

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Krawiec
Instytut Informatyki
Politechnika Poznańska
ul. Piotrowo 2
60-965 Poznań

Poznań, 10.11.2018

Recenzja dorobku habilitacyjnego dr inż. Michała Berety

Niniejszą recenzję przygotowałem w związku z powołaniem mnie przez Centralną Komisję d/s Stopni i Tytułów na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Michała Berety. Zgodnie z Rozporządzeniem MNiSW z dn. 1.09.2011 w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, recenzję niniejszą dzielę na ocenę osiągnięcia naukowego, tj. jednotematycznego cyklu publikacji, oraz aktywności naukowej Habilitanta. Ponadto krótko charakteryzuję jego dorobek dydaktyczny i organizacyjny.

1 Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym przedłożonym przez dr Beretę jest cykl powiązanych tematycznie publikacji *Rozwój metod inteligencji obliczeniowej w wybranych zadaniach klasyfikacji i optymalizacji*. Cykl obejmuje sześć publikacji, w tym cztery w czasopismach z listy A MNiSW (30, 40, 35 i 20 pkt. MNiSW), a dwie w czasopismach z listy B (12 i 14 pkt. MNiSW). Dwie z prac cyklu ([2] i [3]) zostały opublikowane w wysokopunktowanych czasopismach, tj. *Pattern Recognition* (40 pkt.) oraz *Expert Systems with Applications* (35 pkt.). Trzy pierwsze prace są współautorskie, trzy ostatnie stanowią wyłączny przyczynek Habilitanta.

W pracy [1] Habilitant zebrał, uporządkował i porównał ze sobą metody rozpoznawania twarzy oparte na deskryptorach lokalnych i miarach podobieństwa. Praca zawiera gruntowne wprowadzenie w tę tematykę, wieloaspektową charakteryzację podejść (m.in. pod kątem ich odporności na różnego typu zakłócenia/zniekształcenia obrazu oraz kosztów obliczeniowych), zestawienie wyników eksperymentalnych zaczerpniętych z cytowanych/porównywanych prac, oraz ich dyskusję. Odnośnie detektorów, autorzy zaprezentowali m.in. filtry Gabora, metodę lokalnych filtrów binarnych (ang. *Local Binary Patterns*), w wielu wariantach, metodę lokalnych wzorców z filtrami Gabora, oraz inne. Odnośnie porównywania deskryptorów ze sobą (celem rozpoznawania), przedstawiono klasyczne miary podobieństwa histogramów (przecięcie, chi-kwadrat, log-likelihood), metody lokalnej agregacji deskryptorów i ich histogramów, oraz metody adresujące dodatkowo problem tzw. kłątwy wymiarowości. Uważam że praca ta stanowi wartościowy przyczynek do literatury rozpoznawania twarzy i lokalnych deskryptorów cech (a jej wyniki mogą być stosowane w wielu kontekstach praktycznych, np. do detekcji twarzy,

identyfikacji, rozpoznawania płci, określania wieku, etc.), co przełożyło się na niemałą liczbę cytowań w ciągu 5 lat od jej ukazania się (21 wg WoS Core Collection, 36 wg GS). Wnikliwość tekstu i komentarzy wskazuje na bardzo dobrą znajomość tematu. Wypada jednak dodać że jest to głównie praca o charakterze przeglądowym (review) i jako taka nie zawiera zasadniczo oryginalnych nowatorskich propozycji, poza autorskim sposobem zestawienia i taksonomizacji metod oraz pewnymi przyczynkami w dyskusji metod.

W pracy [2] przedstawiono wyniki badań algorytmów rozpoznawania twarzy w kontekście procesu starzenia się, co warto zaznaczyć jest trudnym problemem z racji znacznej zmienności wyglądu twarzy oraz częstych różnic w technikach akwizycji obrazu stosowanych na przestrzeni czasu. W tym celu wykorzystano bazę danych FC-Net Aging Database, w której dostępne są obrazy twarzy kilkudziesięciu osób pozyskane w na różnych etapach ich życia, oraz stosowano metody oparte na deskryptorach lokalnych (m.in. te zestawione w pracy [1]). Praca raportuje wyniki szeroko zakrojonego eksperymentu obliczeniowego, w którym porównano kilkanaście algorytmów w różnych wariantach zaaplikowania ich do problemu (m.in. pod kątem przedziału wiekowego). Wyniki ujawniają interesujące zróżnicowanie podejść, w szczególności różną przydatność metod w zależności od dopuszczalnego przedziału lat w których wykonane zostały zdjęcia danej osoby. Inna obserwacja to wyraźne zwiększenie skuteczności w przypadku hybrydyzacji deskryptorów lokalnych z filtrowaniem Gabora (falkowym), ze wskazaniem na wykorzystanie jedynie magnitudy z zespolonego wyniku filtrowania (co interesująco odbiega od innych doniesień o potencjalnej przydatności komponentu urojonego, związanego z fazą). W pracy wykorzystano także bogaty repertuar miar podobieństwa deskryptorów. Uważam że praca ta stanowi wartościową syntezę podejść dominujących w literaturze na moment jej publikacji (2013) i wnosi pewien wkład w uporządkowanie naszej wiedzy o problemie rozpoznawania twarzy, co zostało docenione przez środowisko (28 cytowań wg WoS Core Collection, 59 wg GS). Wkładem oryginalnym jest systematyczne porównanie ze sobą różnych wariantów istniejących podejść i ich kombinacji na problemie rozpoznawania twarzy w kontekście upływu czasu.

W pracy [3] Habilitant zaproponował dwupoziomowy klasyfikator złożony dla wieloklasowych problemów klasyfikacji, w których pożądane jest wnioskowanie o relatywnych wiarygodnościach związanych z poszczególnymi klasami decyzyjnymi. W ramach tego podejścia przetestowano różne sposoby odwzorowywania rankingu klas na cechy oraz kilka typów klasyfikatorów bazowych. Podejście przetestowano na sztucznym zbiorze danych oraz aplikacjach rzeczywistych: rozpoznawaniu znaków oraz bazie obrazów twarzy FERET. Praca zawiera oryginalne przyczynki, i adresuje istotne wyzwanie utrzymania zadowalającej trafności klasyfikowania w obecności wielu klas decyzyjnych. W pewnym stopniu powiązana jest także z bardziej popularnymi dziś w uczeniu maszynowym zagadnieniami *learning to rank*, *multi-label classification* oraz *extreme classification* (praca została opublikowana w 2013 roku). Według deklaracji Habilitanta przekazanych w autoreferacie, opisywane podejście zastosowane zostało także w innych problemach o charakterze poufnym (w Kanadzie).

Praca [4], pierwszy z samodzielnych artykułów Habilitanta wchodzących w skład przedłożonego cyklu, dotyczy konstrukcji klasyfikatorów złożonych (które to autor, nie

do końca zasadnie moim zdaniem, nazywa w Autoreferacie ‘zagregowanymi’). W szczególności, przedmiotem pracy są rozszerzenia znanego i sprawdzonego algorytmu AdaBoost, który konstruuje klasyfikator złożony poprzez sekwencyjne uczenie klasyfikatorów bazowych na próbkach uczących w których przykłady ważone są na podstawie stopnia ich trudności dla klasyfikatorów wyindukowanych wcześniej. Dokładniej, autor poszerza klasyczny algorytm AdaBoost poprzez wprowadzenie dodatkowego członu do kryterium służącego do wyboru kolejnego klasyfikatora bazowego, członu odzwierciedlającego częstotliwość wybierania poszczególnych cech. Ma to za zadanie preferować klasyfikatory charakteryzujące się bardziej równomiernym rozkładem wybieranych cech (w sensie agregatu po wszystkich dotąd utworzonych klasyfikatorach bazowych), co w zamierzeniu Autora jest pożądaną charakterystyką. Autor prezentuje wyniki działania zaproponowanego algorytmu na 11 rzeczywistych zbiorach danych, demonstrując że istotnie rozszerzenie to prowadzi do zauważalnych popraw (redukcja błędu klasyfikowania) względem klasycznego algorytmu AdaBoost, i w niektórych przypadkach także względem innego rozszerzenia tego algorytmu (ϵ -AdaBoost). Habilitant analizuje nie tylko trafność klasyfikowania wynikowego klasyfikatora złożonego, ale także liczbę jego klasyfikatorów bazowych, i poddaje wyniki analizie statystycznej. Ogólnie uważam ten przyczynek za wartościowy i wiążący się w interesujący sposób z szeroko rozumianą selekcją cech i bardziej dziś popularną inżynierią cech (ang. *feature engineering*), nawet jeśli nie jestem do końca przekonany co do zasadności motywacji (można argumentować że zachęcając klasyfikatory bazowe do możliwie równomiernego wybierania cech pośrednio możemy zmuszać je do wykorzystywania cech obiektywnie mało przydatnych, np. zaszumionych czy o kiepskiej zdolności dyskryminacyjnej).

Prace [5] i [6], kolejne prace samodzielne w cyklu, dotyczą problemu znajdowania tzw. drzewa Steinera na płaszczyźnie przy minimalizacji całkowitej sumy odległości Euklidesowych. Jest to klasyczny NP-trudny problem optymalizacyjny (z racji dopuszczalności wykorzystania przez algorytm dodatkowych punktów), co czyni te prace wyraźnie odrębnymi względem pierwszych czterech prac cyklu. W pracy [5] autor zaproponował oryginalne podejście wykorzystujące w tym celu popularne w ostatnich latach podejście Monte Carlo Tree Search (MCTS), stochastycznej techniki przeglądania drzew, które święciło tryumfy m.in. w uczeniu się strategii gier. Dokładniej, autor zaproponował rozszerzenie MCTS o zachłanną heurystykę opartą na tzw. punktach Fermata. W pracy Habilitant wykazał empirycznie, zarówno na problemach sztucznych jak i problemach testowych znanych z literatury, wyższość zaproponowanego algorytmu nad podstawowym algorytmem MCTS oraz nad heurystyką zachłanną. Proponowane podejście, poza oparciem się na sprawdzonym podejściu MCTS, wydaje się być oryginalne i efektywne, i trafnie odpowiadać na specyfikę problemu. Co więcej, wydaje się że zaproponowany algorytm jest potencjalnie stosowalny do innych problemów optymalizacyjnych o podobnej charakterystyce.

Ostatnia praca [6] w omawianym cyklu kontynuuje zagadnienie optymalizacyjne znajdowania drzewa Steinera, ale proponuje zastosować do jego rozwiązywania bioinspirowany algorytm memetyczny. Algorytm ten adresuje problemy związane z próbami rozwiązywania w/w problemu algorytmami genetycznymi, gdzie stosowane operatory przeszuki-

wania nie dają gwarancji generowania rozwiązań dopuszczalnych. W odpowiedzi na to ograniczenie Habilitant proponuje operator naprawy rozwiązań oparty na przeszukiwaniu lokalnym, którego osadzenie w oryginalnym algorytmie ewolucyjnym czyni go tzw. algorytmem memetycznym. Dokładniej, operator ten zastosowany został w dwóch trybach: Baldwinowskim i Lamarckowskim, gdzie w drugim wariantcie zaaplikowane przez operator naprawy zmiany zostają utrwalone w rozwiązaniu roboczym i propagują się do kolejnych pokoleń (podczas gdy w pierwszym przypadku nie ma to miejsca). Autor przetestował proponowane podejścia na problemach analogicznych do pracy [5], tj. losowych i benchmarkach, wykazując zauważalne i w wielu przypadkach statystycznie istotne poprawy. Także tę pracę należy uznać za nowatorską i stosującą dobrze uzasadnione narzędzia do rozwiązania badanego problemu.

Prace Habilitanta wpisują się w badania na przecięciu rozpoznawania obrazów i uczenia maszynowego, a zatem na obszarze wspólnym dla sztucznej inteligencji i inteligencji obliczeniowej, powszechnie uznawanych za dziedziny w dyscyplinie informatyka. Cykl jest raczej heterogeniczny, co jednak z jednej strony wskazuje że Habilitant aktywnie poszukiwał dla siebie obszaru badawczego, a z drugiej wskazuje na jego szerokie kompetencje. Wspólnym wątkiem prac w skład cyklu jest hybrydyzacja istniejących podejść i algorytmów, prowadząca w zdecydowanej większości opisywanych przypadków do zwiększenia skuteczności badanych systemów. Tematyka prac w większości powiązana jest silnie z praktyką i zastosowaniami metod inteligencji sztucznej i obliczeniowej do rzeczywistych problemów rozpoznawania obrazów i uczenia maszynowego. Prace są dobrze przygotowane warsztatowo, ilustrowane przystępnymi i czytelnymi przykładami. Deklarowany udział Habilitanta w trzech pracach współautorskich jest wysoki, zdecydowanie wyższy niż w przypadku równomiernego podziału na autorów (75, 35 i 65%). Wobec powyższego, tematykę badań prowadzonych przez dr Beretę uważam za istotną i aktualną, a wypracowane przyczynki za wartościowe i świadczące o znacznej samodzielności naukowej.

2 Ocena aktywności naukowej Habilitanta

Poza jednotematycznym cyklem publikacji, dr Bereta w autoreferacie wskazuje na inne obszary badawcze którymi się zajmował. W szczególności, przytacza kilka prac dotyczących sztucznych systemów immunologicznych (ang. *artificial immune systems*) oraz ewolucji klasyfikatorów złożonych. Jest wśród nich jedna wysokopunktowana praca z listy A MNiSW (*Information Sciences*, 45 pkt.), jedna z listy B, oraz dwie w materiałach konferencyjnych.

W dalszym ciągu recenzji analizuję dorobek Habilitanta w sposób zgodny ze stosowanym Rozporządzeniem MNiSW.

2.1 Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopi- smach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)

Dr Bereta po uzyskaniu stopnia doktora w 2008 r. był autorem lub współautorem 10 prac naukowych (z czego 6 stanowi przedłożony jednotematyczny cykl), z czego 8 ukazało się w pozycjach indeksowanych w bazie JCR. Sumaryczna liczba punktów MNiSW prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora to 210. Spośród publikacji czasopi-
smowych, 4 ukazało się w renomowanych periodykach (gdzie za granicę przyjmuję 25 lub
więcej punktów MNiSW). Dorobek ten uważam za zadowalający.

2.2 Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego

Poza osiągnięciami wymienionymi w innych punktach niniejszego zestawienia, w przed-
łożonej dokumentacji brak jest informacji o współautorstwie oryginalnego osiągnięcia
projektowego.

2.3 Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe

Brak informacji o patentach w przedłożonej dokumentacji.

2.4 Wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wysta- wach lub targach

Brak informacji o wynalazkach, wzorach użytkowych i przemysłowych w przedłożonej
dokumentacji.

2.5 Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopiśmie międzynarodowych lub krajowych innych niż znaj- dujące się w bazach lub na liście, o których mowa w § 3 Rozporzą- dzenia, dla danego obszaru wiedzy

Habilitant po otrzymaniu stopnia doktora opublikował 2 publikacje spoza listy A i B
MNiSW, które ukazały się w materiałach konferencyjnych konferencji (z których jedno
wydane zostało w wydawnictwie Springer).

2.6 Autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac ba- dawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych

Brak informacji o tego typu opracowaniach w załączonej dokumentacji.

2.7 Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania

Sumaryczny IF publikacji dr Berety wynosi 12.87, co uważam za wartość satysfakcjonującą.

2.8 Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)

Łączna liczba cytowań prac dr Berety wg bazy Web of Science wynosi 111 (bez autocytoowań), a całkowita liczba cytowań to 113. Zwraca uwagę bardzo wysoki odsetek cytowań obcych, co należy poczytać Habilitantowi za atut. Analogiczne liczby wg bazy Scopus to 132 i 134.

2.9 Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy Web of Science (WoS)

Indeks Hirscha Habilitanta wg bazy Web of Science wynosi 5.

2.10 Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Dr Bereta kierował jednym projektem badawczym finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki (2009-2013).

2.11 Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową

Dr Bereta w był laureatem Nagrody Rektora Politechniki Krakowskiej za cykl publikacji w 2014 roku, a także stypendystą w ramach subsydium profesorskiego przyznanego przez FNP prof. Tadeuszowi Burczyńskiemu.

2.12 Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

Przedłożona dokumentacja nie zawiera jawnych informacji na ten temat, jednak z przedłożonej listy publikacji wynika iż dr Bereta mógł być prelegentem na dwóch konferencjach międzynarodowych.

3 Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

3.1 Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych

Dr Bereta otrzymywał stypendium podoktorskie w ramach projektu „*Architectures of hybrid face recognition for systems of national safety*”, przyznanego przez NSERC w

Kanadzie zespołowi prof. Pedrycza (2010-2012).

3.2 Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji

Przedłożona dokumentacja nie zawiera jawnych informacji na ten temat, jednak z przedłożonej listy publikacji wynika iż dr Bereta mógł wziąć udział w przynajmniej dwóch konferencjach międzynarodowych.

3.3 Otrzymane nagrody i wyróżnienia

Brak informacji o takich nagrodach w obszarze dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej.

3.4 Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Brak informacji o udziale w konsorcjach i sieciach badawczych.

3.5 Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych we współpracy z przedsiębiorcami

Brak informacji o kierowaniu projektami o w/w charakterze. Dr Bereta współpracował jednak w ramach projektu międzynarodowego z zespołem prof. Pedrycza (Edmonton, Kanada).

3.6 Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Brak informacji o członkostwie w w/w komitetach i radach.

3.7 Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

Brak informacji o członkostwie w tego typu organizacjach.

3.8 Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki

Dr Bereta prowadził zajęcia ze studentami na Politechnice Krakowskiej, w tym ze studentami międzynarodowymi w ramach programu wymiany Erasmus.

3.9 Opieka naukowa nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji

Dr Bereta był promotorem 20 prac magisterskich i 21 inżynierskich.

3.10 Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego, z podaniem tytułów rozpraw doktorskich

Habilitant był promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim, który zakończył się obroną w roku 2017 (tytuł rozprawy: *Skierowane liczby rozmyte w modelowaniu i symulacji finansowych szeregów czasowych*, dr Adam Marszałek).

3.11 Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

Dr Bereta odbył staż podoktorski w University of Alberta (Edmonton, Kanada), w latach 2010-2012, w ramach projektu „*Architectures of hybrid face recognition for systems of national safety*”.

3.12 Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców

Brak informacji o ekspertyzach i innych opracowaniach w przedłożonej dokumentacji.

3.13 Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

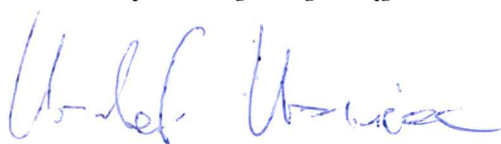
Brak informacji o udziale w takich zespołach w przedłożonej dokumentacji.

3.14 Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych

Dr Bereta wykonywał recenzje dla przynajmniej 4 czasopism międzynarodowych, w tym m.in. *Information Sciences*, *Applied Soft Computing*, *Expert Systems with Applications*, oraz *Computer Assisted Methods in Engineering and Science*.

4 Konkluzja końcowa

Całość dorobku publikacyjnego, naukowego, dydaktycznego, i organizacyjnego dr Berety wypracowanego przez niego po uzyskaniu stopnia doktora pozwala mi stwierdzić, iż spełnia on wymagania sformułowane w Ustawie. Dlatego wnoszę o przyjęcie przez Radę Naukową Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk przedłożonego osiągnięcia naukowego i dopuszczenie dr Berety do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



(Krzysztof Krawiec)