

Dr hab. inż. Ryszard J. Zieliński, prof. PWr
Katedra Telekomunikacji i Teleinformatyki
Wydział Informatyki i Telekomunikacji
Politechnika Wroclawska

Recenzja

**osiągnięć naukowych i istotnej aktywności naukowej dr. inż. Marcina Lucknera
w związku z wnioskiem o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk
inżyniersko-technicznych, dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja**

1. Podstawa wykonania recenzji

Recenzję wykonano na zlecenie Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej w związku z uchwałą tej Rady nr 422/2023 z dnia 7 lutego 2023 roku powołującą mnie na recenzenta. Podstawą wykonania recenzji jest przekazana dokumentacja składająca się z autoreferatu, wykazu osiągnięć naukowych, oświadczeń współautorów, analizy cytowani, zaświadczeniu o odbyciu stażu, odpisu dyplomu oraz 11 publikacji (A1 – A11). Ponadto przedstawiono listę licznego zbioru publikacji nie zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe, obejmujący 36 pozycji (B1-B36) opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora oraz 9 (C1-C09) przed uzyskaniem stopnia doktora. Publikacje te nie zostały dołączone do przekazanej dokumentacji (ani w postaci papierowej ani w postaci elektronicznej). Recenzję wykonano zgodnie z artykułem 219 (Dz. U. z 2021 roku) Prawa o Szkolnictwie Wyższym i Nauce oraz uwzględniając zalecenia Rady Doskonałości Naukowej zawarte w poradniku RDN pt.: „Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego” aktualizowanego 5 sierpnia 2021 roku.

2. Podstawowe dane habilitanta

Dr inż. Marcin Luckner uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w Instytucie Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk w dyscyplinie informatyka techniczna za rozprawę doktorską pt.: „*Problem eliminacji nieprzystających obiektów w zadaniu rozpoznawania wzorca*” w październiku 2010 roku. Stopień zawodowy magistra inżyniera uzyskał na Politechnice Warszawskiej na kierunku Informatyka w zakresie informatyki stosowanej. Jego praca dyplomowa pt.: „*Automatyczna identyfikacja wybranych symboli notacji muzycznej*” uzyskała ocenę celującą. W obydwu przypadkach promotorem prac był prof. dr hab. inż. Władysław Homenda.

Swoją karierę zawodową Habilitant rozpoczął w 2004 roku jako asystent na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. W 2009 roku został zatrudniony na tym samym stanowisku na Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych a w roku 2011 został adiunktem. Od listopada 2013 roku jest On dyrektorem Ośrodka Badań dla Biznesu na tym wydziale.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

W ramach osiągnięcia naukowego Habilitant przedstawił cykl jedenastu powiązanych tematycznie artykułów pod wspólnym tytułem: „*Metody analizy przestrzennej wykorzystujące dane z sieci bezprzewodowych (GSM i Wi-Fi)*”. W skład cyklu wchodzi następujące artykuły:

- [A1] **M. Luckner**, I. Krzemińska, P. Wawrzyniak i J. Legierski, “*Estimating Population Density Without Contravening Citizen’s Privacy: Warsaw Use Case,k*”, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, t. 52, nr. 7, s. 4494–4506, 2022, punkty MEiN: 200, IF: 11.471;
- [A2] **M. Luckner** i R. Gorak, “*Automatic detection of changes in signal strength characteristics in a Wi-Fi network for an indoor localisation system*” Sensors (Switzerland), t. 20, nr. 7, s. 1–13, 2020, punkty MEiN: 100, IF: 3.847, issn: 14248220.
- [A3] R. Gorak i **M. Luckner**, “*Automatic detection of missing access points in indoor positioning system*”, Sensors (Switzerland), t. 18, nr. 11, paź. 2018, punkty MEiN: 100, IF: 3.847, issn: 14248220;
- [A4] **M. Luckner**, A. Roslan, I. Krzemińska, J. Legierski i R. Kunicki, “Clustering of Mobile Subscriber’s Location Statistics for Travel Demand Zones Diversity” w Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), punkty MEiN: 40, t. 10244 LNCS, 2017, s. 315–326, isbn: 978-3-319-59104-9. *Strona 1 z 39*;
- [A5] **M. Luckner**, B. Topolski i M. Mazurek, “*Application of XGboost algorithm in fingerprinting localisation task*” w Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), punkty MEiN: 40, t. 10244 LNCS, 2017, s. 661–671, isbn: 9783319591049;
- [A6] R. Gorak i **M. Luckner**, “Long term analysis of the localization model based on Wi-Fi network”, w Studies in Computational Intelligence, punkty MEiN: 20, t. 642, 2016, s. 87–96, isbn: 9783319312767.
- [A7] R. Gorak i **M. Luckner**, “*Modified random forest algorithm for Wi-Fi indoor localization system*” w Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), punkty MEiN: 20, t. 9876 LNCS, 2016, s. 147–157;
- [A8] R. Gorak, **M. Luckner**, M. Okulewicz, J. Porter-Sobieraj i P. Wawrzyniak, “*Indoor Localisation Based on GSM Signals: Multistorey Building Study*” Mobile Information Systems, t. 2016, 2016, punkty MEiN: 40, IF: 1.863, issn: 1875905X.
- [A9] **M. Luckner** i R. Gorak, “*Comparison of floor detection approaches for suburban area*” w Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), punkty MEiN: 20, t. 9622, 2016, s. 782–791, isbn: 9783662493892;
- [A10] **M. Luckner** i R. Gorak, “*Hybrid algorithm for floor detection using GSM signals in indoor localisation task*” w Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), punkty MEiN: 20, t. 9648, 2016, s. 730–741, isbn: 9783319320335.
- [A11] R. Gorak i **M. Luckner**, “*Malfunction immune wi-fi localisation method*” w Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), punkty MEiN: 20, t. 9329, 2015, s. 328–337.

W sześciu artykułach, zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe, Habilitant jest wymieniony jako autor na pierwszym miejscu. Cztery ze zgłoszonych artykułów mają Impact Factor. Sumarycznie, zgodnie z informacjami zawartymi w autoreferacie, wynosi on 21,028. Wszystkie artykuły mają punktację MEiN, z zakresu od 20 do 200, w tym pięć artykułów ma 20 punktów, trzy ma 40 punktów, dwa ma 100 punktów i jeden ma 200 punktów (sumaryczna liczba punktów wynosi 620). Artykuły były publikowane w latach od 2015 do 2022 roku. Aż sześć z nich było opublikowanych w Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics).

3.1. Ocena merytoryczna osiągnięć w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych

W dobie powszechnie używanych terminali mobilnych umożliwiających nawiązanie połączenia zarówno z siecią komórkową jak również z punktami dostępowymi WiFi i świadczenie usług głosowych, wideo, strumieniowania oraz szeroko rozumianej transmisji danych pojawia się zapotrzebowanie na usługi lokalizacji przestrzennej terminala wewnątrz budynków. Ma to szczególne znaczenie w dużych, wielokondygnacyjnych budynkach, np. szpitalach, centrach handlowych, budynkach użyteczności publicznej czy też w budynkach akademickich. W obszarach wewnątrz budynków nie jest możliwe skuteczne stosowanie systemów nawigacji satelitarnej, takich jak Navstar GPS czy Galileo. Aplikacje nawigacyjne i odpowiednie moduły radiowe do odbioru tych sygnałów są od dawna dostępne w większości terminali mobilnych i z powodzeniem stosowane w obszarach, w których jest możliwość odbioru sygnałów nawigacyjnych z co najmniej czterech satelitów. Sygnałów tych niestety nie można odbierać wewnątrz budynków ze względu na zbyt duże straty propagacyjne powodowane przez stropy i ściany. Z tego względu na potrzeby lokalizacji wewnątrz budynków opracowano szereg specjalizowanych systemów stosujących specjalistyczne urządzenia instalowane w budynku i specjalizowane mobilne elementy, które mogą być śledzone przy użyciu systemu. Elementami tymi mogą być terminale z wyświetlaczem, na którym podawana jest lokalizacja lub znacznie prostsze moduły umożliwiające infrastrukturze systemu określenie położenia takiego modułu. Sposoby określenia położenia bazują na zaawansowanych metodach pomiaru opóźnienia sygnału TOA (*Time Of Arrival*), różnic w opóźnieniu sygnału TDOA (*Time Difference Of Arrival*), kąta nadejścia sygnału AOA (*Angle Of Arrival*) lub natężenia pola elektrycznego RSS (*Receive Signal Strength*). Wymienione metody wykorzystują zjawiska fizyczne towarzyszące propagacji fali, takie jak: straty propagacyjne, opóźnienie, kierunkowe właściwości anten. Ich instalacja jest skomplikowana i kosztowna. Inną możliwością stworzenia systemu lokalizacji wewnątrz budynku jest stworzenie mapy rozkładu poziomu sygnałów (wielowymiarowych wektorów tzw. uczących), które w zadanych punktach zostały zmierzone przez terminal mobilny. Jest to zadanie dość złożone, zajmujące dużo czasu i nie najtańsze. Terminal mobilny, w fazie testowania/użytkowania, znajdujący się w obszarze takiej mapy wykonuje pomiary poziomów sygnałów. Na tej podstawie tworzy wielowymiarowy wektor (testowy) a następnie na jego podstawie i przy użyciu odpowiedniej metody próbuje zidentyfikować na mapie poziomów sygnałów miejsce, w którym wektor mapy (uczący) jest najbardziej zbliżony do wektora zmierzonego (testowego). Do tworzenia mapy poziomów sygnału mogą być zastosowane już istniejące systemy, takie jak WiFi czy też sygnały stacji bazowych telefonii komórkowej. Analizie możliwości zastosowania metod uczenia maszynowego do wyznaczania położenia na podstawie mapy poziomów i wyznaczonego wektora poziomów poświęcona jest większość przedstawionych do oceny artykułów. Pozostałe dotyczą możliwości analizy rozkładu terminali sieci komórkowych na podstawie danych zbieranych przez stacje bazowe i użycia tego do wyznaczania liczebności populacji w określonych strefach administracyjnych w czasie. Może być to bardzo przydatne do wyznaczania tras dla systemów komunikacji miejskiej, liczebności taboru na określonych kierunkach przemieszczania, czy też optymalizacji sieci komórkowej. Zastosowane w artykułach metody mają charakter czysto informatyczny i mogłyby również być z powodzeniem zaklasyfikowane do dyscypliny informatyka. Nie dają one żadnych wskazówek, jak optymalnie rozmieszczać punkty dostępowe wewnątrz budynku, by uzyskać najmniejszą niepewność wyznaczenia lokalizacji, nie wykorzystują szeregu innych danych mogących ułatwić i zwiększyć dokładność określenia położenia związanych z techniką radiową i budową interfejsów radiowych zastosowanych systemów. Badania związane z lokalizacją wewnątrz budynków prowadzono jedynie w dwóch obiektach, jednym dużym sześciokondygnacyjnym budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW (A2, A3 A5, A6, A7, A8,

A10, A11) i drugim znacznie mniejszym trzypoziomowym budynku mieszkalnym w zabudowie szeregowej (A9). Stąd też uzyskane wyniki mogą być uogólniane jedynie w ograniczonym stopniu. Ponieważ przedstawiony do oceny cykl artykułów powinien od samego początku być zorientowany na zastąpienie monografii habilitacyjnej, to sensowna jest analiza poszczególnych publikacji w porządku chronologicznym.

Artykuł A11 (2015 r. MEiN 20 pkt.) pt.: „*Malfunction immune wi-fi localisation method*” opublikowano w 2015 roku. W tym przypadku współautor R. Górak miał udział w koncepcji systemu, stworzeniu algorytmu i implementacji prototypu. Habilitant zajmował się selekcją punktów dostępowych i analizą wyników. W artykule przedstawiono metodę wykorzystującą algorytm losowego drzewa RF (*Random Forest*) z dodatkowym algorytmem wykrywającym awarie (wyłączenia) punktów dostępowych zastosowanych wcześniej do tworzenia mapy poziomów sygnałów. Metoda bazuje na ocenie ważności predyktorów. Do analizy zastosowano 46 punktów dostępowych infrastruktury budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW. System najpierw wykrywa awarie punktów dostępowych poprzez brak sygnałów od nich a następnie modyfikuje mapę poziomów sygnałów, usuwając z wektorów (uczących) nieistniejące w chwili obecnej sygnały. Metoda ta umożliwia zwiększenie dokładności predykcji. Poziomy błąd określenia położenia po wyłączeniu pięciu punktów dostępowych bez modyfikacji mapy wynosi 12 m dla 80% przypadków a po zastosowaniu modyfikacji wynosi ok. 7 m. Przykładowo, w systemie bez wyłączeń ten błąd wynosi nieco powyżej 5 m. W niezbyt jasny sposób opisano w artykule wybór punktów, jakie są wyłączone i jak ten wybór wpływa na jakość działania systemu. **Wskazano jednak, że usunięcie niepracujących w danym momencie punktów dostępowych ze zbioru uczącego daje wymierne korzyści zmniejszające niepewność wyznaczenia położenia. Podobne rozważania prowadzono w artykule A3.**

Uwagi edycyjne: na rys. 3 jednostką osi Y nie są procenty.

Artykuł A6 (2016 r., MEiN 20 pkt.) pt.: „*Long Term Analysis of the Localization Model Based on Wi-Fi Network*” opublikowano w 2016 roku. W tym przypadku współautor R. Górak miał udział m.in. w przygotowaniu głównej idei artykułu, przeprowadzeniu testów długoterminowych i napisaniu artykułu konferencyjnego. Treścią tego artykułu jest sprawdzenie, czy po dwuletnim okresie wielkość niepewności określenia położenia nie ulega istotnej degradacji ze względu na zmiany w infrastrukturze systemu wynikające ze starzenia punktów dostępowych i wprowadzanych zmian. Badania przeprowadzono w sześciokondygnacyjnym budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW. Do badań skuteczności metod uczenia maszynowego Autorzy wybrali metodę Losowego Lasu (*Random Forest*) po przebadaniu metody wielopoziomowego perceptronu (*Multilayer Perceptron*) i algorytmu k najbliższych sąsiadów (*kNN – k Nearest Neighbours*), które dawały znacznie gorsze wyniki. Mapy poziomów sygnałów zostały wyznaczone w trzech seriach w 2012 roku i w dwóch seriach w 2014 roku w punktach wyznaczonych przez siatkę 1,5 x 1,5m, w których zapisano czterdzieści wektorów poziomu sygnału pochodzących z czterdziestu sześciu punktów dostępowych infrastruktury budynku. Przedstawione wyniki pokazują, że wraz z upływem czasu niepewność wyznaczenia kondygnacji i niepewność wyznaczenia położenia w poziomej płaszczyźnie nie ulegają istotnemu pogorszeniu. Zarówno w danych zebranych w 2012 roku jak i w 2014 roku występują anomalie o dużej wartości w niepewności określenia położenia w płaszczyźnie poziomej. Przykładowo w serii 3 (tabela 2) (mapa i badania w roku 2012) średnia niepewność wynosi jedynie 0,53m, podczas gdy dla pozostałych wyników wynosi kilka metrów. Podobne anomalie obserwuje się w serii 4 i 5 (mapa i testy realizowane w 2014 roku). Autorzy nie analizują tego zjawiska zbyt szczegółowo, podając jako możliwą przyczynę zmiany w umeblowaniu. Również rys. 3 pokazuje istotną zmianę we wskaźniku uwzględnianych widocznych punktów dostępowych w roku 2012 i 2014. Jednym z

zaproponowanych przez Autorów rozwiązań zmniejszających niepewność określenia położenia jest usunięcie z analizy punktów dostępowych wpływających destrukcyjnie na niepewność pomiaru. **Podsumowując, artykuł wykazuje, że w konkretnie rozważanym dużym budynku niepewność określenia położenia na podstawie mapy natężeń pól w nieistotny sposób zmienia się w czasie.**

Uwagi edycyjne: Autorzy stwierdzili, że poziomy RSS były mierzone w aplikacji w systemie Android i odsyłają do publikacji [8]. Niestety publikacja ta nie opisuje ani aplikacji umożliwiającej pomiar w danym miejscu, ani urządzeń do tego celu użytych ani metodologii realizacji pomiarów. Brak bliższych informacji dotyczących metodyki tworzenia map natężenia pola elektrycznego związanych z użytą do tego celu aplikacją, niepewnością pomiaru, sposobem ustawienia terminala pomiarowego i postacią wyników (liczba naturalna czy rzeczywista, ile miejsc dziesiętnych, ...) daje szerokie pole do dyskusji nad poprawnością metrologiczną prowadzonych badań. Terminale mobilne nie są urządzeniami pomiarowymi. Umożliwiają one określenie tzw. wskaźnika natężenia pola elektrycznego RSSI (*Receive Signal Strength Indicator*), na podstawie którego terminal ustala sposób transmisji, czyli typ modulacji i skuteczność kodowania MCS (*Modulation and Coding Scheme*). Wskaźnik ten można mapować na poziom sygnału na wejściu odbiornika. Ten zależy od natężenia pola elektrycznego otaczającego antenę oraz jej współczynnika antenowego. Z tego względu Autorzy bazują na poziomie RSSI a nie na RSS. Tego typu uwagi odnoszą się do wszystkich artykułów związanych z użyciem punktów dostępowych do lokalizacji terminali. Obserwowane przez Autorów zmiany mogą być również związane z użytymi terminalami zarówno w fazie tworzenia mapy jak również w fazie testów. Terminale mogą różnić się w wyznaczaniu poziomu RSSI a jeżeli stosujemy te same - to one również ulegają procesowi starzenia.

Artykuł A7 (2016 r., MEiN 20 pkt.) pt.: „*Modified Random Forest Algorithm for Wi-Fi Indoor Localization System*” opublikowano w 2016 roku. W tym przypadku współautor R. Górak miał udział m.in. w przygotowaniu głównej idei artykułu, stworzeniu zmodyfikowanego modelu, walidacji wyników jego działania i analizy wyników przy wyłączonych punktach dostępowych. Badania przeprowadzono w sześciokondygnacyjnym budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW posługując się tymi samymi danymi odnośnie mapy i wyników testów zebranymi w pięciu seriach pomiarowych w roku 2012 i 2014 (jak w artykule A6). Istotną nowością jest opracowana modyfikacja algorytmu losowego lasu polegająca na stworzeniu dla każdego punktu dostępowego modelu, który jest brany pod uwagę tylko wtedy, gdy w danej lokalizacji odbierany jest sygnał z tego punktu dostępowego. Uzyskane wyniki wskazują na istotne zmniejszenie niepewności pomiaru dla modelu zmodyfikowanego w stosunku do modelu bezpośrednio stosującego algorytm losowego drzewa i to zarówno w przypadku pracujących wszystkich punktów dostępowych jak również w przypadku wyłączenia trzech punktów dostępowych. Brak jest w artykule informacji dotyczącej zwiększenia liczby danych związanych z koniecznością tworzenia mapy dla każdego punktu dostępowego osobno jak również porównania złożoności obliczeniowej dla zaproponowanych algorytmów. Duża część treści artykułu jest taka sama jak w A6.

Dodatkowe uwagi edytorskie: rys. 2. – brak opisu pionowej osi, brak jednostek w tabelach od 2 do 5.

Artykuł A8 (2016 r., MEiN 40 pkt.) pt.: „*Indoor Localisation Based on GSM Signals: Multistorey Building Study*” opublikowano w 2016 roku. Z merytorycznego punktu widzenia współautor M. Górak miał udział m.in. w przygotowaniu idei ważonej estymacji, w statystycznej analizie wyników i badaniu wpływu liczby sygnałów na wynik estymacji. Pan M. Okulewicz brał udział w budowaniu szeregów estymacji i tworzenie struktur danych. Pozostali współautorzy uczestniczyli m.in. w opracowaniu przeglądu literatury, porównaniu uzyskanych wyników i opracowaniu aspektów technicznych pomiarów.

Artykuł poświęcony jest tej samej tematyce z tą różnicą, że mapa poziomów sygnałów została stworzona na podstawie pomiarów sygnałów emitowanych przez stacje bazowe GSM. Badania przeprowadzono w tym samym sześciokondygnacyjnym budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW. Wymieniona w artykule strona internetowa opisująca szczegółowo badane środowisko nie jest dostępna. Pomiary wykonane zostały w trzech seriach dla 1200 punktów w miejscach wyznaczonych przez kwadratową siatkę o boku 0,75m. W każdym węzle siatki przeprowadzono pomiary dla trzydziestu dziewięciu sygnałów pochodzących z siedmiu stacji bazowych, dla których w budynku zaobserwowano wskaźniki poziomu sygnału od -113 dBm do -51 dBm. W każdym punkcie wykonano 40 pomiarów, co sumarycznie stworzyło mapę składającą się z 48 tys. pomiarów. W dalszej części artykułu Autorzy deklarują wykonanie pomiarów w węzłach siatki 1,5 x 1,5 m w serii pierwszej i drugiej. Trzecia seria pomiarów wykonana została dla siatki przesuniętej o 0,75 m w każdym kierunku. Zamiast określać położenie terminalu w jednym punkcie Autorzy zaproponowali pomiary wielopunktowe na ścieżce. Wygenerowano 500 losowych ścieżek w serii pierwszej i drugiej oraz 1000 ścieżek w serii trzeciej. Ścieżki generowano przy użyciu oprogramowania R ale nie wyjaśniono, co to oznacza. Podano jednak metodę generacji ścieżki. Do estymowania położenia użyto trzech algorytmów: AdaBoost (klasyfikacja), Bagging (klasyfikacja lub regresja) i LSBoost (regresja). Do agregacji wszystkich estymowanych położzeń użyto metody MLP (*MultiLayer Perceptron*), jednej dla określenia położenia, drugiej do określenia piętra. W wyniku prowadzonych badań uzyskano niepewność określenia położenia równą 6,5 m i 56% prawdopodobieństwo poprawnej identyfikacji piętra przy wzięciu pod uwagę pojedynczego pomiaru. Przy użyciu zaproponowanej trzystopniowej metody (uwzględniającej ścieżki) niepewność pomiaru zmniejszyła się do 4,4 m i prawdopodobieństwo poprawnego określenia piętra wzrosło do 68%. Dyskusyjne jest stwierdzenie Autorów, że niepewność pomiaru poniżej 5 m jest akceptowana wewnątrz budynków. Więcej wątpliwości Autorzy mają w stosunku do jakości wyznaczenia piętra. Zwiększenie prawdopodobieństwa do 90% upatrują w zastosowaniu sygnałów GSM i WiFi – co jednak w tym artykule nie jest prezentowane. W artykule brak opisu sposobu prowadzenia pomiarów, opisu aplikacji terminala mobilnego stosowanej do pomiarów oraz nie wyjaśniono, jakie informacje należy uzyskać z terminala mobilnego i jakich informacji nie dostarcza Samsung Galaxy S III, co uniemożliwia jego stosowanie w systemie lokalizacyjnym.

Artykuł A9 (2016 r., MEiN 20 pkt.) pt.: „*Comparison of floor detection approaches for suburban area*” opublikowano również w 2016 roku. Współautor, Pan Górak deklaruje swój udział merytoryczny w analizie uzyskanych wyników.

Artykuł zajmuje się tematem wyznaczenia piętra, na którym znajduje się terminal mobilny przy zastosowaniu wskaźników poziomu sygnałów zarejestrowanych podczas tworzenia mapy i algorytmów uczenia maszynowego umożliwiających określenie położenia na podstawie bieżących poziomów wskaźników podawanych przez terminal mobilny. Analizy i badania przeprowadzono w trzykondygnacyjnym budynku zabudowy szeregowej o rozmiarze 15 x 9 m w rzucie poziomym, położonym w strefie podmiejskiej z ubogą infrastrukturą telefonii komórkowej i WiFi. Autorzy zastosowali algorytm AdaBoostM2 i optymalną ich zdaniem liczbę trzydziestu drzew w algorytmie losowego lasu. Do badań użyto terminala LG Nexus z systemem Android 4.2 Jelly Bean. I tym razem zamiast szczegółowego przedstawienia sposobu działania aplikacji do zbierania niezbędnych danych jest jedynie odesłanie do publikacji [11], która nie wyjaśnia sposobu zbierania danych o poziomach odbieranych sygnałów, dokładności wyznaczenia tych poziomów, dokładności pomiaru ciśnienia, sposobu rejestracji wyników, sposobu zapisywania dodatkowych informacji itd. Mapa została stworzona na podstawie pomiarów sygnałów GSM, UMTS, WiFi i ciśnienia atmosferycznego. Dokładność określenia ciśnienia zmniejsza się wraz z numerem kondygnacji, co by wskazywało na jego większe

fluktuacje na poziomie parteru. W badanym obszarze wykryto obecność dwunastu sygnałów ze stacji bazowych GSM, ale ich liczba w pojedynczym odczycie nie przekroczyła siedmiu sygnałów. Poziomy sygnałów stacji bazowych UMTS wyznaczone były na podstawie wskaźnika rejestrowanego przez terminal mobilny. Na rys. 4 można zaobserwować bardzo niskie poziomy tych sygnałów na parterze i bardzo duże fluktuacje na pierwszej i drugiej kondygnacji. W badaniach uwzględniono sygnały WiFi pochodzące od trzynastu punktów dostępowych, z których jedynie lokalizacja trzech była znana. Z zebranych danych połowa posłużyła do konstrukcji mapy a pozostałe stosowano do testowania systemu lokalizacji. Najmniejszą niepewność określenia kondygnacji uzyskano bazując na sygnałach UMTS co wynikało z największych różnic w rozkładzie tych sygnałów pomiędzy kondygnacjami, największą niepewność zanotowano, bazując na odczytach ciśnienia, porównywalne niepewności uzyskano dla sygnałów GSM i WiFi. Ciekawym rozwiązaniem zbierania danych było zastosowanie robota odkurzającego poruszającego się po analizowanym obszarze i umieszczenie na jego obudowie terminala. Wadą tego rozwiązania jest zbieranie danych na poziomie ok. 10 cm powyżej poziomu podłogi i brak informacji o sposobie rejestracji danych o polaryzacji i usytuowaniu anteny. Tak jak w innych publikacjach, pominięto aspekt propagacji sygnału wewnątrz budynku.

Artykuł A10 (2016 r., MEiN 20 pkt.) pt.: „*Hybrid Algorithm for Floor Detection Using GSM Signals in Indoor Localisation Task*” opublikowano również w 2016 roku. Współautor, Pan Górak deklaruje swój udział merytoryczny w analizie uzyskanych wyników i przygotowaniu danych do eksperymentu.

W artykule przedstawiono metodę poprawy skuteczności wyznaczenia kondygnacji na podstawie etykietowania zbioru liczb identyfikujących lokalizację (fingerprint) z poziomem kondygnacji. **Zaproponowane rozwiązanie nie działa w czasie rzeczywistym.** Dzieli się na dwie fazy. W pierwszej uczącej fazie mapuje się zbiory rozkładów poziomu sygnałów na losowo wygenerowanych ścieżkach na wysokość. Zbiory uczące wykorzystywane są również do treningu funkcji regresji określającej wysokość na podstawie rozkładu poziomu sygnałów. Stosując odpowiednie algorytmy klasyfikacji i regresji można z mniejszą niepewnością określić kondygnację. Badania przeprowadzono w sześciokondygnacyjnym budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW o poziomych rozmiarach 50 x 70 m i wysokości 24 m. Zbadano detekcję zmiany wysokości przy użyciu klasyfikatorów: SVM, RUSBoost, One-Class SVM. Na podstawie estymacji wysokości dla analizowanych ścieżek estymowano również kondygnację. Uzyskano znaczną poprawę określenia numeru kondygnacji dla analizowanych ścieżek, która również w niewielkim stopniu uległa zmianie po okresie jednego miesiąca.

Z uwag dotyczących publikacji należy wymienić brak uzasadnienia przyjęcia wielkości 0,1 m jako zmianę piętra pomiędzy dwoma punktami trasy, nie wyjaśniono pojęcia miary F1 i nie podano jednostek w tabelach 1- 4.

Artykuł A4 (2017 r., MEiN 40 pkt.) pt.: „*Clustering of Mobile Subscriber’s Location Statistics for Travel Demand Zones Diversity*” opublikowano w 2017 roku. Współautorzy deklarują udział merytoryczny w stworzeniu samoorganizującej mapy (SOM), implementacji modelu, walidacji metod przetwarzania danych i badania wpływu normalizacji na proces klasteryzacji.

Artykuł dotyczy badania możliwości zastosowania danych pozyskiwanych z systemu telefonii komórkowej do określania skupisk ludzkich (terminali). W prowadzonych badaniach statystyki zdarzeń zbierane były w interwałach czasowych: kwadransie, godzinowym i dobowym. Zbierane dane były anonimizowane a klasteryzacja uwzględniała podział obszaru Warszawy na 896 podobszarów. Pokrycia stacji bazowych i zlokalizowanych wewnątrz nich terminali zostały mapowane na strefy, które charakteryzują się podobnymi zachowaniami. Podobne badania opisane zostały w artykule A1. Szkoda, że Autorzy uwzględniają jedynie w

swoich badaniach położenie terminali w zasięgu BTS, nie uwzględniają sektoryzacji zawężającej obszar (porty radiowe) oraz nie uwzględniają możliwości określenia odległości na podstawie mierzonych opóźnień.

Artykuł A5 (2017 r., MEiN 40 pkt.) pt.: „*Application of XGBoost Algorithm in Fingerprinting Localisation Task*” opublikowano w 2017 roku. Współautorzy deklarują udział merytoryczny w idei zastosowania algorytmu XGBoost, stworzenia i implementacji modeli i walidacji ich działania.

W artykule zaprezentowano sposób implementacji algorytmu XGBoost na potrzeby wewnątrzbudynkowego systemu lokalizacji bazującego na wcześniej utworzonej mapie poziomów sygnałów z punktów dostępowych WiFi wszystkich (pierwsza seria) i tylko tych z punktów dostępowych infrastruktury budynku (druga seria). Badania przeprowadzono w sześciokondygnacyjnym budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW o poziomych rozmiarach 50 x 70 m i wysokości 24 m. Do analizy użyto mapy poziomów sygnałów pochodzących ze wszystkich punktów dostępowych (570). Przedstawiona metoda tworzenia mapy poziomów sygnałów jest taka sama jak w poprzednich publikacjach. Ze względu na naturę analizowanego problemu wybrano algorytm XGBoost i porównano uzyskane wyniki do wyników uzyskanych przy zastosowaniu algorytmu losowego lasu (Random Forest) i algorytmu kNN. Zastosowanie algorytmu XGBoost umożliwiło zmniejszenie mediany niepewności określenia położenia w płaszczyźnie poziomej o ok. 30 cm co jest wynikiem porównywalnym z zastosowaniem algorytmu kNN. Takie same analizy przeprowadzono dla czterdziestu sześciu punktów dostępowych infrastruktury budynku. Średnia niepewność wyznaczenia położenia była najmniejsza dla algorytmu XGBoost i zwiększała dokładność o kilkadziesiąt centymetrów.

Z uwag dotyczących publikacji można wymienić niewykorzystaną możliwość brania do dalszej analizy tylko punktów dostępowych z danego piętra, bazując na informacji SSID oraz niewykorzystanie odpowiedniego przypisania kanałów punktom dostępowym. Brakuje również informacji, czy punkty dostępowe pracują tylko w paśmie 2,4 GHz czy też w paśmie 5 GHz. To również można wykorzystać do uzyskania mniejszej niepewności wyznaczania położenia.

Artykuł A3 (2018 r., MEiN 100 pkt., IF 3,847) pt.: „*Automatic detection of missing access points in indoor positioning system*” opublikowano w 2018 roku. Współautor R. Górak deklaruje swój udział merytoryczny w koncepcji systemu lokalizacyjnego i opracowaniu modelu matematycznego. Dane niezbędne do tworzenia systemu lokalizacyjnego zostały zebrane przy użyciu aplikacji pracującej w terminalu mobilnym. Autorzy prezentują wyniki uzyskane przy stosowaniu trzech różnych modeli terminali mobilnych: LG Nexus4 (4 terminale), Sony Xperia (3 terminale) i HTC One (3 terminale). Widać istotne różnice w wartościach wyznaczonego RSS zarówno pomiędzy modelami jak również w obrębie danego modelu. Zdaniem recenzenta występują istotne różnice w zmierzonych wartościach średnich jak również duże fluktuacje w poziomach sygnałów. Pomiary wykonano dla terminala leżącego poziomo na wózku i zwróconego w czterech kierunkach co 90 stopni. Takie usytuowanie terminala nie jest raczej typowe w systemach lokalizacyjnych. Nie ma tu również uwzględnionego typowego wpływu osoby trzymającej terminal w ręku. Może to stanowić istotne ograniczenia w budowie użytecznego systemu. W artykule brakuje opisu aplikacji zbierającej dane oraz określenia zakresu częstotliwości, w którym pracują punkty dostępowe – mogą pracować w dwóch zakresach częstotliwości.

Prezentowane w artykule badania przeprowadzono w sześciokondygnacyjnym budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW o poziomych rozmiarach 50 x 70 m i wysokości 24 m.

W artykule przyjęto wartość poziomu sygnału równą -117 dBm za najmniejszą wartość możliwą do zmierzenia. Sygnały poniżej tej wartości traktowane są jako nieobecne w danej lokalizacji. (Ciekawe, że w innych artykułach wartość ta wynosiła -113 dBm?). Badania wykonane zostały dla tzw. obszarów wspólnych (Rys. 4).

Autorzy zaproponowali system ograniczający liczbę branych do analizy sygnałów z punktów dostępowych do sygnałów istotnych, wyznaczanych poprzez użycie algorytmu CART (*Classification and Regression Trees*). Osobno wyznaczono istotność punktów dostępowych w odniesieniu do lokalizacji poziomej i osobno do identyfikacji numeru kondygnacji (piętra). Ponadto, punkty dostępowe zebrano w trzy podzbiory: należące do infrastruktury budynku, nienależące do infrastruktury i wszystkie. Dokonano analizy wpływu doboru punktów dostępowych na dokładność określenia położenia w płaszczyźnie poziomej i pionowej (piętra). W artykule przedstawiono również metodę rekonfiguracji systemu lokalizacyjnego w przypadku wyłączenia określonej liczby punktów dostępowych w celu uzyskania jak najlepszego określenia położenia. Opracowano predyktor umożliwiający wykrycie niedziałających punktów dostępowych. Autorzy zwrócili również uwagę na dość długie, zdaniem recenzenta, czasy niezbędne do rekonfiguracji systemu, które są poniżej 7 sekund jak również czas niezbędny do pomiaru poziomów sygnału przez terminal mobilny będący z zakresu od 0,5s do 15s. Przedstawiono pięć scenariuszy badawczych polegających na wyłączeniach i włączeniach określonych punktów dostępowych. **Rezultaty badań pokazały możliwość zmniejszenia niepewności określenia położenia poprzez wykrywanie zmian w infrastrukturze punktów dostępowych i odpowiednią rekonfigurację systemu lokalizacyjnego.**

Artykuł A2 (2020 r., MEiN 100 pkt., IF 3,847) pt.: „*Automatic Detection of Changes in Signal Strength Characteristics in a Wi-Fi Network for an Indoor Localisation System*” opublikowano w 2020 roku. Współautor R. Górak deklaruje swój udział w opracowaniu koncepcji i modelu matematycznego systemu.

W artykule zaprezentowano wyniki badań związanych ze zmianami poziomu sygnału WiFi odbieranego z punktu dostępowego związanego ze zmianą jego charakterystyki działania. Nie uwzględnianie tego typu zdarzeń może znacząco wpłynąć na niepewność określenia położenia. Zaproponowany został system stosujący estymator poziomu odbieranego sygnału bazujący na odczytach poziomu sygnału z innych punktów dostępowych. Algorytm umożliwia rozpoznanie punktu dostępowego, który zmienił swoje właściwości transmisyjne. W konsekwencji, można system zrekonfigurować, nie biorąc pod uwagę tak zidentyfikowanego punktu dostępowego.

Badania przeprowadzono w sześciokondygnacyjnym budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW o poziomych rozmiarach 50 x 70 m i wysokości 24 m. Zmianę właściwości emisyjnych punktu dostępowego Autorzy uzyskali poprzez zmianę jego lokalizacji. Jakość określenia położenia sprawdzono dla trzech scenariuszy: izolowanego piętra (brak sygnałów z innych pięter budynku) – zmiana położenia punktu dostępowego w obrębie piętra, dla piętra (zmiana położenia punktu dostępowego w obrębie piętra) ale uwzględniane są sygnały z innych pięter i dla układu wielokondygnacyjnego (zmiana położenia punktu dostępowego w obrębie pięter). Do badań użyto trzech terminali: HTC One, LG Nexus4 i Sony Xperia z systemem operacyjnym Android OS 2.1 i zastosowano tę samą mapę rozkładu przestrzennego poziomów sygnałów z punktów dostępowych zmierzoną w węzłach, jak w pozostałych artykułach dotyczących badań w budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW. Dla scenariusza pierwszego uzyskano niepewność pomiaru położenia mniejszą od 10 m, podczas gdy dla systemu niemodyfikowanego ta niepewność była poniżej 15 m. Podobnie, w scenariuszu drugim uzyskano niepewności wynoszące odpowiednio 6 m i 10 m a w scenariuszu trzecim odpowiednio 8 m i 15 m. Podsumowując można stwierdzić, że

w wyniku zastosowania algorytmu znacznie obniżono niepewność określenia położenia w płaszczyźnie poziomej.

I w tym artykule brak jest opisu, na jakich częstotliwościach i kanałach pracowały punkty dostępowe sieci WiFi oraz jak mierzono poziom RSS (powinno być RSSI) i w ilu położeniach terminala mobilnego.

Artykuł A1 (2022 r., MEiN 200, IF 11,471) pt.: „*Estimating Population Density Without Contravening Citizen's Privacy: Warsaw Use Case*” opublikowano w 2022 roku. Współautorzy deklarują swój udział merytoryczny w opracowaniu koncepcji i modelu gromadzenia danych statystycznych telefonii komórkowej, porównaniu systemów estymacji zagęszczenia i badaniu wrażliwości metody, tworzenia zbiorów danych i ich walidacji.

Artykuł poświęcony jest badaniu możliwości zastosowania danych zbieranych przez sieć komórkową dotyczącą lokalizacji terminali do określania liczebności populacji w strefach ruchu w Warszawie. Do analizy wykorzystywany jest rozmiar i kształt komórki, w której zlokalizowane zostały terminale. **Na pochwałę zasługuje próba weryfikacji liczebności populacji wyznaczonej na podstawie danych logowania z sieci komórkowej i wyznaczonej z systemu telewizji przemysłowej w obszarze centrum handlowego. Weryfikacja wskazuje na dużą zbieżność uzyskiwanych wyników. Wykazano również użyteczność opracowanego systemu do zbierania danych statystycznych o liczebności populacji w określonych obszarach w określonych godzinach.** Informacje te mogą zostać użyte do optymalizacji systemu transportu publicznego i do wykrywania nietypowych zdarzeń. W badaniach użyto informacje związane z logowaniem do systemu i monitorowaniem przez system terminali znajdujących się w zasięgu stacji bazowych systemu GSM (2G) i UMTS (3G). Zbieranym danym zapewniono pełną anonimowość w stosunku do użytkowników terminali. Zaprezentowany został system zbierania i przetwarzania danych. Przedstawiono również sposób mapowania komórek radiowych w strefy transportowe i na tej podstawie określania liczebności populacji w strefie transportowej.

Analizując zastosowane metody dziwi, że Autorzy stosują komórki radiowe w kształcie koła o określonym promieniu i w tych komórkach wyznaczana jest liczebność terminali mobilnych. Czy w Warszawie nie jest stosowana sektoryzacja umożliwiająca bardziej precyzyjne określenie położenia terminala i czy w celu zwiększenia dokładności rozmieszczenia populacji terminali nie można użyć odległości terminala od stacji bazowej, stosując precyzyjnie mierzone przez system opóźnienia transmisji. Wzory (7) i (8) nie są potrzebne. Na rys. 8 oś pionowa jest logarytmiczna i na niej jest pokazana liczba zdarzeń. Zdaniem recenzenta zwiększona liczba osób wskazywana przez PLMN w stosunku do CCTV na rys. 10 jest prawdopodobnie związana z obsługą przez PLMN terminali osób na zewnątrz centrum handlowego a którzy nie są rejestrowani przez system CCTV.

Podsumowując przedstawiony do oceny cykl jedenastu publikacji można stwierdzić, że Habilitant stosując w umiejętny sposób algorytmy uczenia maszynowego, takie jak: RF (*Random Forest*) kNN (*k Nearest Neighbours*), MLP (*MultiLayer Perceptron*), Bagging, AdaBoost, LSBoost, AdaBoostM2, RUSBoost, XGBoost, SVM (*Support Vector Machine*), One-Class SVM, CART (*Classification and Regression Trees*) wykazał możliwość budowy systemu i poprawy jakości lokalizacji zarówno w płaszczyźnie poziomej jak również pionowej w środowisku wewnątrz budynku, bazując jedynie na pomiarze poziomu sygnału i na wcześniej stworzonej mapie poziomów sygnałów. Udało mu się opracować algorytmy wyznaczania lokalizacji bazujące na sygnałach GSM, UMTS oraz WiFi i określić niepewność wyznaczenia położenia. Ponadto na podstawie badań stwierdził niski stopień starzenia się modeli lokalizacyjnych i wykazał możliwość wykrywania zmian w funkcjonowaniu infrastruktury punktów dostępowych WiFi i stacji bazowych GSM i UMTS i zwiększenia dokładności

lokalizacji poprzez odpowiednie modyfikacje mapy związane z tymi zmianami. Zaproponował również metodę zwiększenia dokładności wyznaczenia kondygnacji poprzez śledzenie zmian poziomu sygnałów na ścieżce. W swoich badaniach przedstawił metody analizy i agregacji danych zbieranych przez stacje bazowe i wykazał dużą użyteczność tak uzyskanych informacji do oceny stopnia zagęszczenia populacji na zadanym obszarze bez naruszania prywatności użytkowników sieci. **Przedstawione metody badawcze i uzyskane wyniki stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja.**

Do przedstawionych w cyklu publikacji metod można mieć pewne uwagi krytyczne o charakterze dyskusyjnym. Należą do nich:

1. brak odniesienia w artykułach do jakości rozkładu natężenia pola e-m wewnątrz budynku. Od tego rozkładu zależy dokładność określenia położenia. Do lokalizacji należy brać te punkty dostępowe, od których możemy oczekiwać dużych zmian w poziomie sygnału przy zmianie miejsca;
2. brak informacji o sposobie i dokładności pomiaru poziomu sygnału i postaci wektora reprezentującego RSS w węzłach mapy i mierzonego przez terminal. Dokładność pomiaru RSS wpływa w znaczący sposób na dokładność określenia położenia. To samo dotyczy dokładności pomiaru ciśnienia;
3. brak informacji o zakresie częstotliwości, w którym pracują zarówno punkty dostępowe WiFi jak również stacje bazowe GSM i UMTS oraz niewykorzystanie informacji związanych z numerami kanałów oraz z identyfikatorami punktów dostępowych;
4. niewykorzystanie danych dotyczących opóźnienia w łączach GSM i UMTS do określenia odległości terminali od stacji bazowych i bardziej precyzyjnego wyznaczenia zagęszczenia populacji oraz brak uwzględnienia sektoryzacji;
5. ograniczony do dwóch lokalizacji obszar badań systemu lokalizacyjnego wewnątrz budynków i zastanawiające bardzo duże liczby punktów dostępowych wszystkich (570) i infrastruktury (46) w budynku Wydziału Nauk Matematycznych i Informatycznych PW.

Przedstawione uwagi dotyczą obszaru wiedzy ściśle związanego z radiokomunikacją i budową systemów lokalizacyjnych, wykorzystującą m.in. wiedzę o budowie interfejsów radiowych, propagacji fal e-m, planowaniu radiowemu i technice antenowej – zatem tej części dyscypliny, która przynależy do telekomunikacji. Habilitant natomiast skupił się w swoich badaniach nad zastosowaniem metod informatyki na potrzeby budowy systemu lokalizacyjnego bazującego na technice fingerprint. Wykazał możliwość budowy takiego systemu i wskazał metody poprawienia dokładności lokalizacji metodami informatycznymi. Na gruncie tych metod nie można tłumaczyć występujących w badaniach anomalii. Wydaje się również, że stopień ich dokładności jest ograniczony.

Podsumowując, osiągnięcie naukowe Habilitanta w postaci cyklu publikacji powiązanych tematycznie oceniam jako wystarczające do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

3.2. Pozostałe osiągnięcia naukowe

Pozostałe osiągnięcia naukowe ocenione zostaną na podstawie dostarczonej listy artykułów Habilitanta, które opublikowane zostały przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych jak i po uzyskaniu tego stopnia.

Dorobek przed uzyskaniem stopnia doktora obejmuje dziewięć pozycji (C1 – C9). Dorobek ten jest silnie związany z tematem rozprawy doktorskiej pt.: „*Problem eliminacji nieprzystających obiektów w zadaniu rozpoznawania wzorca*” i tematyką badań prowadzoną przez promotora prof. dr hab. inż. Władysława Homendę. Dorobek dotyczy m. in. zastosowania metod informatycznych na potrzeby rozpoznawania ze szczególnym uwzględnieniem rozpoznawania symboli notacji muzycznej i tekstów zawartych na partyturze, wykorzystania

tych zdolności do tworzenia plików w standardzie MIDI, plików przeznaczonych dla osób niewidomych oraz metod rozpoznawania w silnie zaszumionym środowisku.

Dorobek po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje **trzydzieści sześć artykułów** o sumarycznym JCR IF=26,494. W zdecydowanej większości poświęcony jest doskonaleniu technik klasyfikacji. Wśród tych prac **dziewięć** dotyczy problemów **budowy klasyfikatorów** do rozwiązywania problemów wieloklasowych oraz odrzucania w problemie rozpoznawania wzorca.

Kolejny zespół **jedenastu artykułów** dotyczy szeroko rozumianej tematyki **cyberbezpieczeństwa**. **Cztery** artykuły związane są z tematyką bezpieczeństwa w sieciach. Poświęcono je metodom detekcji spamu przy użyciu algorytmów uczenia maszynowego i odpowiednio zbudowanych klasyfikatorów oraz zbiorów reguł decyzyjnych.

Wśród tych prac można wyróżnić **trzy** związane ze sposobami **wykrywania tzw. web-spamu** czyli metod sztucznego podwyższania rangi danej strony internetowej. Wykazano, że rozpoznawanie web-spamu jedynie na danych z ostatniego okresu jest znacznie skuteczniejsze niż robienie tego w oparciu na zbiorach inkrementowanych. Zaprezentowano również sposób tworzenia systemu automatycznego przebudowania zbioru uczącego.

Cztery publikacje poświęcono **bezpieczeństwu systemu Android**. W jednej z nich opracowano narzędzie do przeprowadzenia ataku na terminal komórkowy i wskazano metody zabezpieczenia przed tego typu atakiem. Pozostałe trzy prace dotyczą wykrywania złośliwego oprogramowania w systemie Android, m.in. przy użyciu znaczników czasowych oraz uprawnień bezpieczeństwa.

Z kolei **osiem artykułów** związanych jest z szeroko rozumianym **przetwarzaniem i analizą obrazu**. Habilitant zajmował się automatycznym tworzeniem chmur punktów z serii zdjęć przydatnym do wyszukiwania tożsamyh punktów, znajdowaniem punktów charakterystycznych obracających się trójwymiarowych obiektów, procesem rekonstrukcji modelu 3D i jego zastosowania do rekonstruowania zdjęć, algorytmami automatycznego punktowania celów strzeleckich, analizą map geodezyjnych na potrzeby monitorowania terenów zielonych, systemem automatycznego zliczania kajaków i kajakarzy na potrzeby kontroli szlaków turystycznych zaimplementowanym w Raspberry Pi 2, systemem monitorowania wolnych miejsc parkingowych przy zastosowaniu tzw. widzenia maszynowego oraz systemu automatycznego rozpoznawania autobusów miejskich z nagrań wideo. Jak łatwo zauważyć, zakres stosowania technik informatycznych w tym obszarze jest niezwykle szeroki.

Kolejny obszar badawczy habilitanta związany jest z analizą danych przestrzennych i analizą danych wielkoskalowych pochodzących z miejskich systemów informacyjnych i z tego względu obszar ten jest dość bliski cyklowi publikacji przekazanemu do oceny. Obszar ten obejmuje **sześć publikacji**, w których Habilitant zajmuje się takimi zagadnieniami, jak: system prezentacji danych czasowych o sprzedaży i lokalizacji kupujących na potrzeby małych i średnich sklepów internetowych, formą publikacji zasobów geodezyjnych i kartograficznych zgodną z dyrektywą UE INSPIRE z aplikacji iGeoMap, której Habilitant był współautorem, analiza danych strumieniowych związanych z lokalizacją miejskich środków transportu w Warszawie - umożliwiającą ocenę opóźnień, system obserwacji oficjalnych kanałów informacyjnych transportu publicznego, platforma do gromadzenia i przetwarzania danych dotyczących urządzeń IoT na potrzeby inteligentnego planowania transportu, metody wykrywania znaczących opóźnień transportu publicznego przy użyciu silników przetwarzania strumieniowego.

Dwa ostatnie artykuły dotyczą opracowanego przez Habilitanta algorytmu do przewidywania awarii czujnika poziomu i temperatury oleju (OLTTS) w samolocie, stosującego dane krótko i długoterminowe, który umożliwi skrócenie wykrycia usterki do trzech miesięcy oraz materiałów (editorial) konferencji FedCSIS 2013.

Habilitant wykazuje się również aktywnością związaną ze współpracą międzynarodową z zagranicznymi ośrodkami badawczymi. Współpracował On z prof. Witoldem Petryczem z University of Alberta w Edmonton (Kanada). Wynikiem tej współpracy była nagroda zespołowa I stopnia JM Rektora PW za osiągnięcia naukowe w latach 2004-2005. Kontynuacja tej współpracy i realizacja grantu NCN zaowocowała trzema wspólnymi publikacjami z prof. Petryczem. Od 2020 roku Habilitant współpracuje z naukowcami z Tallinn University of Technology w zakresie analizy cech złośliwego oprogramowania atakującego urządzenia z systemem Android. W okresie od 20.04.2022 do 21.05.2022 przebywał on na stażu w Centre for Digital Forensics and Cyber Security w TalTech, podczas którego zajmował się ewolucją różnych rodzin złośliwego oprogramowania.

Liczba czterdziestu pięciu artykułów prezentujących bardzo szeroki wachlarz zainteresowań Habilitanta dotyczących stosowania nowoczesnych metod informatycznych na potrzeby rozwiązań różnorodnych problemów technicznych sytuuje tę działalność w obszarze informatyki technicznej i jest **w zupełności wystarczająca do uznania jego istotnej aktywności naukowej.**

Podsumowując, aktywność naukową Habilitanta uważam za spełniającą wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Przedstawione osiągnięcia potwierdzają znaczny wkład w rozwój dyscypliny – zatem są spełnione wymagania stawiane w art. 219, ust. 1, pkt. 2 i pkt. 3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

4) Dorobek dydaktyczny, organizacyjny i ekspercki

4.1. Dorobek dydaktyczny

Habilitant ma bardzo bogaty dorobek dydaktyczny, na który składa się prowadzenie wykładów na Politechnice Warszawskiej, m.in. są to wykłady Podstawy przetwarzania danych, Zaawansowane programowanie obiektowe i funkcyjne, Programowanie obiektowe, Kreatywne rozwiązywanie problemów, Metod analizy danych i sztucznej inteligencji, Business Analytics Programming, Android Application Development, Java SE czy Programming 3 (Advanced Java). Prowadzi również liczne zajęcia laboratoryjne i ćwiczeniowe, z których tylko część związana jest z wykładami a inne stanowią potwierdzenie szerokiej wiedzy Habilitanta w obszarze baz danych, teorii automatów i lingwistyki matematycznej, teorii algorytmów i obliczeń czy też teorii automatów i języków. Habilitant ma również znaczące osiągnięcia w prowadzeniu prac dyplomowych inżynierskich (22 obronione) i magisterskich (23 obronione). Część tych prac została opublikowana we wspólnych z Habilitantem artykułach. Jest On również promotorem pomocniczym jednej obronionej pracy doktorskiej. **Tak bogaty i liczący się dorobek dydaktyczny oceniam bardzo wysoko.**

4.2. Dorobek organizacyjny

Habilitant cechuje się również bardzo dużą aktywnością organizacyjną. Przejawia się ona w działalności organizacyjnej w licznych komisjach. Jest on członkiem Komisji Egzaminu Dyplomowego na jednym z kierunków, członkiem Komisji Programowych dwóch kierunków, członkiem Komisji Rady Wydziału ds. Nagród i Odznaczeń, członkiem Rady Naukowej Centrum Badawczego POB, członkiem komisji i sekretarzem podkomisji Oceny Śródkresowej w Szkole Doktorskiej nr 3 PW i wielu innych komisjach. Za swoją działalność organizacyjną w roku akademickim 2016/2017 otrzymał nagrodę zespołową JM Rektora PW. Jest On również członkiem Zespołu Rektorskiego ds. Innowacyjnych Form Kształcenia oraz Dyrektorem Ośrodka Badań dla Biznesu. **Tak bogaty i znaczący dorobek organizacyjny również oceniam pozytywnie.**

4.3. Dorobek ekspercki

Ten typ dorobku można oceniać na podstawie kilku projektów realizowanych z udziałem Habilitanta. Można tu wymienić projekt NCN pt.: „Zagadnienie odrzucania w problemie rozpoznawania wzorca”, projekt NCBiR LOKKOM: kompleksowe metody wyznaczania lokalizacji terminala sieci telefonii komórkowej przemieszczającego się w terenie otwartym i budynkach (kierownik grupy zadań), europejskiego projektu badawczego VaVel: Variety, Veracity, Value: Handling the Multiplicity of Urban Sensors (kierownik z ramienia PW). Brak w autoreferacie informacji o przeprowadzonych przez Habilitanta ekspertyzach, wykonanych recenzjach dla czasopism naukowych i uczestnictwie w komitetach programowych konferencji naukowych. Habilitant wykazuje się również działalnością popularyzatorską, wymagającą kompetencji i wiedzy eksperckiej. Był on jurorem Hackathonów związanych z walką z konsekwencjami COVID-19, dotyczącego lokalizacji wewnątrzbudynkowej, prowadził Hackathon dotyczący Conquer Urban Big Data. Prowadził również kilka warsztatów tematycznych z obszaru informatyki i kreatywnego nauczania. Dorobek ten można uznać za satysfakcjonujący.

Podsumowując, dorobek dydaktyczny, organizacyjny i ekspercki uważam za wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

5. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę jednoznacznie pozytywną ocenę cyklu publikacji i pozostałej aktywności naukowej Habilitanta, w tym poza macierzystą uczelnią oraz dorobek dydaktyczny, organizacyjny i ekspercki, wnioskuję o dopuszczenie dr inż. Marcina Lucknera do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Wrocław, 26-04-2023



Dr hab. inż. Ryszard Zieliński, prof. PWr