

Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz

rtad@agh.edu.pl; www.tadeusiewicz.pl; 30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30
Katedra Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej wydziału EAIIB AGH
Doktor Honoris Causa czternastu uczelni krajowych i zagranicznych
Członek Polskiej Akademii Nauk; Członek Polskiej Akademii Umiejętności;
Były Rektor AGH; Były Prezes Krakowskiego Oddziału PAN; Były członek CK
Członek Akademii Inżynierskiej, член Российской Академии Естественных Наук
Participe Pleno Jure Academiae Europensis Scientiarum Artium Litterarumque
Fellow of World Academy of Art and Science; Euro-engineer FEANI
Senior Member of IEEE; professional member of ACM; member of SPIE

Kraków, 31 października 2022

Recenzja

Przedmiotem tej recenzji jest rozprawa doktorska Andrzeja Kawiaka zatytułowana „*Metoda pomiaru wiarygodności źródła wykorzystująca elektroencefalografię ilościową i uczenie maszynowe*”.

Promotorem rozprawy jest dr hab. Grzegorz Marcin Wójcik, prof. UMCS, prof. PJATK. Rozprawa jest przedstawiana Radzie Naukowej Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych na podstawie pisma, jakie do mnie skierowała w dniu 29.09.2022 r. Prof. Maria Elżbieta Orłowska, przewodnicząca Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka PJATK. Praca liczy 175 stron i jest podzielona na 6 rozdziałów, a także zaopatrzona jest w spis treści i spis rysunków. Nie ma w niej niestety spisu oznaczeń i skrótów, który w pewnych miejscach mógłby ułatwić czytanie pracy.

Brak postulowanego wykazu oznaczeń i skrótów (wraz z objaśnieniami) powoduje jedynie pewną niewygodę czytelnika, natomiast brak streszczenia pracy w języku angielskim stanowi naruszenie wymagania ustawowego, które warunkuje możliwość nadania stopnia naukowego. Postuluję, żeby przed obroną doktoratu mgr Kawiak sporządził takie streszczenie i dołączył je jako uzupełnienie do drukowanego i elektronicznego tekstu pracy, żeby wymogom ustawowym stało się zadość.

Rozprawa została napisana w sposób bardzo erudycyjny i oparta jest na niesłychanie bogatej bibliografii (243 pozycje literatury!). Ma to swoje zalety, bo Doktorant przytacza w pracy informacje pozyskane z bardzo wielu źródeł, co pracę wzbogaca. Jest to jednak także wadą, bo zmierzając do ustalenia dysertabilności rozprawy trzeba mozolnie oddzielać te elementy, które stanowią własne osiągnięcia mgra Kawiaka, od tego co zaczerpnął z literatury.

Ocena celu i zakresu badań oraz przedstawionej tezy naukowej

Wstępnie cel i zakres badań został wskazany (w sposób bardzo poprawny) w tytule ocenianej rozprawy. Dodatkowo Doktorant przedstawił cel pracy na zaraz na początku, na stronie 5 rozprawy, co bardzo pochwalam, bo dzięki temu czytelnik dysertacji (w szczególności recenzent) dobrze wie, do czego cały tok rozumowania prowadzi i które z przytaczanych informacji są ważna dla końcowej

konkluzji, a które mają tylko znaczenie uzupełniające. Mgr Kawiak doceniając trudność dokładnej ewaluacji oceny wiarygodności informacji na podstawie sygnału EEG w systemie BCI (czym postanowił się zająć) sformułował na stronicach 5 i 6 ocenianej rozprawy 5 celów szczegółowych, których osiągnięcie powinno go doprowadzić do oczekiwanego celu. Uważam ten zabieg metodologiczny za trafny i oceniam pozytywnie.

Ocena zawartości rozprawy

Przejdę teraz kolejno przez wszystkie rozdziały rozprawy, omawiając skrótowo ich treść i wskazując, co uważam za ich istotną wartość naukową.

Rozdział 1. obok zarysowania tematyki rozprawy i sformułowania jej celu zawiera także dyskusję kluczowego w tej dysertacji pojęcia wiarygodności. Najpierw dyskutowana jest wiarygodność jako taka, przytaczane są opinie różnych autorytetów i różne rozważania teoretyczne. Potem wydzielone są rozważania na temat wiarygodności mediów, komunikatu i źródła. W kontekście tego ostatniego wzmiankowana jest rozwijana potem w rozprawie metodologia ewaluacji oceny wiarygodności informacji na podstawie sygnału EEG w systemie BCI, ale jeszcze bez żadnych szczegółów. Następnie poruszany jest problem reputacji oraz szczegółowsze rozważania na temat mediów społecznościowych. Wszystko to zostało trafnie dobrane i bardzo dobrze przedstawione, ale te teksty nie zawierają jeszcze własnych oryginalnych osiągnięć naukowych Autora, więc do bilansu argumentów za nadaniem stopnia naukowego nic nie wnoszą – bo tu liczą się tylko owe własne oryginalne osiągnięcia.

Również pod względem własnego wkładu naukowego nie liczy się (niestety) rozdział 2. rozprawy, chociaż Doktorant opisuje w nim (znakomicie!) biofizyczne podstawy generacji sygnałów EEG. Omówiona jest budowa i funkcjonowanie komórek nerwowych, geneza powstawania fal EEG, ich właściwości oraz potencjały wywołane. Cały ten opis wystawia doskonałe świadectwo wiedzy mgra Kawiaka, ale nie zawiera informacji o jego oryginalnych osiągnięciach naukowych, więc na końcowy wniosek recenzji to nie wpływa.

Rozdział 3. poświęcony jest metodologii EEG. Po bardzo wstępnym scharakteryzowaniu badania EEG w kontekście innych rejestracji innych biopotencjałów i po omówieniu problemu współpracy elektrody odbiorczej z ciałem człowieka, którego aktywność mózgową chcemy obserwować – pojawia się bardzo obszerny podrozdział 3.3, poświęconego rejestracji sygnału EEG w celu uzyskania potencjału wywołanego (ERP). Omówione są etapy przetwarzania sygnału w celu uzyskania ERP: wykrywanie artefaktów, filtrację sygnału (w dziedzinie częstotliwości i w dziedzinie czasu),

segmentację i przekształcanie znacznika czasowego oraz uśrednianie. Przyjmując z uznaniem cały rozdział 3 ocenianej rozprawy jako dowód zgromadzenia i przemyślenia przez Doktoranta dużej ilości informacji na temat metodologii prowadzenia badań EEG, zwłaszcza tych, które prowadzą do uzyskania sygnału ABR – niestety muszę znowu podkreślić, że treść omawianego rozdziału oparta jest na analizie i dyskusji prac innych autorów, jest to więc ponownie rozdział literaturowy, nie wnoszący wiele do dysertabilności rozprawy. Nie ukrywam, że z pewną nadzieją czytałem podrozdział 3.4 (*Eksperymenty ERP - główne założenia*) ale nie była to prezentacja założeń przyjętych przez samego Autora (co bym chętnie zaliczył do dorobku oryginalnego), ale przekonałem się, że jest to dość ogólne omówienie tematu - znowu silnie bazujących na danych literaturowych.

Kolejny rozdział (numer 4) poświęcony jest problemowi lokalizacji źródeł aktywności neuronalnej. Mgr Kawiak omawia w nim najpierw metody neuroobrazowania, wskazując powody dla których metoda oparta na elektroencefalografii góruje (w jego opinii) nad metodami SPECT, PET, fMRI oraz MEG. Ponieważ znam trochę metody obrazowania medycznego (prowadzę na ten temat wykłady i badania naukowe), więc nie całkiem bym się zgodził z tezą Autora, że PET jest słabą metodą obrazowania aktywności mózgu. Nie chcę rozwijać tematu, bo rozprawa doktorska mgra Kawiaka z założenia koncentruje się na badaniach opartych na EEG, a badanie PET jest kosztownie kosztowne (ze względu na konieczność wytwarzania krótkożyjących izotopów w cyklotronie zlokalizowanym niedaleko od skanera PET) – ale możliwości śledzenia aktywności mózgu i lokalizacji ośrodków przejawiających tę aktywność, jakie daje PET są absolutnie najlepsze.

Ważnym składnikiem rozdziału 4 jest obszerny podrozdział 4.2, którego tytuł jest w istocie powtórzeniem tytułu całego rozdziału i który dzieli się wewnątrz na 13 pod-podrozdziałów. Kolejno omawiane są: model źródła, model anatomiczny i problem prosty (wychodzący od symulowanej aktywności określonych obszarów modelu mózgu traktowanego jako środowisko anizotropowe). Potem rozważane są efekty przewodnictwa objętościowego w EEG, które doprowadzają do analizy rozważanych zjawisk na bazie równań Maxwella. Analiza ta zawarta jest w pod-podrozdziale pod nadmiernie skrótowym tytule „Podstawy matematyczne”. Nie jest bowiem do końca jasne (na podstawie tytułu), czego podstawy matematyczne zamierza Doktorant rozważać. Ponadto brak wyraźnej informacji, czy przytoczone rozważania matematyczne są oryginalnym wywodem Autora, czy zostały oparte na jakimś wzorcu zaczerpniętym z literatury? To samo pytanie nasuwa się w odniesieniu do zawartości krótkiego pod-podrozdziału o numerze 4.2.6. Byłbym wdzięczny za wyjaśnienie tej kwestii podczas obrony doktoratu.

Dalsza część omawianego tutaj podrozdziału poświęcona jest różnym sposobom modelowania głowy człowieka, jako środowiska w którym toczą się procesy bioelektryczne rejestrowane potem za

pomocą sygnałów EEG. Rozważany jest model analityczny (bardzo uproszony i sprowadzający się do trzech współśrodkowych sfer), model numeryczny, model różnic skończonych, model elementów skończonych i model elementów brzegowych. W pod-podrozdziale 4.2.13 mgr Kawiak dokonuje porównania tych modeli, podkreślając złożoność numeryczną ich realizacji.

Podrozdział 4.3 opisuje problem odwrotny i metody jego rozwiązania algorytmami LORETA i sLORETA. Kolejny podrozdział o numerze 4.4 zawiera zebrane z literatury wiadomości o związkach pomiędzy procesami decyzyjnymi oraz subiektywnymi ocenami wiarygodności - a dającymi się rejestrować procesami neuronalnymi. Po ogólnej dyskusji tego złożonego i rzadko podejmowanego przez innych badaczy problemu, mgr Kawiak odwołał się do trzech zagadnień szczegółowych: opisał możliwości, jakie w tym zakresie daje obrazowanie fMRI, przytoczył bardzo interesujące dane na temat użycia przez innych badaczy sygnału EEG do badań związanych z zaufaniem, oraz opisał związki między aktywnością wybranych fragmentów mózgu a procesami zawiązanymi z obecnością lub brakiem zaufania. Na bazie tych rozważań wskazał dziesiąte pole w cytoarchitektonicznej mapie Brodmanna (BA 10) jako przedmiot swojego szczególnego zainteresowania. Jednocześnie zasygnalizował – cytując: „*W żadnej z przedstawionych prac nie próbowano budować klasyfikatora zaufania lub reputacji opartego na sygnale EEG*”. Stwierdzenie to ma duże znaczenie w kontekście oceny stopnie **oryginalności** wyników badań (opisanych dalej) przeprowadzonych przez Doktoranta.

W podrozdziale 4.5 mgr Kawiak podjął problem uczenia maszynowego w EEG, przedstawiając jednak wyłącznie wyniki badań innych autorów.

W podrozdziale 4.6 Doktorant przywołuje wskaźnik MEC jako nową miarę w analizie EEG. Wskaźnik ten został wprowadzony do piśmiennictwa światowego przez Promotora rozprawy, prof. G. M. Wójcika. Wskaźnik ten, chwilowo jeszcze mało rozpowszechniony, pozwala na najbardziej aktywnych obszarów mózgu w funkcji czasu. Wskaźnik ten będzie potem wykorzystany w badaniach prowadzonych przez mgra Kawiaka, ale w podrozdziale 4.6 nie przywołuje jeszcze własnych prac dotyczących tego tematu, więc zarówno ten podrozdział jak i wszystkie inne, wchodzące w skład całego rozdziału 4. zaliczam także (podobnie jak rozdziały 1, 2 i 3) do części literaturowej rozprawy – wartościowej poznawczo, ale nie prezentującej własnych osiągnięć badawczych Doktoranta.

Przyznam się, że fakt ten trochę mnie martwił podczas studiowania tekstu rozprawy, ponieważ analizując zawartość ponad 80 początkowych stron przedłożonej dysertacji znajdowałem tam liczne i wartościowe informacje, jednak nie znajdowałem tego, czego głównie potrzebowałem do oceny i do sformułowania końcowego wniosku recenzji – to znaczy własnego wkładu naukowego Kandydata. Było to uzasadnione rozległością tła naukowego podjętego tematu badawczego, ale budziło obawy,

czy ogrom pracy, jaki Doktorant musiał włożyć w zebranie i podsumowanie tak wielkiej liczby pozycji literatury nie zaważył na tym, że na własne badania nie pozostało mu już zbyt wiele czasu.

Na szczęście kolejny rozdział o numerze 5 zawiera już owe własne osiągnięcia badawcze mgra Kawiaka, więc może być zaliczony do tej części rozprawy, która uzasadniać będzie wniosek o nadanie Kandydatowi stopnia naukowego doktora. Dodam – antycypując trochę dalsze rozważania – że owe własne osiągnięcia badawcze Doktoranta są naprawdę wartościowe i zasługują na uznanie.

W podrozdziale 5.1 mgr Kawiak przedstawił cel badań oraz analizę problemu badawczego. Odwołał się do teorii wiarygodności tworzonych przez wielu badaczy (J. Hovland, H. Kelley, S.R. Corman i J.C. McCroskey i in.), zaś w podrozdziale 5.2 przedstawił opis eksperymentów, których pomysł przedstawiono na rysunkach 5.1, 5.2 i 5.3. Przeprowadzono dwa eksperymenty, opisane w tekście podrozdziału 5.2, i sformułowano (w podrozdziale 5.3) hipotezy badawcze. Wyniki przedstawiono na rysunkach 5.4, 5.5 oraz w tabelach o numerach od 5.2 do 5.6. Zostały sformułowane (w podrozdziale 5.3.3) hipotezy dotyczące ERP (w eksperymencie pilotażowym i w drugim eksperymencie) i przeprowadzona została funkcjonalna analiza wariancji krzywych ERP.

Dalsze badania zmierzały do weryfikacji hipotez opartych na wprowadzonym w zespole prof. G.M. Wójcika wskaźniku MEC. Bazą były omówione wcześniej dwa eksperymenty, których wyniki były jednak inaczej analizowane w kontekście analizy EEG. Znajdowano w cytoarchitektonicznej mapie Brodmanna pola, które były aktywne przy podejmowaniu decyzji o udzieleniu zaufania lub nie. Badania te przeprowadzono zarówno dla eksperymentu pilotażowego, jak i dla drugiego eksperymentu. Wartościowym elementem tej części pracy jest zbudowanie przez Doktoranta modeli wielokrotnej regresji logistycznej pozwalającej na skuteczne rozróżnianie pomiędzy decyzją „zaufanie” i „brak zaufania”, a także przebadanie w kontekście tego zadania szeregu innych klasyfikatorów (tablice 5.16 i 5.17).

Podsumowując omówienie rozdziału 5 rozprawy stwierdzam, że zawiera on obszerne informacje o oryginalnych badaniach naukowych przeprowadzonych przez Doktoranta, przy czym liczba przeprowadzonych badań i poziom trudności, jakie mgr Kawiak musiał przezwyciężyć, wystawiają mu – jako naukowcowi – bardzo pozytywne świadectwo.

Po przeprowadzeniu licznych badań i po pogłębionej dyskusji ich wyników Autor wprowadził do rozprawy rozdział 6. zatytułowany Dyskusja. W rozdziale tym Doktorant podkreślił zalety zastosowania wskaźnika MEC, który stwarza możliwości obiektywnej oceny subiektywnego nastawienia badanej osoby do oceny wiarygodności przedstawianej informacji. Ciekawym wnioskiem

jest spostrzeżenie, że prezentacja twarzy (awatara) osoby, której informacja podlega ocenie, czy jest wiarygodna, czy nie – podnosi odsetek osób skłonnych uznać przytoczoną informację za wiarygodną.

Dyskusja jest obszerna, wnikliwa i kończy się (na stronicach 146 i 147) wykazem osiągnięć, które Autor rozprawy wskazuje jako swój nowatorski wkład do dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Potwierdzam, że **wskazane osiągnięcia rzeczywiście znajdują się w pracy i że stanowią podstawę do pozytywnego wnioskowania o nadanie Panu magistrowi Andrzejowi Kawiakowi stopnia naukowego doktora nauk technicznych**. Natomiast to, czego mi zabrakło w tej dyskusji to nawiązania do celów badawczych rozprawy, wyszczególnionych w podrozdziale 1.2 (stronice 5 i 6). Nie jest to wymóg formalny, ale jeśli się na początku zapowiada, że coś będzie zrobione, to w podsumowaniu wypada pokazać, że to naprawdę zrobione zostało. Oczywiście w tekście rozdziału 5 można odnaleźć potwierdzenie, że Doktorant dokonał tego wszystkiego, czego się wcześniej podjął, ale elegancko było „postawić kropkę nad i” także w końcowej dyskusji.

Uwagi dyskusyjne

Praca napisana jest ogólnie poprawnie. Zdarzają się jednak drobne usterki językowe, które jako recenzent mam obowiązek wskazać.

Na stronie 13 niepotrzebnie dwukrotnie w jednym zdaniu powtórzona jest nazwa „*Electronic word of mouth*”.

Na stronie 16 jest zdanie: „*Błony te zbudowane są z białek oraz kwasów tłuszczowych*” (mowa o błonach komórkowych). Otóż fosfolipidy, będące głównym budulcem błon komórkowych, oprócz reszt kwasów tłuszczowych zawierają także reszty kwasu fosforowego, odgrywające zasadniczą rolę przy formowaniu hydrofilności jednej z części molekuly. W połączeniu z hydrofobowością drugiej części molekuly jest to główny mechanizm budowy błony komórkowej, której grubość wyznaczana jest przez podwójną długość cząsteczki fosfolipidowej. Stwierdzenie zawarte w pracy uważam za nadmiernie uproszczone.

Na stronie 17 jest stwierdzenie: „*Stężenie jonów K^+ jest dużo większe na zewnątrz komórki, odwrotnie jest z jonami Na^+* ”. To zdanie jest **błędne**. Prawda jest taka, że gdy komórka nie generuje impulsu (na błonie jest potencjał spoczynkowy) wewnątrz jest duże stężenie K^+ a małe Na^+ .

Przy opisie działania kanałów białkowych (na tej samej stronie 17) w **dwóch** miejscach mieszana jest liczba pojedyncza z liczbą mnogą (cała wypowiedź powinna być w liczbie mnogiej). Przykład drugiego

zdania ze wspomnianym pomieszaniem: „Kanały te mają zabezpieczenie, aby nie wplynęło zbyt dużo jonów Na^+ i zostaje on zamknięty.”

Niezręczne jest także sformułowanie na stronie 26: „Jednakże, określenie lokalizacji źródła na podstawie topografii skóry głowy (...)”. Podstawą wnioskowania przy EEG nie jest topografia skóry głowy, tylko topografia rozkładu potencjałów na powierzchni owej skóry głowy. To niezręczne sformułowanie jest użyte na stronie 26 dwukrotnie.

Na tejże stronie napisano też: „potencjał p300 (p3), występuje średnio 300 ms po reakcji na bodziec nieoczekiwany”. Uważam, że nie „po reakcji na bodziec” tylko po podaniu bodźca. Ponadto nie musi to być bodziec nieoczekiwany (prowadzone są różne badania), więc ten przymiotnik można było w tym zdaniu pominąć.

Na stronie 30 Doktorant napisał: „częstotliwość pracy EEG pokrywa się z częstotliwością większości „pracy” innych narządów.” Jest to niezbyt szczęśliwy skrót myślowy, chodzi bowiem nie o częstotliwość pracy narządu tylko o częstotliwość sygnału bioelektrycznego, będącego ubocznym skutkiem pracy narządu.

Na stronie 31 zamiast KCL powinno być KCl (małe l zamiast dużego L).

Na stronicach 30 i 31 są tytuły podrozdziałów 3.1 i 3.2. Problem polega jednak na tym, że te dwa różne podrozdziały mają identyczne tytuły!

Struktura wewnętrzna podrozdziału 3.3 jest wadliwa. Gdyby podrozdział był zredagowany jako pojedyncza integralna całość - wszystko byłoby w porządku. Skoro jednak Autor zdecydował się na wprowadzanie pod-podrozdziału 3.3.1 z jego sześcioma częściami składowymi - to należało to robić konsekwentnie od początku. Zatem fragment tekstu, umieszczony na stronicach 32, 33 i 34, nie posiadający podtytułu, powinien zostać zdefiniowany jako pod-podrozdział 3.3.1 zatytułowany na przykład „Uwagi wstępne”, a następny pod-podrozdział miałyby numer 3.3.2, przeniesiony potem do jego elementów składowych.

Nazwanie zakłóceń sygnału EEG „hałasem” (str. 35, 44 i 50) nie wydaje się dobrym pomysłem. Hałas powszechnie kojarzy się z zakłóceniem akustycznym, podczas gdy wszystkie zakłócenia sygnału EEG mają charakter elektryczny. W elektronice i telekomunikacji dla takich zakłóceń powszechnie używany jest termin „szum” (na przykład mówi się o wzmacniaczach niskoszumowych) i chyba taką terminologię byłbym skłonny rekomendować Panu magistrowi Kawiakowi w jego przyszłych pracach.

Na stronie 56 (drugi wiersz od góry) napisano: „1022 MeV, 511 KeV”. Powinno być: 1022 keV, 511 keV.

Na stronie 59 na rysunku 4.2 jest opis „Ekstrakcja statystyk”. Powinno być oczywiście Ekstrakcja statystyk.

Na stronie 7 jeden z akapitów zaczyna się od sformułowania „Wyniki te wynikają (...)”, co oczywiście nie jest błędem, ale razi jako pewna niezręczność stylistyczna.

Analogicznie jak w przypadku podrozdziału 3.3 (patrz uwaga powyżej) struktura wewnętrzna w podrozdziale 4.4 jest wadliwa. Podrozdział rozpoczyna obszerny tekst (stronice od 74 do 78), który nie ma żadnego nagłówka, a potem na stronie 78 pojawia się tytuł pod-podrozdziału 4.4.1, a potem wprowadzane są kolejne pod-podrozdziały 4.4.2, 4.4.3 i 4.4.4. Moim zadaniem ten czterostronicowy tekst rozpoczynający dyskusję powinien mieć nagłówek (na przykład „Uwagi ogólne”) oraz numer 4.4.1, zaś pozostałe podrozdziały trzeba by było odpowiednio przenumerować.

Na stronie 84 Doktorant wspomina o sygnale MEC człowieka, nie wyjaśniając wcześniej, co oznacza ten skrót. Objaśnienie znajduje się wprawdzie niedaleko (na stronie 85), ale używanie skrótów, które nie są powszechnie znane, bez ich wyjaśnienia jest błędem kompozycyjnym rozprawy.

Miejsce lokalizacji tabeli 5.1 na stronie 97 jest wybrane dość niefortunnie, bo rozбивa ostatnie zdanie poprzedzającego tekstu.

Brakuje opisu pozwalającego na właściwą interpretację obszernego rysunku na stronicach 104 i 108. Nie potrafiłem wykorzystać treści wnoszonych przez ten rysunek.

W podpisie tabeli 5.9 (str. 122) jest błąd literowy: „przy wiartyogności”. Powinno być oczywiście: przy wiarygodności.

W podpisie tabeli 5.12 powinien się znaleźć odnośnik do źródła przedstawionych przyporządkowań poszczególnych funkcji do poszczególnych pól Brodmanna.

Wymienionych usterek redakcyjnych jest sporo, ale chociaż ich wskazanie było obowiązkiem recenzenta, to należy podkreślić, że tego rodzaju usterki nie umniejszają w żaden sposób naukowej wartości rozprawy, która w głównej części recenzji została oceniona zdecydowanie i jednoznacznie pozytywnie. Dlatego całość tej recenzji podsumowuje następujący wniosek końcowy:

Podsumowanie i wniosek końcowy

Opiniowana rozprawa doktorska zdecydowanie spełnia ustawowe i zwyczajowe warunki stawiane rozprawom doktorskim, dlatego wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Informatyki Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych o jej przyjęcie oraz o dopuszczenie jej autora, mgra Andrzeja Kawiaka do jej obrony, a po jej pozytywnym zakończeniu będę z przekonaniem głosował za nadaniem mu stopnia naukowego doktora. Ponadto stwierdzam, że praca zasługuje na wyróżnienie, bo zgromadzony w niej materiał badawczy zdecydowanie wykracza poza ramy tego, co zwykle znajdują w recenzowanych dysertacjach tego rodzaju. Wniosek ten wzmacnia także zawarty na stronicach 148 i 149 wykaz 11 prac naukowych, w których mgr Kawiak był współautorem, przy czym w dwóch przypadkach był pierwszym autorem.

