L.dz/46/ RDITT-npi. 23.03.2021

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

Poznań, 15.03.2021

Recenzja dorobku habilitacyjnego

dr inż. Jakuba Nalepy

Niniejszą recenzję przygotowałem w związku z powołaniem mnie przez Radę Dyscypliny Informatyki Technicznej i Telekomunikacji Politechniki Śląskiej na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Jakuba Nalepy. Recenzję dzielę na ocenę osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej i organizacyjnej Habilitanta.

1 Ocena osiągnięcia naukowego

Dr Nalepa przedłożył osiągnięcie naukowe w postaci cyklu powiązanych tematycznie publikacji pod tytułem *Algorytmy uczenia głębokiego dla problemów klasyfikacji i segmentacji danych obrazowych.* Cykl składa się z 13 artykułów, z czego 9 to pozycje czasopismowe, a 4 to publikacje w recenzowanych materiałach konferencyjnych konferencji międzynarodowych (3 z kategorią A, jedna z kategorią B). Wśród publikacji wchodzących w skład cyklu aż 7 wycenionych jest na 140 punktów w punktacji ministerialnej, a sumaryczna liczba dla całego cyklu to 1460 pkt. Warto podkreślić iż publikacje te ukazały się w krótkim okresie czasu, tj. w latach 2017-2020, a wśród nich publikacje czasopismowe w zaledwie dwóch ostatnich latach, to jest 2019 i 2020. Kilka z tych prac ukazało się w renomowanych periodykach firmowanych przez IEEE. Charakterystyki te uważam za bardzo dobre.

Obszarem aktywności naukowej dr Nalepy w ostatniej dekadzie było uczenie maszynowe, w szczególności w zastosowaniu do analizy obrazów. Habilitant wykorzystywał w tym celu głównie głębokie sieci neuronowe, a zasadnicze przyczynki jego pracy koncentrowały się wokół augmentacji danych, projektowania modeli głębokiego uczenia, oraz ich walidacji. Po stronie zastosowań praktycznych, dr Nalepa koncentrował się głównie na analizie danych satelitarnych, w szczególności tak zwanych obrazów hiperspektralnych, których cechą charakterystyczną jest znaczna liczba kanałów i ich powiązanie ze stosunkowo wąskimi zakresami częstotliwości.

Poza tym prace Habilitanta dotyczyły również przetwarzania i analizy obrazowania medycznego. W tym drugim obszarze, wysiłki dr Nalepy koncentrowały się głównie na detekcji i segmentacji nowotworów w obrazowaniu magnetycznym rezonansem jądrowym, augmentacji danych pochodzących z tej modalności obrazowania medycznego, oraz na

analizie obrazów otrzymywanych specyficznymi odmianami magnetycznego rezonansu jądrowego, w szczególności Dynamic Contrast Enhanced MRI.

Badania prowadzone przez dr Nalepę **wpisują się zatem w dyscyplinę Informatyka Techniczna i Telekomunikacja**.

1.1 Analiza zawartości cyklu

W dalszej części omawiam przyczynki poszczególnych prac włączonych przez Habilitanta w przedłożony cykl.

W pracy JN1 dr Nalepa zaproponował wykorzystać nauczony model splotowej sieci neuronowej jako źródło informacji na potrzeby selekcji pasm/kanałów w obrazowaniu hiperspektralnym. Pozwala to na redukcję liczby pasm, co może się między innymi przełożyć na niższy koszt obliczeniowy uczenia modeli na danych zredukowanych w taki właśnie sposób, oraz mniejsze koszty pamięciowe składowania i przesyłania takich obrazów.

W ramach wątku prac koncentrującego się na augmentacji danych, w pracy JN2, poza prezentacją dwóch metod augmentacji danych uczących, interesujące jest szczególnie zaproponowanie augmentacji na etapie odpytywania już nauczonego modelu. Z kolei w pracy JN10 dotyczącej augmentacji obrazów MRI, nowe sztuczne przykłady/obrazy tworzone są poprzez swoistą interpolację pomiędzy obrazami rzeczywistymi, co w mojej perspektywie przypomina nieco (choć to raczej odległa analogia) niektóre techniki balansowania danych uczących w tradycyjnym, 'nieobrazowym' uczeniu maszynowym, na przykład SMOTE.

W obrębie uczenia głębokiego popularną metodyką jest korzystanie z modeli nauczonych na innych kolekcjach danych niż kolekcja główna/docelowa, lub korzystanie z dodatkowych kolekcji danych do poszerzenia danych docelowych. Jedną z motywacji dla tych zabiegów są wysokie oczekiwania odnośnie liczby przykładów uczących charakterystyczne dla uczenia głębokiego. Takie postępowanie wymaga zgodności charakterystyki obu kolekcji danych, w szczególności liczby i interpretacji kanałów/pasm. To założenie jest czasami trudne do spełnienia w obrazowaniu hiperspektralnym. W odpowiedzi na to, w pracy JN6 dr Nalepa zaproponował oryginalną technikę sztucznego syntetycznego uzupełniania zawartości brakujących pasm/kanałów, i poddał ją empirycznej weryfikacji.

Jednym z typowych zadań rozwiązywanych w analizie obrazów jest ich segmentacja. W tradycyjnym ujęciu, wymaga ona pełnej informacji o przynależności poszczególnych pikseli obrazu do założonych kategorii (na przykład struktur anatomicznych lub tkanek w przypadku obrazowania medycznego, czy typów gleby, wegetacji, zbiorników wodnych etc. w przypadku obrazowania satelitarnego). Etykietowanie tych danych jest pracochłonnym i kosztownym procesem, co skłoniło wielu badaczy do rozwijania metod uczenia nienadzorowanego na potrzeby rozwiązywania zadań segmentacji. Tę drogę obrał także dr Nalepa w pracy JN5, gdzie zaproponował wykorzystanie trójwymiarowego splotowego autoenkodera połączonego z analizą skupień na potrzeby nienadzorowanej segmentacji obrazów hiperspektralnych. Pracę tę uważam za szczególnie interesującą, jako że w pierwszym odruchu wykorzystanie trójwymiarowych splotów wydawało mi się nieadekwatne dla obrazowania hiperspektralnego. Jednak po przemyśleniu przyznaję iż ma to jak najbardziej sens w przypadku tych specyficznych danych, gdzie kolejne kanały

reprezentują następujące po sobie przedziały częstotliwości (pasma), a zatem realizacja splotu wzdłuż osi częstotliwości jest metodologicznie uzasadniona (w tym sensie że natura kanałów i ich kolejność nie są przypadkowe).

Przedłożony cykl publikacji uzupełniają prace o charakterze bardziej ogólnym i metodologicznym. Na przykład w pracy JN3 dr Nalepa prezentuje specyficzną technikę upraszczania modeli neuronowych poprzez ich kwantyzację. Za stosunkowo oryginalny element proponowanej metody uważam przeprowadzanie kwantyzacji w trakcie procesu uczenia, co jest podejściem rzadziej stosowanym w praktyce. Habilitant zdołał wykazać użyteczność proponowanej techniki, która pozwala na kilkukrotną redukcję zajętości pamięci modelu bez znacznego uszczerbku dla jego zdolności klasyfikacyjnych. Prace tego typu umożliwiają szersze wykorzystanie, czasami wymagających obliczeniowo i pamięciowo, modeli uczenia głębokiego w urządzeniach peryferyjnych lub innych urządzeniach czy platformach o ograniczonych możliwościach sprzętowych. Elementy takich przyczynków znaleźć można też w pracy JN8, gdzie Habilitant wraz z współautorami zaproponował starannie zaprojektowaną ścieżkę przetwarzanie danych uczących, między innymi zorientowaną na uwypuklenie niedoreprezentowanej w tych danych klasy pozytywnej, tj. struktur nowotworowych.

Wyżej wymienione wątki cyklu uzupełnia praca JN9 stanowiąca przegląd literatury dotyczący segmentacji zmian nowotworowych, czy praca JN7, która zestawia ze sobą algorytmy segmentacji danych hiperspektralnych (wraz z propozycją dedykowanej metody do podziału danych na podzbiory uczący, walidujący, oraz testujący, zorientowaną na charakterystykę zadań segmentacji).

Odrębnym wątkiem w badaniach o charakterze metodologicznym są w przedłożonym cyklu prace o numerach od JN11 do JN13. W artykułach tych Habilitant przedstawił i empirycznie zweryfikował rodzinę algorytmów optymalizacji hiperparametrów modeli głębokiego uczenia wykorzystującą metaheurystykę roju cząstek (ang. *particle swarm optimization*). Habilitant umiejętnie wykorzystał tam szczególnie ciekawe osiągnięcia wypracowane w obrębie algorytmów ewolucyjnych i innych metaheurystyk, na przykład algorytmy memetyczne, oraz zadbał o efektywność optymalizacji poprzez zrównoleglenie obliczeń oraz tzw. memoizację wyników pośrednich (dokładniej, wartości funkcji oceny rozwiązań). Na uwagę zasługuje fakt iż proponowane tam algorytmy mają zasadniczo charakter generyczny, tj. da się je stosować do strojenia hiperparametrów dowolnej sieci neuronowej, a być może nawet także innych modeli uczenia maszynowego.

1.2 Ocena cyklu

Za szczególnie oryginalne osiągnięcia Habilitanta uważam jego przyczynki w obszarze redukcji wymiarowości danych hiperspektralnych. Jest to obszar zastosowań bardzo istotny z praktycznego punkt widzenia, ponieważ obrazy hiperspektralne charakteryzują się bardzo dużą liczbą kanałów/pasm (często rzędu kilkuset), co nie tylko zwiększa sumaryczną objętość danych, ale także utrudnia ich analizę, ponieważ relewantna informacja może być rozproszona pomiędzy wiele kanałów.

Inny interesujący wątek w aktywności naukowej Habilitanta to tak zwane „Auto ML", czyli projektowanie algorytmów których zadaniem jest automatyczne konfiguro-

wanie podrzędnych systemów uczących się, w tym przypadku najczęściej głębokich sieci neuronowych. Konfigurowanie to polega zazwyczaj na strojeniu tak zwanych hiperparametrów determinujących na przykład architekturę sieci, przebieg procesu uczenia, sposób inicjalizacji parametrów modelu, itp. Stale rosnący stopień złożoności metod uczenia maszynowego stwarzają znaczne zapotrzebowanie na tego typu podejścia, i można zaryzykować tezę że „Auto ML" stało się już zasadniczo standardowym elementem krajobrazu zarówno w badaniach podstawowych jak i stosowanych.

Za ogólnie pozytywną oceną przedłużonego cyklu przemawia moim zdaniem, być może nieco paradoksalnie, także jego znaczna różnorodność. Cykl zawiera m.in. prace dotyczące algorytmów augmentacji danych (zarówno na etapie uczenia jak i wnioskowania), algorytmów segmentacji obrazu, algorytmów upraszczania/kompresji modeli głębokiego uczenia, i algorytmów hiperoptymalizacji. Sugeruje to iż dr Nalepa zajął się obraną problematyką w sposób kompleksowy, adresując różnorakie wyzwania obecne w analizie i rozpoznawaniu obrazów oraz uczeniu maszynowym. Wskazuje na to m.in. praca JN4, która prezentuje całościowe podejście do interpretacji obrazowania medycznego w wymagającym obrazowaniu dynamicznym przy pomocy magnetycznego rezonansu jądrowego. Na podkreślenie zasługuje fakt iż jeden z komponentów zaproponowanego rozwiązania uzyskał formalną certyfikację jako wyrób medyczny.

Na moją wysoką ocenę przedłużonego dorobku składa się również jakość przedłożonej dokumentacji: autoreferat przygotowany jest bardzo klarownie, a załączone rysunki, tabele i diagramy ilustrują nie tylko esencję proponowanych przez Habilitanta metod, ale także wspomagają uporządkowanie przedłożonego materiału i dorobku Habilitanta.

Lektura prac przedłożonych przez Habilitanta nie wzbudziła z mojej strony znaczących zastrzeżeń. Miałem jedynie drobne wątpliwości odnośnie tego w jakim stopniu można polegać na metodach augmentacji obrazów które prowadzą do definiowania syntetycznych nowotworów w obrazowaniu medycznym. Powstaje tu wątpliwość czy postępując w ten sposób nie zwiększamy ryzyka nadinterpretacji i obciążenia uczącego się systemu w kierunku obrazów syntetycznych, co w dalszej konsekwencji mogłoby prowadzić do wadliwych diagnoz. Mam pewne zastrzeżenia terminologiczne: na przykład tłumaczenia angielskich terminów w podpisie Rys. 9 w autoreferacie jako "fałszywe pozytywy" i "fałszywe negatywy" brzmią kolokwialnie, a mamy przecież ugruntowaną w tym zakresie polską terminologię, to jest "błędy fałszywie dodatnie" i "błędy fałszywie ujemne". Zamiast terminu 'inferencja' można by używać bardziej naturalnie brzmiącego 'wnioskowanie'. Miejscami można by też bardziej dopracować warstwę językową autoreferatu - np. na s. 23 jedno zdanie zawiera aż trzy słowa z rdzeniem 'korzystać'.

W przedłożonym dorobku trudno wskazać przyczynek dominujący, i wydaje się także że sam Habilitant nie zdecydował się wskazać na żadną z proponowanych metod czy algorytmów jako swoje główne osiągnięcie. Niemniej liczba i oryginalność proponowanych przyczynków, w połączeniu z pozytywnym przyjęciem środowiska naukowego (potwierdzonym akceptacją przełożonych prac w dobrych periodykach i konferencjach, oraz licznymi cytowaniami), z nawiązką rekompensują ten aspekt.

Powyższe uwagi polemiczne nie podważają jednak mojej ogólnie pozytywnej oceny osiągnięcia.

Podsumowując, przedłożony cykl publikacji dr Jakuba Nalepy uważam za wartościowy przyczynek do teorii i praktyki metod informatycznych, w szczególności w obszarze uczenia maszynowego oraz analizy i interpretacji obrazów, z naciskiem na zastosowania w obrazowaniu hiperspektralnym oraz medycznym. Uważam że **spełnia on z nawiązką on formalne oraz zwyczajowe wymagania stawiane w postępowaniach habilitacyjnych**.

2 Ocena istotnej aktywności naukowej

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

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

Doktor Nalepa poza przedłużonym cyklem publikacji jest też autorem około 100 prac, z których 62 ukazały się po uzyskaniu przez niego stopnia doktora (a zatem w ciągu zaledwie 4 lat, 2017-2020). Poza tematami poruszanymi w przedłożonym cyklu, prace te (po doktoracie) dotyczyły m.in. selekcji przykładów na potrzeby systemów uczenia maszynowego, problemów planowania dostaw, odbioru/dostawy i marszrutyzacji pojazdów (ang. pickup and delivery/vehicle routing problems), wykorzystania algorytmów genetycznych i memetycznych dla konstrukcji klasyfikatorów złożonych, zwiększania rozdzielczości obrazów rastrowych (ang. superresolution) oraz odszumiania obrazów rastrowych. Rozpiętość tematyczna tych prac sygnalizuje szerokie kompetencje Habilitanta.

Aktywność tę oceniam bardzo wysoko, nie tylko ze względów ilościowych, ale i jakościowych – prace te także w większości ukazały się w dobrych lub niezłych czasopismach i/lub były prezentowane na wartościowych konferencjach, co w kilku przypadkach przełożyło się też na nagrody typu *best paper award*.

2.2 Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego

Dr Nalepa jest współautorem osiągnięcia projektowego stanowiącego system do automatycznej segmentacji i analizy zmian nowotworowych głowy na podstawie obrazowania MRI (Sens.AI), które to osiągnięcie uzyskało certyfikat wyrobu medycznego (nr: TNP/MDD/0308/4651/2020, TÜV NORD Polska).

Poza tym należy zaznaczyć że znaczna część pozostałych zrealizowanych przez Habilitanta projektów o charakterze stosowanym nosi znamiona takich osiągnięć.

2.3 Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe

Dr Nalepa jest współautorem jednego przyznanego patentu krajowego pt. *Sposób wielomodalnej analizy wizyjnej dla mierzenia atencji wizualnej odbiorców treści multimedial-*

nych w pojazdach komunikacji zbiorowej i układ zliczania odbiorców treści multimedialnych w pojazdach komunikacji zbiorowej (PL415337A1; PL228914B1).

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

Brak informacji o wynalazkach, wzorach użytkowych i przemysłowych w przedłożonej dokumentacji; niemniej prawdopodobnie certyfikowany wyrób medyczny wspomniany w pkt. 2.2 niniejszej recenzji mógłby kwalifikować się do tych kategorii.

2.5 Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście, o których mowa w § 3 Rozporządzenia, dla danego obszaru wiedzy

Dr Nalepa był redaktorem monografii „Smart Delivery Systems: Solving Complex Vehicle Routing Problems" wydanej przez wydawnictwo Elsevier w 2019 roku.

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

Dr Nalepa jest/był współautorem dokumentacji praw badawczych, prowadzonych przez niego nie tylko w uczelni macierzystej, ale także w ramach przedsięwzięć, w związku z rolami które pełnił w jednostkach komercyjnych, m.in. KP Labs Sp. z o.o. oraz Future Processing S.A. (zob. pkt. 5 autoreferatu, s. 26).

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

Sumaryczny impact factor prac Habilitanta po doktoracie wynosi 41,5, z tego dla prac wchodzących w skład cyklu to 30,8. W sumie, tj. łącznie z okresem przed doktoratem, dr Nalepa opublikował prace na IF 51,1. Wartości te oceniam bardzo wysoko, zdecydowanie ponadprzeciętnie.

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

Prace dr Nalepy były łącznie cytowane 527 razy wg bazy WoS (308 po wyłączeniu autocytowań).

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

Indeks Hirscha Habilitanta wg bazy Web of Science wynosi 13, co wg przyjętych standardów zwyczajowych uważam za wartość bardzo wysoką, w tym biorąc krótki łączny okres kariery naukowej (obrona pracy magisterskiej we wrześniu 2011 roku). Analogiczny indeks wg serwisu Google Scholar wynosi 17.

Dodam że wg mojej niezależnej weryfikacji większość wskaźników wymienionych w ostatnich trzech punktach tej recenzji jest na dzień dzisiejszy wyższa (np. Web of Science sygnalizuje indeks Hirsha równy 14, a wg Google Scholar 20).

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

Po uzyskaniu stopnia doktora, dr Nalepa uczestniczył w 7 krajowych projektach naukowych, finansowanych z następujących źródeł: POIG, POIR (NCBR) oraz NCN, oraz w 3 projektach międzynarodowych finansowanych przez Europejską Agencję Kosmiczną. Dr Nalepa pełnił w tych projektach role kierownika d/s badań, specjalisty d/s uczenia maszynowego/algorytmów ewolucyjnych, oraz głównego wykonawcy.

2.11 Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową

Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora był laureatem kilkunastu nagród, w tym Nagrody im. Witolda Lipskiego, trzech grantów rektorskich przyznawanych przez Rektora Politechniki Śląskiej, oraz trzech *best paper awards*.

2.12 Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

Po uzyskaniu stopnia doktora, Habilitant wygłosił 5 wykładów zaproszonych i 4 wykłady plenarne. Dwa z tych wystąpień miały miejsce za granicą. Poza tym wygłaszał przynajmniej 19 referatów na konferencjach międzynarodowych oraz prezentował przynajmniej 13 plakatów.

3 Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

3.1 Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych

Dr Nalepa brał lub bierze obecnie udział w kilku projektach finansowanych ze środków europejskich (głównie Program Operacyjny Inteligentny Rozwój) oraz kilku projektach finansowanych przez Europejską Agencję Kosmiczną, realizowanych przez przedsiębiorstwa, w charakterze specjalisty i/lub kierownika d/s badań.

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

Dr Nalepa uczestniczył w 19 konferencjach na których wygłaszał referaty oraz prezentował plakaty (por. pkt. 2.12). Poza tym był członkiem komitetów programowych 11 edycji konferencji, w tym ICPRAM, GECCO, IJCAI-PRICAI, INCoS oraz ICCMI.

3.3 Otrzymane nagrody i wyróżnienia

Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora był laureatem kilkunastu nagród, w tym Nagrody im. Witolda Lipskiego, trzech grantów rektorskich przyznawanych przez Rektora Politechniki Śląskiej, oraz trzech *best paper awards*.

3.4 Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Kilka z projektów w których Habilitant brał udział realizowanych było w konsorcjach międzynarodowych.

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

Dr Nalepa pełnił rolę kierownika d/s algorytmiki i uczenia maszynowego w projekcie POIR oraz kierownika d/s badań w projektach finansowanych przez Europejską Agencję Kosmiczną.

3.6 Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Dr Nalepa pełnił rolę redaktora zaproszonego (*guest editor*) numery specjalnego w czasopiśmie *Sensors*. Jest także członkiem rady recenzentów w czasopiśmie *Algorithms*.

3.7 Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

Dr Nalepa jest członkiem IEEE (i powiązanych stowarzyszeń), ACM, SPIE, International Neural Network Society, Mexican Association for Computer Vision, Neurocomputing and Robotics, oraz Institute for Systems and Technologies of Information, Control and Communication.

3.8 Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki

Dr Nalepa opublikował m.in. artykuł popularnonaukowy w miesięczniku Delta, krótkie podsumowanie prowadzonych prac badawczych w ramach blogu naukowego prowadzonego przez firmę NVIDIA, oraz artykuły na blogach naukowych prowadzonych przez firmy komercyjne z którymi współpracował. Uczestniczył także w debatach środowiskowych.

3.9 Opieka naukowa nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji

Dr Nalepa pełnił rolę opiekuna w 4 obronionych pracach magisterskich i 9 pracach inżynierskich, oraz obecnie pełni analogiczną rolę w kilkunastu pracach dyplomowych.

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

Dr Nalepa pełnił rolę promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich na Politechnice Śląskiej (Pablo R. Lorenzo i Wojciech Dudzik).

3.11 Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

Dr Nalepa odbył po uzyskaniu stopnia doktora kilka krótkich pobytów/staży zagranicznych w Europejskiej Agencji Kosmicznej (Frascati, Włochy), na University of Malta, oraz w ośrodkach komercyjnych, w tym m.in. Cambridge Computer Imaging Ltd. (Wielka Brytania) oraz w Kokusai Kogyo Co., Ltd (Japonia).

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

Dr Nalepa przygotował po uzyskaniu stopnia doktora 5 ekspertyz, w tym 4 dla przedsiębiorstw i jedną dla wydawnictwa PWN.

Poza tym Habilitant, w ramach współpracy z Future Processing S.A., uczestniczył we wdrażaniu dwóch technologii (Sens.AI oraz TexRAD).

3.13 Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

Dr Nalepa uczestniczył dwukrotnie w zespołach eksperckich Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Poza tym pełnił rolę eksperta w ocenie wniosku zgłoszonego do The Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO, Holandia) oraz Polskie Towarzystwo Bioinformatyczne.

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

Po uzyskaniu stopnia doktora, Habilitant przygotował imponującą liczbę przynajmniej 380 recenzji, w tym 305 dla czasopismach indeksowanych w JCR. Poza tym zrecenzował też przynajmniej 45 recenzji dla konferencji naukowych, w tym kilku z kategorią A i A*.

4 Konkluzja końcowa

Całość dorobku naukowego i organizacyjnego dr inż. Jakuba Nalepy wypracowanego przezeń po uzyskaniu stopnia doktora jest bardzo obszerna, zróżnicowana, charakteryzuje się wysoką jakością i stanowi wartościowy wkład do informatyki i powiązanych dyscyplin, a zatem zdecydowanie spełnia w mojej ocenie wymagania sformułowane w Ustawie. Warto podkreślić że na wielu kryteriach (liczba i jakość publikacji, aktywność międzynarodowa, uczestnictwo w projektach badawczych, aktywność popularyzacyjna) dorobek Habilitanta znacząco przekracza, z sowitą nawiązką, nie tylko wymagania minimalne, ale także normy zwyczajowe. **Dlatego z pełnym przekonaniem wnoszę o przyjęcie przez Radę Dyscypliny Informatyki Technicznej i Telekomunikacji Politechniki Śląskiej przedłożonego osiągnięcia naukowego i dopuszczenie dr Jakuba Nalepy do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.**

(Krzysztof Krawiec)