

Recenzja

Przedmiotem recenzji jest rozprawa **doktorska mgr inż. Rafała Henryka Kartaszyńskiego** zatytułowana „*Four Dimensional Analysis of Perfusion in Brain*”. Opiniowana praca przygotowana została w pod kierunkiem naukowym **prof. dr hab. inż. Pawła Mikołajczaka**. Recenzję przygotowano na zlecenie Dziekana Wydziału Informatyki Polsko-Japońskiej Szkoły Technik Komputerowych, dr Aldony Drabik, datowane w Warszawie 11 lutego 2011 roku.

Opiniowana praca jest bardzo obszernym, 150 stronic liczącym studium problemu możliwości wykorzystania nowoczesnych metod komputerowej analizy obrazów w zagadnieniach dotyczących chorób naczyniowych mózgu. Choroby tego typu są bardzo poważnym problemem medycznym, a ze względu na częstość ich występowania – są także bardzo poważnym problemem społecznym. W walce z tymi chorobami bardzo istotną rolę odgrywają nowoczesne metody obrazowania medycznego, w tym zwłaszcza techniki obrazowania które obok morfologii badanego narządu (i ewentualnych zmian chorobowych manifestujących się zmianą jego kształtu, wielkości albo położenia) pozwalają na ocenę jego innych właściwości, w tym w szczególności ukrwienia. Tego rodzaju badania radiologiczne zwykle określane bywają przymiotnikiem „perfuzyjny” i są dość szeroko stosowane między innymi z tego powodu, że choroby nowotworowe manifestują się często właśnie zmianami schematu ukrwienia narządu. Mam pewne doświadczenia w badaniach zobrazowań tomografii perfuzyjnej prostaty¹ i bardzo wysoko cenię przydatność ~~wzmiankowanych~~ tu metod. W opiniowanej pracy Doktorant interesuje się zobrazowaniami perfuzyjnymi mózgowia. W szczególności „bierze na warsztat” badania perfuzji metodą rezonansu magnetycznego. Jest to ważny obszar problemowy, ponieważ odpowiednie przeprowadzenie obrazowań perfuzyjnych mózgowie oraz poprawne zinterpretowanie ich wyników daje podstawy do wykrywania zmian niedokrwiennych mózgu w najwcześniejszej ich fazie. Z kolei owo

¹ Patrz na przykład: *Smietanski J., Tadeusiewicz R., Luczynska E.: Texture Analysis in Perfusion Images of Prostate Cancer - a Case Study. International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, Vol. 20, No. 1, 2010, pp. 149–156* albo *Smietanski J., Tadeusiewicz R.: Discriminatory Power of Co-Occurrence Features in Perfusion CT Prostate Images. Machine Graphics & Vision, Vol. 19, No. 2, 2010, pp. 185-199*

wykrywanie jest ważne, gdyż umożliwia podjęcie specjalistycznego leczenia dostatecznie wcześnie, kiedy jeszcze nie nastąpiły nieodwracalne zmiany w tkance nerwowej, która – jak wiadomo – jest wyjątkowo wrażliwa na niedokrwienie a zwłaszcza związaną z nim hipoksję.

Doktorant dostrzegając niewielkie (jeszcze) wykorzystanie badań perfuzyjnych mózgowia formułuje przypuszczenie, że przyczyną jest między innymi okoliczność, że większość pracowni diagnostyki obrazowej nie dysponuje odpowiednim oprogramowaniem. Na przeszkodzie stoją głównie wysokie koszty profesjonalnego oprogramowania opisywanego typu. Wychodząc z tego stwierdzenia mgr Kartaszyński formułuje następujący cel swoich badań:

- *develop a new effective methodology for automatic (or semiautomatic) detection of the acute cerebral ischemia in MR perfusion study of the brain.*

Uważam, że ten cel jest zdecydowanie trafnie wybrany i ważny zarówno z naukowego, jak i z praktycznego punktu widzenia, więc cel ten w pełni aprobuję, a rozprawę zmierzającą do osiągnięcia tego celu uważam za dobrze zaplanowaną i ważną. Mam tylko zastrzeżenie do sposobu wprowadzenia tego celu na stronie 3 ocenianej rozprawy. Otóż Doktorant przytoczone wyżej sformułowanie celu określa jako *Theorem*. Uważam, że jest to niewłaściwe, bowiem **twierdzenie** powinno być zdaniem oznajmującym, formułującym jakąś hipotezę badawczą, która potem w treści pracy może być dowiedziona (lub sfalsyfikowana). Przykładem dobrze sformułowanego twierdzenia jest podana nieco dalej na tej samej stronie teza rozprawy:

- *it is possible to develop a non-expensive commercial-quality MR perfusion analysis application with very limited resources*

Tę tezę rozumiem i mogę stwierdzić (wyprzedzając nieco dalszą argumentację składającą się na końcowy, wysoce pozytywny wniosek recenzji), że teza ta została w treści pracy z powodzeniem dowiedziona.

Bardzo ciekawa jest też kolejna teza rozprawy (str. 4), stwierdzająca co następuje:

- *it is possible to accurately and automatically, compare two completely different brains in the way, that takes into consideration shape and anatomical structure of the human head.*

Wprawdzie wydaje mi się, że szyk wyrazów w tym twierdzeniu powinien być inny (byłbym skłonny twierdzić, że wtrącenie *accurately and automatically* pomiędzy *to* oraz *compare* nie było najlepszym pomysłem), ale sama teza jest ciekawa, a realizacja jej dowodu (poprzez skonstruowanie odpowiedniego narzędzia informatycznego) jest znakomita. Warto podkreślić, że dr Kartaszyński realizując wymieniony cel stworzył bardzo ciekawe i użyteczne praktycznie oprogramowanie, umożliwiające dokładne i automatyczne porównywanie dwóch zupełnie różnych mózgow. Cel ten osiągnięto bez wykorzystywania zewnętrznych markerów (które często bywają stosowane w podobnych sytuacjach) biorąc pod uwagę jedynie na anatomii to znaczy wykorzystując widoczny na analizowanych obrazach ogólny kształt i anatomiczne szczegóły ludzkiej głowy.

Dosyć istotną cechą problemu podjętego w opiniowanej pracy jest fakt, że dla uzyskania określonych efektów diagnostycznych zobrazowanie perfuzji MRI (lub CT) w określonym narządzie (w szczególności w mózgu) musi być rozważane w formie **trójwymiarowego** procesu zachodzącego w **czasie**. Stąd wzmianka o **czterowymiarowej** analizie, podana w tytule pracy i przewijająca się w jej treści. Aspekt temporalny musi być brany pod uwagę, ponieważ w czasie rozważanego w pracy badania radiologicznego od krwiobiegu pacjenta podawany jest odpowiedni kontrast. W wyniku tego na wykonywanych zdjęciach uwidocznione zostają naczynia krwionośne oraz tkanki, do których dociera krew z tym kontrastem, ale jest to proces zachodzący z określoną prędkością i mający określone właściwości, różne w różnych fragmentach badanego narządu (mózgu). Obserwując ten proces w czasie można uchwycić ważną diagnostycznie dynamikę wysycania tkanek krwią, ale żeby to osiągnąć trzeba przetworzyć nie pojedynczy obraz (co samo w sobie bywa też ważnym i trudnym zadaniem dla wspomagającego radiologów oprogramowania), ale trzeba analizować całą serię obrazów wykonywanych w równych odstępach czasu.

Z punktu widzenia celu opiniowanej rozprawy wspomniane śledzenie dynamiki obrazów perfuzyjnych służyć powinno do wykrycia obszarów, w których obraz procesu nasycania krwią z kontrastem badanej tkanki wyraźnie różni się od analogicznego procesu dla tkanki w rejonach otaczających, a także odróżnia się na przykład od obszarów położonych symetrycznie po drugiej stronie czaszki. Doktorant silnie korzysta z tych właśnie praw symetrii i pomysłowo porównując te same struktury anatomiczne zlokalizowane odpowiednio w dwóch półkulach mózgu – otrzymuje bardzo przydatne diagnostyczne oceny.

Ważne znaczenie diagnostyczne ma też obserwacja, że w pewnym obszarze występuje opóźnione wysycanie tkanek krwią. Może to być wskazówką, że mamy do czynienia z regionem patologicznym, niekorzystnie zmienionym pod względem krążenia względem obszarów zdrowych. Ponieważ przyczyną takiego zjawiska jest zwykle zmniejszenie przepustowości tętnic wskutek zatoru lub zakrzepu, przeto wykrycie opisanego efektu jest wskazaniem do natychmiastowego podjęcia leczenia, bowiem choroby naczyniowe mózgowia są bardzo częstą przyczyną zgonów.

Doktorant słusznie zauważył, że ocenianie opisanych wyżej symptomów przez lekarza metodą „na oko” jest wysoce niewystarczające, przeto potrzebne jest oprogramowanie wspomagające tę pracę – i właśnie takie oprogramowanie postanowił stworzyć. Warto podkreślić, że podczas realizacji zadań naukowych, które znalazły swój finał w postaci ocenianej tu rozprawy, mgr Rafał Kartaszyński korzystał ze współpracy z lekarzami specjalistami ze szpitalem MSWiA w Lublinie, dzięki czemu zarówno formułowane zadania, jak i oceny wyników cechuje obok perfekcji technicznej także poprawność medyczna. Zauważam to i doceniam z dużą przyjemnością.

Głównie skupiono się na wykrywaniu objawów ostrego niedokrwienia uwidocznianych w badaniu perfuzyjnym mózgu przy wykorzystaniu techniki magnetycznego rezonansu jądrowego, dlatego opracowany przez Doktoranta algorytm umożliwia tworzenie i wizualizację następujących obrazów:

- map regionalnej mózgowej objętości krwi, co pozwala na wykrycie obszarów, których ukrwienie jest niebezpiecznie małe, co grozi degradacją tkanki nerwowej;
- map regionalnego mózgowego przepływu krwi dla lokalizacji miejsc, gdzie przepływ ten napotyka na przeszkody (skrzepy lub blaszki miażdżycowe w tętnicach)
- map średniego czasu przejścia krwi z kontrastem przez wybrany region mózgowia, co może być ważne w kontekście skuteczności ukrwienia tkanek, w których spowolniona cyrkulacja może prowadzić do objawów hipoksji mimo formalnie zachowanego dopływu krwi
- map czasu osiągnięcia amplitudy fali przepływu dla oceny jego dynamiki

Wymienione zobrazowania znacząco podnoszą skuteczność pracy lekarza-diagnosty, a dzięki temu, że oprogramowanie stworzone przez mgra Kartaszyńskiego jest znacząco tańsze od analogicznego oprogramowania udostępnianego w kosztownych (i przez to nieosiągalnych w większości placówek polskiej służby zdrowia) diagnostycznych stacjach roboczych DICOM, opiniowana praca stwarza realne szanse na podniesienie skuteczności diagnostyki neurologicznej polskich pacjentów, zwłaszcza w notorycznie niedofinansowanych placówkach medycznych odległych od Warszawy.

Naświetlając wyżej wymieniony aspekt opiniowanej rozprawy chciałbym ustosunkować się do następującej kwestii: Przyznając, że istnieje komercyjne oprogramowanie o funkcjonalności podobnej do tej, jaką uzyskał Doktorant w swojej pracy, bynajmniej nie umniejszam znaczenia i wartości osiągnięć mgra Kartaszyńskiego. Nie ulega bowiem wątpliwości, że Autor swoje algorytmy stworzył niezależnie, zatem wartość naukowa tego osiągnięcia ma wymiar bezwzględny. Fakt ten ma też rozstrzygające znaczenie przy formułowaniu niniejszej recenzji, a zwłaszcza jej wniosku końcowego. Jednak okoliczność, że najbardziej zaawansowane firmowe stacje diagnostyczne oferują podobny zakres funkcjonalności jak ten, który jest skutkiem praktycznym opiniowanej tu rozprawy skłania mnie do sformułowania dwóch postulatów pod adresem Doktoranta:

1. Byłoby wysoce korzystne dokonanie w **przyszłości** badań porównawczych, pozwalających na skonfrontowanie wyników uzyskiwanych przy użyciu opisanych w pracy algorytmów mgra Kartaszyńskiego z tymi wynikami, jakie **dla tych samych danych** uzyskuje się przy użyciu najbardziej zaawansowanych i najdroższych rozwiązań komercyjnych – na przykład w pracowniach jakiegoś wiodącego amerykańskiego ośrodka diagnostycznego. Dodam, że przeniesienie danych, na których prowadził badania mgr Kartaszyński, w postaci pliku DICOM nawet do bardzo odległego ośrodka mającego wymagane oprogramowania nie przedstawia żadnej trudności, więc można uzyskać wyniki z najlepszej osiągalnej komercyjnej aparatury z wynikami relacjonowanymi w ocenianej pracy. Porównanie i krytyczna dyskusja tych wyników (z ewentualnym udziałem doświadczonych lekarzy radiologów) mogłaby wnieść bardzo cenne informacje naukowe służąc równocześnie jako baza do walidacji i ewaluacji stworzonego w doktoracie oprogramowania. Aktualnie takiego punktu odniesienia brak.

2. Wydaje się konieczne sprawdzenie, jak się mają wyniki osiągnięte przez mgra Kartaszyńskiego w relacji do chronionych prawnie rozwiązań firmowych z punktu widzenia prawa patentowego. Z faktu, że Doktorant uzyskał swoje wyniki całkiem niezależnie, nie wynika niestety możliwość ich rozpowszechniania i stosowania w praktyce. Może to być wręcz zakazane, jeśli wyniki te kolidują z zastrzeżeniami praw wyłącznych właścicieli patentów. Jak wiadomo, zgodnie z prawem patentowym właściciel patentu może zabronić nie tylko kopiowania własnych rozwiązań, ale również prowadzenia jakichkolwiek prac rozwojowych zmierzających do samodzielnego uzyskania podobnych wyników. Często zresztą tak bywa, że producent oferujący na rynku pewien wyrób kupuje patent, który mógłby stać się podstawą do wytworzenia wyrobu o konkurencyjnych właściwościach, i nie wdraża go, tylko przez fakt jego posiadania blokuje wszelkie inne wdrożenia oraz wszelkie prace rozwojowe, mogące zagrozić jego monopolistycznej pozycji. Nie rozwijam tu tego tematu, ale zachęcam do przeprowadzenia profesjonalnej oceny czystości patentowej wyników mgra Kartaszyńskiego, bo bez przeprowadzenia takiej analizy Doktorant może w pewnym momencie zderzyć się z „opancerzeniem” patentowym i prawnych profesjonalnych producentów sprzętu medycznego – i będzie wtedy w podobnie niekorzystnej sytuacji jak człowiek na torowisku naprzeciwko pędzącego ekspresu.

Abstrahując od sformułowanych wyżej uwag z uznaniem odnotowuję fakt, że mgr Kartaszyński zdecydował się na opracowanie oryginalnego oprogramowania do analizy perfuzji MR, niedrogiemu a o oferującego możliwości wspomaganie pracy lekarza nie gorzej, niż urządzenia komercyjne. Warto może także podkreślić, że wspomniane oprogramowania komercyjne powstaje jako wynik pracy dużych zespołów badaczy i programistów zatrudnianych przez odpowiednie firmy, podczas gdy Autor opiniowanej pracy całość badań i prac programistycznych realizował jednoosobowo. W tej sytuacji osiągnięte wyniki mogą skwitować tylko jednym słowem: **imponujące**.

Jak już wspomniano wyżej aby osiągnąć postawione cele pracy doktorant skorzystał z faktu, iż półkule mózgu są symetryczne, a zmiany niedokrwienne (np. udar mózgu), występują tylko w jednej półkuli. Porównując parametry perfuzji po obu stronach mózgu mgr Kartaszyński stworzył narzędzie informatyczne mogące wspomagać lekarzy przy poszukiwaniu nieprawidłowości w parametrach perfuzyjnych. Oczywiście realizacja tego postulatu badania stopnia symetrii nie jest łatwa do realizacji, gdy trzeba wyszukiwać i porównywać obszary,

które można uznać za symetryczne na obrazach perfuzyjnych magnetycznego rezonansu jądrowego, charakteryzujących się (ze względu na sposób ich pozyskiwania) bardzo niską rozdzielczością i jakością. Ale metody zastosowane przez Doktoranta znakomicie sobie radzą z tymi problemami i są naprawdę chwalebny przykładem doskonałego rozwiązania trudnego problemu naukowego i praktycznego.

Dodatkowym sposobem oceny perfuzyjnych obrazów mózgowia, wymyślonym i pomysłowo zastosowanym przez Doktoranta, było stworzenie statystycznego modelu krążenia mózgowego w zdrowym mózgu (określonego w pracy jako SPBM), który to model służy jako element porównawczy w przypadku badania pacjentów podejrzanych o zmiany niedokrwienne mózgu. Po prostu ich dane pozyskane z przeprowadzonych badań perfuzyjnych są porównywane z modelem, a wszelkie odstępstwa są sygnalizowane lekarzowi prowadzącemu postępowanie diagnostyczne. Proste, pomysłowe i ... skuteczne!

Oczywiście jak zwykle „diabeł tkwi w szczegółach”. Aby stworzyć SPBM Autor musiał rozwiązać cały szereg problemów praktycznych, a w szczególności musiał opracować algorytmy pozwalające na przeliczanie lokalizacji punktów z jednego mózgu na lokalizacje punktów w układzie współrzędnych związanych z drugim mózgiem. Podobne zadania rozwiązuje się często korzystając ze specjalnych markerów, co bardzo istotnie ułatwia pracę. Mgr Kartaszyński podszedł do sprawy ambitniej, bo opracował metodę, która wykorzystuje tylko anatomię głowy i pozwala na dokonywanie wszystkich wymaganych przeliczeń. W tym celu oprogramowanie opracowane przez Doktoranta znajduje trzy charakterystyczne płaszczyzny głowy, nazwane w pracy Charakterystycznymi Wektorami Mózgu oraz lokalizuje punkt ich przecięcia, opisany w prac jako tak zwany Charakterystyczny Punkt Mózgu. Na tej podstawie zbudowany program pozwala dla każdego voxela w jednym zobrazowaniu mózgu, znaleźć odpowiedni voxel w drugim zobrazowaniu (dla innego pacjenta). Jest to znaczące osiągnięcie Doktoranta, zasługujące na szczególne podkreślenie.

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że mgr Rafał Henryk Kartaszyński sformułował w swojej dysertacji dwa niebanalne cele naukowe i obydwa osiągnął w sposób budzący moje zdecydowane uznanie. Fakt ten stanowi podstawę mojej zdecydowanie pozytywnej opinii, którą wyrażę na końcu niniejszej recenzji. Żeby jednak opinia ta nie była zbyt jednostronna pozwałam sobie zamieścić w tej pracy kilka uwag dyskusyjnych.

Słabym punktem pracy jest niewystarczająca weryfikacja stworzonych metod i algorytmów na bogatszych zbiorach danych. Takie badanie na kilkudziesięciu przynajmniej pacjentach powinno być przeprowadzone z porządnie przeprowadzoną statystyczną analizą wyników. Nie stawiam tego jako zarzut pod adresem Autora rozprawy, bo pracując jednoosobowo z grzecznościową jedynie współpracą lekarzy nie mógł on osiągnąć więcej. Dla pozytywnej oceny tej rozprawy doktorskiej wystarczy fakt, że stworzono nowe algorytmy i że testowo zbadano ich działanie na bazie danych pochodzących od kilku pacjentów. Jednak dalszy rozwój prac nad podjętymi w doktoracie zagadnieniami bezwarunkowo wymaga oparcia się na bogatszej próbie pacjentów i na danych pochodzących także od osób zdrowych.

W pracy często mówi się o stworzonej przez Autora aplikacji (stacja robocza DICOM) stworzonej jako narzędzie wykorzystywane w trakcie badań opisywanych w opiniowanej pracy. W tym kontekście za pewną usterkę redakcyjną uważam także fakt, że w pracy, której głównym atutem jest opracowany algorytm i realizujący ten algorytm program komputerowy, brak było dołączonej do pracy dyskietki lub CD-ROM z demonstracyjną (przynajmniej) wersją wykonanego oprogramowania. Takie wersje pokazowe wykonanego oprogramowania są obecnie **regułą** w pracach informatycznych i stanowią (wraz z przygotowanymi także przez Autora zestawem przykładowych danych) znacznie lepszy sposób zilustrowania tego, co i w jaki sposób osiągnięto w rozprawie, niż najlepsze nawet opisy czy teoretyczne dyskusje. W końcu ja dysponuję własnymi plikami DICOM pochodzącymi z badań MR mózgu pacjentów po udarach i wylewach i chętnie bym sprawdził, jak te dobrze mi znane przypadki, które sam analizowałem i przetwarzałem, zachowują się w czasie obróbki oprogramowaniem mgra Kartaszyńskiego.

W pracy brakuje niestety wykazu oznaczeń (zwyczajowo dołączanego do prac naukowych zaraz po spisie treści) oraz indeksu, który w anglojęzycznym tekście mógł być łatwo sporządzony komputerowo znacząco wspomagając czytelnika. Braki te nie byłyby tak dotkliwe, gdyby Autor pracy konsekwentnie wyjaśniał wszystkie oznaczenia i skróty przed ich użyciem. Niestety jednak tak nie jest, czego przykładem jest użycie skrótu CTC w podpisie rysunku 1.3 na stronie 10 i na kolejnych następnych rysunkach przed jego formalnym wprowadzeniem i objaśnieniem.

Autor w treści dysertacji dość często powołuje się na prace, które były wykonywane przez zespoły badawcze, w których mgr Kartaszyński był tylko jednym autorów. Używa przy tym sformułowania *our previous investigation* co jednak nie pozwala na ocenę, w jakim zakresie

te wyniki można uznać za indywidualną własność intelektualną Autora pracy. W doktoracie ważne jest, co można przypisać Autorowi jako Jego własne osiągnięcie naukowe, a nie to, co ma charakter dokumentacji pomocniczej działalności naukowej Doktoranta. Jak wszyscy wiedzą rola kogoś, kto jest wymieniony jako współautor pracy wieloosobowej, może być w ogólnym przypadku bardzo różna. Jeden zostaje współautorem, ponieważ to on wprowadził kluczowe dla danej pracy koncepcje naukowe, a drugi jest współautorem ponieważ ładnie narysował ilustracje. Dlatego takie powołania w **doktoracie**, który z zasady musi być rozważany jako praca indywidualna, powinny być opatrzone chociażby jednozdaniowym komentarzem pozwalającym na ewaluację także i tych elementów rozprawy.

Rysunek 2.4 (str. 20) opisany jest przy założeniu, że kolejne pary obrazów powinny być umieszczone od lewej do prawej – a tymczasem są umieszczone z góry na dół i to może być mylące dla czytelnika.

Chcąc dobitniej pokazać różnice, jakie występują pomiędzy pacjentami, Doktorant na rysunku 3.20 (str. 78) chyba „przedobrzył” dając obrazy różniące się zasadniczo skalą szarości. Jeśli nawet oryginalne skany MR tych dwóch pacjentów aż tak bardzo się różniły, a koniecznie trzeba było użyć tych właśnie zdjęć - to przed prezentacją mającą na celu uwidocznienie różnic **kształtu** należało skale szarości uzgodnić (na przykładą metodą normalizacji średniej szarości na obu obrazach) i pokazać to co istotne (zmienione rozmiary, kształty i proporcje) a nie odmienną skalę szarości!

Szkoda, że na rysunku A.2 (str. 115) pokazano pozyskiwanie i przetwarzanie obrazów jamy brzusznej, a nie mózgowia, o którym jest mowa w całej pracy. Nie znajduję żadnego uzasadnienia dla takiego przedstawienia tego ważnego procesu – chyba że autor posłużył się gotowym obrazkiem zaczerpniętym z jakiejś innej pracy. Gdyby jednak tak było to koniecznie należało wskazać źródło, z którego ten obraz został zaczerpnięty. Brak takiej referencji do źródła wskazuje jednoznacznie, że rysunek był sporządzany specjalnie do tego doktoratu – a to powoduje, że jest rzeczą **naganną**, iż jego zawartość nie koresponduje w istocie z tymi zagadnieniami, które są badane i analizowane w tej właśnie rozprawie. Te same uwagi odnoszą się także do rysunku A.3 (str. 117).

W podpisie rysunku B.2 (str. 125) jest błąd – zamiast „H” powinno być „S”.

Przytoczone uwagi polemiczne mają głównie charakter redakcyjny i w najmniejszym stopniu nie umniejszają wartości naukowej ocenianej pracy. Uważam, że praca zawiera wartościowy i oryginalny dorobek naukowy Kandydata, a zakres i poziom uzyskanych wyników badawczych stanowczo **przekracza** ten poziom, który odpowiadałby ustawowym i zwyczajowym wymaganiom, stawianym rozprawom na stopień doktora nauk technicznych. Wnioskuje zatem do Wysokiej Rady Wydziału Informatyki Polsko-Japońskiej Szkoły Technik Komputerowych zarówno o **przyjęcie** rozprawy i dopuszczenie jej Autora, **mgr inż. Rafała Henryka Kartaszyńskiego** do publicznej obrony, jak i o **wyróżnienie** tej pracy. Za wyróżnieniem mgra Kartaszyńskiego poza wysokim poziomem opiniowanej rozprawy przemawia dodatkowo fakt, że ma on zaskakująco bogaty dorobek naukowy w postaci 23 publikacji naukowych (wszystkie w języku angielskim, niektóre wydane w bardzo renomowanych wydawnictwach). Jestem zdania, że zarówno ten dorobek jak i wybitnie wartościowa rozprawa doktorska bardzo dobrze rokują jeśli idzie o dalszą karierę naukową mgra Kartaszyńskiego, sądzę więc, że fakt wyróżnienia rozprawy, odnotowywany potem w CV obecnego Doktoranta przy okazji każdego kolejnego sukcesu i awansu naukowego, będzie przynosił zasłużony splendor zarówno Jemu, jak i PJWSTK jako Uczelni, która jako pierwsza poznała się na Jego talentach...

