyskanie wiedzy na temat warunków, jakie spełniać winny tego typu systemy [4]. Uzyskane dotąd wyniki pozwalają mieć nadzieję na bliskie zrealizowanie tych zadań.

Kontakt z Autorem:
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza,
Wydział Matematyki i Informatyki
ul. Matejki 48/49, 60-769 Poznań
tel. 66-86-51, fax: 66-29-92, vetulani@math.amu.edu.pl

LITERATURA

[1] Bellert I.: Feature System for Quantification Structures in Natural Langauge. Groningen-Amsterdam Studies in Semantics, Foris Publications, Dordrecht-Holland/Providence RI – U.S.A., 1989
[2] Colmerauer A.: Metamorphosis Grammars, w: Natural Language Communication with Computers, w: L. Bolc, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 64, pp. 133–189, 1978
[3] Gross M.: Les bases empiriques de la notion de prédicat sémantique, w: Langages, 63, s. 7–52, 1980
[4] Grosz B.: w Understanding Spoken Language, Walker D. (ed), Elsevier North-Holland, New York, 1978
[5] Jassem K., Vetulani Z.: Linguistically Based Optimisation of a TDDF Parsing Algorithm of the NL system POLINT, w: Halwachs D.W., Stütz, Irmgard (eds), Akten des 28. Linguistischen Kolloquiums, Graz 1993, (Linguistische Arbeiten 321), Max Niemeyer Verlag, Tübingen, S. 321–326, 1994
[6] Marciniak J.: Język naturalny w procesie nawigacji autonomicznej jednostki kognitywnej w środowisku wirtualnym, w: Język i Technologia, Vetulani Z., Abramowicz W., Vetulani G. (eds), Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1996
[7] Martinek J., Vetulani Z.: An Expert System for Art History Data and Documents; w: Banczerowski J. (ed.), The Application of Microcomputers in Humanities Wyd. Nauk., UAM, Poznań, pp. 63–74, 1991
[8] Martinek J., Vetulani G., Vetulani Z.: The CEGLEX dictionary model for Polish, referat na konferencji „UkrSoft-95, October 18–21, Lviv" (w druku w materiałach konferencyjnych).

dokończenie na s. 37

Współpraca międzynarodowa w dziedzinie LR

Antonio Zampolli
Dipartimento di Linguistica
Universita degli Studi di Pisa

Termin „zasoby języka naturalnego" (LR)[1] odnosi się do zbiorów (z reguły rozległych) danych i opisów językoznawczych, które sporządza się w postaci pozwalającej na ich odczytywanie przez maszyny i wykorzystuje do budowy, udoskonalania lub oceny algorytmów bądź systemów języka naturalnego (NL) i mowy (S). Przykłady zasobów językoznawczych to wybory tekstów pisanych lub mówionych, słownikowe bazy danych, gramatyki[2] i terminologie, choć znaczenie tego terminu można rozciągnąć na podstawowe komputerowe programy narzędziowe do przygotowywania, gromadzenia i udostępniania innych zasobów oraz zarządzania nimi.

Zainteresowanie LR odrodziło się w bezpośrednim następstwie wzrastającego zrozumienia potencjalnych efektów gospodarczych i społecznych systemów NL&S i ich zastosowań; dzięki owemu zrozumieniu, krajowe i międzynarodowe instytucje finansujące zwróciły uwagę na tę dziedzinę i zaoferowały pewne wsparcie materialne. Wspomniane instytucje są zainteresowane, rzecz jasna, technologią i systemami, które skutecznie działają, są dostosowane do realiów gospodarczych i zajmują się faktycznymi użytkownikami języka (bez względu na to, czy są one „ciekawe" z naukowego punktu widzenia).
System, aby mógł operować na autentycznych tekstach, musi mieć dostęp do bardzo rozległego materiału słownikowego, do opisów zastosowań języka w różnych sytuacjach komunikacyjnych oraz do elementów na tyle sprawnych, by uporały się z różnorakimi zjawiskami językowymi, które występują w takich sytuacjach.
Zainteresowanie wyborami tekstów wzmogło się w konsekwencji sukcesów, jakie w dziedzinie spełnienia tych zadań zapowiadają systemy oparte na statystycznych metodach modelowania, np. Ukryte Modele Markova (HMM) i sieci neuronowe (NN); systemy te uczą się na przykładach, zazwyczaj z bardzo pojemnych zbiorów danych, zorganizowanych w kategoriach wielu zmiennych o wielu możliwych wartościach.

Ciągły brak stosownych zasobów językoznawczych dla większości języków można wytłumaczyć:

- przeważającą w latach siedemdziesiątych i w pierwszej połowie osiemdziesiątych tendencją do testowania hipotez językoznawczych na podstawie niewielkiej liczby danych o (rzekomo) krytycznym znaczeniu, a nie do rozległych badań różnorodnych zjawisk językowych, które zachodzą w sytuacjach komunikacyjnych;
- wysokim kosztem tworzenia zasobów językoznawczych.

Wysokie koszty pociągają za sobą potrzebę szerokiej współpracy przedsiębiorstw, instytucji badawczych i sponsorów w celu uniknięcia powielania pracy i jak największego podziału związanych z nią obciążeń. Oznacza to oczywiście, że nie można ograniczać zasobów językoznawczych do jednego konkretnego systemu, lecz że muszą one być wykorzystywane przez wielu użytkowników (zasoby wspólne lub ogólnodostępne i do więcej niż jednego celu (zasoby wielofunkcyjne).

Działania obliczone na lansowanie współpracy w obrębie Unii Europejskiej

W moim artykule proponuje się, by w ramach lansowania odpowiedniej współpracy międzynarodowej w dziedzinie LR podjęto konkretne decyzje i działania na poziomie technicznym i organizacyjnym oraz strategii.

Poziom strategii

LR wiążą się na wiele sposobów z tożsamością narodową i kulturową oraz pełnią kluczową rolę infrastrukturalną w opracowywaniu produktów przemysłu językoznawczego dla danego języka.

Powszechnie uważa się, że istnienie przemysłu językoznawczego danego narodu to warunek zachowania funkcji języka jako nośnika we współczesnym społeczeństwie informacyjnym.

LR są oparte na odpowiednim opisie danego języka i są dla takiego opisu pomocne. Właśnie dlatego uważamy, że we wszystkich krajach należy szerzyć zrozumienie następujących aspiracji:

- LR powinny być dostępne jako własność publiczna.
- Lansowanie tworzenia stosownych LR dla danego języka należy powierzyć instytucjom administracji państwowej.
- Jednojęzyczne LR dla różnych języków należy tworzyć w sposób skoordynowany, który pozwoli na ich harmonizowanie na poziomie wielojęzycznym.

Poziom techniczny

Jak się wydaje, podstawowy warunek, który zapewni harmonizowanie LR na poziomie wielojęzycznym, a także możliwość ich wykorzystywania i wielofunkcyjność, to

[1] W niniejszej pracy wykorzystuję fragmenty przeglądu, który napisałem wraz z J. Godfreyem do rozdziału 12 („Zasoby językoznawcze") książki *Bieżący stan technologii języka i mowy*, finansowanej przez NSF, Wspólnoty Europejskie i EAGLES.)

[2] Powszechnie uważa się, że zanim pojawi się możliwość wykorzystywania gramatyk, niezbędne będą dalsze fundamentalne prace badawcze. W związku z tym, wspomnimy tu jedynie o takich prowadzonych inicjatywach, które dotyczą słowników, wyborów tekstów, terminologii i narzędzi pokrewnych.

przyjęcie wspólnych wymagań technicznych. Szczególnie w przypadku materiałów w językach naturalnych rodzi się kontrowersyjny problem, czy zasoby językoznawcze, aby nadawały się do wykorzystywania i były wielofunkcyjne, muszą być niezależne od teorii: wymagania formułowane w odniesieniu do informacji językoznawczych z zakresu danego języka naturalnego mogą być uwarunkowane nie tylko planowanym zastosowaniem tychże informacji, lecz także konkretnymi teoriami językoznawczymi, na których, *explicite* bądź *implicite*, opierają się językoznawcze elementy systemu.

Rozwiązanie, które obecnie stosuje się na poziomie naukowym i technicznym, polega na usiłowaniu osiągnięcia consensusu pomiędzy różnymi ujęciami teoretycznymi i podejściami do projektowania systemów. Tam, gdzie udaje się osiągnąć ten cel, możliwe jest przyjęcie wspólnych wymagań technicznych, czyli *de facto* norm tworzenia zasobów językoznawczych, co zapewnia ich harmonizowanie na poziomie międzynarodowym i wielojęzycznym. Inicjatywa Kodowania Tekstów, finansowana wspólnie przez ACH, ALLC i ACL, wydała zestaw wytycznych z dziedziny kodowania tekstów. Projekt LRE-EAGLES („grupa doradcza ekspertów z dziedziny norm inżynierii językoznawczej"), zainaugurowany niedawno przez CEC DGXIII, gromadzi wyniki prac, które prowadzą instytucje zarówno akademickie, jak gospodarcze, i które zmierzają do stworzenia *de facto* wspólnych norm z zakresu wyborów tekstów, słownictwa, danych języka mówionego, a także oceny i formalizacji[3].

Poziom organizacyjny

W odniesieniu do stanu bieżącego, na poziomie organizacyjnym możemy wyróżnić potrzebę działania w trzech ogólnych dziedzinach:

Lansowanie wykorzystywalności istniejących (częściowych) zasobów językoznawczych. Pociąga to za sobą rozmaite zadania, od przeformatowania lub konwersji istniejących zasobów językoznawczych w taki sposób, by odpowiadały one wspólnym normom, do ekstrahowania zawartych w nich jawnych i ukrytych informacji językoznawczych i uzupełniania ich tak, by odpowiadały wspólnym minimalnym wymaganiom technicznym.

Dwa wielkoskalowe projekty, które finansują Wspólnoty Europejskie, to ESPRIT ACQUILEX i ET-10; oba mają na celu ekstrahowanie – z zastosowaniem procedur półautomatycznych – informacji z dziedziny semantyki, które występują w definicjach haseł słownikowych w rozmaitych dostępnych słownikach, które sporządzono w postaci pozwalającej na ich odczytywanie przez maszyny (odnośnie ACQUILEX, por. Calzolari *et al.*, 1993[4]; odnośnie ET-10, por. Calzolari *et al.*, 1994)[5].

Lansowanie opracowywania nowych zasobów językoznawczych dla tych języków i dziedzin, dla których dotychczas brak zasobów lub dla których istnieją one dopiero na etapie prototypu, względnie istnieją, lecz nie mogą być udostępniane zainteresowanym użytkownikom.

Dziedziny języka pisanego i mówionego oraz podobszary ich terminologii odznaczają się własnymi cechami charakterystycznymi i własną dynamiką. W odniesieniu do LR języka pisanego, w większości krajów działalność prowadzą głównie takie instytucje, które otrzymują wsparcie ze środków publicznych, aby prowadzić badania w sferze LR i wytwarzać LR niezbędne do celów inżynierii języka (LE) i innych – w szczególności dane słownikowe dla określonych języków, oraz odpowiadające im pomocnicze wybory tekstów. Niektóre z tych instytucji już w tej chwili są w stanie dostarczyć zasoby częściowe, nadające się do zastosowań komputerowych. W dziedzinie LR języka mówionego, kluczową rolę odgrywa przemysł informacyjny i komunikacyjny, ponieważ zasoby, których w tej sferze potrzeba, odnoszą się głównie do konkretnych technologii i zastosowań. W podobszarze terminologii, różnorodne instytucje gospodarcze, rządowe i zawodowe prowadzą działania w dziedzinie terminologii poszczególnych sektorów, działania te wymagają koordynacji.

Wykorzystując charakterystyczne cechy każdego podobszaru, Komisja finansuje rozmaite projekty, a zwłaszcza przygotowawcze projekty MLAP – PAROLE, SPEECHDAT i POINTER, mające zadanie określić minimalny zestaw warunków organizacyjnych, funkcjonalnych i technicznych, których należy przestrzegać podczas projektowania i budowania zharmonizowanych LR dla wszystkich języków Unii.

W projektach tych wykorzystuje się wyniki wcześniejszych działań RTD (np. SAM, MULTILEX czy NERC), i w postaci operacyjnych wymagań technicznych wciela się w życie wstępne wytyczne, wydane przez grupy robocze EAGLES. W ramach tych projektów odbywa się definiowanie i praktyczna realizacja – dla odpowiednich sektorów – europejskiej sieci krajowych punktów zbornych, które koordynować będą tworzenie LR zgodnie z interesami twórców i użytkowników zasobów.

POINTER ułatwi opracowywanie i szerokie udostępnienie danych terminologicznych w całej Europie, a także będzie wspomagał współpracę i wymianę wyników między twórcami oprogramowania oraz właścicielami i użytkownikami terminologicznych baz danych. W dążeniu do tego celu, konsorcjum POINTER określi kluczowe cechy ogólnoeuropejskiej infrastruktury współpracy w dziedzinie terminologii oraz scharakteryzuje działania niezbędne dla zbudowania zalecanej infrastruktury, ustali priorytety i przeprowadzi analizę kosztów i zysków. Nacisk położy się na zaspokojenie potrzeb użytkowników gospodarczych z całej Europy.

PAROLE określi dwupoziomową infrastrukturę współpracy, która będzie animowała tworzenie i wykorzystywanie zharmonizowanych zasobów oraz narzędzi tekstowych i słownikowych, przyczyni się do jej ustanowienia, i określi wymagania techniczne względem słownictwa, wyborów tekstów i pokrewnych narzędzi, które będzie się tworzyć i udostępniać europejskiej wspólnocie badawczo-rozwojowej.

[3] Informacje na temat EAGLES dostępne są u Antonia Zampolliego (e-mail: *eagles@ilc.pi.cnr.it*).

[4] N. Calzolari, J. Hagman, E. Marinai, S. Montemagni, A. Spanu, A. Zampolli: „Kodowanie definicji leksykograficznych jako struktur cechy utypowionej", [w:] F. Beckmann, G. Heyer [opr.]: *Teoria i praktyka słownictwa*, Walter de Gruyter, Berlin, 1993.

[5] N. Calzolari, S. Federici, S. Montemagni, C. Peters: „Ekstrahowanie, reprezentowanie i stosowanie informacji składniowo-semantycznych z definicji Cobuild", [w:] J. Sinclair, M. Hoelter, C. Peters [opr.]: *Języki definicji: Formalizacja definicji słownikowych do celów obróbki języków naturalnych*, Studia w dziedzinie tłumaczenia maszynowego i obróbki języków naturalnych, tom 7, Komisja Europejska, Bruksela, 1994.

SPEECHDAT ustanowi infrastrukturę, która ułatwi tworzenie zasobów języka mówionego (SLR), wykorzystywanych w zastosowaniach technologii mowy. W ramach tego projektu poszukiwać się będzie dróg do maksymalnej wydajności tworzenia SLR i rozprowadzania ich we wspólnocie języka mówionego. Zaproponuje się zestaw norm roboczych i opis bazy danych, a także będzie się dokonywać oceny krótko-, średnio- i długoterminowych potrzeb gospodarczych w zakresie SLR[6].

W wykonaniu IV Ramowego Programu Badawczego, Wspólnoty Europejskie wezwały niedawno do zgłaszania propozycji tworzenia LR budowanych zgodnie z wymaganiami technicznymi. Wymagania te określono w pracach trzech projektów przygotowawczych, w ramach sektora inżynierii językoznawczej programu *Telematics*. Ponieważ termin ich zgłaszania upłynął 15 czerwca ub. r. można oczekiwać, że koordynowane tworzenie LR dla wszystkich języków europejskich rozpocznie się mniej więcej na początku roku bieżącego, a LR stanowiące przedmiot projektów, które wspomniane wezwanie inauguruje, będą dostępne w ciągu najbliższych trzech-czterech lat.

W przypadku zasobów **języka pisanego**, najważniejszymi celami[7] na najbliższe trzy lata będzie utworzenie:

- słowników jednojęzycznych, zawierających minimum 50 tys. rdzeni, co najmniej w 11 oficjalnych językach Unii, zharmonizowanych w sposób sprzyjający wymienności, powszechnej skuteczności, a w dalszej kolejności – budowaniu łączy jednojęzycznych;
- wyborów tekstów dla ww. języków, zawierających minimum po 50 mln słów, jako podstawy do tworzenia i prowadzenia słowników; w miarę możliwości równoległe wybory tekstów wielojęzycznych;
- zintegrowanego zestawu narzędzi do kodowania językoznawczego, analizy, przeglądania i wyszukiwania tekstów oraz kontroli jakości.

W przypadku **zasobów języka mówionego**, najważniejszymi celami będzie utworzenie:

- słowników wymowy, zawierających w postaci wzorcowej co najmniej 80% podstawowego słownictwa danego języka, wraz z ważnymi wariantami (dialektami);
- opatrzonych objaśnieniami wyborów spontanicznych tekstów mówionych co najmniej dla ww. języków; będą one przydatne do aktywizowania zastosowań ogólnych i do badań nad różnicami;
- zestawu zintegrowanych narzędzi do kontroli jakości baz danych języka mówionego.

W **dziedzinie terminologii**, projekty będą koncentrowały się na:

- podniesieniu standardu istniejących baz terminologicznych i przekształceniu ich w bazy wiedzy; opracowaniu modeli i metod, które ostatecznie doprowadzą do stworzenia standardowych i wymienialnych terminologii i narzędzi, w postaci pozwalającej na stosowanie ich przez urządzenia obliczeniowe;
- udoskonaleniu istniejących metod, procedur i narzędzi analizy i oceny jakościowej i ilościowej zasobów terminologicznych.

[6] Dalsze informacje dostępne są: w odniesieniu do PAROLE u Antonia Zampolliego (*parole@ym.cnuce.cnr.it*), w odniesieniu do POINTER – u Gerarda Budina (*a6111dag@ym.univie.ac.at*), w odniesieniu do SPEECHDAT – u Haralda Hoegego (*hh@habicht.zfe.siemens.de*).

[7] Opis celów zaczerpnięto z dokumentów, które rozpowszechniają Wspólnoty Europejskie.

Należy zauważyć, że od twórców wymagać się będzie udostępnienia wybranych wyników badań poza konsorcjum, zwłaszcza w przypadku narzędzi programowych i zbiorów danych, które mogą zainteresować szeroką rzeszę odbiorców. W umowach znajdzie się oświadczenie partnerów, że uzyskali oni odpowiednie licencje na prawa autorskie i prawa eksploatacji, pozwalające na rozpowszechnianie danych i narzędzi, które partnerzy ci wnoszą do projektów.

Stanowienie infrastruktury współpracy w zakresie gromadzenia, prowadzenia i rozpowszechniania zasobów językoznawczych w imieniu wspólnoty badawczej.

Realizowane przez LRE studium wykonalności RELATOR zmierza ku wyraźnie określonemu celowi zdefiniowania i zorganizowania europejskiej infrastruktury, która zapewniłaby rozpowszechnianie, prowadzenie i wykorzystywanie istniejących i przyszłych LR.

W wykonaniu wniosków studium, RELATOR i trzy projekty MLAP wspólnie powołały Europejskie Stowarzyszenie Zasobów Językowych (ELRA).

Stowarzyszenie jest otwarte dla wszelkich organizacji, publicznych lub prywatnych, które prowadzą prace w państwach Unii Europejskiej i Europejskiego Obszaru Gospodarczego i są zainteresowane LR, czy to jako twórcy, czy jako użytkownicy. Po dwóch latach prac, z udziałem wielu organizacji, przedsiębiorstw gospodarczych, instytucji i ciał akademickich, 23 lutego 1995 r. w Luksemburgu zarejestrowano Stowarzyszenie jako organizację wyższej użyteczności (*Association sans but lucratif*). Ponieważ nie istnieje jeszcze techniczna możliwość zarejestrowania organizacji „europejskiej", fakt rejestracji w Luksemburgu podkreśla wszecheuropejski charakter Stowarzyszenia.

Statut Stowarzyszenia podpisało 16 członków-założycieli, pochodzących ze wszystkich dziewięciu państw Unii Europejskiej. Niemal połowa z nich to organizacje gospodarcze, a reszta to ciała publiczne i akademickie, między którymi znalazły się najszacowniejsze instytucje językoznawczego świata Europy.

Stowarzyszenie będzie świadczyło usługi informacyjne na rzecz swych członków, wydając cykliczny biuletyn, który będzie informował o działalności w dziedzinie zasobów językowych w Europie i na świecie.

Stowarzyszenie będzie zawierało porozumienia z twórcami lub właścicielami LR, aby działać jako agent rozpowszechniający ich materiały. Zespół dystrybucyjny Stowarzyszenia będzie wprowadzał te zasoby na rynek europejski i światowy, pracując bezpośrednio lub przez agentów, zależnie od miejscowych warunków. Strukturę cen opracuje się, rzecz jasna, z myślą o takich użytkownikach zasobów, którzy prowadzą działalność w Europie. Stowarzyszenie będzie zabiegało o zawieranie porozumień o wymianie licencji z podobnymi ciałami na innych kontynentach, np. z Konsorcjum Danych Językoznawczych z USA, aby zdobyć maksymalny rynek dla zasobów pochodzenia europejskiego i wzbogacić gamę usług, które świadczy europejskim użytkownikom zasobów.

ELRA ustanowi strukturę, która dokonywać będzie atestacji rozpowszechnianych LR. Atestacja obejmie format, zakres przedmiotowy, informacje językoznawcze oraz zgodność z ustalonymi normami. W tym celu Stowarzyszenie nawiąże kontakty z zewnętrznymi ciałami, które zajmują się definiowaniem norm, a zwłaszcza z EAGLES i z odpowiednią komisją ISO.

Współpraca z innymi państwami

W Japonii także trwają obecnie dyskusje nad utworzeniem centralnej organizacji, która zajmowałaby się bazami danych z zakresu mowy i tekstu. Instytut EDR (Badań nad Słownikami Elektronicznymi) lada dzień zakończy tworzenie wielkich słowników jednojęzycznych, japońskiego i angielskiego, wraz z łączami dwujęzycznymi, pokaźnym „słownikiem pojęć" i towarzyszącymi wyborami tekstów.

W USA postanowiono powołać Konsorcjum Danych Językoznawczych (LDC); jego pierwsze działania finansowano z subwencji rządowej, lecz dalsze operacje są pokrywane ze składek członkowskich i wpływów z umów o gromadzeniu danych[8]. W ciągu pierwszych dwóch lat działalności wydano ponad 150 płyt CD-ROM z danymi do użytku publicznego. Oto kilka przykładów jego działalności:

- publikacja istniejących wyborów tekstów, uprzednio dostępnych jedynie kontrahentom umów rządowych;
- gromadzenie danych z zakresu mowy i tekstu w językach, którymi interesują się członkowie (angielski, mandaryński, japoński, hiszpański, francuski i in.);
- tworzenie wspólnych baz słownikowych języka amerykańskiego angielskiego i innych, z bezpłatnymi licencjami komercyjnymi dla członków;
- działalność w charakterze giełdy praw własności intelektualnej istniejących zasobów językoznawczych;
- prowadzenie działań na rzecz udostępnienia badaczom zasobów będących w posiadaniu rządu.

[8] Siedziba LDC w ftp to *ftp.cis.upenn.edu*; można tam znaleźć wiele informacji, poczynając od /pub/ldc i schodząc do niższych katalogów. Aktualna strona www to ftp:/ /*www.cis.upenn.edu*/pub/ldc__www/hpage.html.

Sądzimy, że potrzeba zapewnienia współpracy międzynarodowej w zakresie tworzenia i rozpowszechniania zasobów językoznawczych stanowi bezpośrednią konsekwencję infrastrukturalnej funkcji, przedkonkurencyjnego charakteru i wielojęzycznego wymiaru tychże zasobów. CEC odgrywa wiodącą rolę w sprawach koordynacji pośród państw i języków Unii Europejskiej. COCOSDA (w odniesieniu do języka mówionego) i LIRIC (w odniesieniu do NL) to oddolne inicjatywy międzynarodowej wspólnoty badawczo-rozwojowej, których celem jest zapewnienie koordynacji na skalę ogólnoświatową. W ramach EAGLES i RELATOR studiuje się obecnie możliwości określenia wspólnej strategii współpracy między głównymi agencjami finansującymi (CEC, NSF, ARA i MITI).

Oczekujemy, że projekt TELRI („transeuropejska infrastruktura zasobów językowych"), zainaugurowany niedawno w ramach projektu *Copernicus*, rozszerzy konsorcjum PAROLE na sieci krajowe państw Europy Środkowej i Wschodniej (CEEC). Mamy też nadzieję, że EAGLES obejmie swą działalnością badaczy państw Europy Środkowej i Wschodniej, wprowadzając ich do poszczególnych Grup Roboczych, i że w pracach nad wytycznymi EAGLES weźmie się pod uwagę potrzeby ich języków.

Do grupy roboczej ELSNET, która zajmuje się możliwościami wykorzystywania LR, wprowadzono już przedstawicieli CEEC. Tymczasowy zarząd ELRA studiuje możliwości przyjęcia instytucji z CEEC jako członków ELRA.

Kontakt z Autorem:
Dipartimento di Linguistica, Uniwersita degli Studi di Pisa
Via S. Maria 36, I-56100 Pisa
tel. (39) 50 56-04-81, faks (39) 50 58-90-55)

Rozumienie języka polskiego...

dokończenie ze str. 33

[9] Martinek J., Vetulani G., Vetulani Z.: A description of lexical konwledge for Polish within the Genelex Dictionnary Model, to be presented at the XXXth Colloquium of Linguistics, Gdańsk, 1995 (w druku w materiałach konferencyjnych).

[10] Vetulani Z.: PROLOG Implementation of an Access in Polish to a Data Base, w: Studia z Automatyki, XII, PWN, pp. 5–23, 1988

[11] Vetulani Z.: Linguistic problems in the theory of man-machine communication in natural language. A study of consultative question answering dialogues. Empirical approach. Brockmeyer, Bochum, 1989

[12] Vetulani Z.: Corpus of consultative dialogues. Experimentally collected source data for AI applications. Wyd. Nauk., UAM, Poznań, 1990

[13] Vetulani Z.: Lexical preanalysis in a DCG parser of POLISH, w: Klein E., Pouradier Duteil F., Wagner K.H. (eds.), Betriebslinguistik und Linguistikbetrieb. Akten des 24 Linguistischen Kolloquiums, Bremen 1989, (Linguistische Arbeiten 260/261), Max Niemeyer Verlag, Tübingen, S. 389–395, 1991

[14] Vetulani Z.: Some Aspects of Natural Language Processsing in the System EXPAERT, w: Feldbusch E., Pogarell R., Weiss C. (eds.), Neue Fragen der Linguistik. Akten des 25 Linguistischen Kolloquiums, Paderborn 1990, Band 2: Innovation und Anwendung (Linguistische Arbeiten 271), Max Niemeyer Verlag, Tübingen, S. 473–478, 1991

[15] Vetulani Z.: SWITCHes for making Prolog more Dynamic Programming Language, Logic Programming, The Newsletter of the Association for Logic Programming, Vol. 7/1, p. 10, February 1994.

Książki nadesłane Wydawnictwo HELION

Witold Zawadzki, Andrzej Kierzkowski: Norton Commander 5.0 PL w praktyce. Helion, Gliwice 1995 r., s. 214. ISBN 83-85701-85-0

Norton Commander jest jednym z najpopularniejszych programów dla komputerów IBM PC. Książka zawiera szczegółowe opisy wszystkich funkcji polskiej wersji Nortona Commandera 5.0 Zebrane w przejrzystej formie, popartej wieloma przykładami i rysunkami, umożliwiają dokładne ich poznanie i pełne wykorzystanie w praktyce. Książka jest przeznaczona dla szerokiego kręgu użytkowników komputerów osobistych, zarówno dla tych, którzy rozpoczynają naukę Commandera, jak i dla tych, którzy pragną głębiej poznać możliwości tego programu. Zawiera dokładną analizę każdej funkcji, a kolejność rozdziałów umożliwia ich wykonanie od najprostszych do najbardziej skomplikowanych. W książce umieszczone są rozdziały o reakcjach programu na sytuacje awaryjne oraz wykaz słabych stron pakietu programów Petera Nortona. **(t)**

SYSTEMY CZASU RZECZYWISTEGO

REDAGUJE ZESPÓŁ: dr inż. Zbigniew FRYŹLEWICZ (Politechnika Wrocławska), prof. dr hab. inż. Janusz GÓRSKI (Francusko-Polska Wyższa Szkoła Nowych Technik Informatyczno-Komunikacyjnych w Poznaniu), prof. dr hab. inż. Zbigniew HUZAR (Politechnika Wrocławska), dr inż. Krzysztof SACHA (Politechnika Warszawska), prof. dr hab. inż. Tomasz SZMUC (Akademia Górniczo-Hutnicza), dr inż. Kazimierz WORWA (Wojskowa Akademia Techniczna), mgr inż. Zdzisław ŻURAKOWSKI (Instytut Automatyki Systemów Energetycznych we Wrocławiu) – przewodniczący zespołu.

ROK III ● MARZEC ● 1996 ● 16

Każdy proces rozwoju oprogramowania obejmuje cztery rodzaje działań: określenie potrzeb, znalezienie rozwiązania, realizację i ocenę rezultatów. Działania te następują na ogół po sobie, tworząc kolejne etapy cyklu projektowego:

- analizę i specyfikację wymagań,
- projekt wstępny i szczegółowy,
- implementację (programowanie),
- integrację, weryfikację i ocenę.

Krótką charakterystykę poszczególnych etapów cyklu projektowego oraz opis najważniejszych problemów i metod ich rozwiązania można znaleźć w przeglądowym artykule [16], wymienionym w wykazie literatury poniższego artykułu. Obszerne omówienie różnych metod analizy i specyfikacji wymagań było przedmiotem cyklu artykułów [18,10,4,22] drukowanych w poprzednich numerach *Informatyki*.

Publikowany niżej artykuł otwiera cykl poświęcony przedstawieniu metod projektowania oprogramowania systemów czasu rzeczywistego.

Celem etapu projektu jest określenie sposobu realizacji wymagań użytkownika, zdefiniowanych w specyfikacji wymagań, w ramach dostępnej technologii implementacyjnej. Schemat postępowania polega na przypisaniu poszczególnych wymagań do odrębnych modułów programu (projekt wstępny), a następnie określeniu budowy i algorytmów działania wszystkich modułów (projekt szczegółowy). Strukturę oprogramowania określa się więc przez postępującą dekompozycję całości na coraz mniejsze moduły i jednostki programowe. Stosowane w tym celu metody powinny określić model dekompozycji oraz sposób jego wykorzystania. W obecnym stanie technologii oprogramowania dominującą rolę odgrywają w praktyce dwie grupy metod, oparte na różnych modelach dekompozycji: metody projektowania strukturalnego – oparte na modelu przepływu danych oraz metody projektowania obiektowego – oparte na modelu struktury i zależności obiektów występujących w dziedzinie zastosowania.

Istotny wpływ na postać projektu wywiera rodzaj środowiska implementacyjnego. Metody strukturalne są dobrze dopasowane do cech języków proceduralnych, w których podstawowymi jednostkami programowymi są podprogramy realizujące transformacje grafu przepływu danych. Metody obiektowe wychodzą poza tę strukturę i wymagają jednostek, które mogą zawierać w sobie podprogramy, dane i współbieżne procesy. Współbieżność akcji zanurzonych wewnątrz jednostki programowej wymaga środowiska implementacyjnego, w którym funkcje systemu operacyjnego są wbudowane do języka programowania. Wymagania te spełnia obecnie przede wszystkim język Ada, najściślej związany z zasadami projektowania obiektowego.

Nieodłącznym elementem każdego projektu jest weryfikacja poprawności rozwiązania względem wymagań. Narastające wymaganie gwarancji bezpieczeństwa powoduje stały wzrost zainteresowania projektantów i badaczy metodami formalnymi, które mogą udowodnić poprawność programu. Metody formalne nie osiągnęły jeszcze pełnej dojrzałości, jednak dzięki nieustającym pracom badawczym torują sobie powoli drogę do praktyki przemysłowej.

Zadaniem tego cyklu artykułów jest przedstawienie najważniejszych nurtów występujących w praktyce projektowania oprogramowania. W skład cyklu wejdzie pięć artykułów, w których zamierzamy przedstawić kolejno:

- przegląd metod i problemów projektowania
- metody projektowania strukturalnego
- metody projektowania obiektowego
- projektowanie oprogramowania w języku Ada
- formalne metody projektowania.

Metody projektowania oprogramowania

Projektowanie oprogramowania czasu rzeczywistego

Krzysztof M. Sacha
Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej
Politechnika Warszawska

Wymagania stawiane oprogramowaniu systemu czasu rzeczywistego obejmują zawsze dwa elementy: wymagania funkcjonalne, opisujące cele przetwarzania i wymagane funkcje oraz wymagania niefunkcjonalne, określające dokładność i terminowość uzyskania wyników.

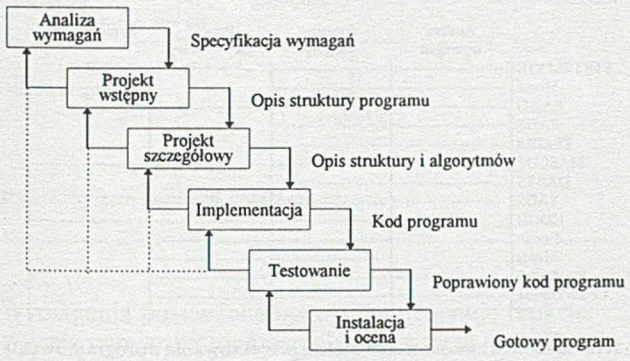
Celem projektu jest określenie takiej struktury programów, która zagwarantuje wykonanie wszystkich funkcji w zadanym czasie i z zadaną dokładnością. Różne metody projektowe określają różne modele budowy programu i zalecają różny sposób postępowania. W większości przypadków metody te koncentrują się na realizacji pierwszej części zadania, tzn. na zapewnieniu wykonania wymaganych funkcji. Druga połowa zadania – zapewnienie terminowości uzyskania wyników – jest realizowana i weryfikowana dopiero w końcowej fazie projektu, już po ustaleniu logicznej struktury programów. Ta faza prac, nazywana analizą projektu, ma pierwszorzędne znaczenie dla bezpieczeństwa i pewności działania każdego systemu czasu rzeczywistego.

Krótkie omówienie podstawowych metod projektowania oprogramowania, wraz z przykładami mini projektów, można znaleźć w [17]. Dokładniejszy opis wybranych metod projektowania będzie przedmiotem dalszych artykułów tego cyklu. Celem tego artykułu jest ogólne naszkicowanie dziedziny projektowania oprogramowania oraz przedstawienie problemu analizy projektu. Zagadnienie to jest wspólne dla wszystkich projektów oprogramowania systemów czasu rzeczywistego i niemal nie zależy od rodzaju wykorzystanej metody projektowej.

Pierwsza część artykułu przedstawia miejsce etapu projektu w różnych układach procesu rozwoju oprogramowania. W jego drugiej części zostanie podana ogólna klasyfikacja metod projektowania, wprowadzona ze względu na rodzaj modelu matematycznego leżącego u podstaw dekompozycji programu na moduły i jednostki programowe. Trzecia część przedstawi przykład zależności między wymaganiami niefunkcjonalnymi, dotyczącymi dokładności i terminowości obliczeń, podstawowe twierdzenie i praktyczne zalecenia dotyczące sposobu szeregowania gwarantującego terminowość wykonania zadań systemu.

Proces rozwoju oprogramowania

Tradycyjny proces rozwoju oprogramowania, nazywany procesem kaskadowym (ang. *waterfall model*), określa sekwencję następujących po sobie etapów, których wynikami są kolejne dokumenty projektowe (rys. 1). Pierwszy etap – analiza wymagań – ma na celu dokładne określenie wszystkich funkcji, które ma wykonywać projektowane oprogramowanie, oraz wszystkich wymagań niefunkcjonalnych, dotyczących przede wszystkim czasu uzyskania i dokładności wyników. W kolejnych etapach – projekcie wstępnym i szczegółowym – następuje określenie struktury całego oprogramowania, określenie algorytmów działania wszystkich składników oraz optymalizacja całości zgodnie z wybranym kryterium jakości, którym może być np. czas wykonania, zajętość pamięci lub przenośność i łatwość modyfikacji.



Rys. 1. Etapy opracowania oprogramowania i ich podstawowe wyniki

Zaletą takiego układu działań jest zorganizowana dyscyplina pracy, w której wszystkie późniejsze działania są podejmowane w dobrze określonym kontekście wymagań, oraz możliwość oceny postępu prac. Wadą jest skupienie najważniejszych decyzji strukturalnych na początku projektu, kiedy ani natura problemu, ani podstawowe algorytmy nie są jeszcze znane. W rezultacie początkowa struktura projektu musi być często korygowana w wyniku późniejszych ustaleń, czego rezultatem jest wzrost kosztu prac i nieprzejrzystość wielokrotnie zmienianej struktury programów.

Niedostatki procesu kaskadowego wywołują nawracające zainteresowanie inną organizacją prac nad rozwojem oprogramowania, określoną przez proces przyrostowy (ang. *incremental model*). Proces ten odwraca kolejność działań przewidzianą w procesie kaskadowym i odsuwa w czasie najważniejsze decyzje strukturalne. W początkowej fazie prace koncentrują się na najlepiej znanych fragmentach, a przechodzenie do dalszych fragmentów następuje po opracowaniu szczegółów i zdobyciu pewnych doświadczeń. Prowadzi to do innego podziału procesu projektowego, w którym zamiast sekwencyjnych etapów analizy, projektowania, implementacji i testowania całego oprogramowania występują przeplatające się czynności analizy, projektowania i implementacji fragmentów programu.

Zaletą takiego układu działań jest odsunięcie najważniejszych decyzji strukturalnych do czasu lepszego poznania problemu, naturalne wykorzystanie techniki makietowania fragmentów programu i dobre dopasowanie kolejności prac do sposobu myślenia człowieka. Wadą jest przede wszystkim trudność zarządzania przebiegiem projektu – doświadczenie pokazuje, że fragmenty zaprojektowane przed opracowaniem koncepcji całości często nie są z nią później zgodne i wymagają dużych zmian i modyfikacji. Problem ten jest ściśle związany z wrażliwością jednostek programowych na kontekst i jest pochodną ograniczonej możliwości łączenia jednostek.

Zakończenie implementacji umożliwia przejście do kolejnego etapu – weryfikacji zgodności oprogramowania ze specyfikacją wymagań. Podstawową techniką weryfikacji jest testowanie funkcji i wydajności programów. Wykrycie błędu pociąga za sobą konieczność cofnięcia procesu projektowego do miejsca, w którym ten błąd powstał.

Wadą takiego układu działań, wynikającą z cech zastosowanej techniki weryfikacji – testowania, jest konieczność opóźnienia weryfikacji aż do chwili zakończenia implementacji programów. Uniemożliwia to bieżące weryfikowanie błędnych decyzji projektowych i przyczynia się do znacznego wzrostu kosztów – poprawienie błędów projektu po zakończeniu implementacji jest zazwyczaj bardzo kosztowne, gdyż wymaga powtórzenia części projektu, programowania i testowania. Wadą testowania jest również niemożliwość udowodnienia poprawności programu.

Próbą przezwyciężenia tych niedostatków i zmiany zarówno techniki projektowania, jak i weryfikowania programów jest proces formalnego konstruowania programu (ang. *formal program construction*). Podejście to opiera się na spostrzeżeniu, że specyfikację wymagań i tekst programu można traktować jako równoważne opisy przetwarzania, zapisane w różnych językach. Jeżeli obydwa opisy są zapisane formalnie, oparte na aksjomatycznej semantyce, to konstrukcja programu sprowadzi się do przetłumaczenia opisu z języka specyfikacji na język programowania. Proces ten wykonuje się w wielu krokach, przez kolejne tłumaczenie opisu na języki pośrednie, coraz bliższe ostatecznemu językowi programowania. Formalizacja tej procedury umożliwia udowodnienie poprawności każdego kroku przekształcenia.

Mimo koncepcyjnej atrakcyjności, metody formalne mają wiele słabych stron. Po pierwsze, zapisana formalnie specyfikacja wymagań jest niezrozumiała dla użytkownika i trudna do oceny. Problem ten można złagodzić przez makietowanie specyfikacji. Po drugie, metody formalne mogą być efektywnie stosowane tylko w tych dziedzinach, w których istnieje naturalny model matematyczny, np. w konstrukcji kompilatorów lub baz danych. W dziedzinie systemów czasu rzeczywistego, w której brak takiego modelu, metody te nie są efektywne ze względu na trudność i koszt opracowania odpowiedniej teorii matematycznej. Po trzecie, dowody poprawności są trudne, a przy tym długie i przez to podatne na błędy.

Ocena różnych sposobów usytuowania projektu programu w całym procesie rozwoju oprogramowania nie jest w pełni jednoznaczna. W obecnym stanie inżynierii oprogramowania praktyczne znaczenie mają tylko procesy kaskadowy i przyrostowy. Proces kaskadowy dominuje w projektach dużych, realizowanych przez wieloosobowe zespoły i wymagających zdyscyplinowanego nadzoru. W mniejszych projektach prace przebiegają często w sposób mniej zdyscyplinowany, zgodnie z modelem przyrostowym.

Badania teoretyczne, dotyczące formalnych metod konstruowania oprogramowania, nie osiągnęły jeszcze stadium dojrzałości niezbędnego dla zastosowania ich na szerszą skalę. Powodzenie tych prac może jednak doprowadzić do radykalnego podniesienia jakości i ograniczenia kosztów rozwoju i konserwacji oprogramowania. W obecnym stanie technologii programowych metody formalne znajdują fragmentaryczne zastosowanie przy opracowywaniu wydzielonych fragmentów (lub pewnych aspektów) oprogramowania.

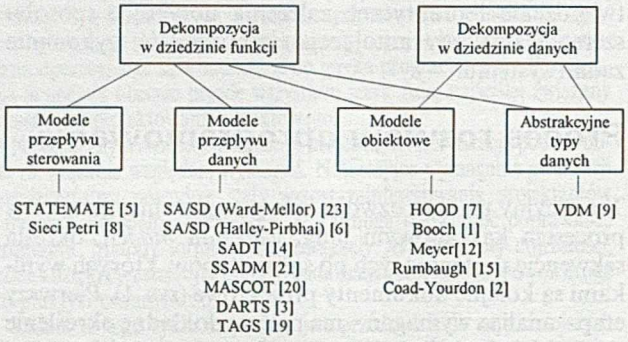
Klasyfikacja metod projektowania oprogramowania

Niezależnie od sposobu i miejsca usytuowania projektu w cyklu rozwoju oprogramowania, punktem wyjścia wszystkich prac projektowych jest specyfikacja wymagań określona w wyniku analizy rozwiązywanego problemu. Zależnie od rodzaju metod wykorzystanych podczas analizy wymagań, specyfikacja może być zapisana w różnej postaci. Na przykład [18]: tekstowej, grafu przepływu danych, schematu obiektowego, formalnego zapisu abstrakcyjnych typów danych lub modelu sieciowego, np. sieci Petriego lub zespołu sieci danych.

Wynikiem projektu jest zawsze definicja struktury oprogramowania, złożona z definicji podstawowych modułów programu oraz reguł ich współpracy. Rodzaj modułów i łączących je sprzęgów zależy od struktury środowiska implementacyjnego. W środowisku złożonym z wielozadaniowego systemu operacyjnego i języka proceduralnego podstawowymi modułami są jednostki akcji – współbieżne zadania, podzielone na sekwencyjnie wywoływane podprogramy. W środowisku złożonym z równoległego języka obiektowego, takiego jak Ada lub Modula, podstawowe moduły są inne. Pakiety (klasy) mogą zawierać w sobie dowolne jednostki akcji – podprogramy lub zadania – i jednostki danych[1)].

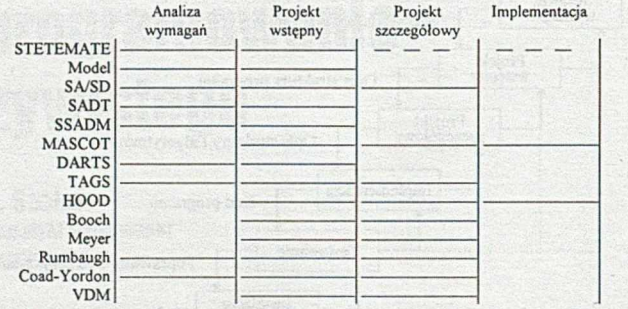
Celem projektu jest odwzorowanie wymagań w strukturę oprogramowania. Odwzorowanie to może być wykonane w sposób intuicyjny, lub zgodnie z jakąś mniej lub bardziej sformalizowaną metodą. Większość metod buduje strukturę oprogramowania przez przekształcenie struktury modelu wymagań, zachowując przy tym naturę podstawowych elementów obydwu struktur. W ten sposób model grafu przepływu danych, którego podstawowymi elementami są akcje (transformacje), przekształca się naturalnie w hierarchię wywołań podprogramów, z których każdy również opisuje pewną akcję. Natomiast model obiektowy, którego podstawowymi elementami są obiekty opisywane przez akcje i dane, przekształca się naturalnie w hierarchię pakietów (klas), z których każdy zawiera w sobie jednostki akcji i danych.

Specyfikacje wymagań zapisane w postaci tekstu, zespołu sieci działań lub formuł matematycznych nie określają żadnej struktury i dlatego mogą być przekształcone w dowolną strukturę programu. Z drugiej strony brak strukturalnego modelu wymagań nie ułatwia prowadzenia projektu i utrudnia weryfikację jego poprawności względem specyfikacji.



Rys. 2. Klasyfikacja metod projektowania systemów czasu rzeczywistego

Schematyczną klasyfikację metod projektowania oprogramowania względem stosowanej zasady dekompozycji programu na moduły pokazuje rys. 2, a zakres zastosowania poszczególnych metod w różnych etapach procesu rozwoju oprogramowania rys. 3. Jak można



Rys. 3. Zakres zastosowania metod projektowania oprogramowania

[1)] Język C++ jest, w kontekście rozważanych zagadnień, niedojrzałym językiem obiektowym ograniczonym do programów sekwencyjnych – semantyka współbieżności (np. powołania procesów potomnych przez metodę) jest nieokreślona. Struktura klas i obiektów wyodrębnionych podczas analizy jest w projekcie oprogramowania wtórna wobec struktury zadań narzuconych przez kompromis wymagań i specyfiki systemu operacyjnego.

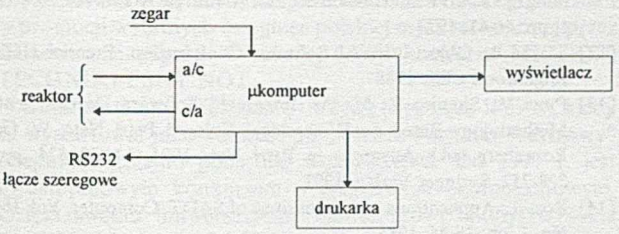
zauważyć z tych rysunków, dwoma grupami metod o podstawowym znaczeniu dla praktyki są metody strukturalne – oparte na modelu przepływu danych i metody obiektowe – oparte na modelu struktury obiektów.

Przykładami metod formalnych są na rys. 2: metoda VDM oraz metody oparte na teorii sieci Petriego. W dziedzinie systemów czasu rzeczywistego szczególne znaczenie mają metody korzystające z modelu kolorowanych sieci Petriego [13], stosowanego jako narzędzie weryfikacji i formalnego badania właściwości programów zaprojektowanych metodą SADT.

Analiza projektu

Modele dekompozycji, na których opierają się metody projektowania wymienione na rys. 2 i rys. 3, umożliwiają dokładne i jednoznaczne zdefiniowanie funkcji oprogramowania, przetwarzanych danych oraz zależności przyczynowo-skutkowych istniejących między funkcjami. Żaden z tych modeli nie umożliwia natomiast równie precyzyjnego wyrażenia zależności niefunkcjonalnych, w tym przede wszystkim wymagań czasowych. Sposób postępowania zalecany przez większość metod polega na określeniu struktury programu przez alokację funkcji zdefiniowanych w modelu wymagań do kolejno powoływanych modułów programu. W dziedzinie systemów czasu rzeczywistego nieodłącznym elementem procesu projektowego powinna być również analiza projektu, weryfikująca wymagania czasowe.

Rozważmy dla wprowadzenia przykład oprogramowania prostego systemu regulującego natężenie przepływu w dwóch rurociągach *A* i *B*, doprowadzających składniki reakcji do reaktora oraz stabilizującego temperaturę reakcji. System składa się z mikrokomputera wyposażonego wprzetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe, wyświetlacz lokalny, łącze szeregowe do komunikacji z komputerem nadrzędnym i drukarkę (rys. 4).



Rys. 4. System regulacji natężenia przepływu

Wymagania postawione systemowi obejmują funkcje:
- stały pomiar natężeń przepływu cieczy w rurociągach,
- regulację natężeń przepływu z dokładnością 5%,
- stały pomiar temperatury i wykrywanie przekroczeń powyżej zadanego poziomu,
- regulację temperatury z dokładnością 5%,
- wysłanie komunikatu alarmowego do komputera nadrzędnego nie później niż 100 ms po przekroczeniu temperatury,
- aktualizację wyświetlaczy wartości zmierzonych,
- rejestrację na drukarce wartości natężeń przepływu i temperatury co 30 s.

Warto zauważyć, że oryginalne sformułowanie wymagań zawiera niewiele ograniczeń czasowych, a podstawowe wymagania niefunkcjonalne dotyczą dokładności regulacji.

Analiza dynamiki reaktora prowadzi jednak do przeformułowania wymagań – warunkiem osiągnięcia wymaganej dokładności jest powtarzanie obliczenia algorytmu regulacji z zadaną częstotliwością. W przykładowym systemie regulacji warunek ten może brzmieć np. tak: wymaganą dokładność regulacji natężeń przepływu można uzyskać stosując algorytm PID, którego obliczenie musi być powtarzane co 40 ms, a osiągnięcie wymaganej dokładności regulacji temperatury wymaga zastosowania algorytmu MAC, którego obliczenie musi być powtarzane co 200 ms. Listę zadań systemu, ustaloną podczas projektu oprogramowania przedstawiono w tabeli.

Lista zadań systemu regulacji reaktora

i	Zadanie z_i	Okres cyklu c_i	Zdarzenie	Czas wykonania t_i
1	Pomiar i regulacja przepływów	≤ 40 ms		20 ms
2	Pomiar i regulacja temperatry	≤ 200 ms		25 ms
3	Aktualizacja wyświetlaczy	≤ 1 s		30 ms
4	Rejestracja pomiarów	≤ 30 s		100 ms
5	Wysłanie komunikatu alarmu		Przekroczenie ograniczeń	5 ms

Wszystkie zadania systemu można podzielić na dwie kategorie: zadania cykliczne (ang. *time driven*), wykonywane w regularnych odstępach czasu i zadania sporadyczne (ang. *event driven*), wykonywane po zaistnieniu określonego zdarzenia. Również ograniczenia czasowe narzucone na czas rozpoczęcia zadań można podzielić na dwie grupy:
- ostre, których przekroczenie powoduje nieakceptowalne straty,
- łagodne, których okazjonalne przekroczenie może być tolerowane.

W rozważanym przykładzie ostre ograniczenia czasowe dotyczą zadań pomiaru i regulacji – bo przekroczenie okresu powtarzania może spowodować utratę dokładności regulacji i zniekształcenie przebiegu reakcji – oraz zadania wysłania komunikatu alarmowego – bo przekroczenie czasu zwłoki może doprowadzić do spóźnionej interwencji komputera nadrzędnego i katastrofy.

Problem analizy projektu sprowadza się do określenia sposobu uszeregowania zadań, (tzn. ustalenia w jakiej kolejności mają być wykonywane poszczególne zadania) i wykazania, że wybrane uszeregowanie umożliwia terminowe wykonanie wszystkich zadań. Warto zauważyć, że oprogramowania przykładowego systemu regulacji nie można napisać w postaci cyklicznie powtarzanej sekwencji wywołań podprogramów, gdyż doprowadziłoby to do naruszenia wymaganego okresu powtarzania pomiarów.

Problem szeregowania zadań

Naszkicowany w przykładzie problem można sformułować matematycznie następująco:
Dany zbiór zadań $(z_1, z_2, \ldots, z_n)$
- Dla każdego zadania z_i są określone:
  - czas wykonania t_i
  - termin zakończenia d_i

- Znaleźć dopuszczalne uszeregowanie $(z_{j1}, z_{j2}, \ldots, z_{jn})$, przy którym żadne zadanie nie przekroczy swojego terminu zakończenia

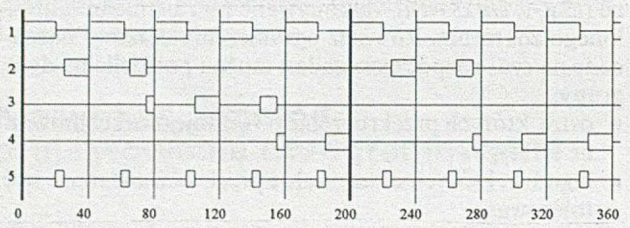
Przyjmując, że wszystkie zadania są cykliczne, a termin zakończenia zadań jest równy okresowi cyklu ($d_i = c_i$), rozwiązanie tego problemu można przedstawić w postaci następującego twierdzenia:

Twierdzenie [11]

Jeżeli spełnione są warunki:
1. Łączne obciążenie procesora $\sum_{i=1}^{n} (t_i/c_i) \leqslant n(2^{1/n} - 1)$.
2. Uszeregowanie jest monotoniczne względem okresów c_i, tzn. zadanie o krótszym okresie c_i jest wykonywane przed zadaniem o okresie dłuższym.

To wszystkie zadania zostaną wykonane w terminie.

Wyrażenie po prawej stronie nierówności (1) dąży w granicy, przy $n \to \infty$, do wartości 0,693. Prowadzi to do wniosku, że w systemie, którego obciążenie nie przekracza 70%, a algorytm szeregowania zadań jest monotoniczny względem okresów c_i, wszystkie zadania mogą być wykonane w terminie. Większość systemów operacyjnych szereguje zadania zgodnie z kolejnością określoną przez priorytety zadań. Drugi wniosek, jaki można wyciągnąć z tego twierdzenia dotyczy sposobu ustalania priorytetów: zadania o krótszym okresie powtarzania powinny mieć przydzielane wyższe priorytety. Monotoniczne uszeregowanie zadań w przykładowym systemie regulacji przedstawia rys. 5.



Rys. 5. Uszeregowanie zadań przykładowego systemu regulacji

Zalecenia praktyczne

Problem szeregowania zadań, istotny w każdym dużym projekcie programowym, rzadko występuje w postaci opisanej w poprzednim punkcie. Odstępstwa od założeń twierdzenia dotyczą dwóch punktów: nie wszystkie zadania są cykliczne, a czas wykonania zadań nie jest stały i zależy od wartości danych. W takim wypadku przyjmuje się na ogół pewne założenia upraszczające.

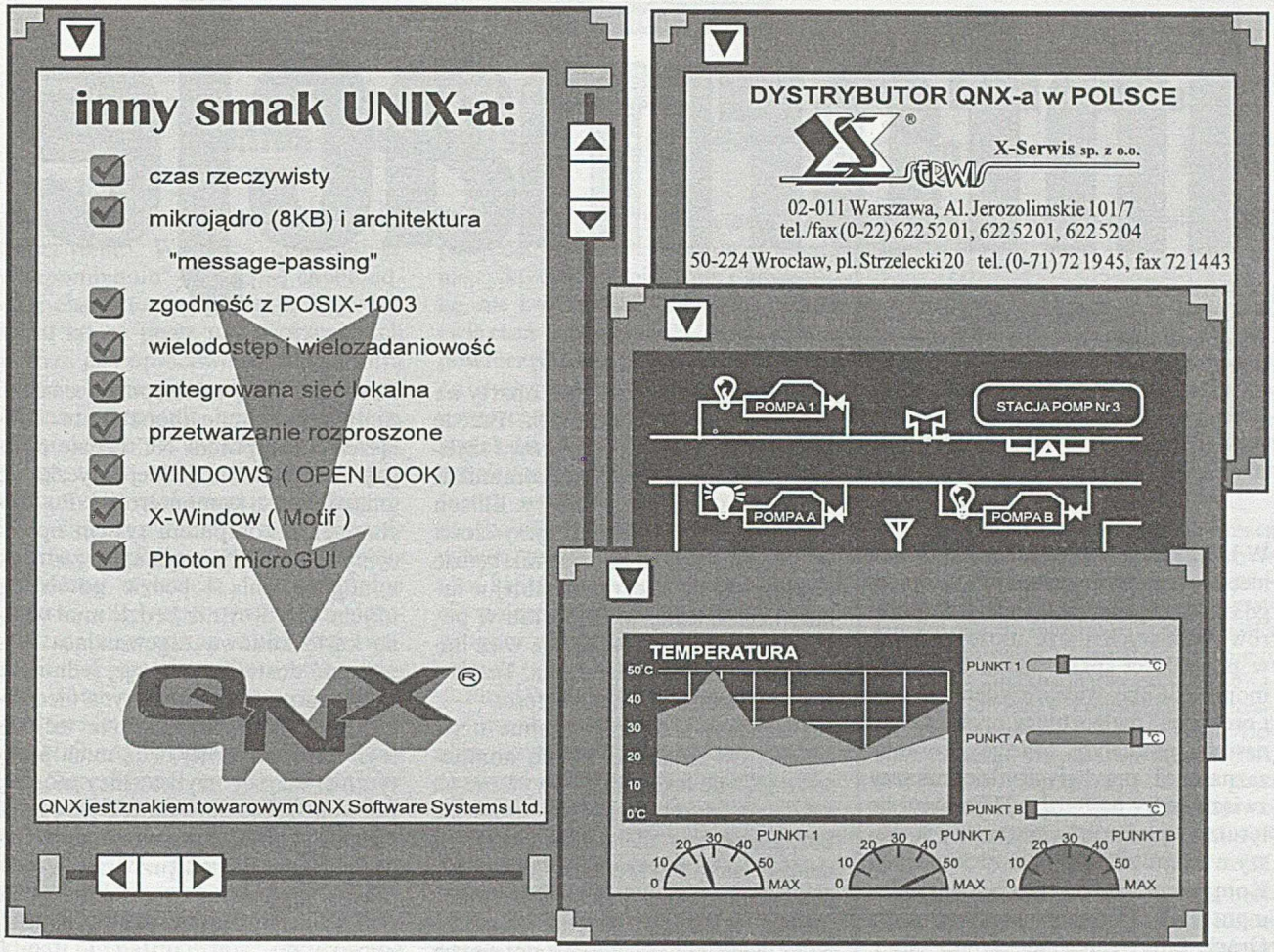
1. Dla zadań sporadycznych należy oszacować minimalny okres c_i powtarzania zdarzenia, którego wystąpienie powoduje wykonanie zadania. W ten sposób zadania sporadyczne zostają sprowadzone do zadań cyklicznych.
2. Dla każdego zadania cyklicznego z_i należy określić trzy parametry:
   - średni czas wykonania t_{is},
   - maksymalny czas wykonania t_{im},
   - okres cyklu c_i.

   Przy ustalaniu priorytetów zadań należy przyjąć, że priorytet zadań o ostrych ograniczeniach czasowych jest wyższy od priorytetu zadań o ograniczeniach łagodnych. Korzystając z wyznaczonych parametrów należy wykazać, że:
   - istnieje uszeregowanie wszystkich zadań, spełniające ograniczenia czasowe dla średnich czasów wykonania t_{is},
   - istnieje uszeregowanie zadań o ostrych ograniczeniach czasowych, dla maksymalnych czasów wykonania t_{im}.

Taki sposób postępowania odpowiada analizie najgorszego przypadku dla zadań o ostrych ograniczeniach czasowych – największa możliwa częstotliwość wykonania zadań sporadycznych i najdłuższy czas wykonania zadań – oraz analizie przypadku przeciętnego dla pozostałych zadań. Używając innej terminologii można powiedzieć, że w razie przeciążenia (np. po awarii instalacji sterowanej) tak zaprojektowany system będzie łagodnie redukował swoje działanie (ang. *graceful degradation*), wykonując wszystkie zadania najpilniejsze i stopniowo zaniedbując mniej istotne.

LITERATURA

[1] Booch G.: Object-oriented Development. IEEE Trans. Software Eng., Vol. SE-12, No. 2, pp. 211-221, 1986
[2] Coad P., Yourdon E.: Object-oriented Design. Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1991
[3] Gomaa: A Software Design Method for Real-Time Systems. Commun. ACM, Vol. 27, No. 9, pp. 938-949, 1984
[4] Hamuda G.: Analiza obiektowa. Informatyka, nr 1, s. 25, 1996
[5] Harel D. i in.: STATEMATE: A Working Environment for the Development of Complex Reactive Systems. IEEE Trans. Software Eng., Vol. 16, No. 4, pp. 403-413, 1990
[6] Hatley J., Pirbhai I. A.: Strategies for Real-Time System Specification. Dorset House, 1987
[7] HOOD Working Group, HOOD Reference Manual. Issue 3.0, European Space Agency, Noordwijk, The Netherlands, 1989
[8] Jensen K.: Coloured Petri Nets: A High Level Language for System Design and Analysis; W: G. Rozenberg (ed.): Advances in Petri Nets 1990, LNCS 483, pp. 342-416, Springer Verlag, 1991
[9] Jones B.: Software Development: A Rigorous Approach. Prentice-Hall International, 1980
[10] Kwiatkowski J., Misiak D., Szejko S.: Podejście strukturalne do analizy i projektowania systemów z uwzględnieniem rozszerzeń dla systemów czasu rzeczywistego. Informatyka, nr 11, s. 22 (Cz. 1), Informatyka, nr 12, s. 17 (Cz. 2), 1995
[11] Liu C. L., Layland J. W.: Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard Real-Time Environment. Journal ACM, Vol. 20, No. 1, pp. 46-61, 1973
[12] Meyer B.: Object-oriented Software Construction. Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1988
[13] Pinci V., Shapiro R. M.: An Integrated Software Development Methodology Based on Hierarchical Colored Petri Nets; W: G. Rozenberg (ed.): Advances in Petri Nets 1991, LNCS 524, pp. 228-252, Springer Verlag, 1991
[14] Ross T.: Applications and Extensions of SADT. Computer, Vol. 18, No. 1, pp. 25-34, 1985
[15] Rumbaugh J., Blaha M., Premerlani W., Eddy S., Lorensen W.: Object-oriented Modeling and Design. Prentice Hall, Englewood-Cliffs 1991
[16] Sacha K.: Projektowanie oprogramowania systemów wbudowanych. Informatyka, nr 7, s. 8-15, 1993
[17] Sacha K.: Problemy jakości w projektowaniu oprogramowania systemów wbudowanych. Informatyka, nr 9, s. 2-11, 1995
[18] Sacha K.: Analiza i specyfikacja wymagań, Informatyka, nr 10, s. 18-24, 1995.
[19] Sievert E., Mizell T. A.: Specification-based Software Engineering with TAGS. Computer, Vol. 18, No. 4, pp. 56-65, 1985
[20] Simpson H.: The Mascot Method. Software Eng. Journal, Vol. 1, No. 3, pp. 103-120, 1986
[21] Skidmore S., Farmer R., Mills G.: SSADM Version 4. Models and Methods. NCC Blackwell Ltd., 1992
[22] Szmuc T., Szwed P.: Strukturalno-graficzny język opisu i projektowania aplikacji czasu rzeczywistego. Informatyka, nr 2, 1996
[23] Ward T., Mellor S. J.: Structured Development for Real-Time System Systems. Prentice-Hall, Englewood-Cliffs, 1985.



0/7/96

Konkurs MISTRZ TECHNIKI 1995-1996

Przed Państwem wspaniała okazja do zareklamowania osiągnięć i wyrobów swojej firmy a jednocześnie aktywnego udziału w promocji wybitnych osiągnięć polskiej myśli technicznej przez ufundowanie nagród w obecnej edycji konkursu MISTRZA TECHNIKI FSNT NOT.

Konkurs ten ma wieloletnią tradycję (sięgającą 1959 r.), kiedy to wystartował jako konkurs pn. „Mistrz Techniki Warszawy" obejmując kolejno pozostałe województwa. Od 1977 r. jest dwustopniowym konkursem o charakterze ogólnokrajowym. Dzięki swemu uniwersalnemu charakterowi zdobył wysokie uznanie wielu środowisk naukowo-technicznych i stanowił promocję I i II stopnia do nagród państwowych dla wielu nagrodzonych prac. Począwszy od 1990 r. jest organizowany w cyklu dwuletnim. Rozstrzygnięcie tegorocznego konkursu MISTRZ TECHNIKI 1995–1996 i wręczenie nagród nastąpi w grudniu br.

Zasięg konkursu oraz uroczyste jego zakończenie, odpowiednio nagłośnione przez środki masowego przekazu, stanowić będą reklamę dla sponsorów, jako współorganizatorów konkursu.

Zapraszamy wszystkich do poszerzenia grona sponsorów tego konkursu, a zachętą dodatkową jest możliwość odliczenia od podatku wartości darowizn pieniężnych i rzeczowych na cele konkursowe. Zainteresowanych sponsorowaniem konkursu prosimy o kontakt telefoniczny: 27-78-88 Dział Prezydialny Biura FSNT NOT lub osobisty pok. 201 – Warszawski Dom Technika, ul. Czackiego 3/5.

Główna Komisja FSNT NOT
ds. Nagród i Konkursów

Warsztaty pn.
Problemy wiarygodności i bezpieczeństwa systemów informatycznych

(EDCC-2 Companion Workshop) odbędą się na terenie Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Warsztaty towarzyszą posiedzeniu Komitetu Programowego Konferencji „Second European Dependable Computing – EDCC-2" odbywającego się w dniach 12–13 maja br. na Politechnice Śląskiej. Poprzedzają one konferencję zapowiadaną na październik br. w Taorminie (Włochy). Celem warsztatów jest zaproszenie wybitnych naukowców z kraju i zagranicy do wygłoszenia wykładów, których zestaw tematyczny stanowi krótki kurs na temat problemów związanych z wiarygodnymi systemami informatycznymi. Planowane jest także zorganizowanie dyskusji panelowej na temat: „Wiarygodność – pożądana czy też nieodłączna cecha współczesnych systemów informatycznych".

Innym ważnym efektem warsztatów będzie nawiązanie współpracy i koordynacja prac na polskich uczelniach oraz zintegrowanie wokół tej problematyki polskiego środowiska reprezentującego uczelnie, ośrodki naukowe, przemysł i stowarzyszenia.

Istnieje możliwość założenia polskiego stowarzyszenia do spraw wiarygodności i bezpieczeństwa systemów informatycznych.

Adres organizatorów:
EDCC-2 Companion Workshop
dr inż. Andrzej Hławiczka
Instytut Elektroniki Politechniki Śląskiej
44-100 Gliwice, ul. Akademicka 16
tel. +48 32-37-17-20, faks: +48 32-37-22-25
e-mail:hlawicz@boss.iele.polsl.gliwice.pl

informacje

Komputer sieciowy

W lutym Oracle przedstawił w Polsce ideę nowego typu komputera, mającego zrewolucjonizować świat komputerów osobistych i być może zastąpić w przyszłości sprzęt klasy PC. Raymond J. Lane wiceprezydent Oracle i prezydent nadzorujący operacje biznesowe na całym świecie osobiście zaznajomił przybyłych dziennikarzy związanych z najbardziej liczącymi się tytułami prasy informatycznej w naszym kraju ze szczegółami koncepcji Komputera Sieciowego (Network Computer – NC) opracowanej przez szefa Oracle Larry Ellisona.

Według Larry Ellisona, komputery klasy PC powoli stają się zbyt drogie i skomplikowane, aby móc spełniać wymagania rosnącej liczby użytkowników. Mimo wieloletnich inwestycji w rozbudowę tej architektury, stała się ona obecnie nieefektywna i dalsze próby jej rozwijania będą przynosiły coraz mniejsze zyski coraz większym kosztem. Dotyczy to zarówno sprzętu jak i oprogramowania. W związku z tym posiadanie i obsługa komputera klasy PC wiąże się z dużymi kosztami – od 5 do 8 tysięcy USD rocznie.

Komputer klasy NC jest oparty na zupełnie innych założeniach. Przede wszystkim bazuje na wyjątkowo szybkim rozwoju technik telekomunikacyjnych i sieciowych. Larry Ellison zakłada, że w niedługiej przyszłości praktycznie każdy użytkownik będzie podłączony do sieci np. lokalnej w firmie, telefonicznej w domu lub w podróży. Komputer NC będzie więc immanentnym elementem sieci, bez niej nie będzie miał żadnej wartości.

Programy i dane potrzebne użytkownikowi działającemu na komputerze NC nie będą przechowywane na lokalnym dysku twardym, a za ich bezpieczeństwo nie będzie odpowiedzialny sam użytkownik. Wszystkie niezbędne dane i programy, oprócz małego, lokalnego systemu operacyjnego, będą rezydowały na potężnych serwerach sieciowych. Nowe wersje oprogramowania będą udostępniane automatycznie w ramach serwerów sieciowych, natomiast użytkownik nie będzie musiał dokonywać żadnych zmian konfiguracji sprzętowej i programowej posiadanego komputera NC.

Larry Ellison przewiduje, że instalowanie komputera sieciowego oraz korzystanie z programów i zasobów będą przebiegać podobnie jak dzieje się to w przypadku telewizji kablowej. Powstaną firmy udostępniające usługi za opłatą w formie abonamentu. Podłączenie komputera NC będzie polegało na włożeniu jednej wtyczki do gniazdka sieci komputerowej. Po uruchomieniu komputera system operacyjny nie będzie wymagał żadnego konfigurowania i będzie gotów do użycia. Użytkownik będzie miał własną kartę kodową zapewniającą prywatność dostępu do swojej jednostki.

Komputer NC to maszyna niedalekiej przyszłości. Dostęp do tej technologii informatycznej będą mieli praktycznie wszyscy użytkownicy mogący pozwolić sobie na wydatek rzędu 500 USD. Tyle właśnie kosztuje prototyp, który Larry Ellison przedstawił podczas konferencji nt. komputera NC pod koniec lutego br. **(JS)**

Rok finansowy Informix-a

Bardzo dobre wyniki finansowe za 1995 r. odnotował Informix; przychody wzrosły o 51% w porównaniu z 1994 r., a przychód netto na akcję o 55%. Firma zyskała licznych dużych klientów w bankowości, ubezpieczeniach, telekomunikacji, a także w armii amerykańskiej. W Polsce najwięksi klienci Informixa w 1995 r. to Wielkopolski Bank Kredytowy, komputeryzacja systemu celnego oraz rozbudowa systemu obsługującego zbieranie wyników głosowania w wyborach prezydenckich.

Trinicom 5000 - system wideokonferencyjny

Sony wprowadza na światowe rynki nowy system, o nazwie Trinicom 5000, służący do odbywania zbiorowych wideokonferencji. Oferuje on użytkownikom możliwość dokonywania tanich, obsługiwanych standardowymi procedurami, połączeń wideokonferencyjnych między wieloma użytkownikami w sieci. Rosnąca dostępność łączy ISDN przyczynia się do wzrostu popularności tego komunikacyjnego rozwiązania. Trinicom 5000 jest pierwszym systemem umożliwiającym organizację wideokonferencji grupowych i jest rozbudowany o możliwość nawiązywania połączeń wielopunktowych (ang. *multipoint connection capabillity*). System zawiera wiele wejść dla peryferiów komputerowych, graficznych i osprzętu wideo. **(k)**

VIDEO ENGLISH

Genius - zapomnieć o zapominaniu

Hasło reklamowe poznańskiej firmy SuperMemo World – „Zapomnieć o zapominaniu" – najlepiej chyba oddaje charakter programów, które od kilku lat są przez nią tworzone. Ich jądrem jest opracowana przez Piotra Woźniaka metoda uczenia się; SuperMemo przepytuje nas z materiału, ocenia czego nie zapamiętaliśmy i zapisuje to w swojej pamięci. A gdy siadamy do nauki ponownie, na pewno zada nam pytanie, na które uprzednio nie potrafiliśmy odpowiedzieć. SuperMemo wyznacza też optymalne przerwy między powtórzeniami materiału, narzuca tempo nauki. Przy tworzeniu tej metody wykorzystano wiedzę, również biologiczną, na temat możliwości uczenia się ludzkiego umysłu. Najbardziej popularne zastosowanie SuperMemo to nauka języków obcych, ale metodę można wykorzystać do opanowywania dowolnej dziedziny wiedzy. Firma ma w swojej ofercie m.in. bazy do nauki ortografii, biologii i wiele innych, ciągle też doskonali i uatrakcyjnia opracowaną przez siebie metodę nauczania.

Najnowszym produktem SuperMemo World jest Genius – hipermedialny system do tworzenia prezentacji i pokazów. Autorom udało się w nim połączyć multimedia z używanym w Internecie przede wszystkim do tworzenia WWW, hypertekstem. Obecnie poznańska firma jako pierwszy produkt z wykorzystaniem Geniusa oferuje CD-ROM z programem „Video English". W SuperMemo na ekranie były wyświetlane pytania i odpowiedzi, natomiast Genius pozwala nie tylko ćwiczyć pisownię i gramatykę, ale i wysłuchać dialogu, obejrzeć związaną z nim scenkę, a następnie powtórzyć dany fragment, nagrać się na dysku i skonfrontować wymowę z wzorcem. Dzięki wykorzystaniu hypertekstu informacje, po które możemy sięgnąć w czasie nauki, podzielone są na rozdziały i tematy. Ambitni użytkownicy Geniusa mogą tworzyć własną prezentację w języku skryptów, który zawiera zaledwie kilkanaście poleceń. Można też wykorzystać programy napisane w klasycznych językach programowania.

Piotr Woźniak, główny autor metody uważa, że angielski jest uniwersalnym językiem, którym powinien posługiwać się każdy inteligentny człowiek. Wszystkie swoje publiczne wystąpienia wygłasza w tym języku. Wprawdzie Genius zawiera opcję automatycznego tłumaczenia pojawiających się na ekranie napisów z angielskiego na polski, wprawdzie do programu dołączone są – oprócz dobrze opracowanej instrukcji opisującej sposób instalacji programu – książeczki z dialogami po polsku i angielsku, ale zauroczenie twórcy metody językiem angielskim sprawiło, że nie jest to raczej program dla początkujących. Z całą jednak pewnością ci, którzy sięgną po Geniusa i poradzą sobie z pierwszymi trudnościami – staną się jego fanami.

Krystyna Karwicka

HP Distributed Smalltalk

Firma Hewlett-Packard zaprezentowała program HP Distributed Smalltalk 5.0 oparty na nowym standardzie OMG-COBRA 2.0 (*Object Management Group-Common Object Request Broker Architecture*). Standard COBRA 2.0 umożliwia użytkownikom tworzenie aplikacji rozproszonych przy wykorzystaniu różnych języków programowania i platform sprzętowych. Standard ten obejmuje obowiązkowy protokół Internet Inter-ORP Protocol (IIOP), umożliwiający poszczególnym obiektom i programom współpracę poprzez sieć z innymi aplikacjami zgodnymi ze standardem OMG COBRA 2.0.

HP Distributed Smalltalk 5.0, dzięki zgodności ze standardem COBRA 2.0, zwiększa możliwość wielokrotnego wykorzystania aplikacji i eliminuje konieczność pisania przez twórców programów użytkowych własnych modułów do przekazywania danych w sieci. Program wyposażono w dwie nowe funkcje niezbędne do tworzenia aplikacji rozproszonych wykorzystujących wspólne obiekty: Transaction COBRAservice pozwala na pisanie złożonych programów zorientowanych transakcyjnie bez konieczności tworzenia samych usług transakcyjnych; Concurrency Control COBRAservice pozwala skoordynować dostęp wielu obiektów klientowych do wspólnych zasobów. Obie nowe funkcje są wykorzystywane m.in. w bankowości. Jednocześnie z programem HP Distributed Smalltalk 5.0 HP zaprezentowała generator kodu IDL (*Interface Definition Language* – język definiowania obiektów), który ułatwia programistom tworzenie interfejsów obiektowych. **(k)**

IV Krajowa Konferencja EDI

odbędzie w Arturówku koło Łodzi **w dniach 3–5 czerwca br.**

EDI – Elektroniczna Wymiana Danych (*Electronic Data Interchange*) polega na przesyłaniu komunikatów elektronicznych, stanowiących zdematerializowane odpowiedniki tradycyjnych dokumentów papierowych, pomiędzy systemami komputerowymi partnerów gospodarczych przy wykorzystaniu sieci telekomunikacyjnych.

Trzy dotychczasowe edycje konferencji zaowocowały wzbogaceniem i popularyzacją wiedzy na temat elektronicznej wymiany danych. Doroczne spotkania zapoczątkowały proces integrowania środowiska zainteresowanego tą tematyką. Pomimo, że obrady koncentrują się na zastosowaniach krajowych, w konferencjach uczestniczą także eksperci z Austrii, Belgii, Holandii, Francji, Niemiec, Szwajcarii, USA, Włoch i Wielkiej Brytanii. Udział gości zagranicznych umożliwia znaczne rozszerzenie płaszczyzny dyskusji oraz poznanie praktycznych doświadczeń innych krajów.

Obszar zainteresowań konferencji obejmuje problemy związane z przygotowaniem, wprowadzeniem i wykorzystaniem systemów EDI, widziane w trzech komplementarnych perspektywach:

EDI w firmie: analiza potrzeb firmy w zakresie EDI, projektowanie, wdrażanie, eksploatacja efektywność zastosowań;

EDI w Polsce: stan i rozwój sieci telekomunikacyjnych, aspekty prawne EDI, praktyczne doświadczenia wdrożeniowe;

EDI w świecie: wybrane doświadczenia zagraniczne oraz wnioski, które z nich płyną dla polskich użytkowników.

Konferencja ma charakter szkoleniowy i jest adresowana do wszystkich obecnych i przyszłych twórców oraz użytkowników systemów EDI reprezentujących różnorodne dziedziny zastosowań. Będzie jej towarzyszyć wystawa prezentująca ofertę firm komputerowych specjalizujących się w różnego rodzaju produktach i usługach związanych z EDI.

Szczegółowych informacji udzielają:

Marian Niedźwiedziński
ul. Bolesława Szczodrego 22 m. 6
92-414 Łódź
tel.-faks: 0-42 70-72-86

Eugeniusz Danikiewicz – „EDIPOL"
ul. Królewska 27, 00-060 Warszawa
tel. 0-22 26-60-65, 26-62-96
faks: 0-22 27-68-10

Komputerowe wspomaganie badań naukowych

Wrocławskie Towarzystwo Naukowe zorganizowało pod auspicjami KBN i Politechniki Wrocławskiej (grudzień 1995 r.) II krajową konferencję „Komputerowe wspomaganie badań naukowych". Podstawowym celem konferencji jest integracja środowiska naukowego w Polsce wokół problematyki komputerowego wspomagania badań, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystywania zasobów krajowych Centrów Sieciowo-Komputerowych. Na konferencji dokonano przeglądu osiągnięć naukowych, uzyskanych z wykorzystaniem metod badawczych wspomaganych komputerowo, z zakresu nauk humanistycznych, ekonomicznych, medycznych, biologicznych, matematyczno-fizycznych, chemicznych, technicznych i innych. Konferencja przyczyniła się do przepływu informacji dotyczących wykorzystywania aplikacyjnego, służącego komputerowemu wspomaganiu badań naukowych w różnych ośrodkach naukowych i umożliwiającego podejmowanie nowych badań, również interdyscyplinarnych. Konferencja była połączona z uroczystym otwarciem Wrocławskiego Centrum Sieciowo-Komputerowego i 50 Jubileuszem Nauki Polskiej we Wrocławiu. (k)

Metoda MRP II w przemyśle

W dniach 1–2 kwietnia 1996 r. w Centrum Kongresowym EXBUD w Kielcach odbędzie się dwudniowa konferencja nt. wdrażania informatyki w przemyśle – ze szczególnym uwzględnieniem metody MRP II (*Manufacturing Resource Planning* – Planowanie zasobów produkcyjnych). Jest to rozwinięcie metody MRP (*Material Requirement Planing* – Planowanie zaopatrzenia materiałowego), uznanej za kluczowy element nowoczesnej organizacji produkcji. Stosowanie MRP – zarządzanie procesami przemysłowymi – przynosi znaczne oszczędności. Celem konferencji jest omówienie i zaproponowanie rozwiązań organizacyjnych warunkujących szybkie wdrożenie metody w przedsiębiorstwie. Udział w konferencji zgłosiło ok. 200 przedstawicieli dużych zakładów przemysłowych. Przewidziano też prezentacje i ekspozycje firm informatycznych, oferujących rozwiązania dla przemysłu. Patronat nad konferencją objęło Ministerstwo Przemysłu, organizatorami są: Centrum Promocji Informatyki, PTI oraz Nowe Życie Gospodarcze – KLUB 500. (k)

Warsztaty naukowe w Poznaniu

17 kwietnia br. w czasie Targów Infosystem '96, w Poznaniu odbędą się warsztaty naukowe nt. „Wdrażanie zintegrowanych systemów informatycznych – modelowanie przedsiębiorstwa". Ich organizatorami są: Akademia Ekonomiczna z Poznania, Instytut Informatyki Ekonomicznej (Iwi) z Uniwersytetem Kraju Saary z Saarbrucken, Biuro Informacji Technicznej MPT oraz firma Softlan SA. Uczestnicy warsztatów zostaną zapoznani z koncepcją ARIS (Architektura Zintegrowanych Systemów Informatycznych), która powstała w Instytucie Informatyki Gospodarczej na Uniwersytecie Kraju Saary. Koncepcja ta bazuje na ujęciu całokształtu działalności przedsiębiorstwa z czterech powiązanych ze sobą perspektyw: organizacji, danych, funkcji i sterowania. ARIS przedstawi jego współtwórca, prof. Scheer z Instytutu Informatyki Gospodarczej na Uniwersytecie Kraju Saary. (k)

Polskie banki w sieci S.W.I.F.T.

Dwa polskie banki: Bank Energetyki S.A. i Bank Współpracy Regionalnej S.A. – Kraków – zostały podłączone do międzynarodowej sieci S.W.I.F.T (*Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication* – Światowe Stowarzyszenie Finansowej Telekomunikacji Międzybankowej) za pomocą oprogramowania SWIFTAlliance pracującego na komputerach AlphaServer firmy Digital Equipment Corp. Dedykowana sieć S.W.I.F.T łączy ze sobą ponad 5 tys. instytucji w 130 krajach, zapewniając nieprzerwaną, szybką, bezpieczną i niedrogą łączność między instytucjami finansowymi. SWIFTAlliance jest nową rodziną produktów Digitala; może być integrowany z różnymi aplikacjami, współpracować z wieloma systemami sieciowymi i na wielu platformach sprzętowych. (k)

Serwery HP małej mocy

Firma Hewlett-Packard zaprezentowała nowe serwery małej mocy, należące do dobrze znanej rodziny HP 9000. Wyposażone są one w wiele możliwości funkcjonalnych, które spotka się w znacznie większych systemach. Należą do nich m.in.: zabezpieczenie przed błędem jednostki centralnej przy automatycznym restarcie systemu i dekonfiguracji; automatyczna dealokacja stron pamięci w celu zapobieżenia uszkodzeniu przechowywanych w pamięci danych, możliwość wymiany wewnętrznych dysków w czasie pracy serwera (hotplug). Serwery klasy D są wyposażone w opracowane przez HP procesory Precision Architecture 7100LC i 7200, zoptymalizowane dla systemów klasy podstawowej. Zastosowano w nich zaprojektowaną przez HP nowoczesną szynę pamięci o szybkości 960 MB/sek. Serwery klasy D mogą obsługiwać ponad 768 MB pamięci głównej, 5 TB pamięci dyskowej, 12-kierunkowe sploty pamięci, 8 gniazd rozszerzeń. Łączna szerokość pasma wejścia-wyjścia wynosi dla nich 320 MP na sekundę. Interesujący jest stosunek ceny do możliwości nowych serwerów: 192USD/tmpC. Sprawia to, że są one poważną konkurencją dla wszystkich innych RISC-owych i UNIX-owych serwerów klasy podstawowej z procesorami RISC, a także serwerów PC NT dużej mocy. (k)

Deep Blue przegrywa z Kasparowem

W pasjonującym cały szachowy świat odbywającym się w lutym w Filadelfii pojedynku arcymistrza Garry Kasparowa z komputerem IBM sterowanym programem Deep Blue, wygrał człowiek. Zespół inżynierów IBM już od 1988 r. pracuje nad budową komputera do gry w szachy. Wiąże się to z badaniami nad sztuczną inteligencją. Przeciwnik Kasparowa to połączone ze sobą 32 węzły IBM SP, po 8 procesorów każdy. Deep Blue potrafi w ciągu 3 min. zbadać 50 miliardów pozycji szachowych. Dzięki technologii Deep Blue łatwo zwiększyć moc maszyny, ale nie wiadomo czy wystarczy to do pokonania człowieka, który w przeciwieństwie do maszyny potrafi się uczyć i wyciągać wnioski z porażek. Twórcy Deep Blue są jednak pełni optymizmu i uważają, że najdalej za pięć lat człowiek nie potrafi przechytrzyć maszyny wyposażonej w bibliotekę najlepszych partii szachowych rozegranych na turniejach przez arcymistrzów w okresie ostatnich 100 lat. (k)

Skanery Avision

Firma Avison opracowała nowy kompaktowy skaner Avision 1000 wyposażony w automatyczny podajnik dokumentów. Skanuje on jedną stronę A4 w 9 sekund, przy rozdzielczości 600 dpi, 256 odcieniach szarości i 256 poziomach kontrastu. Skaner można podłączyć przez port równoległy, własną kartę IDE lub port SCSI. Podłączenie AV100 bezpośrednio do drukarki laserowej HP pozwala na niemal jednoczesne drukowanie skanowanego dokumentu z zachowaniem jego jakości. AV100 jest wyposażony w oprogramowanie do archiwizacji, możliwość bezpośredniego kopiowania i odczytu kart biznesowych. Istnieje też model kolorowego skanera - AV100CS oraz kolorowego skanera stacjonarnego serii AV800, wyposażonego w automatyczne podajniki dokumentów na 50 stron, pracującego z prędkością 10 i 20 stron na minutę. Ten ostatni model wyposażony jest w dodatkowe tryby, takie jak korekcja gamma, rozjaśnianie oraz cieniowanie. Wyłącznym dystrybutorem firmy Avision Inc. w Polsce jest ATTI Polska. (k)

Nowe bramki dla systemu GroupeWise

Novell wprowadził na rynek kilka nowych bramek dla systemu GroupeWise. Zwiększają one szybkość przesyłania wiadomości, zmniejszają wymagania sprzętowe oraz upraszczają zarządzanie systemem dzięki pracy na serwerach NetWare 3 i 4 w postaci modułów NLM (*NetWare Loadable Module*). Nowe moduły mogą przesłać do pięciu razy więcej wiadomości niż te same bramki dla GroupWise pracujące w systemach DOS czy OS/2, umożliwiając równocześnie ekonomiczną integrację zarządzania siecią i systemem przekazywania wiadomości w obrębie tej samej platformy serwera. Nowe bramki NLM to m.in. Async dla połączeń zdalnych, SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) dla bezpośredniego dostępu do internetowej poczty elektronicznej, X.400 do integracji ze środowiskami rodzimymi i zgodnymi z X.400, Office Vision/VM (PROFS) dla komunikacji z użytkownikami IBM PROFS, SNADS umożliwiająca połączenie z użytkownikami SNADS firmy IBM. (k)

ComputerLand Poland i Asea Brown Boveri (ABB) podpisały umowę generalną na zakupy sprzętu komputerowego i usług informatycznych przez ABB. Umowa generalna zapewnia nabywcy korzystne warunki finansowe oraz specjalne warunki w zakresie świadczenia serwisu gwarancyjnego i pogwarancyjnego. Czas reakcji na zawiadomienie o usterce wynosi cztery godziny robocze, usunięcie awarii serwerów i drukarek sieciowych powinno nastąpić w następnym dniu roboczym, a czas reakcji dla stacji roboczych i pozostałych drukarek wynosi trzy dni.

*

Obroty firmy Soft-tronik Polska wyniosły w 1995 r. 45,5 mln PLN, co w stosunku do 1994 r. oznacza wzrost o 45%. Soft-tronik jest dystrybutorem między innymi takich firm, jak 3Com, SCO, Wyse, Tandenberg Data, MOD-TAP, Tulip Computers i Xerox Corp.

*

Firma SIMPLE przygotowała polską wersję oprogramowania RENAISSANCE CS amerykańskiej firmy ROSS Systems Ltd, znanego bardziej pod nazwą PROMIX. Polska wersja jest dostępna dla systemów Windows 3.x, Windows 95 oraz Windows NT. PROMIX służy do zarządzania firmą i jest przeznaczony dla dużych przedsiębiorstw. System został napisany w języku Gambase 4GL i może być stosowany na dowolnej platformie UNIX-owej oraz VMS-owej w konfiguracji klient-serwer.

*

Warszawska firma Oficyna Informatyczna organizuje już od dłuższego czasu Otwarte Spotkania Czwartkowe, które są poświęcone różnym problemom związanym z zastosowaniem informatyki. Odbywają się one w każdy pierwszy czwartek miesiąca w godzinach 11.00-14.00 w siedzibie firmy (Warszawa, ul. Postępu 1 tel. 43 -67-51, faks 43-63-60, e-mail: psi@bevy.hsn.com.pl). Najbliższe spotkanie, które odbędzie się 4 kwietnia, będzie poświęcone zmianom w szkoleniach informatycznych w świetle zastosowań informatyki.

*

Przejście rynku komputerowego na procesor Pentium zapewniło w 1995 r. firmie Intel rekordowy wzrost przychodów i zysku na akcję odpowiednio o 41 i 54%. Przychody Intela wyniosły 16,2 mld USD, zaś zysk netto wyniósł 3,6 mld USD.

*

Firma Novell sprzedała w 1995 r. ponad 700 tys. licencji na serwery NetWare, z czego na wersję NetWare 4.1 przypadło ok. 40%. W porównaniu z 1994 r. nastąpił wzrost sprzedaży o ponad 300%

*

Inwar System jest pierwszą w Polsce firmą posiadającą status Value Added Reseller pakietu Oracle Workgroup/2000, który stanowi graficzne środowisko rozwoju profesjonalnych aplikacji klient-serwer. Inwar System już od dwóch lat ma pracownię softwerową specjalizującą się w opracowywaniu aplikacji osadzonych w systemie Oracle.

System zarządzania tekstową bazą danych TOPIC amerykańskiej firmy Verity, który daje użytkownikowi możliwość szybkiego i łatwego dokonywania wyboru najważniejszych informacji, jest podstawowym elementem ARS-info – systemu automatycznego rozsyłania serwisu informacyjnego, który realizują wspólnie firmy Rodan System (dystrybutor TOPIC-a w Polsce) i ATM. Warto dodać, że algorytm indeksowania systemu TOPIC ma wiele zastosowań; jednym z nich jest użycie go do pełnotekstowego indeksowania dokumentów w Lotus Notes.

*

Zysk netto Microsoft Corporation w II kwartale roku finansowego 1996 wyniósł 575 mln USD i był o 54% wyższy niż w analogicznym okresie 1995 r. Dwukrotnie był wyższy przychód ze sprzedaży produktów pakietu BackOffice. Do wzrostu zysków przyczyniły się nie tylko systemy operacyjne Windows 95 i Windows NT, ale i aplikacje działające na 32-bitowej platformie, wśród których jest m.in. Encarta World Atlas, seria map drogowych Microsoft Automap, gra zręcznościowa Microsoft Fury.

*

Z 26 800 sztuk w 1994 r. do 42 400 w 1995 r., a więc o ponad 80% wzrosła sprzedaż drukarek igłowych (w tym drukarek 9-igłowych o 38 900 sztuk) OKI w Polsce. W 1995 r. całkowity obrót OKI w Polsce wzrósł o 48%, zaś liczba sprzedanych sztuk o 43%. W minionym roku OKI sprzedała też w Polsce 2200 sztuk drukarek laserowych, w których firma OKI stosuje swoją własną technologię druku LED.

*

Seminarium pn. „Sieci komputerowe" odbyło się już po raz trzeci, w połowie lutego br. na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Z uwagi na dużą liczbę zgłoszonych referatów – ponad czterdzieści – w trakcie seminarium zostały wygłoszone tylko ich streszczenia. Pełne teksty nadesłanych referatów zostaną opublikowane w Zeszytach Naukowych Politechniki Śląskiej. (t)

Zaprosili nas...

Do Gliwic, na Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej na seminarium pn. „Sieci komputerowe".

Do Szczyrku, na II Konferencję „Sieci neuronowe i ich zastosowania", organizowaną przez Instytut Elektroniki i Systemów Sterowania Politechniki Częstochowskiej.

Hewlett-Packard na prezentację najnowszych serwerów unixowych HP 9000 klasy D, przeznaczonych dla małych i średnich przedsiębiorstw, a także na spotkanie poświęcone najnowszym osiągnięciom technologii druku atramentowego.

Microsoft Polska Sp. z o.o. na spotkanie z udziałem prezesa Microsoft Corporation – Williama H. Gatesa.

Oracle Polska na spotkanie Raymonda J. Lane – wiceprezesa Oracle Corporation – z polskim środowiskiem informatycznym.

OKI na konferencję prasową i pokaz najnowszych modeli OKIFAXÓW, w trakcie spotkania przedstawiono nową sieć dystrybucji.

Dell Computer Poland Sp. z o.o. na inaugurację Info Breakfast Club (Śniadaniowy Klub Informacyjny), w trakcie której zaprezentowano produkty firmy, scharakteryzowano rynek komputerowy w Polsce oraz plany rozwojowe firmy.

Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji oraz Centrum Promocji Informatyki na konferencję prasową nt. obecności polskich firm na tegorocznym CeBIT-cie.

Rodan-System Sp. z o.o. oraz IBM Polska na III Międzynarodowe Zawody Narciarskie o Puchar Rodan-System oraz na seminarium pn. „Biuro przyszłości". (t)

Przypominamy Czytelnikom, że regularne otrzymywanie INFORMATYKI gwarantuje tylko jej prenumerata. Nasz miesięcznik można też kupić w kilku warszawskich księgarniach. Oto ich adresy i telefony:
ul. Mokotowska 51/53, tel.: 628-16-14;
ul. Świętokrzyska 14, tel.: 26-63-38 i 26-21-59;
ul. Targowa 61, tel.: 619-77-90;
ul. Mazowiecka 12, tel: 26-80-17 – Klub Prasy Technicznej.
Sprzedaż prowadzi również Dział Kolportażu Wydawnictwa SIGMA (sprzedaż przelewowa lub za zaliczeniem pocztowym), wystarczy tam zadzwonić – tel. 40-37-31, lub napisać: 00-716 Warszawa, ul. Bartycka 20, paw. B.
Zaprenumerować INFORMATYKĘ można w dowolnej chwili na dowolny okres. Wystarczy wpłacić dla Zakładu Kolportażu Wydawnictwa SIGMA na konto: PBK S.A. III O/Warszawa nr 3700-1573-139-11 wielokrotność ceny jednego numeru, tj. 5,0 zł przemnożone przez liczbę miesięcy, w których chcecie Państwo otrzymywać nasz miesięcznik.
Uczniowie szkół zawodowych i studenci szkół wyższych mogą zaprenumerować INFORMATYKĘ w cenie ulgowej – 3,75 zł za egzemplarz, ale powinni na blankiecie zamówienia uzyskać stempel swojej szkoły lub uczelni.
Natomiast członkowie Polskiego Towarzystwa Informatycznego otrzymują prenumeratę ulgową po wpisaniu na blankiecie zamówienia „członek PTI", bez żadnych dodatkowych pieczęci.
Mamy nadzieję, że to wyjaśnienie ułatwi Państwu zaprenumerowanie INFORMATYKI. W razie jakichkolwiek wątpliwości prosimy do nas dzwonić: tel. 619-11-61.

Redakcja

Krystyna KARWICKA-RYCHLEWICZ

informatyka

Miesięcznik
ISSN 0542-9951
INDEKS 36124

Uwaga, dzięki gościnności Polska Online ukazuje się już elektroniczna wersja naszego miesięcznika. Oto nasz adres w Internecie:

http:/www.pol.pl/news._p/informa.htm

nr 3 1996
Marzec
Rok wydania XXXII

REDAGUJE ZESPÓŁ:
mgr Krystyna **KARWICKA-RYCHLEWICZ** (redaktor naczelny)
mgr Jerzy **SZYLLER** (z-ca redaktora naczelnego)
mgr Teresa **JABŁOŃSKA** (sekretarz redakcji)
Przemysław **BASZKIEWICZ** (redaktor)
mgr Zdzisław **ŻURAKOWSKI** (redaktor działu)
Alina **KLEPACZ** (sekretariat)

KOLEGIUM REDAKCYJNE:
prof. dr hab. Leonard BOLC,
mgr inż. Piotr FUGLEWICZ,
prof. dr hab. Jan GOLIŃSKI,
dr inż. Zenon KULPA,
prof. dr inż. Jan MULAWKA,
prof. dr hab. Wojciech OLEJNICZAK,
mgr inż. Jan RYŻKO,
dr Witold STANISZKIS,
dr inż. Jacek STOCHLAK,
prof. dr hab. Maciej STOLARSKI,
prof. dr hab. Zdzisław SZYJEWSKI,
prof. dr hab. inż. Ryszard TADEUSIEWICZ,
prof. dr hab. Jan WĘGLARZ

PRZEWODNICZĄCY RADY PROGRAMOWEJ
prof. dr hab. Juliusz Lech KULIKOWSKI

WYDAWCA:
Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych SIGMA NOT Spółka z o.o.
ul. Ratuszowa 11
00-950 WARSZAWA
skrytka pocztowa 1004

Redakcja:
00-950 Warszawa,
ul. Ratuszowa 11, p. 628 i 644
skrytka pocztowa 1004
tel., fax: 619-11-61
tel.: 619-22-41 w. 159
e-mail:
informat@pol.pl

Materiałów nie zamówionych redakcja nie zwraca

Autorzy artykułów proszeni są o przysyłanie tekstów na dyskietkach $3^1/_2$" – w czystych kodach ASCII (Latin II, Mazovia) lub edytorach: Word 2, Word 6 – oraz odbitki na papierze. Teksty nie mogą przekraczać 20 tys. znaków.

Redakcja nie ingeruje w treść i formę ogłoszeń i innych materiałów reklamowych, w związku z tym nie ponosi za nie odpowiedzialności.

Ogłoszenia przyjmują:
– **Redakcja**
– **Agencja reklamowa KUBA**
ul. Kopernika 28 m 23
00-336 Warszawa
tel.: 27-98-66, faks: 27-24-91
lub
– **Dział Reklamy i Marketingu**
00-950 Warszawa, ul. Mazowiecka 12
tel.: 27-43-66, faks: 26-80-16

W numerze:

	Strona
Języki i Technologia – *Zygmunt Vetulani*	I okł.
publikacje	
Łamanie językowych barier. Ku wielojęzycznemu społeczeństwu informacji w Europie – *Jan Roukens*	1
Retoryka hipertekstu – *Witold Abramowicz*	4
Głosowa komunikacja człowiek-komputer w języku naturalnym – *Czesław Basztura*	9
Opis języka naturalnego za pomocą formalizmów unifikacyjnych – *Leonard Bolc, Agnieszka Mykowiecka, Małgorzata Marciniak, Anna Kupść*	18
Technologia mowy: infrastruktura i zastosowania – *Dafydd Gibbon*	22
Tłumaczenie maszynowe: tendencje rozwojowe i perspektywy dla użytkowników – *Bente Maegaard, Karsten Stroerup*	26
Rozumienie języka polskiego przez komputer – założenia metodologiczne – *Zygmunt Vetulani*	30
Współpraca międzynarodowa w dziedzinie LR – *Antonio Zampolli*	34
Systemy czasu rzeczywistego	
Metody projektowania oprogramowania. Projektowanie oprogramowania czasu rzeczywistgo – *Krzysztof M. Sacha*	38
informacje	44–47

W najbliższych numerach:

- **Rozmowa z prof. dr hab. Janem Madeyem.**
- **Paweł Cichosz wprowadza do systemów uczących się ze wzmocnieniem.**
- **Jarosław Stańczak kontynuuje temat pozyskiwania wiedzy dla sterowników rozmytych.**
- **Beata Jendrzejczyk i Marek Skomorowski przedstawiają zastosowanie komputera do automatycznego układania rozkładu zajęć dla szkoły wyższej.**
- **Linda Duxbury i Jacek Cypryjański prezentują kanadyjski system szkolnictwa wyższego (MIS).**
- **Jan Kwiatkowski i Stanisław Szejko charakteryzują strukturalną metodę projektowania systemów czasu rzeczywistego.**

Warunki prenumeraty na 1996 r.

Zamówienia na prenumeratę czasopism wydawanych przez Wydawnictwo SIGMA-NOT można składać w dowolnym terminie. Mogą one obejmować dowolny okres czasu, tzn. dotyczyć dowolnej liczby kolejnych zeszytów każdego czasopisma.

Zamawiający może otrzymywać zaprenumerowany przez siebie tytuł począwszy od następnego miesiąca po dokonaniu wpłaty. Zamówienia na zeszyty sprzed daty otrzymania wpłaty będą realizowane w miarę możliwości – z posiadanych zapasów magazynowych.

Warunkiem przyjęcia i realizacji zamówienia jest otrzymanie z banku potwierdzenia dokonania wpłaty przez prenumeratora. Dokument wpłaty jest równoznaczny ze złożeniem zamówienia.

Wpłat na prenumeratę można dokonywać na ogólnie dostępnych blankietach w Urzędach Pocztowych (przekazy pieniężne) lub Bankach (polecenie przelewu), przekazując środki pod adres:
Wydawnictwo SIGMA-NOT Spółka z o.o.
Zakład Kolportażu
00-716 Warszawa, skr. poczt. 1004
konto:
PBK S.A. III 0/Warszawa nr 370015-1573-139-11

Wpłaty na prenumeratę przyjmują także wszystkie urzędy pocztowe nadawczo-odbiorcze oraz doręczyciele na terenie całego kraju

Na blankiecie wpłaty należy czytelnie podać nazwę zamawianego czasopisma, liczbę zamawianych egzemplarzy, okres prenumeraty oraz własny adres.
Na życzenie prenumeratora, zgłoszone np. telefonicznie, Zakład Kolportażu ul. Bartycka 20, 00-950 Warszawa, (telefony: 40-30-86, 40-35-89 oraz 40-00-21 wew. 249, 293, 299) wysyła specjalne blankiety zamówień wraz z aktualną listą tytułów i cennikiem czasopism.

Odbiorcy zagraniczni mogą otrzymywać czasopisma poprzez prenumeratę dewizową (wpłata dokonywana poza granicami Polski w dewizach, wg cennika dewizowego z cenami podanymi w dolarach amerykańskich) lub poprzez zamówioną w kraju prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę (zamawiający podaje dokładny adres odbiorcy za granicą, dokonując równocześnie wpłaty w wysokości dwukrotnie wyższej niż cena normalnej prenumeraty krajowej).

Egzemplarze archiwalne (sprzedaż przelewowa lub za zaliczeniem pocztowym) można zamawiać pisemnie, kierując zamówienia pod adresem: Wydawnictwo SIGMA NOT, Spółka z o.o. Zakład Kolportażu, 00-716 Warszawa, ul. Bartycka 20, paw. B, tel. 40-37-31, natomiast za gotówkę można je nabyć w Klubie Prasy Technicznej w Warszawie ul. Mazowieckiej 12, tel. 26-80-17.

Istnieje możliwość zaprenumerowania 1 egz. czasopisma po cenie ulgowej przez indywidualnych członków stowarzyszeń naukowo-technicznych zrzeszonych w FSNT oraz przez uczniów zawodowych i studentów szkół wyższych. Blankiet wpłaty na prenumeratę ulgową musi być opatrzony na wszystkich odcinkach pieczęcią koła SNT lub szkoły.

W przypadku zmiany cen w okresie objętym prenumeratą Wydawnictwo zastrzega sobie prawo do wystąpienia o dopłatę różnicy cen oraz prawo do realizowania prenumeraty tylko w pełni opłaconej.
Cena jednego egzemplarza: normalna 5,00 zł (50 000 zł), ulgowa 3,75 zł (37 500 zł)
Wartość prenumeraty w zł:
Normalna: kwartalna 15,00 zł (150 000 zł), półroczna 30,00 zł (300 000 zł), roczna 60,00 zł (600 000 zł)
Ulgowa: kwartalna 11,25 zł (112 500 zł), półroczna 22,50 zł (225 000 zł), roczna 45,00 zł (450 000 zł)

Skład i druk: Drukarnia SIGMA NOT Sp. z o.o. z. 75/96

Rozwiązania dla kompleksowego przetwarzania danych

Od ponad 25 lat COMPAREX jest aktywny w świecie przetwarzania danych. Znamy Wasze potrzeby i wymagania, dowodzą tego liczne projekty uwieńczone sukcesem. Realizujemy dostawy dla całej infrastruktury przetwarzania danych, od kompatybilnego hardware'u, poprzez najnowocześniejszą technikę sieciową do złożonych usług integracji systemów.

Wszystko z jednej ręki.

Wszystko od solidnego i pewnego partnera.

Od COMPAREX-a, firmy grupy BASF.

Wymagajcie od nas.

COMPAREX

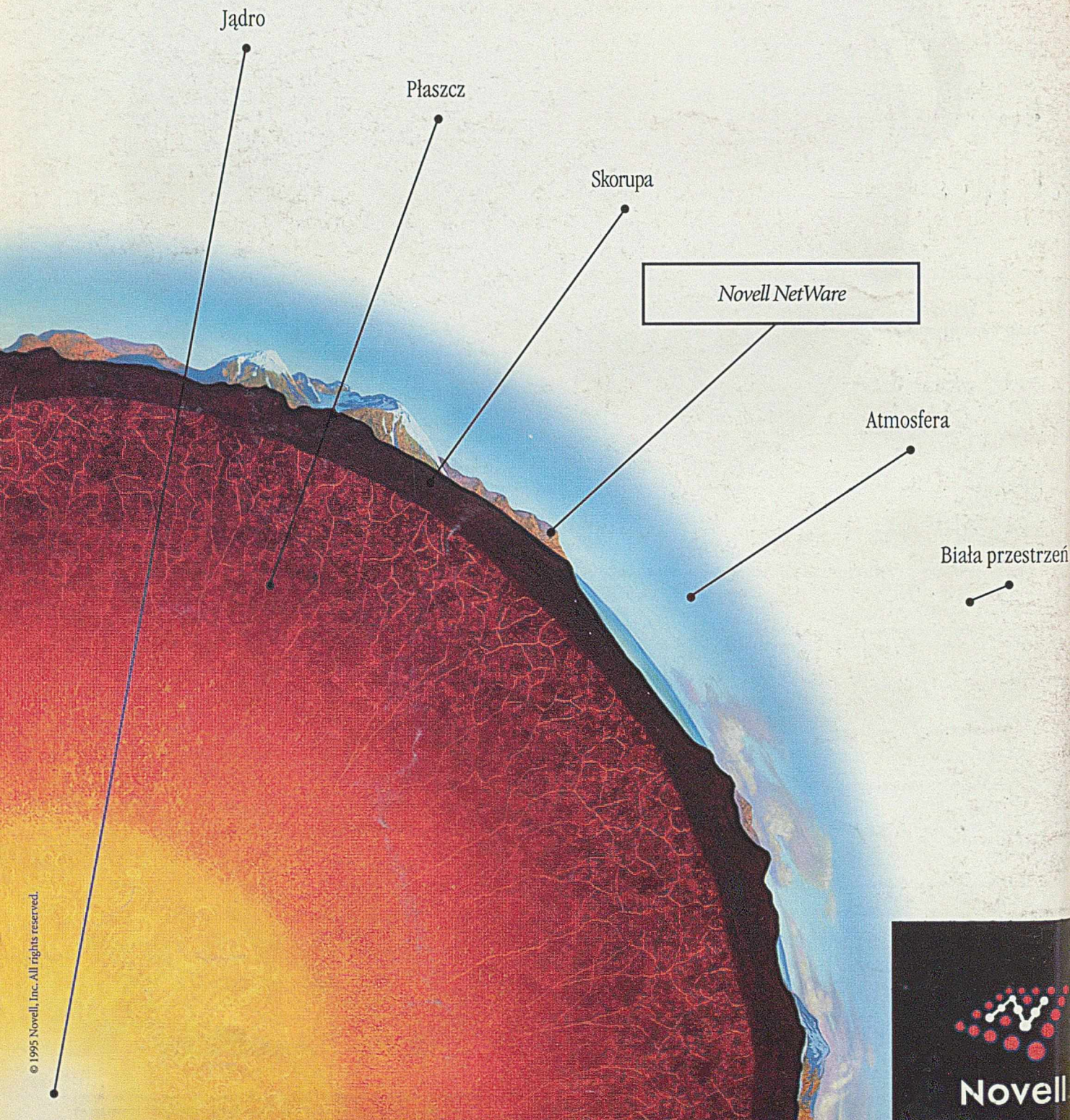
COMPAREX Informationssysteme GmbH • Gottlieb-Daimler-Straße 10 • 68165 Mannheim
Telefon 0621/4009-201 • Fax 0621/4009-409 • e-Mail: 101346,3707 (Compuserve)

Nanieśliśmy niewielkie poprawki w obrazie świata

Kilka dziesiątek lat temu na Ziemi pojawiły się nowe krzemowe formacje, zwane komputerami. ◉ Bardzo szybko przetwarzały informacje, jednak trudno było sprawić, by zaczęły ze sobą rozmawiać. Ich użyteczność w biznesie była znikoma. ◉ Potem wyłonił się Novell - na całym świecie zaczęły powstawać sieci. ◉ Przez dziesięć lat pokazywał, jak dzielić się informacjami. Teraz wszystko jest jasne: urodzajna gleba przykryła kamienną skorupę, informacje pokryły Ziemię. ◉ I żaden komputer nie musi być wyspą.

COMPUTER 2000

Computer 2000 Polska jest autoryzowanym dystrybutorem firmy Novell. Aby dowiedzieć się więcej o NetWare skontaktuj się z naszymi Partnerami Handlowymi.



© 1995 Novell, Inc. All rights reserved.

Novell