

Projekt kierunków działalności naukowej
oraz rozwoju Instytutu Informatyki
i
roczny plan badań naukowych
na rok 2024

Wydział Matematyczno-Przyrodniczy. Szkoła Nauk Ścisłych
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie

kwiecień 2024

Spis treści

1. Dyscyplina naukowa i stan osobowy	3
2. Projekt kierunków działalności naukowej oraz rozwoju Instytutu	3
2.1. Rozwój Instytutu	4
3. Roczny plan badań naukowych na rok 2024	4

1. Dyscyplina naukowa i stan osobowy

Zgodnie z §12 Statutu Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie Instytut Informatyki w 2024 r. będzie prowadził badania naukowe w jednej dyscyplinie naukowej, którą jest „informatyka techniczna i telekomunikacja” w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Skład osobowy Instytutu przedstawia się następująco:

- Profesorowie nadzwyczajni
 1. dr hab. Jerzy Cytowski, prof. uczelni
 2. dr hab. Andrzej Duda, prof. uczelni
 3. dr hab. Mirosław Kurkowski, prof. uczelni
 4. dr hab. inż. Wojciech Stecz, prof. uczelni
 5. dr hab. Krzysztof Trojanowski, prof. uczelni
 6. dr hab. Rafał Zapłata, prof. uczelni
- Profesorowie wizytujący
 1. prof. wiz. dr hab. Frédéric Guinand (Université du Havre Normandie, Francja)
- Adiunkci
 1. dr Jakub Gąsior
 2. dr Robert Kłopotek
 3. doc. dr William Steingartner
 4. dr Piotr Śliwka
 5. dr Konrad Zdanowski
- Asystenci
 1. mgr Jakub Grzeszczak
 2. mgr Anna Kelm
 3. dr Tomasz Kulpa
 4. dr Artur Mikitiuk
 5. mgr Piotr Plebański

Przy czym dr hab. Rafał Zapłata, prof. uczelni nie zadeklarował *informatyki technicznej i telekomunikacji* jako dyscypliny podstawowej, natomiast dr Piotr Śliwka zadeklarował tę dyscyplinę w zakresie $\frac{3}{4}$ udziału czasu pracy.

2. Projekt kierunków działalności naukowej oraz rozwoju Instytutu

Kierunki działalności naukowej Instytutu tak jak w poprzednich latach skupiają się wokół dwóch głównych nurtów badawczych. Pierwszym jest analiza teoretyczna i zastosowania szeroko rozumianych metod sztucznej inteligencji oraz inteligencji obliczeniowej. Drugim są matematyczne metody modelowania i weryfikacji wrażliwych własności różnego rodzaju systemów komputerowych.

2.1. Rozwój Instytutu

Rozwój Instytutu w zakresie badań naukowych realizowany jest poprzez dążenie do osiągnięcia celów strategicznych określonych w dokumencie „Misja i Strategia Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego. Szkoła Nauk Ścisłych na lata 2022-2025”. Należą do nich:

1. pozyskiwanie nowych pracowników zarówno młodych, dążących do doktoratu jak i tych o znaczącym dorobku naukowym i uznanym autorytecie środowiskowym,
2. intensyfikacja działalności naukowej przekładającej się na efekty mające wpływ na ocenę parametryczną jednostki, w szczególności zmierzającą do utrzymania lub podniesienia kategorii przy ewaluacji jakości działalności naukowej,
3. aktywizacja pracowników do osiągania kolejnych stopni i tytułów naukowych,
4. rozwój współpracy naukowej poprzez kontakty z ośrodkami badawczymi innych uczelni a szczególnie obecność w Instytucie profesorów wizytujących, w tym: tworzenie międzynarodowych zespołów badawczych oraz prowadzenie międzynarodowych projektów badawczych,
5. rozwój współpracy z interesariuszami zewnętrznymi.

3. Roczny plan badań naukowych na rok 2024

W roku 2024 badania naukowe prowadzone w Instytucie można podzielić na dwie grupy. W pierwszej, dotyczącej analizy teoretycznej i zastosowań szeroko rozumianych metod sztucznej inteligencji oraz inteligencji obliczeniowej, badania będą dotyczyły następujących zakresów:

- Kontynuacja badań w zakresie optymalizacji w zadaniach planowania położenia i ruchu mobilnych stacji bazowych (MBS) przenoszonych przez bezzałogowe statki powietrzne (UAV, Unmanned Aerial Vehicle), które tworzą sieci Ad Hoc (sieci klasy FANET, Flying Ad-Hoc Network). W szczególności planowane jest rozszerzenie dotychczasowych klas badanych problemów o zadania optymalizacji wielokryterialnej, tj. takich, gdzie występuje kilka kryteriów oceny rozwiązania: szybkość pokrycia terenu o najwyższych współczynnikach zaludnienia oraz całkowity czas realizacji zadania (tzw. makespan). Optymalizacji podlegać będą trajektorie ruchu grupy UAV, takie które gwarantują zachowanie odległości między UAV pozwalających na działanie sieci Ad Hoc podczas realizacji zadania jak najszybszego odwiedzenia całości monitorowanego obszaru (Mikitiuk, Grzeszczak, Trojanowski).
- Kontynuacja badań w zakresie rozproszonych algorytmów szeregowania zadań w infrastrukturze chmury obliczeniowej z uwzględnieniem zagadnień bezpieczeństwa aplikacji użytkowników. Rozszerzenie proponowanych rozwiązań w kierunku systemów typu Internet Rzeczy oraz ich praktycznego zastosowania w obecnie dostępnych oraz tworzonych sieciach sensorowych. (Gąsior).
- Kontynuacja badań dotyczących niedeterministycznych metod optymalizacji z zastosowaniem roju cząsteczek oraz automatów komórkowych. Kontynuacja badań dotyczących zachowań stabilnych

w metodzie optymalizacji rojem cząsteczek. Analiza własności zaproponowanych miar stabilności cząsteczki oraz zastosowanie tych miar do opracowania procedur usprawniających działanie algorytmów opartych na metodzie IPSO (Kulpa).

- Obliczanie poprawki terenowej i architektonicznej - kooperacja z IBS PAN (Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk) i IGIK (Instytut Geodezji i Kartografii) na podstawie trójstronnej umowy porozumienia ze stycznia 2022 dla Konsorcjum IGIK-UKSW-IBS PAN. W projekcie opracowywane są zagadnienia takie jak wczytanie map terenu (punkty 3D), zrównoleglenie obliczeń odległości Wassersteina na CPU i GPU (wykorzystując technologię NVidia CUDA), zrównoleglenie algorytmu systematycznego przeszukiwania przestrzeni 3D z zagęszczaniem poszukiwań w wybranych obszarach zainteresowania, zrównoleglenie zadania programowania liniowego jako alternatywna metoda porównywania powierzchni 3D (Kłopotek).
- projekt MACReL we współpracy z Instytutem Ekonomi i Finansów UKSW oraz Multidyscyplinarnym Centrum Badawczym UKSW: Modelowanie makroekonomiczne wykorzystujące uczenie ze wzmocnieniem (ang. Reinforcement Learning - RL) dla modelu RBC (ang. Real Business Cycle) - badanie możliwości zrównoleglenia obliczeń na CPU i GPU dla architektur AMD/Intel x64 oraz IBM PowerPC (klaster CATO) (Kłopotek, Plebański)
- projekt NLP we współpracy z Instytutem Ekonomi i Finansów UKSW - przewidywanie NPS (Net Promoter Score) w transkrypcjach rozmów, analiza sentymentu i analiza emocji, przewidywanie oczekiwania na wydarzenie w tekstach (Kelm)
- Badania nad nowoczesnymi metodami przetwarzania obrazów (Cytowski).
- Badania nad rojem autonomicznych maszyn UAV (ang. Swarms of Unmanned Aerial Vehicles) prezentujących zbiorowe zachowanie bez polegania na żadnym scentralizowanym mechanizmie a także nad dynamiką komunikacji w takim roju (Guinand).

W drugiej grupie, dotyczącej matematycznych metod modelowania i weryfikacji wrażliwych własności różnego rodzaju systemów komputerowych, badania dotyczyć będą następujących obszarów:

- Projektowanie, optymalizacja i prognozowanie ruchu w sieciach optycznych nowej generacji z wykorzystaniem algorytmów metaheurystycznych oraz łańcuchów Markowa. Celem projektu jest przygotowanie pakietu zawierającego narzędzia do monitorowania ruchu sieciowego, optymalizacji przepływu oraz modelowania i prognozowania zajętości pasma sieci, którego potencjalnym odbiorcą mogą być operatorzy sieci telekomunikacyjnych (Śliwka).
- Badania w zakresie cyberbezpieczeństwa (Kurkowski).
- Badania problemów bezpieczeństwa związanych z DNS. Projektowanie i optymalizacja funkcjonowania szybkich sieci bezprzewodowych Wi-Fi 6 i Wi-Fi 7. Projektowanie i optymalizacja funkcjonowania sieci dalekiego zasięgu dla Internetu Rzeczy. (Duda)

- Badania na temat siły rekurencyjnych kwerend SQL w pustych bazach danych z arytmetyką oraz nad zagadnieniem arytmetycznej siły kolorowań zbiorów alfa-dużych (wspólnie z Lorenzo Carluccim), w tym praca nad artykułem pokazującym siłę arytmetyczną domknięcia klasy dobrych porządków na pewne reguły tworzenia nowych porządków (wspólnie Lorenzo Carlucci i Leonardo Mainardi) a także praca nad artykułem na temat intuicjonistycznego rachunku zdań i własności zbioru jego tautologii w zależności od liczby zmiennych zdaniowych oraz zagnieżdżenia implikacji wspólnie z Aleksym Schubertem i Pawłem Urzyczynem (Zdanowski).
- Prace w dziedzinie inżynierii oprogramowania w obszarze modelowania systemów czasu zbliżonego do rzeczywistego i systemów czasu rzeczywistego w sposób umożliwiający przygotowanie oprogramowania zdolnego do certyfikacji zgodnie z przepisami branżowymi (GMP dla farmacji lub EMAR/STANAG dla systemów projektowanych dla potrzeb Sił Zbrojnych RP). Opracowanie metodyki opartej o Model-Based System Engineering wspierającej projektowanie niezawodnego oprogramowania systemów i koncepcji budowy symulatorów klasy Hardware-in-the-Loop (Stecz)
- Prace z dziedziny konstruowania i badania matematycznych modeli dla semantyk wykonań programów (Steingartner).

Ponadto dr hab. Rafał Zapłata, prof. uczelni prowadzi badania w ramach planowanego projektu pod roboczym tytułem „Detekcja, inwentaryzacja i monitoring obiektów antropogenicznych oraz terenów przemysłowych na obszarach leśnych w Polsce z zastosowaniem sztucznej inteligencji”. Są to badania interdyscyplinarne w kooperacji np. z zew. jednostką naukową np. Instytutem Badawczym Leśnictwa, zespołem NCBIr i/lub organizacją pozarządową np. Fundacją Hereditas itp. Projekt z ukierunkowaniem na badania podstawowe. Planowane działania mają za zadanie wypracowanie systemu detekcji w oparciu o narzędzia AI. Efekt praktyczny badań to m.in.: rozpoznanie obiektów zabytkowych (np. archeologicznych), stworzenie / rozbudowa metody (systemu) detekcji i inwentaryzacji obiektów zabytkowych (nieruchomych) w dla wybranych terenów Polski, z możliwością jej aplikacji dla innych obszarów. Współpraca z Multidyscyplinarnym Centrum Badawczym UKSW w Dziekanowie. W/w badania prof. Zapłaty dotyczą dyscyplin "informatyka techniczna i telekomunikacja" i/lub "archeologia".