



dr hab. inż. Adam Wojciechowski, prof. PŁ
Politechnika Łódzka
Wydział Fizyki Technicznej, informatyki i Matematyki Stosowanej
Instytut Informatyki
90-924 Łódź, ul. Wólczańska 215

Łódź, 24 marzec 2020 roku

Recenzja

osiągnięcia naukowego i dorobku naukowego w ramach postępowania o nadanie
Panu dr. inż. Tomaszowi Trzcińskiemu
stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja

1. Wprowadzenie

Niniejsza opinia została wykonana z uwzględnieniem następujących aktów prawnych:

- Ustawa z dnia 3 lipca 2018 r. (art. 179 ust. 2) Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. Z 30.08.2019 r. poz. 1669),
- Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu,
- Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadania stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. z 2011 r., nr 196, poz. 1165).

Pan dr inż. Tomasz Trzciński uzyskał stopień doktora nauk technicznych w zakresie informatyki decyzją Federalnej Politechniki w Lozannie w dniu 25 sierpnia 2014 roku. Rozprawa doktorska dotyczyła „Uczenia i dopasowania binarnych lokalnych deskryptorów cech”. Jest autorem lub współautorem ogółem 72 prac, w tym 48 z listy JCR, po uzyskaniu stopnia doktora. Od 2015 pracuje jako adiunkt w Instytucie Informatyki Politechniki Warszawskiej.

Postępowanie habilitacyjne Pana dra Tomasz Trzcińskiego zostało wszczęte na wniosek Habilitanta wystosowany do Rady Doskonałości Naukowej w dniu 7.10.2019 roku, który przedłożył do oceny cykl ośmiu, powiązanych tematycznie, artykułów naukowych zatytułowany: „Metody estymacji subiektywnych atrybutów charakteryzujących materiały wizualne z wykorzystaniem głębokich sieci neuronowych”.

W dniu 4 lutego 2020 roku Rada Dyscypliny Naukowej Informatyki Technicznej i Telekomunikacji Politechniki Warszawskiej powołała komisję habilitacyjną do postępowania habilitacyjnego, które prowadzone jest na Politechnice Warszawskiej. Recenzja została przygotowana na zlecenie Dziekana Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych, Politechniki Warszawskiej.

Zgodnie z wymaganiami stawianymi przez wymienione wyżej rozporządzenie oraz zalecenia Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów, recenzja powinna obejmować w osobnych fragmentach ocenę wskazanego przez Habilitanta głównego osiągnięcia naukowego oraz ocenę jego istotnej aktywności naukowej. Poniżej kolejno przedstawiono ocenę obydwóch aspektów działalności naukowej Pana dra Tomasza Trzcińskiego.

2. Ocena głównego osiągnięcia naukowego pt. „Metody estymacji subiektywnych atrybutów charakteryzujących materiały wizualne z wykorzystaniem głębokich sieci neuronowych”

Podstawowym filarem **głównego osiągnięcia naukowego** Habilitanta, zebranego w formie **jednotematycznego cyklu publikacji**, jest zastosowanie metod uczenia maszynowego do analizy danych multimedialnych oraz automatyczna estymacja atrybutów charakteryzujących dane wizualne. Niniejszy zakres badań jest niezwykle ważnym i aktualnym obszarem zmagania naukowców na całym świecie, wpisującym się w dyscyplinę Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Tym bardziej należy docenić wkład naukowy Habilitanta, który wśród tak mocno eksploatowanych obszarów nauki potrafił zaproponować nowe i jednocześnie konkurencyjne rozwiązania wielu współczesnych problemów.

Na przedłożony ocenie dorobek naukowy, zatytułowany „Metody estymacji subiektywnych atrybutów charakteryzujących materiały wizualne z wykorzystaniem głębokich sieci neuronowych” składa się 8 artykułów naukowych, stanowiących jednotematyczny cykl publikacji oraz jedno osiągnięcie konstrukcyjne, będące praktycznym zwieńczeniem dorobku naukowego, będącego elementem dyskutowanego cyklu.

Pierwszym obszarem badań, w którym Habilitant może poszczycić się swoimi dokonaniem, jest problem popularności filmów opublikowanych w sieciach społecznościowych (m. in.: YouTube, Facebook). W pracy [P1] opisał autorską metodę predykcji popularności materiałów wizualnych opublikowanych w sieciach społecznościowych. Rozwiązanie wykorzystuje mechanizm regresji oparty o maszynę wektorów nośnych (ang. *SVR*) śledzący trend wzrostu popularności. Rozwiązanie o nazwie *Popularity-SVR* polega na przeprowadzeniu regresji atrybutów materiału filmowego (ang. *visual cues*) stosując mechanizm regresji wektorów nośnych oparty na gusowskiej radialnej funkcji bazowej (ang. *GRBF – Gaussian Radial Basis Function*). Praca udowadnia, że kluczowymi aspektami, z punktu widzenia wstępnej estymacji popularności, wartymi analizy regresyjnej jest liczność twarzy w materiale filmowym i liczba komentarzy towarzysząca publikacji materiału. Powyższe wnioski zostały wyciągnięte na podstawie badań obejmujących różne funkcje bazowe, jak również różne cechy i aspekty (w tym społeczne) publikowanych materiałów filmowych. Praca została opublikowana w renomowanym czasopiśmie *IEEE Transaction on Multimedia (IF=3.977)*, a na dzień sporządzania recenzji miała 41 cytowań wg bazy *SCOPUS*.

Ograniczenia metody zostały podjęte przez Habilitanta w kolejnych pracach [C4] i [C5], które nie wchodzą jednak w skład jednotematycznego cyklu publikacji, ale zawierają istotnie usprawnienia stosujące rekurencyjne sieci neuronowe (ang. *LRCN - Long-term Recurrent Convolutional Networks*) i dwukierunkowe elementy LSTM (ang. *LSTM – Long Short Term Memory*) dla danych tekstowych.

W pracach [P2] i [P3] Habilitant rozszerzył badania związane z wizualizacją i interpretacją procesu wnioskowania realizowanego przez sieć neuronową przy predykcji popularności. Wykorzystują one mechanizm uwagi oraz metodę *Grad-CAM* do wizualizacji aktywacji warstw sieci neuronowych.

Powyższe metody zostały wdrożone dzięki czemu powstało, wykazane w dorobku naukowym, osiągnięcie konstrukcyjne [W1, P4]. Jest to zbiór narzędzi informatycznych, stworzonych we współpracy z firmą *Group Nine Media*, wspierających tworzenie treści multimedialnych publikowanych w ramach mediów społecznościowych. Elementy osiągnięcia konstrukcyjnego obejmują: responsywnego bota, pozwalającego na interaktywną rozmowę na temat zgromadzonych w serwisie danych; aplikację znajdującą optymalną miniaturę filmu w kontekście przyszłej popularności materiału; interfejs analizujący popularność filmu na podstawie jego tytułu, czy aplikację przewidującą popularność filmu na podstawie jego klatek. Metody opracowane przez Habilitanta pozwoliły również na stworzenie narzędzia do automatycznego przetwarzania filmu w komiks. Metoda *Comixify* [P4] wykorzystuje rozwiązanie zaproponowane w [P1] do wybierania

charakterystycznych klatek filmu, które następnie poddawane są analizie estetycznej, a po wybraniu klatek mogących tworzyć zawartość komiksu dokonywany jest tzw. transfer stylu.

Wartym podkreślenia jest fakt, że przy badaniach Habilitant wkładał dużo pracy w przygotowanie zbiorów danych, na których prowadzone były eksperymenty i które zostały udostępnione społeczności naukowej. Co więcej jego dokonania w obszarze analizy materiałów filmowych zostały zauważone przez takie firmy i instytucje jak: TVP, Program 3 Polskiego Radia, PAP, *Focus* i in. oraz zostały wykorzystane w projekcie NCBR realizowanym przez firmę *SmartNet Research*.

Kolejnym osiągnięciem wchodzącym w skład jednotematycznego cyklu publikacji jest praca [P5] poświęcona wielo-modalnej analizie multimedialnych baz danych w kontekście estymacji podobieństwa stylistycznego elementów odzieży oraz elementów wyposażenia wnętrz. W pracy zaprezentowano *DeepStyle* - silnik przeszukiwania multimedialnych baz pod kątem zadanej estetyki z bardzo silnym wsparciem analizy opisów tekstowych, co dało rozwiązaniu istotną przewagę nad metodami referencyjnymi. Komplementarność analizy cech obrazów i analizy opisów tekstowych została uzyskana za pomocą głębokiej sieci syjamskich, która uwzględnia relacje opisów słownych towarzyszących obrazom jak również same cechy obrazów. Odpowiednio dobrane, równocześnie optymalizowane, dwa rodzaje funkcji straty (klasyfikacji i kontrastu) zapewniają celny dobór odpowiedzi bazy do zapytania. Ważnym elementem dokonań jest komercjalizacja opracowanego rozwiązania i wdrożenie opracowanych mechanizmów do systemów projektowania wnętrz (m. in. w oparciu o ofertę firmy IKEA).

Trzeci z obszarów badań Habilitanta, znajdujący swoje odbicie w przedłożonym do oceny jednotematycznym cyklu publikacji, rozpoczyna praca [P6] zaprezentowana na sesji warsztatowej renomowanej konferencji *CVPR*. Praca zawiera nowatorską propozycję głębokiej sieci neuronowej (ang. *DAN - Deep Alignment Network*) pozwalającą na iteracyjne doprecyzowywanie lokalizacji punktów charakterystycznych twarzy przy bardzo różnorodnych pozach głowy względem kamery wideo. Architektura sieci pozwala na iteracyjne przekazywanie informacji o lokalizacji punktów charakterystycznych twarzy z warstwy poprzedniej do następnej za pomocą map cieplnych punktów charakterystycznych (ang. *face landmark heatmaps*) oraz obrazów cech (ang. *feature image*) celem stopniowego uszczegóławiania ich pozycji. Rozwiązanie zostało przetestowane na popularnych bazach danych, w tym na zbiorze danych udostępnionych w ramach konkursu *Menpo Challenge* polegającego na lokalizacji punktów charakterystycznych na zdjęciach wykonywanych w rzeczywistym – nie laboratoryjnym- środowisku (ang. *faces in-the-wild*). Sieć *DAN* uzyskała 3 miejsce w tym prestiżowym konkursie. W momencie sporządzania recenzji praca była cytowana 78 raz wg bazy SCOPUS.

Rozszerzeniem pomysłu zaproponowanego w pracy [P6] jest podmiana funkcji straty, która uwzględnia zarówno dopasowanie punktów charakterystycznych twarzy jak i wzorców ekspresji twarzy odpowiadających emocjom – ekspresjom twarzy. W efekcie zaproponowano nowe rozwiązanie (prace [P7] i [P8]) o nazwie *EmotionalDAN*, które wykazało się konkurencyjną skutecznością zarówno w rozpoznawaniu 7 wybranych ekspresji twarzy jak i trzech grup ekspresji twarzy (pozytywne, neutralne, negatywne). W pracy konferencyjnej [P7] zarysowano jedynie skrótowo wyniki badań, jednakże zostały one dokładniej opisane w publikacji [P8], w której opisano zasady działania modelu posługując się gradientowymi mapami aktywacji *Grad-CAM* oraz przeprowadzono znacznie bardziej dogłębną analizę hiper-parametrów metody.

Podsumowując, w mojej ocenie, przedstawione do oceny główne osiągnięcie naukowe Habilitanta jest znaczące i świadczy o istotnym jego wkładzie w dyscyplinę Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Opracował On nowe i ciekawe metody, które są uważane i cytowane w świecie naukowym. Można zatem jednoznacznie uznać wymagania dotyczące tzw. głównego osiągnięcia naukowego w procesie habilitacyjnym, za spełnione.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej dra inż. Tomasza Trzcíńskiego

Habilitant może poszczycić się również istotną aktywnością naukową nie wchodzącą w skład monotematycznego cyklu osiągnięć. Na pierwszy plan wysuwają się prace z zakresu zastosowania algorytmów uczenia maszynowego do analizy i wizualizacji danych fizycznych w eksperymencie ALICE na Wielkim Zderzaczu Hadronów w CERN. Habilitant pełniąc rolę kierownika projektu NCN prowadził badania związane z: „Opracowaniem metod uczenia maszynowego do monitorowania jakości danych o dużej objętości oraz interaktywnych metod ich wizualizacji na przykładzie eksperymentu ALICE na Wielkim Zderzaczu Hadronów w CERN”. Rozwiązania oparte o algorytmy lasów losowych (ang. *random forests*) oraz o algorytmy generatywnej sieci przeciwstawnej (ang. *generative adversarial network*) pozwalają na klasyfikację jakości danych zbieranych podczas eksperymentu, ich identyfikację, wizualizację, w tym m. in. generowanie trajektorii cząstek, będących rezultatem zderzeń wiązek wysokich energii. Imponujący jest zbiór 37 publikacji [ALICEi] z tzw. „listy filadelfijskiej”, który dokumentuje badania prowadzone przy udziale tworzonych przez Habilitanta metod.

Kolejnym obszarem jest rozwój metod uczenia maszynowego dla metod jednoczesnej lokalizacji i mapowania na podstawie obrazu, realizowanych w ramach współpracy z grupą badawczą *Google Zurich*. Prace te dotyczą jednego z głównych zastosowań widzenia komputerowego w robotyce, a mianowicie jednoczesnej lokalizacji i mapowania korzystając z obrazów z jednej kamery (ang. *monocular visual SLAM*). Prace te realizowane były w ramach dwóch projektów badawczych, w tym jednego z programu H2020. W tym obszarze najważniejsze są prace [J6], [C15], [C21] poświęcone efektywnemu przeszukiwaniu zbiorów deskryptorów binarnych (ang. *RBT – Random Binary Trees*) oraz algorytmom agregacji deskryptorów binarnych w celu reprezentacji sceny. Pierwsza z metod została opublikowana w renomowanym czasopiśmie *Applied Soft Computing* (IF=3.907).

Ostatnim spośród przytoczonych przez Habilitanta obszarów naukowych, spoza jednotematycznego cyklu publikacji, są prace nad analizą danych medycznych, realizowane we współpracy z Uniwersytetem Stanforda i Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego. Wśród dorobku najważniejsza wydaje się publikacja [C19] dotycząca klasyfikacji stanu ścięgna Achillesa w trakcie jego regeneracji, oparta o analizę odpowiedzi splotowej sieci neuronowej. Metoda pozwala na zmniejszenie liczby pomiarów MRI przy zachowaniu ilości informacji.

Jak wynika z przeglądu publikacji, wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego, osobisty udział Habilitanta jest wystarczający i w kluczowych publikacjach z cyklu wynosi odpowiednio w [P1] wynosi 70%, a w [P6] wynosi on 20%, zaś w pozostałych pracach jest zbliżony do 50%. Choć żadna praca nie jest całkowicie samodzielna to wynika to głównie z bardzo dużej aktywności projektowej Habilitanta, w ramach której pełnił głównie rolę kierownika bądź mentora inspirującego zespoły naukowe. To bezsprzeczny atut pracownika samodzielnego nauki. Stanowi to potwierdzenie współdzielonego, ale istotnego osobistego wkładu Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej ITiT.

Tematyka przedłożonego cyklu publikacji jest aktualna i ważna. Warto zauważyć, że większa część przedłożonego do oceny dorobku naukowego powstał w przeciągu trzech lat (2017-2019), co jest prawdziwym ewenementem, wyróżniającym Habilitanta na tle zwyczajowych wymogów. Ogólne zestawienie dorobku naukowego Habilitanta przedstawia się następująco:

- autorstwo/współautorstwo publikacji w czasopismach z bazy *JCR*..... 51 (48 po doktoracie)
- sumaryczny *Impact Factor*218.55
- autorstwo/współautorstwo publikacji z bazy *Web of Science* 20 (17 po doktoracie)

- liczba wszystkich cytowań na dzień składania wniosku:
 - wg *Web of Science* 709 (679 bez autoc.)
 - wg bazy *Scopus* 1026 (950 bez autoc.)
 - wg bazy *Google Scholar* 2055
- całościowy indeks *Hirsha* na dzień składania wniosku:
 - wg bazy *Web of Science* 9
 - wg bazy *Scopus* 11
 - wg bazy *Google Scholar* 19

Jak wykazują powyższe statystyki, opracowane przez Habilitanta rozwiązania są liczne i publikowane w bardzo renomowanych czasopismach oraz na wysokiej rangi konferencjach. Ich oryginalność i zauważalność przez innych naukowców potwierdzają wysokie wskaźniki cytowalności.

Istotnym uzupełnieniem osiągnięć naukowych Habilitanta są liczne działania projektowe, konstrukcyjne i technologiczne. Habilitant wykazał 5 projektów badawczych, z czego w projekcie SONATA 11 był kierownikiem, a w projekcie PRELUDIUM 16 był opiekunem naukowym. Brał udział w programie *HORIZON 2020 Marie Skłodowska-Curie* oraz wykonywał liczne zlecenia dla przemysłu.

Brał udział w zespołach eksperckich oceniających wnioski o finansowanie badań, w tym m. in.: *Maria-Skłodowska Curie EDGE Fellowship*, *ESMERA Project*, Narodowe Centrum Nauki, *Composable Models and Software for Robotics Systems*.

Szeroko udzielał się na płaszczyźnie współpracy naukowo-biznesowej z otoczeniem społecznym i gospodarczym. Do kluczowych osiągnięć należy zaliczyć: współpracę naukowo-biznesową z firmą Google (m. in. Projekty Tango, ARCore), Telefonica R&D, Qualcomm, Playful Vision oraz firmą Tooploox, w której od 2015 roku obejmuje stanowisko *Chief Scientist*. Wielokrotnie wykazał swoje kompetencje w pozyskiwaniu funduszy na badania naukowe. Jest również współautorem trzech raportów technicznych.

Z uwagi na swoją aktywność został wybrany jako jeden ze 100 liderów Europy Centralnej i Wschodniej, którzy przewodzą globalnej innowacji – nagroda *New Europe 100 Challenger 2016*.

Powyższymi osiągnięciami o charakterze projektowym Habilitant udowodnił jednoznacznie swoją ponadprzeciętną zdolność do budowania odpowiednich relacji naukowo-biznesowych pomiędzy uczelniami, ośrodkami badawczymi i otoczeniem gospodarczo-społecznym.

Reasumując przedstawiona do oceny pozostała aktywność naukowa implikuje moją **jednoznacznie pozytywną ocenę osiągnięć naukowo-badawczych** Habilitanta.

4. Ocena pozostałej aktywności akademickiej dra inż. Tomasza Trzcńskiego

Działalność dydaktyczna Habilitanta jest dobra. Pan Tomasz Trzcński był promotorem 14 prac inżynierskich i 8 magisterskich oraz wspólnie z promotorem, Panem prof. Przemysławem Rokitą, opiekuje się trzema doktorantami. Prowadził również wybrane przedmioty ze studentami na Politechnice Warszawskiej i Politechnice w Lozannie. Jest również opiekunem naukowym w granie PRELUDIUM, jednego z podopiecznych doktorantów.

Pan Tomasz Trzcński może poszczycić się bogatą współpracą międzynarodową. Wynika ona m. in. z faktu, że Habilitant może poszczycić się tytułem magistra zdobytym na Politechnice Turyńskiej oraz stopniem doktora zdobytym na Politechnice w Lozannie. Po doktoracie odbył staż na Uniwersytecie Stanforda w Palo Alto w Stanach Zjednoczonych i Uniwersytecie Nanyang w Singapurze. Był również pracownikiem Laboratorium Wizji Komputerowej Federalnej Politechniki w Lozannie.

W ramach działalności organizacyjnej Habilitanta można wyszczególnić szereg aktywności. Habilitant jest członkiem rady programowej i kierownikiem naukowym kierunku studiów podyplomowych „Biznes.AI: Technologia, Prawo, Zastosowanie Sztucznej Inteligencji”, na Akademii Leona Koźmińskiego w Warszawie. Prowadzi również działalność popularyzującą sztuczną inteligencję organizując szkolenia dotyczące m. in.: „*Deep learning in social media*”, czy „*Analysis social media content with deep learning*”. Aktywnie organizuje cykle spotkań w ramach inicjatywy *Warsaw.AI*. Przeprowadził szereg wykładów zaproszonych, zarówno w Polsce jak i za granicą.

Pan Tomasz Trzciniński aktywnie udziela się w komitetach organizacyjnych i zespołach recenzentkich znaczących międzynarodowych konferencji. Wśród nich najważniejsze to konferencje rangi A* według bazy CORE: CVPR, ICCV, ICML, NIPS oraz konferencje rangi A według bazy CORE: ECCV, ACCV, MIC-CAI, na których pełni funkcję *Technical Committee Member* lub *Scientific Committee Member*. Organizował również sesje specjalne i warsztaty na wielu konferencjach międzynarodowych. Zrecenzował 72 publikacje konferencyjne, z czego 43 były zgłoszone na konferencje rangi A* i 22 na konferencje rangi A.

Habilitant pełni również rolę *Associate Editor* w czasopiśmie *IEEE Access* (Lista A, IF=4.098), dla którego przeprowadził 20 procesów recenzyjnych. Oprócz wspomnianych zrealizował 24 procesy recenzyjne dla innych czasopism z listy *JCR*.

Pan Tomasz Trzciniński współorganizuje również konferencję MLinPL na Uniwersytecie Warszawskim, jak również intensywnie wspiera środowisko naukowe przy tworzeniu polskiej strategii AI.

Reasumując, powyższe **osiągnięcia prezentują się bardzo dobrze** na tle formalnych wymagań stawianych w przewodach habilitacyjnych. Są one jednoznacznie wyróżniające.

5. Konkluzja

Biorąc pod uwagę powyższą ocenę przedłożonego przez Pana dra inż. Tomasza Trzcinińskiego jednotematycznego cyklu publikacji, a także pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych stwierdzam, że **bezsprzecznie należy uznać wymagania, określonych na wstępie recenzji aktów prawnych, za spełnione.**

Wnioskuje o przyjęcie wniosku o nadanie dr. inż. Tomaszowi Trzcinińskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

Adam Wojcieszko