

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Patrycji Romaniszyn-Kani pt. „**Model profilu behawioralno-fizjologicznego pacjenta w aspekcie predykcji parametrów terapii z wykorzystaniem autorskiego systemu diagnostyczno-rehabilitacyjnego Disc4Spine**”

1. Tematyka rozprawy

W rozprawie podjęta została problematyka wykorzystania metod analizy sygnałów, wnioskowania statystycznego oraz metod uczenia maszynowego do wsparcia procesu rehabilitacji przywracającej lub poprawiającej stan sprawności fizycznej. W omawianej rozprawie rehabilitacja polega na długookresowej terapii kręgosłupa dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym, dotkniętych skoliozą idiopatyczną. Wsparcie procesu rehabilitacji powinno polegać na wyznaczeniu ilościowego modelu behawioralno – fizjologicznego pacjenta, a następnie wykorzystaniu tego modelu do predykcji parametrów prowadzonej terapii. Prognoza parametrów powinna wspomóc terapeutę w takim doborze zakresu u intensywności działań terapeutycznych, aby zapewnić minimalizację czasu i poziomu narażenia pacjenta na stres, przy założonym efekcie terapeutycznym.

Założenie, że opisane wyżej wsparcie procesu rehabilitacji jest możliwe, wynika z wiedzy na temat związku między bodźcami płynącymi z otoczenia człowieka, jego stanem zdrowia a jego reakcjami emocjonalnymi. Szczególnie istotny, z punktu widzenia efektywności rehabilitacji, jest wpływ na emocje pacjenta czynności wykonywanych w trakcie zabiegów. Powodując stres lub lęk, mogą wpływać na wydłużenie procesu rehabilitacji lub obniżyć jego skuteczność.

Badania stanu emocjonalnego osób znajdujących się pod wpływem różnych czynników wewnętrznych i zewnętrznych może być realizowana za pomocą zwalidowanych metod psychologicznych opartych zasadniczo na wywiadach. Wadami tych metod jest pewien poziom subiektywizmu oraz fakt, że badanie odbywa się po pewnym czasie od wystąpieniu ocenianego stanu. Alternatywnym rozwiązaniem jest obserwacja na bieżąco wybranych procesów fizjologicznych, których przebieg jest mocno skorelowany ze stanem emocjonalnym pacjenta. Do tej obserwacji są wykorzystywane metody analizy sygnałów, identyfikacji istotnych cech tych sygnałów i wreszcie metody uczenia maszynowego do identyfikacji (klasyfikacji) stanów emocjonalnych obserwowanych osób. Zastosowanie takiego podejścia umożliwia mierzenia poziomu i rodzaju emocji w chwili, w której one występują. Obserwacja wielu procesów fizjologicznych, połączona z analizą wyników testów psychologicznych daje szansę na wysoce wiarygodną, pozbawioną subiektywizmu ocenę

stanu emocjonalnego obserwowanych osób. Doktorantka w rozprawie zwraca uwagę na fakt, że literatura naukowa poświęcona omówionym wyżej metodom identyfikacji stanów emocjonalnych w ostatnich latach znacząco rośnie. Jednak, w dostępnej literaturze brakuje opisu metod pozwalających obserwować stany emocjonalne pacjentów poddawanych rehabilitacji oraz umożliwiających wykorzystanie tych obserwacji do właściwego prowadzenia procesu rehabilitacji pacjentów. Opracowania takich metod, ujętych w kształt rozwiązania systemowego, podjęła się doktorantka w swojej pracy badawczej, której wyniki opisała w rozprawie.

Uważam, że podjęta problematyka jest jak najbardziej aktualna, ważna z punktu widzenia zastosowań oraz niezwykle skomplikowana jako problem naukowy. Poziom komplikacji wynika z różnych czynników. Najistotniejszym wydaje mi się interdyscyplinarność zagadnienia. Przedstawienie rozwiązania wymagało pozyskania wiedzy z zakresu psychologii emocji, fizjologicznych aspektów powstawania emocji oraz psychologicznych i fizjologicznych metod rozpoznawania emocji, metoda analizy sygnałów, identyfikacji istotnych cech, metod uczenia maszynowego. Wydaje się, że niektóre, podejmowane w rozprawie problemy cząstkowe, mogłyby stanowić przedmiot osobnej rozprawy doktorskiej.

2. Zawartość rozprawy

Recenzowana rozprawa przedstawiona została na 151 stronach i składa się z 11 rozdziałów, bibliografii, czterech załączników oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Rozdział 1 zawiera wstęp a Rozdział 2 omówienie struktury pracy.

Rozdział 3 zawiera omówienie znanych z literatury modeli zdrowia: biomedyczny, biospołeczny oraz salutogenetyczny. Wskazano, że istotnym zaburzeniem homeostazy jednostki jest choroba. Wskazano, że obecnie jedną z głównych grup chorób, znajdujących się na liście chorób cywilizacyjnych są wady postawy, a w tym rozpatrywana w pracy skolioza idiopatyczna. Na zakończenie tego rozdziału, omówiony został związek emocji z doświadczeniem choroby.

Rozdział 4 zawiera sformułowanie cele pracy w rozbiciu na cele naukowy, użyteczny i dydaktyczny. Sformułowana została teza główna rozprawy oraz przedstawiono tezy szczegółowe.

W Rozdziale 5 przedstawiono obszernie chronologię powstawania teorii emocji. W dalszej części omówione zostały wybrane definicje temperamentu, jako składowej osobowości. Wskazano w szczególności na behawioralno-genetyczną teorię temperamentu i omówiono podstawowe składowe temperamentu według koncepcji EAS (emotionality, activity, sociability). Scharakteryzowano zachowania jednostek reprezentujących różne poziomy natężenia cech składających się na ich temperament. Najobszerniejszą częścią tego rozdziału są podrozdziały poświęcone fizjologicznym aspektom powstawania i przebiegu emocji oraz metodom oceny stanu emocjonalnego. Wyróżnione i bardzo szczegółowo opisane zostały metody oceny psychologicznej oraz metody oceny fizjologicznej. Ocena psychologiczna

zasadniczo opiera się na testach kwestionariuszowych. Metody nazywane fizjologicznymi polegają na identyfikacji emocji na podstawie obserwacji i przetwarzaniu sygnałów fizjologicznych. Wskazano jako szczególnie istotne w ocenie emocji sygnały: EDA – electrodermal activity (aktywność elektrodermalna), BVP – Blood Volume Pulse (ciśnienie objętościowe krwi), HRV – Heart Rate (częstotliwość akcji serca), HRV – Heart Rate Variability (zmiennność rytmu serca) , EKG – elektrokardiografia, EEG - elektroencefalografia, temperatura ciała. Posumowaniem tego rozdziału jest wprowadzenie pojęcia profilu behawioralno-fizjologicznego pacjenta.

Rozdział 6 stanowi zasadniczo opis koncepcji badawczej, systemu diagnostyczno–rehabilitacyjnego, opis grupy pacjentów biorących udział w badaniu oraz procedury badań. Badania zaprezentowane w rozprawie przeprowadzono z wykorzystaniem Systemu interaktywnej rehabilitacji kręgosłupa i postawy w aspekcie dynamicznej spersonalizowanej stymulacji (ang. Dynamic Individual Stimulation and Control for Spine and Posture Interactive Rehabilitation – Disc4Spine). System składa się z 4 modułów: fizjoterapeutycznego, siłowników, grywalizacji oraz diagnostyczno-monitorującego. W rozdziale opisano funkcjonalność wykorzystanych modułów. W badaniu wzięła udział grupa 20 pacjentów. Procedura badawcza składała się z 8 wyróżnionych czynności, z których 4 wykonywane były w trakcie każdej z wizyt, a po dwie czynności wykonane zostały przy pierwszej i ostatniej wizycie.

Rozdział 7 zawiera zasadniczą część rozprawy w postaci opisu metod wyznaczania wartości parametrów modelu behawioralno – fizjologicznego pacjenta w procesie rehabilitacji. W pierwszej kolejności przedstawione zostały zasady oceny lęku jako cechy za pomocą kwestionariusza STAI według skali C-2. Druga skala tego kwestionariusza C-1 była wykorzystana do oceny lęku pacjenta jako stanu. Za pomocą kwestionariusza EAS wykonano badanie wartości komponentów temperamentu uczestników badania. Przedstawione zostały statystyki opisowe wyników przeprowadzonych testów. W podrozdziale 7.2, na podstawie wyników testów EAS oraz STAI C-2 dokonano grupowania (klasteryzacji) uczestników badania na podgrupy, zawierające osoby o podobnych wartościach składowych temperamentu i lęku jako cechy. Wyznaczonych zostało 5 grup. Do klasteryzacji wykorzystano dwie metody. W pierwszej kolejności wyznaczono potencjalnie najlepszą liczbę podgrup, a następnie, korzystając z metody k-means wyznaczono klastry pacjentów dla wszystkich par cech. Eksperymentalna analiza uzyskanych grup pozwoliła zdefiniować 5 podgrup pacjentów. Poprawność wyznaczenia podgrupy została zweryfikowana poprzez zastosowanie nienadzorowanej metody analizy skupień, w postaci drzewa decyzyjnego z ważoną odległością środka masy, dla pacjentów opisanych wartościami cech wyrażonymi w skali stenowej. Kolejny podrozdział 7.3 poświęcony został prezentacji metod i wyników przetwarzania sygnałów fizjologicznych: EDA, temperatury ciała, sygnałów sercowych BVP, HRV, oraz sygnału siły generowanej przez pacjentów w trakcie terapii. Łącznie dla analizowanych sygnałów zdefiniowano 76 cech sygnałowych oraz jedną cechę psychologiczną, w postaci wartości testu lęku jako stanu (kwestionariusz STAI – C-1). Kolejny podrozdział 7.4 dotyczy metody redukcji wymiarowości zestawu cech. Wykorzystując algorytm regresji krokowej wyznaczono 8 najbardziej istotnych cech, z czego

jedną cechę psychologiczną – wynik testu STAI C1 oraz 7 cech sygnałów fizjologicznych. W podrozdziale 7.5 omówione zostały metody predykcji parametrów terapii oraz metoda klasyfikacji pacjentów do wyznaczonych w podrozdziale 7.2 grup/klas pacjentów. W pierwszej kolejności zbudowana została macierz współczynników regresji klasy pacjentów względem wartości poszczególnych cech w kolejnych sesjach. Model regresji budowany był niezależnie dla każdej ustalonej cechy. Poszczególne wiersze macierzy współczynników dla wszystkich przypadków, uzupełniona o numer klasy, odpowiadającej danemu przypadkowi, stały się zbiorem uczącym dla metody klasyfikacji pacjentów do wyróżnionych klas. Jako metodę klasyfikacji zastosowano algorytm AdaBoost z metodą wektorów wspierających (SVM – Support Vector Machine), jako klasyfikatorem słabym (składowym). Zaprezentowane zostały wyniki działania klasyfikatora AdaBoost w postaci macierzy pomyłek oraz wartości wybranych wskaźników jakości klasyfikacji.

Rozdział 8 zawiera wyniki walidacji i testowania modelu predykcji parametrów terapii, zaprezentowanego w rozdziale 7. W szczególności poddano testowaniu działanie algorytmu uczenia nienadzorowanego w postaci drzewa decyzyjnego z ważoną odległością środka masy, dla obiektów/pacjentów opisanych wartościami cech wyrażonymi w skali stenowej. Dane testowe zostały wygenerowane z wykorzystaniem generatorów liczb pseudolosowych do wygenerowania wartości cech temperamentu oraz poziomu lęku C2. W dalszej kolejności zaprezentowano wyniki badania dynamiki zmian cechy C1 oraz cech fizjologicznych w ciągu kolejnych sesji. Pokazano wpływ liczby wykorzystanych danych z analizy regresji dla poszczególnych sesji na dokładność klasyfikacji pacjentów do wyróżnionych klas przy wykorzystaniu algorytmu AdaBoost.

W Rozdziale 9 poddano analizie wyniki uzyskane w przeprowadzonych badaniach. Wyróżniono trzy najistotniejsze składowe modelu behawioralno – fizjologicznego i przedstawiono uzasadnienie tego wyboru. Zaprezentowano koncepcję systemu pomiarowego do monitorowania stanu pacjenta podczas prowadzonej rehabilitacji.

Rozdział 10 zawiera podsumowanie rozprawy ze szczególnym uwzględnieniem najistotniejszych zdań autorki rozprawy osiągnięć naukowych, a Rozdział 11 zawiera wnioski.

3. Ocena rozprawy

a. Poprawność analizy źródeł i analizę aktualnego stanu badań

Autorka rozprawy dokonała bardzo obszernego przeglądu źródeł. Należy podkreślić, że ze względu na interdyscyplinarność podjętego problemu, również przegląd dotyczy źródeł z różnych dziedzin i dyscyplin nauki. Przegląd obejmuje publikacje w postaci artykułów naukowych i monografii z zakresu medycyny (modele zdrowia, związek między zdrowiem fizycznym a stanem psychicznym człowieka), psychologii (teoria emocji, temperament), fizjologii w zakresie fizjologicznych aspektów powstawania emocji, metod analizy i przetwarzania sygnałów (obserwacja wybranych procesów fizjologicznych, ekstrakcja istotnych cech sygnałów), problematyki eksploracji danych i uczenia maszynowego (klasyfikacja pacjentów ze względu na wyróżnione i zmierzone cechy modelu behawioralno-fizjologicznego, grupowanie pacjentów ze względu na cechy temperamentu, predykcja parametrów terapii). Szczególnie ciekawy jest podrozdział 5.4, w którym dokonano

szczegółowego i obszernego przeglądu badań z zakresu metod rozpoznawania emocji. Wyróżniono dwie zasadnicze grupy metod opartych na testach psychologicznych oraz metod oceny opartej na obserwacji i analizie procesów fizjologicznych. Wyniki tego przeglądu miały istotny wpływ na zbudowanie modelu behawioralno-fizjologicznego pacjenta w procesie rehabilitacji skolioz idiopatycznych.

W moim odczuciu wykonany przegląd był wystarczający i miarodajny jeśli chodzi aktualny stan badań w odniesieniu do poszczególnych problemów rozwiązanych rozprawie. Ze względu na reprezentowaną dyscyplinę naukową odnoszę tę ocenę w szczególności do prac z zakresu analizy sygnałów oraz uczenia maszynowego i eksploracji danych.

Być może sformułowałbym jedynie zarzut co do braku pewnej klasyfikacji opisywanych publikacji. Dokonany przegląd metod identyfikacji emocji na podstawie analizy procesów fizjologicznych ma duży walor naukowy i dydaktyczny, ale wymagałby pewnego usystematyzowania. Wprowadzenie kryteriów przeglądu i pogrupowanie publikacji z uwzględnieniem tych kryteriów ułatwiłoby lekturę przeglądu.

b. Poprawność rozwiązania sformułowanego problemu badawczego (uzasadnienie przyjętych założeń, właściwie dobrane metody)

Autorka rozprawy w rozdziale 4 szczegółowo i jasno sformułowała cele i tezy rozprawy. W moje ocenie przyjęła również właściwą metodę realizacji sformułowanych celów oraz weryfikacji postawionych tez. W pierwszej kolejności dokonała przeglądu wiedzy medycznej i psychologicznej, w zakresie, który pokazał związek między stanem zdrowia w rozumieniu biologicznym a stanem psychicznym. W szczególności, wskazała na istniejący związek między stanem psychicznym pacjenta a powadzeniem procesu jego rehabilitacji. W dalszej kolejności dokonała przeglądu stanu badań w zakresie identyfikacji emocji na podstawie badań psychologicznych oraz analizy procesów fizjologicznych. Na tej podstawie, sformułowała algorytm postępowania w zakresie opracowania metody predykcji parametrów terapii skoliozy idiopatycznej z wykorzystaniem metody Pressio oraz systemu Disc4Spine. Algorytm obejmuje kroki polegające na:

- realizacji protokołu badań z udziałem pacjentów, obejmujący wykonanie badań psychologicznych oraz pomiaru wybranych procesów fizjologicznych w trakcie kolejnych sesji rehabilitacyjnych;
- podziale pacjentów na grupy o podobnych cechach temperamentu z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego i wiedzy eksperckiej;
- analizie zmierzonych sygnałów pochodzących z obserwacji procesów fizjologicznych, ekstrakcji cech i wskazaniu cech szczególnie istotnych z punktu widzenia przyjętej klasyfikacji pacjentów oraz oceny przebiegu procesu rehabilitacji;
- identyfikacji modelu behawioralno – fizjologicznego;
- opracowaniu metod klasyfikacji pacjentów na podstawie wyróżnionych elementów modelu;
- opracowaniu metod predykcji parametrów procesu rehabilitacyjnego.

Oceniam, że cele rozprawy zostały osiągnięte, a tezy zweryfikowane pozytywnie.

c. Redakcja pracy

Struktura rozprawy jest jasna, logiczna i zgodna ze sformułowanym celem. Język rozprawy jest jasny i przyjemny w lekturze. Poza uwagą zgłoszoną wyżej, w zakresie lepszego ustrukturyzowania przeglądu literatury, wydaje mi się, że rozdziały wstępne

mogłyby być nieco mniej rozbudowane. Przegląd zagadnień dotyczących modeli zdrowia, czy zagadnień teorii emocji, gdyby ograniczyć do aktualnego stanu wiedzy, bez odniesień historycznych, byłby zapewne wystarczający z punktu widzenia celu badań, ale na pewno miałby mniejszy walor dydaktyczny.

Natomiast, w odniesieniu do rozdziałów o charakterze technicznym, w szczególności **Rozdział 7. Model predykcji parametrów terapii** oraz **Rozdział 8. Walidacja i testowanie**, zgłosiłbym pewien niedosyt w zakresie formalnego opisu opracowanych i wykorzystanych metod. Być może łatwiej byłoby ocenić poprawność zastosowanych metod uczenia maszynowego, gdyby opisać je w postaci algorytmicznej ujętej np. w postaci pseudokodu. Jest to konwencja często wykorzystywana w pracach z zakresu nauk technicznych, a informatyki w szczególności. Ten postulat dotyczy prezentacji metod:

- nienadzorowanej metody analizy skupień, w postaci drzewa decyzyjnego z ważoną odległością środka masy;
- metody redukcji wymiarowości z wykorzystaniem regresji krokowej;
- metody wyznaczania macierzy W – strona 77 podrozdział 7.5;
- algorytmu klasyfikacji AdaBoost.

d. Oryginalne osiągnięcia

Za oryginalne i istotne osiągnięcia doktorantki uważam:

- Dokonanie obszernego i wnikliwego przeglądu literatury i oceny stanu badań w zakresie metod rozpoznawania stanu emocjonalnego pacjenta na podstawie badań psychologicznych oraz na podstawie obserwacji i analizie procesów fizjologicznych. Przegląd ten posiada niewątpliwy walor naukowy w postaci oceny aktualnego stanu badań w tym zakresie. Pozwolił również na sformułowanie spostrzeżenia, że brakuje metod w zakresie oceny stanu emocjonalnego pacjenta w trakcie trwania procesu rehabilitacji. Dalej, umożliwił sformułowanie podstawowego założenia dotyczącego modelu behawioralno – fizjologicznego oraz opracowanie metod analizy sygnałów fizjologicznych wraz z identyfikacją ich istotnych cech.
- Sformułowanie modelu behawioralno – fizjologicznego zawierającego wolnozmiennie cechy składających się na temperament oraz cechy szybkozmiennych procesów fizjologicznych, związanych z chwilowym stanem emocji, a w szczególności poziomem lęku.
- Opracowanie metody i zidentyfikowanie grup pacjentów podobnych ze względu na cechy temperamentu i lęku jako cechy.
- Opracowanie i implementacja metod analizy sygnałów pochodzących z obserwacji wybranych procesów fizjologicznych.
- Skuteczna implementacja metody redukcja liczby cech analizowanych procesów, umożliwiająca efektywne zastosowanie metod klasyfikacji.
- Opracowanie metody klasyfikacji pacjenta do określonych wcześniej grup/klas pacjentów na podstawie wyznaczonych wartości cech procesów fizjologicznych i bieżącego/aktualnego poziomu lęku.
- Opracowanie oryginalnej metody predykcji parametrów procesu rehabilitacji. Wykorzystanie tej metody pozwala na:
 - indywidualizację i dostosowanie parametrów terapii do potrzeb pojedynczych pacjentów oraz pacjentów pochodzących z określonej grupy;

- śledzenie zmian w czasie parametrów terapii i w efekcie identyfikację momentu stabilizacji tych parametrów.
- Opracowanie koncepcji multimodalnego systemu monitorowania pacjenta w czasie rehabilitacji.

e. Uwagi krytyczne

Efekty uzyskane przez doktorantkę w trakcie realizacji badań oraz postać samej rozprawy oceniam bardzo wysoko. Jednak, można wskazać pewne słabości ocenianego opracowania. Swoje uwagi podzieliłbym na ogólne, dotyczące zagadnień metodycznych i szczegółowe, dotyczące uchybień o charakterze redakcyjnym.

W zakresie uwag o charakterze metodycznym, zwróciłbym uwagę na następujące zagadnienia:

- Wątpliwości może budzić, opisana w podrozdziale 8.2, metoda testowania skuteczności algorytmu grupowania opisanego w rozdziale 7.2. W zaproponowanym podejściu generuje się wartości cech temperamentu „syntetycznych” pacjentów, wykorzystując generatory liczb pseudolosowych niezależnie dla każdej cechy. Jak słusznie zauważyła autorka rozprawy, powoduje to generowanie przypadków pacjentów o kombinacji cech temperamentu zupełnie niedopasowanych do zidentyfikowanych wcześniej grup. Wydaje się, że właściwsze byłoby podejście polegające na wygenerowaniu parametrów pacjentów „syntetycznych” na podstawie posiadanej próby pacjentów realnych, tak aby odwzorować rozkład cech oraz zależności między nimi. Znane są techniki powiększania małych prób losowych. Można tu wskazać na przykład techniki bootstrapowe, wykorzystywane min. w zastosowanej w rozprawie metodzie AdaBoost.
- Zastrzeżenia mogą budzić komentarze do wykresów 8.2 – 8.6, odnoszące się do zmian wartości parametrów terapii. Autorka pisze, że niektóre wartości wzrastały lub zmniejszały się w czasie trwania terapii (str. 90 – „czas T_{EDA} w kolejnych cyklach nieznacznie wzrastał”, str.91 „każde kolejne spotkanie ..., co powodowało obniżenie poziomu lęku sytuacyjnego”). W moim odczuciu nie są to poprawne sformułowania, ponieważ w opracowanej metodzie predykcji parametrów terapii wyznaczone są wartości współczynników regresji numeru grupy względem wartości określonej cechy procesów fizjologicznych lub poziomu lęku, a nie same wartości tych cech. Zatem, słuszne jest sformułowanie odnoszące się do stabilizacji wartości cech, na podstawie stabilizacji współczynników regresji, a nie ocena wzrostu lub zmniejszenia wartości cech. Można w tym miejscu postawić pytanie, czy nie byłoby wskazane opracowanie wprost metody prognozowania wartości parametrów terapii, zarówno dla zidentyfikowanych grup pacjentów jak i metod dotyczących pacjentów indywidualnie, po rozpoczęciu terapii. Mam tu na myśli wykorzystanie modeli trendu lub modeli autoregresyjnych.
- Pewne zaskoczenie budzi zestawienie wartości cech temperamentu i lęku jako cechy dla grupy 1 - towarzyscy. Na str. 60 w opisie tej grupy zawarte jest stwierdzenie „chętnie nawiązuje kontakt nie przeżywając przy tym lęku”. Jednocześnie wartość wskaźnika C2 dla tej grupy wynosi 3 (Tab.7.4), czyli wskazuje na wysoki poziom lęku jako cechy.
- Wydaje się, że proponowanej metodzie predykcji parametrów terapii brakuje uwzględniania atrybutów samej terapii, tak aby wprost, poprzez ich zmianę można było

prognozować rezultaty terapii. Powstaje pytanie, czy i jakie atrybuty terapii mogłyby być włączone do modelu predykcyjnego.

W zakresie zastrzeżeń szczegółowych chciałbym zwrócić uwagę na:

- brak wskazania, czy opisywane rozwiązania w zakresie analizy sygnałów fizjologicznych oraz wykorzystywanych metod uczenia maszynowego polegały na opracowaniu własnych implementacji znanych metod, czy też skorzystano z gotowych bibliotek i jakie to ewentualnie były biblioteki;
- na str. 61. Na rys. 7.4 występuje odwołanie do modelu teoretycznego, który nie został wcześniej zdefiniowany;
- str.61 – odwołanie do algorytmu „drzewo decyzyjne z medianową ważoną odległością środka masy”. Brakuje odniesienia do literatury z opisem algorytmu. Po nazwie trudno go zidentyfikować. Z postaci wykresu można odnieść wrażenie, że wykorzystano algorytm aglomeracyjny z odpowiednią funkcją podobieństwa.
- str. 72 – nie zostało zdefiniowane znaczenie indeksu „j” występującego w zależnościach (7.24), (7.25).
- str.80 – definiuje się parametr k_E , który nie jest wykorzystywany w przetwarzanych wcześniej zależnościach.
- str. str.90 – 91 Na wykresie Rys.8.2 występuje 5 linii współczynników regresji, a na stronie 62 w grupie „towarzyscy” wymieniono trzy osoby. Na rysunku.8.3 pokazane są 3 linie współczynników regresji , na str. 62 w grupie ”zachowujący spokój” wymieniono 5 pacjentów.
- str.98 – występuje odwołanie do rysunku w postaci Rys ??.

4. Posumowanie i konkluzja

Na podstawie lektury recenzowanej rozprawy mgr. inż. Patrycji Romaniszyn-Kani stwierdzam, że autorka rozprawy prezentuje wysoki poziom wiedzy w zakresie dyscypliny Inżynieria Biomedyczna oraz posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa zawiera opis oryginalnego rozwiązania problemu naukowego. Zatem spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wnoszę zatem o dopuszczenie doktorantki do dalszych czynności w postępowaniu doktorskim.

Biorąc pod uwagę jakość przygotowanej rozprawy, oryginalność przedstawionego rozwiązania i jego walory naukowe oraz potencjalne walory użytkowe, wnoszę o jej wyróżnienie.

Ryszard Anfiłowicz