

Dr hab. inż. Paweł Wachel, prof. ucz.

Wrocław 06.03.2025

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Katedra Automatyki, Mechatroniki i Systemów Sterowania

Politechnika Wrocławska

RECENZJA

osiągnięcia naukowego pt.

Zaprojektowanie i opracowanie systemów Internetu Rzeczy

do monitorowania nielegalnej produkcji narkotyków

oraz aktywności naukowej, dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

dr. inż. Fernando Solano Donado

w związku z postępowaniem o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego

Recenzja została przygotowana na zlecenie Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej na skutek powołania mnie do pełnienia funkcji recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Fernando Solano Donado (uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej nr 815/2024 z dnia 10 grudnia 2024 r.). Recenzja dotyczy oceny, czy przedstawione przez Habilitanta osiągnięcie naukowe odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*.

1. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Fernando Solano Donado ukończył pięcioletnie studia inżynierskie na kierunku Informatyka w Universidad del Norte w Barranquilla w Kolumbii w roku 2003 oraz uzyskał stopień doktora w zakresie technik informacyjnych w roku 2007, broniąc rozprawę doktorską zatytułowaną „*Reduction in GMPLS and All-Optical Label Swapping Networks*” na uniwersytecie de Girona w Hiszpanii.



W roku 2008 dr Fernando Solano Donado rozpoczął pracę w Instytucie Telekomunikacji, na Wydziale Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej na stanowisku asystenta naukowego w związku z realizacją projektu naukowego EUREKA – MANGON/CELTIC CP04-017. Następnie, w roku 2010, dr Fernando Solano Donado został zatrudniony na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego w Instytucie Telekomunikacji na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Powołując się na artykuł 219 ust. 1 pkt 2 podp. c. ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. dr Fernando Solano Donado przedstawił do oceny osiągnięcie naukowe pt. „Zaprojektowanie i opracowanie systemów internetu rzeczy do monitorowania nielegalnej produkcji narkotyków” jako oryginalne osiągnięcie technologiczne. Zgodnie z dokumentacją wniosku za podstawę do oceny osiągnięcia należy uznać aktywność Habilitanta w ramach realizacji trzech europejskich projektów naukowych, powiązanych tematycznie i realizowanych we współpracy m.in. z zagranicznymi ośrodkami naukowymi oraz instytucjami rządowymi. Są to projekty:

FP7 Goldifsh Realizowany od listopada 2011 r. do maja 2015 r.

Finansowanie z KE na projekt: 2.1mln EUR

Skład konsorcjum: 9 partnerów ze Szwecji, Francji, Kolumbii, Boliwii, Austrii, Chorwacji, Słowacji i Polski

Rola kandydata w projekcie: koordynator, kierownik, główny badacz projektu oraz deweloper.

H2020 micromole Realizowany od września 2015 r. do lutego 2019 r.

Finansowanie z KE na projekt: 5.0mln EUR

Skład konsorcjum: 11 partnerów ze Szwecji, Niemiec, Islandii, Belgii, Holandii, Francji i Polski

Rola kandydata w projekcie: koordynator, kierownik, główny badacz projektu oraz deweloper.

H2020 SYSTEM Realizowany od listopada 2018 r. do lutego 2022 r. Finansowanie z KE na projekt: 8.0mln EUR

Skład konsorcjum: 20 partnerów z Niemiec, Szwecji, Polski, Włoch, Anglii, Słowacji i Belgii.

Rola kandydata w projekcie: pomysłodawca projektu, lider work-package'a oraz deweloper

Wyszczególnione powyżej projekty dotyczyły zagadnień związanych z pozyskiwaniem informacji o nielegalnej produkcji narkotyków z wykorzystaniem autorskich rozwiązań technologicznych w obszarze internetu rzeczy.

Projekt FP7Goldfish, w którym zainicjalizowano kierunek badań, skupiał się na opracowaniu struktury sensorycznej wspierającej organy ścigania w problemie określania lokalizacji tajnych kolumbijskich laboratoriów przetwarzania liści koki. Projekt ten bazował na spostrzeżeniu, że technologiczne odpady procesu przetwórstwa koki są odprowadzane do rzek, a bieżąca i lokalna analiza ich stężenia może ułatwiać wykrywanie umiejscowienia laboratoriów. W ramach jego realizacji opracowano architekturę złożoną z węzłów sensorowych oraz bram komunikacyjnych. W omawianej koncepcji zadaniem węzłów umieszczanych na dnie rzeki było monitorowanie stężeń markerów w wodzie i przesyłanie pomiarów do bram komunikacyjnych zlokalizowanych na brzegu, które z kolei przesyłały je dalej za pomocą połączenia GSM. Projekt zrealizowano z wykorzystaniem powszechnie stosowanych i dostępnych technologii w tym m.in. minikomputera Raspberry PI i standardów komunikacji WIFI oraz GSM.

Szereg ograniczeń pierwotnego rozwiązania skłonił Habilitanta do opracowania poprawionej wersji prototypu (Goldfish light), w której całkowicie wyeliminowano konieczność transmisji w standardzie WIFI. Jak można przypuszczać miało to między innymi istotny wpływ na zwiększenie bezpieczeństwa konstrukcji i funkcjonalności systemu.

Należy podkreślić istotną rolę Habilitanta w realizacji projektu, bowiem jego udział we wszystkich głównych etapach, począwszy od opracowania koncepcji i kierowania projektem, a skończywszy na roli dewelopera, świadczy o znacznym wkładzie w jego realizację. Dwa główne (autorskie) osiągnięcia, które wymienia Habilitant, to opracowanie wspomnianego wyżej prototypu eliminującego konieczność komunikacji w standardzie WIFI i tym samym eliminacja bram komunikacyjnych oraz opracowanie algorytmu kompresji danych, dostosowanego do własności szeregów czasowych generowanych przez czujniki elektrochemiczne. Zaproponowany przez Habilitanta mechanizm kompresji bazuje na koncepcji kodowania Golomba-Rice'a, w którym parametry algorytmu wyznaczano tak, aby sprostać wymaganiom/ograniczeniom technologicznym projektu.

Projekt Goldfish zakończył się opracowaniem konstrukcji, które osiągnęły 6 poziom gotowości technologicznej TRL6, a więc przeprowadzono testy prototypów w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Z jednej strony jest to niewątpliwy sukces. Z drugiej jednak nasuwa się pytanie dlaczego nie przeprowadzono testów systemu w warunkach operacyjnych oraz nie wdrożono go do faktycznej pracy operacyjnej.

Przechodząc do oceny opublikowanych rezultatów naukowych powiązanych z realizacją osiągnięcia technologicznego, należy zwrócić uwagę na interesujące rozszerzenie problemu dynamicznego rozmieszczenia sensorów. W publikacjach [H1], tj.

- C. Velasquez-Villada, F. Solano i Y. Donoso, „Algorithm, Routing Optimization for Delay Tolerant Networks in Rural Applications Using a Distributed,” International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), tom 10, nr 1, pp. 100-111, February 2015, oraz [H2],



- Y. Donoso, G. Montoya i F. Solano, „An Energy-Efficient and Routing Approach for Position Estimation using Kalman Filter Techniques in Mobile WSNs,” *International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC)*, tom 10, nr 4, p. 500, 2015.

dyskutowane są zagadnienia routingu przy założeniu przemieszczania się węzłów sieci wraz z nurtem rzeki. Takie ujęcie problemu prowadzi do szeregu ciekawych i złożonych zagadnień o charakterze czysto naukowym. Szkoda, że nie było ono kontynuowane w ramach projektu. Jak jednak wyjaśnia Habilitant, ten kierunek badań nie został zaakceptowany przez część instytucji zaangażowanych w specyfikację wymagań projektowych.

Kontynuacją pracy Habilitanta w obszarze zapoczątkowanym projektem Goldfish była realizacja projektu europejskiego pt. Micromole, w ramach którego konsorcjum 11 organizacji podjęło się opracowania rozproszonego systemu autonomicznych czujników bezprzewodowych do pomocy w uzyskiwaniu dowodów nielegalnej produkcji narkotyków na obszarach miejskich. Projekt ten skupiał się na opracowaniu systemu, który umożliwiał zbieranie próbek ścieków zawierających substancje świadczące o nielegalnej produkcji narkotyków syntetycznych i przeznaczony był do monitorowania uprzednio wyselekcjonowanych lokalizacji. Habilitant pełnił w nim rolę koordynatora i głównego badacza, a także był pomysłodawcą koncepcji. Szereg wymagań technologicznych, konstrukcyjnych oraz wynikających z uwarunkowań prawnych (przedstawionych w autoreferacie w punktach (R1)-(R12)) wskazuje na znaczną złożoność realizowanego przedsięwzięcia. Rezultatem prac koncepcyjnych i konstruktorskich było opracowanie prototypowego urządzenia pomiarowo-próbkującego, złożonego z trzech pierścieni montowanych wewnątrz rur kanalizacyjnych. Pierścień pierwszy, umieszczony przed monitorowanym dopływem kanalizacji nadzorowanego obiektu pełnił rolę komponentu referencyjnego, którego odczyty porównywano z odczytami pierścienia drugiego (nadrzędnego). W rozpatrywanym podejściu zadaniem obu urządzeń było określenie czy ścieki zawierające określone składniki chemiczne pochodzą z konkretnej lokalizacji (gospodarstwa domowego). Gdy analiza różnic w odczytach z sensorów obu urządzeń wskazywała na pojawienie się zakazanej substancji, następowała aktywacja pierścienia trzeciego, tzw. próbkującego, którego zadanie polegało na zabezpieczeniu próbek ścieków i wysłanie sygnału do służb obsługujących system.

Oprócz szeregu innych aktywności związanych z realizacją projektu Habilitant skupił się na problematyce komunikacji w środowisku pracy projektowanych urządzeń. W szczególności, badając warunki propagacji fal radiowych w podziemnych rurach kanalizacyjnych, wykazał, że możliwy do uzyskania zasięg komunikacji radiowej jest niewielki, co stanowiło znaczną przeszkodę w realizacji projektu. Jako alternatywę rozważano komunikację akustyczną oraz optyczną bezprzewodową, jednak kierunki te zostały odrzucone ze względów praktycznych. W finalnym rozwiązaniu zastosowano dodatkową, przewodową, bramę telekomunikacyjną.

W ramach projektu Habilitant zrealizował m.in. zadanie analizy wielowymiarowych szeregów czasowych, a także zastosował filtrację Kalmana do kalibracji odniesień referencyjnych pomiarów pH i EC. Rozwiązania te stanowiły składowe autorskiego, rozproszonego algorytmu monitorowania obiektu poddanego inwigilacji. Interesującym, ale też do pewnego stopnia naturalnym, rozszerzeniem powyższego podejścia było opracowanie koncepcji algorytmu/systemu do monitorowania sekwencji lokalizacji oraz spostrzeżenie, że do monitorowania zanieczyszczeń w sieci kanalizacyjnej z N wlotami wystarczy N+1 pierścieni Micromole pełniących rolę urządzenia referencyjnego, nadrzędnego i próbującego.

Ostatni z trzech projektów wchodzących w skład osiągnięcia technologicznego Habilitanta, H2020 SYSTEM, dotyczył problematyki fuzji danych wielomodalnych w problemie wykrywania lokalizacji nielegalnych laboratoriów produkujących narkotyki w aglomeracjach miejskich. W projekcie tym opracowany wcześniej system Micromole stanowił jedno z trzech źródeł sekwencji pomiarów, a główne zadanie polegało na efektywnej fuzji niehetoregeniczných danych. Zgodnie z dokumentacją przedłożoną do oceny, w projekcie SYSTEM Habilitant pełnił rolę pomysłodawcy oraz lidera work-packag'a. W szczególności, Habilitant brał udział w realizacji następujących zadań:

- opracowanie adaptacji systemu H2020 Micromole do monitoringu dużych aglomeracji miejskich,
- opracowanie algorytmu adaptacyjnego do energooszczędnego pobierania próbek pH i EC ścieków,
- Opracowanie algorytmu kompresji danych do transmisji pomiarów przez urządzenia końcowe IoT oraz
- opracowanie algorytmów fuzji danych do lokalizacji tajnych laboratoriów narkotyków syntetycznych lub materiałów wybuchowych.

Ciekawym rezultatem prac Habilitanta jest m.in. konstrukcja algorytmu do energooszczędnego pobierania próbek pH i EC, bazującego na adaptacji częstotliwości pomiaru parametrów przepływającej cieczy. Zadanie to Habilitant zrealizował łącząc dwa dobrze ugruntowane teoretycznie i szeroko stosowane w praktyce podejścia, tj. filtrację Kalmana i regulator proporcjonalno-różniczkująco-całkujący (PID). W zaproponowanym podejściu regulator PID ma na celu kontrolowanie wzmocnienia filtra Kalmana, wykorzystywanego w charakterze predyktora. Uzyskane rezultaty praktyczne wskazują na znaczne oszczędności energetyczne układu (zmniejszenie zużycia energii o 12,5%). Szkoda, że przedstawiona do oceny dokumentacja nie zawiera głębszej analizy mieszanego podejścia typu „PID - filtr Kalmana”, wraz z dyskusją jego ograniczeń, potencjalnych błędów predykcji i odporności na zakłócenia.

Równie interesującym aspektem badań Habilitanta jest rozważane przez niego zagadnienie propagacji zrzutów w sieci kanalizacyjnej i próba odpowiedzi na pytanie, czy kształt piku zrzutu w określonych lokalizacjach może dostarczyć informacji o punkcie źródłowym zrzutu. Tak sformułowany problem dotyczy m.in. zagadnień

identyfikowalności systemów o charakterze dynamicznym i nieliniowym. Niestety opisane w autoreferacie rezultaty prac Habilitanta przedstawione są nieco zbyt powierzchownie i lakonicznie. W szczególności nie jest jasne, jakiego rodzaju narzędzia formalne zostały zastosowane w celu oszacowania punktu zrzutu, a jedynie ogólna/lakoniczna informacja o wykorzystaniu algorytmów uczenia maszynowego nie daje odpowiedzi na szereg pytań o faktyczną konstrukcję zaproponowanych algorytmów i procedur obliczeniowych. Być może brak precyzji w tym zakresie jest wynikiem poufnego charakteru projektu, jednak argument ten nie został podniesiony przez Habilitanta.

Podsumowując ocenę osiągnięcia technologicznego i wkład Habilitanta w realizację omówionych projektów stwierdzam, że:

1. Przedstawione do oceny oryginalne osiągnięcie technologiczne ma charakter interdyscyplinarny i w sposób kreatywny wykorzystuje dostępne współcześnie technologie z obszaru informatyki technicznej i telekomunikacji, a także z dziedzin pokrewnych.
2. Habilitant realizował lub uczestniczył w realizacji wszystkich kluczowych elementów projektów Goldfish, Micromole i System, które składają się na przedstawione do oceny osiągnięcie technologiczne.
3. Wynikowe osiągnięcie technologiczne wymagało wiedzy z zakresu rozwiązań sprzętowych w tym m.in. z obszarów efektywnego zarządzania i gromadzenia energii.
4. W kontekście rozwiązań algorytmicznych zrealizowany projekt wymagał zastosowania szeregu podejść z obszaru teorii sygnałów, analizy szeregów czasowych oraz teorii sterowania (w tym algorytmów kompresji, filtracji Kalmana, regulacji PID i.in.) dostosowanych przez Habilitanta do wymagań i ograniczeń projektowych.
5. Habilitant przeprowadził badania eksperymentalne wielu podzespołów opracowanych systemów, w tym m.in. rozwiązań telekomunikacyjnych w trudnych warunkach terenowych, sprawdzając możliwości zastosowania komunikacji radiowej oraz rozważając komunikację optyczną bezprzewodową, światłowodową i akustyczną.
6. Habilitant opracował lub kierował opracowaniem bibliotek niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania autorskich rozwiązań, w tym protokołu komunikacyjnego CoAP, sterowników radiowych, sterowników obsługi pamięci zewnętrznej i odczytu czujników pH i EC.
7. Habilitant posiada doświadczenie i umiejętność pracy w interdyscyplinarnych i międzynarodowych zespołach o różnorodnych profilach aktywności, takich jak uczelnie, firmy, instytucje rządowe, w tym organy ścigania.
8. Osiągnięcie Habilitanta uzyskało wielomilionowe finansowanie w ramach projektów europejskich m.in. dzięki determinacji podczas wielokrotnego wnioskowania o fundusze niezbędne na jego realizację.

9. Szczególnie istotny jest także fakt, że kierunek badań i prac technologicznych Habilitanta ma ważny wydźwięk społeczny i etyczny.

Uwagi krytyczne:

1. Ogólna charakterystyka rezultatów uzyskanych przez Habilitanta wskazuje, że finalne realizacje projektów (pierścieni, bram, itd.) funkcjonują prawidłowo i realizują swoje zadania. W wielu przypadkach Habilitant omówił drogę prowadzącą do ostatecznych prototypów i sposoby rozwiązania napotykaných trudności (np. eliminacja bram komunikacyjnych w projekcie Goldfish). W mojej ocenie zabrakło jednak rzetelnej analizy (lub jej omówienia) marginesów odporności ostatecznych rozwiązań i ich wrażliwości na zakłócenia.
2. Brak precyzyjnego omówienia kluczowych algorytmów stanowiących podstawę podejmowania decyzji w realizowanych przez Habilitanta projektach. Nieco głębszej dyskusji można było oczekiwać między innymi w kontekście połączenia regulacji PID z filtracją Kalmana oraz algorytmów uczenia maszynowego w projekcie H2020 System.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej

Cykl publikacji powiązanych z ocenianym osiągnięciem technologicznym i wynikający z realizacji projektów FP7 Goldfish, H2020 micromole, H2020 SYSTEM, zawiera 9 pozycji:

[H1] C. Velasquez-Villada, F. Solano i Y. Donoso, „Algorithm, Routing Optimization for Delay Tolerant Networks in Rural Applications Using a Distributed,” International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), tom 10, nr 1, pp. 100-111, February 2015. PA: 10%, IF: 2.6, 40 pkt. MNiSW.

[H2] Y. Donoso, G. Montoya i F. Solano, „An Energy-Efficient and Routing Approach for Position Estimation using Kalman Filter Techniques in Mobile WSNs,” International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), tom 10, nr 4, p. 500, 2015. PA: 10%, IF: 2.6, 40 pkt. MNiSW.

[H3] F. Solano, „On the Optimal Calculation of the Rice Coding Parameter,” MDPI Algorithms, nr 13, p. 181, 2020. PA: 100%, IF: 2.3, 40 pkt. MNiSW.

[H4] F. Solano, S. Krause i C. Wollgens, „An Internet-of-Things Enabled Smart System for Wastewater Monitoring,” IEEE Access, tom 10, pp. 4666-4685, 2022. PA: 70%, IF: 3.4, 100 pkt. MNiSW.

[H5] N. Kokle, F. Solano, T. Knepper i T. Fromel, „Unraveling the dynamics of organic micropollutants in wastewater: Online LC-MS/MS analysis at high temporal resolution,” Environmental Pollution, tom 310, p. 119807, October 2022. PA: 15%, IF: 7.6, 100 pkt. MNiSW.

[H6] M. P. Buras i F. Solano, „Identifying and Estimating the Location of Sources of Industrial Pollution in the Sewage Network,” MDPI Sensors, tom 21, nr 10, p. 3426, 14 May 2021. PA: 30%, IF: 3.7, 100 pkt. MNiSW.

[H7] Sikorski Arkadiusz, Kozdrowski Stanisław, Solano Donado Fernando: IoT Device Deployment for Optimal Wastewater Network Coverage, W: Proceedings of the 2021 International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM) / Begušić Dinko[i in.](red.), 2021, Galesnik, ISBN 978-953-290-109-2, s. 222-227, DOI:10.23919/SoftCOM52868.2021.9559098, PA: 10%, IF: NA, 70 pkt. MNiSW.

[H8] Sikorski Arkadiusz, Solano Donado Fernando, Kozdrowski Stanisław: Cost-Efficient Coverage of Wastewater Networks by IoT Monitoring Devices, Sensors, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, vol. 22, nr 18, 2022, Numer artykułu: 6854, s. 1-19, DOI:10.3390/s22186854 PA: 10%, IF: 3.7, 100. pkt MNiSW.

[H9] Chachuła Krystian, Nowak Robert Marek, Solano Donado Fernando: Pollution Source Localization in Wastewater Networks, Sensors, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, vol. 21, nr 826, 2021, s. 1-16, DOI:10.3390/s21030826 PA: 10%, IF: 3.7, 100 pkt. MNiSW.

Wyszczególnione przez Habilitanta artykuły, wraz ze wskazanym współczynnikiem wkładu własnego, wskazują na stosunkowo niską aktywność publikacyjną kandydata. W szczególności, jedynie w pracach H3 i H4 Habilitant jest pierwszym (lub jedynym) autorem, przy czym praca H3 (jednoautorska) opublikowana została w czasopiśmie MDPI Algorithms o stosunkowo niskiej randze. Oceniając powyższy dorobek publikacyjny należy jednak podkreślić (co czyni również Habilitant w swoim wniosku), że zrealizowane osiągnięcie technologiczne objęte było ochroną informacji niejawnych (ze względu na charakter realizowanych projektów ograniczenie to należy uznać za naturalne i w pełni uzasadnione). W konsekwencji spełnione są warunki art. 219 ust. 3 ustawy z dn. 30 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, zgodnie z którym obowiązek publikacji nie dotyczy osiągnięć, których przedmiot jest objęty ochroną informacji niejawnych.

Ogólna charakterystyka aktywności publikacyjnej Habilitanta dokonana w oparciu o Bazę Web of Science wskazuje na sumaryczną liczbę cytowań (met. Basic Search) 116, a z wyłączeniem autocytowań 96. W przypadku bazy Scopus (met. Basic search) 278 oraz z wyłączeniem autocytowań 238. Analiza przeprowadzona w oparciu o bazę Google Scholar wskazuje na 569 cytowań (sumarycznie), a z wyłączeniem autocytowań 463. Habilitant jest autorem lub współautorem 30 rozdziałów w monografiach (w tym referatów w materiałach konferencyjnych) z czego 15 prac dotyczy okresu po uzyskaniu stopnia doktora. Jedynie nieliczne z omawianych pozycji posiadają punktację MNiSW, w tym tylko jedna to praca dwustupunktowa (łącznie punktacja 640 pt. MNiSW). Habilitant jest autorem lub współautorem 21 artykułów w czasopismach naukowych (z czego trzy to prace sprzed uzyskania stopnia doktora). Łączna punktacja MNiSW artykułów to 1525 pkt. Zgodnie z przedłożoną do oceny dokumentacją, według bazy Web of Science, Habilitant posiada indeks Hirscha 6 zarówno sumarycznie, jak i z wykluczeniem

autocytowań. W bazie Scopus jest to odpowiednio 11 i 9, natomiast w bazie Google Scholar jego indeks Hirscha wynosi sumarycznie 13, a z wyłączeniem autocytowań 12.

Charakteryzując aktywność naukową Habilitanta warto również zaznaczyć jego udział w dwóch projektach badawczych niestanowiących komponentu ocenianego osiągnięcia technologicznego. W latach 2017 - 2021 w projekcie Eureka Flexnet Habilitant pełnił on rolę lidera implementacji systemu monitoringu osób przebywających na kwarantannie. Natomiast w latach 2008 – 2009 był wykonawcą zadania implementacji modułu oprogramowania do obliczania ścieżek w sieciach optycznych z uwzględnieniem zakłóceń sygnałów. Oba projekty realizowane były po uzyskaniu stopnia doktora przez Habilitanta. Dr Fernando Solano Donado odbył także staże naukowe w Europie i USA. Zdecydowana większość z nich dotyczy jednak okresu sprzed uzyskania stopnia doktora. Są to staże w Gent University, Gent, Belgia, Drexel University, Philadelphia, USA, Technical University of Denmark. Kopenhaga, Dania.

W ramach swojej aktywności naukowej Habilitant pełnił rolę recenzenta czterech rozpraw doktorskich realizowanych na uniwersytetach Universitat de Girona, Universidad Pontificia Bolivariana oraz dwukrotnie na Universidad de los Andes. Był także recenzentem artykułów dla uznanych czasopism (m.in. z grupy IEEE) i licznych konferencji międzynarodowych.

4. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Na ocenę dorobku organizacyjnego Habilitanta w znacznym stopniu wpływa realizacja osiągnięcia technologicznego, które jest podstawą recenzowanego wniosku. Międzynarodowy charakter dużych zespołów badawczych, które współtworzył Habilitant, jednoznacznie wskazuje na jego ponadprzeciętne osiągnięcia w tym zakresie. Należy przy tym podkreślić fakt umiejętności pracy Habilitanta w strukturach interdyscyplinarnych, złożonych z badaczy o odmiennych profilach akademickich, przedstawicieli instytucji rządowych (w tym m.in. organów ścigania), a także przedstawicieli firm o różnych profilach technologicznych (łącznie 34 instytucje).

W 2016 roku Habilitant został wybrany na kandydata do nagrody Kryształ Brukseli przyznawanej przez Krajowy Punkt Kontaktowy Komisji Europejskiej w Polsce. W roku 2018 otrzymał wyróżnienie „success story” od Komisji Europejskiej dla koordynowanego przez niego projektu H2020 Micromole (za prawidłowe osiągnięcie rezultatów projektu). Natomiast w roku 2009 Habilitant otrzymał nagrodę rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia naukowe.

W ramach aktywności dydaktycznej, powiązanej z pracą na stanowisku adiunkta badawczo-dydaktycznego Politechniki Warszawskiej, dr Fernando Solano Donado prowadził prace dyplomowe, wykłady oraz zajęcia o charakterze laboratoryjnym i projektowym m.in. z obszarów: Projektowanie Sieci Telekomunikacyjnych, Techniki Internetu, IP Multimedia Subsystem, Grafy i sieci, Switching and Routing, Internet of

Things, Internet Technologies and Standards, Projektowanie sieci telekomunikacyjnych, Sieci mobilne i sieci Internetu Rzeczy.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie dokonanej oceny przedłożonego przez Habilitanta osiągnięcia technologicznego, a także Jego dorobku organizacyjnego, dydaktycznego i publikacyjnego przedstawionego w dokumentacji przewodu habilitacyjnego stwierdzam, że dorobek naukowy Habilitanta dowodzi jego znacznego wkładu do dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Habilitant wykazał się istotną aktywnością naukową. Uważam, że przedłożone do oceny osiągnięcie technologiczne wraz z pozostałym dorobkiem Habilitanta spełnia wymagania ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r. art. 219 ust. 1 pkt 2c.

W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie dr. inż. Fernando Solano Donado do dalszych, przewidzianych odnośnymi przepisami, etapów postępowania habilitacyjnego.

A handwritten signature in blue ink, reading "Paweł Wachel". The signature is fluid and cursive, with the first name "Paweł" and the last name "Wachel" clearly distinguishable.