



Rekrutacja do Szkoły Doktorskiej w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach na rok akademicki 2026/2027

Admission to the Doctoral School at the University of Silesia in Katowice for academic year 2026/2027

Informatyka temat nr 4	Computer and information sciences topic No. 4
Predykcyjne algorytmy redukcji próbkowania i transmisji danych w mobilnych systemach Internetu Rzeczy	Predictive Algorithms for Sampling and Data Transmission Reduction in Mobile Internet of Things Systems
PhD supervisor: dr hab. Inż. Bartłomiej Płaczek, prof. UŚ https://scholar.google.com/citations?user=8z-IMoYAAAAJ	
Krótką charakterystyka założeń i celów badawczych Celem projektu badawczego jest opracowanie i analiza algorytmów predykcyjnych umożliwiających efektywne ograniczanie ilości próbkowanych i transmitowanych danych w systemach Internetu Rzeczy. Predykcja w planowanej rozprawie doktorskiej będzie wykorzystywana jako podstawa algorytmu decyzyjnego, pozwalającego określić przez jaki czas rzeczywiste pomiary i transmisje danych z węzłów Internetu Rzeczy mogą zostać wstrzymane bez utraty poprawności działania rozpatrywanej aplikacji. Zamiast cyklicznego próbkowania i przesyłania wszystkich danych pomiarowych, system będzie wykorzystywał modele predykcyjne do estymacji możliwych zakresów przyszłych wartości mierzonych parametrów oraz tempa ich zmian. Na tej podstawie wyznaczone będą przedziały czasowe, w których aktualna wiedza o stanie systemu pozostaje wystarczająca do podejmowania decyzji. Próbkowanie i transmisja danych będą inicjowane dopiero wtedy, gdy predykcja wskaże na możliwość istotnych zmian w odczytach sensorów, co oznacza, że nowa informacja może wpłynąć na wynik decyzji. W ten sposób predykcja będzie wykorzystywana do harmonogramowania aktywności węzłów IoT, umożliwiając jednocześnie ograniczenie liczby próbek, liczby transmisji oraz zużycia energii, przy zachowaniu poprawności funkcjonowania	Brief description of research assumptions and goals The objective of the research project is to develop and analyze predictive algorithms that enable the effective reduction of the amount of sampled and transmitted data in Internet of Things systems. In the planned doctoral dissertation, prediction will be used as the basis of a decision-making algorithm that makes it possible to determine for how long actual measurements and data transmissions from IoT nodes can be suspended without compromising the correctness of the operation of the considered application. Instead of periodic sampling and transmission of all measurement data, the system will employ predictive models to estimate possible ranges of future values of measured parameters and the rate of their changes. On this basis, time intervals will be determined during which the current knowledge of the system state remains sufficient for decision-making. Sampling and data transmission will be initiated only when prediction indicates the possibility of significant changes in sensor readings, meaning that new information may affect the outcome of a decision. In this way, prediction will be used to schedule the activity of IoT nodes, enabling a simultaneous reduction in the number of samples, the number of transmissions, and energy consumption, while maintaining the correct operation of the system. It is assumed that the developed algorithms will allow for predicting the moments when the





systemu. Zakłada się, że opracowane algorytmy pozwolą na przewidywanie momentów, w których aktualne dane mogą stać się niewystarczające do poprawnej obsługi danej aplikacji, oraz inicjowanie pomiarów tylko wtedy, gdy jest to konieczne. Istotnym elementem badań będzie również analiza wpływu dynamiki środowiska oraz mobilności węzłów na skuteczność predykcyjnej redukcji danych.

Celem praktycznym jest stworzenie modelu algorytmicznego modelu, który może być bezpośrednio wykorzystany w rzeczywistych systemach Internetu Rzeczy do wydłużania czasu życia urządzeń zasilanych za pomocą baterii, ograniczania kosztów transmisji oraz poprawy skalowalności aplikacji, przy jednoczesnym zachowaniu wymaganej poprawności działania systemu.

Walidacja eksperymentalna opracowanych algorytmów predykcyjnych zostanie przeprowadzona w realistycznych scenariuszach Internetu Rzeczy, ze szczególnym uwzględnieniem mobilnych sieci czujników, w których położenie węzłów oraz wartości rejestrowanych parametrów ulegają ciągłym zmianom. W takich systemach węzły mogą być umieszczone na urządzeniach przenośnych, pojazdach, robotach mobilnych lub noszone przez użytkowników, a ich zadaniem jest np. monitorowanie parametrów środowiskowych lub odległości od obiektów referencyjnych. Walidacja będzie obejmowała scenariusze, w których istotne jest dynamiczne wskazywanie np. węzła charakteryzującego się najwyższą jakością sygnału, najmniejszą odległością od określonej lokalizacji lub gwarantującego najbardziej reprezentatywny pomiar w danym obszarze, przy jednoczesnym ograniczeniu aktywności pozostałych węzłów. Przewiduje się eksperymenty, w których algorytmy predykcyjne umożliwią węzłom mobilnym pozostawanie w stanie uśpienia przez dłuższe okresy, a próbkowanie i transmisja danych będą inicjowane jedynie w momentach, gdy wymaga tego przewidywana dynamika ruchu lub zmiana odczytów. Analiza będzie również obejmowała sytuacje nagłych zmian trajektorii ruchu lub warunków w otoczeniu węzłów, pozwalając ocenić zdolność algorytmów do

currently available data may become insufficient for the proper operation of a given application and for initiating measurements only when necessary. An important aspect of the research will also be the analysis of the impact of environmental dynamics and node mobility on the effectiveness of predictive data reduction.

The practical objective is to develop an algorithmic decision-making model that can be directly applied in real-world Internet of Things systems to extend the lifetime of battery-powered devices, reduce transmission costs, and improve application scalability, while maintaining the required correctness of system operation.

Experimental validation of the developed predictive algorithms will be carried out in realistic Internet of Things scenarios, with particular emphasis on mobile sensor networks in which node positions and the values of recorded parameters change continuously over time. In such systems, nodes may be deployed on portable devices, vehicles, mobile robots, or worn by users, and their tasks may include, for example, monitoring environmental parameters or distances to reference objects. The validation will include scenarios in which it is important to dynamically identify, for instance, the node characterized by the highest signal quality, the shortest distance to a given location, or the most representative measurement in a given area, while limiting the activity of the remaining nodes. Experiments are planned in which predictive algorithms will allow mobile nodes to remain in a sleep state for extended periods, while sampling and data transmission will be initiated only when required by the predicted dynamics of movement or changes in sensor readings. The analysis will also include situations involving sudden changes in movement trajectories or environmental conditions, allowing the assessment of the algorithms' ability to rapidly adapt. Experimental scenarios will evaluate the effectiveness of the proposed methods in selected mobile Internet of Things applications, such as localization systems, user and object tracking, intelligent transportation systems, and applications supporting environmental monitoring.





<p>szybkiej adaptacji. Scenariusze eksperymentów będą uwzględniały ocenę skuteczności proponowanych metod w wybranych mobilnych aplikacjach Internetu Rzeczy, takich jak systemy lokalizacji, śledzenie użytkowników i obiektów, inteligentne systemy transportowe oraz aplikacje wspierające monitorowanie środowiska.</p>	
<p>Planowany wkład w rozwój dyscypliny Planowany projekt badawczy wnieśli wkład w rozwój dyscypliny Informatyka poprzez opracowanie i sformalizowanie algorytmicznego podejścia do predykcyjnego sterowania procesem zbierania danych w rozproszonych systemach Internetu Rzeczy. Praca rozwinie koncepcję predykcji wykorzystywanej do podejmowania decyzji o konieczności pozyskania nowych danych, co stanowi istotne rozszerzenie klasycznych metod przetwarzania strumieni danych. Takie ujęcie problemu wpisuje się w nurt badań nad algorytmami działającymi na niepełnej i adaptacyjnie aktualizowanej informacji. Wkład naukowy rozprawy polegać będzie na zaproponowaniu modeli decyzyjnych, w których momenty próbkowania i transmisji danych są wynikiem obliczeń predykcyjnych. Opracowane algorytmy pozwolą na analizę zależności pomiędzy dynamiką zmian danych wejściowych, dokładnością predykcji i poprawnością decyzji podejmowanych przez system IoT. W szczególności rozprawa przyczyni się do lepszego zrozumienia, w jaki sposób prognozowane zakresy przyszłych wartości i tempo ich zmian mogą być wykorzystywane do wyznaczania przedziałów czasowych, w których aktualna informacja pozostaje wystarczająca do poprawnego działania systemu IoT w dynamicznym środowisku. Ważnym elementem będzie również analiza możliwości wykorzystania algorytmów predykcyjnych w kontekście mobilnych sieci czujników, które charakteryzują się zmienną topologią oraz znaczną dynamiką danych. Przeprowadzona zostanie ocena odporności opracowanych algorytmów na nagłe zmiany warunków środowiskowych i trajektorii ruchu węzłów. Wyniki badań przyczynią się do rozwoju metod projektowania systemów IoT, które zachowują poprawność działania mimo</p>	<p>Planned contribution to the development of the discipline The planned research project will contribute to the development of the discipline of Computer Science through the development and formalization of an algorithmic approach to predictive control of the data collection process in distributed Internet of Things systems. The work will extend the concept of prediction used for deciding when new data acquisition is necessary, which constitutes a significant extension of classical stream data processing methods. This perspective aligns with research on algorithms operating on incomplete and adaptively updated information. The scientific contribution of the dissertation will consist in proposing decision-making models in which sampling and data transmission times are determined as a result of predictive computations. The developed algorithms will enable the analysis of relationships between the dynamics of input data changes, prediction accuracy, and the correctness of decisions made by the IoT system. In particular, the dissertation will contribute to a better understanding of how predicted ranges of future values and the rate of their changes can be used to determine time intervals during which the available information remains sufficient for the correct operation of an IoT system in a dynamic environment. An important element will also be the analysis of the applicability of predictive algorithms in the context of mobile sensor networks, which are characterized by changing topology and significant data dynamics. The resistance of the developed algorithms to sudden changes in environmental conditions and node movement trajectories will be evaluated. The research results will contribute to the development of methods for designing IoT systems that maintain correct operation despite limited and irregular access to data. Planned</p>





<p>ograniczonego i nieregularnego dostępu do danych. Planowana walidacja eksperymentalna w realistycznych scenariuszach Internetu Rzeczy umożliwi ocenę praktycznych konsekwencji proponowanych rozwiązań algorytmicznych. Zaproponowane podejście stanowić będzie punkt wyjścia do dalszych badań nad algorytmami predykcyjnymi, adaptacyjnymi i energooszczędnymi, umacniając rolę informatyki jako dyscypliny dostarczającej formalnych rozwiązań dla problemów wynikających z rosnącą skalą i dynamiką współczesnych systemów obliczeniowych. Projekt badawczy będzie kontynuacją wcześniejszych badań, opisanych w artykule: Płaczek, Bartłomiej. "Prediction-based data reduction with dynamic target node selection in IoT sensor networks." <i>Future Generation Computer Systems</i> 152 (2024): 225-238, https://doi.org/10.1016/j.future.2023.11.007.</p>	<p>experimental validation in realistic Internet of Things scenarios will enable the assessment of the practical consequences of the proposed algorithmic solutions. The proposed approach will constitute a starting point for further research on predictive, adaptive, and energy-efficient algorithms, strengthening the role of computer science as a discipline providing formal solutions to problems arising from the increasing scale and dynamics of contemporary computing systems. The research project will be a continuation of earlier work described in the following publication: Płaczek, Bartłomiej. "Prediction-based data reduction with dynamic target node selection in IoT sensor networks." <i>Future Generation Computer Systems</i> 152 (2024): 225-238. https://doi.org/10.1016/j.future.2023.11.007.</p>
<p>Opis wymagań – wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne kandydata</p> <p>Kandydat powinien posiadać ugruntowaną wiedzę z zakresu informatyki, w szczególności obejmującą algorytmy i struktury danych, podstawy analizy algorytmów oraz elementy teorii złożoności obliczeniowej. Wymagana jest znajomość metod predykcyjnych, podstaw uczenia maszynowego i analizy szeregów czasowych. Kandydat powinien rozumieć zagadnienia związane z przetwarzaniem danych strumieniowych. Istotna jest również wiedza dotycząca architektury systemów Internetu Rzeczy, w tym zasad działania węzłów brzegowych oraz ograniczeń wynikających z limitowanych zasobów obliczeniowych i energetycznych urządzeń IoT. Od kandydata oczekuje się umiejętności implementacji i analizy algorytmów predykcyjnych oraz algorytmów decyzyjnych. Kandydat powinien potrafić formalnie opisywać problemy badawcze, proponować rozwiązania algorytmiczne oraz analizować ich własności, takie jak poprawność, złożoność obliczeniowa, stabilność działania. Wymagana jest biegłość w programowaniu umożliwiającą implementację i eksperymentalną ocenę algorytmów w realistycznych scenariuszach</p>	<p>Description of requirements – knowledge, skills and social competences of the candidate</p> <p>The candidate should possess a solid background in computer science, in particular covering algorithms and data structures, fundamentals of algorithm analysis, and elements of computational complexity theory. Knowledge of predictive methods, basic machine learning techniques, and time series analysis is required. The candidate should understand issues related to stream data processing. Knowledge of Internet of Things system architectures is also important, including the principles of operation of edge nodes and the limitations resulting from constrained computational and energy resources of IoT devices. The candidate is expected to have the ability to implement and analyze predictive algorithms and decision-making algorithms. The candidate should be able to formally describe research problems, propose algorithmic solutions, and analyze their properties, such as correctness, computational complexity, and operational stability. Proficiency in programming is required to enable the implementation and experimental evaluation of algorithms in realistic Internet of Things scenarios.</p>





Internetu Rzeczy. Kandydat powinien posiadać umiejętność analizy wyników oraz interpretacji uzyskanych rezultatów. Oczekiwana jest również zdolność krytycznej analizy literatury naukowej oraz formułowania wniosków i uogólnień na podstawie przeprowadzonych badań.

Oczekuje się umiejętności pracy w środowisku naukowym, w tym efektywnej współpracy z promotorem oraz innymi członkami zespołu badawczego. Kandydat powinien wykazywać otwartość na dyskusję naukową, umiejętność przyjmowania konstruktywnej krytyki oraz gotowość do modyfikowania przyjętych założeń badawczych w świetle nowych wyników. Ważna jest motywacja do systematycznego pogłębiania wiedzy i rozwijania kompetencji badawczych. Kandydat powinien również posiadać świadomość etycznych aspektów prowadzenia badań, w tym rzetelności w analizie danych i prezentacji wyników. Istotną kompetencją jest zdolność jasnego, precyzyjnego i zrozumiałego komunikowania rezultatów badań w formie publikacji naukowych, raportów badawczych lub wystąpień konferencyjnych.

The candidate should be able to analyze results and interpret the obtained findings. The ability to critically analyze scientific literature and to formulate conclusions and generalizations based on conducted research is also expected.

The candidate is expected to be able to work in a scientific environment, including effective collaboration with the supervisor and other members of the research team. Openness to scientific discussion, the ability to accept constructive criticism, and readiness to modify adopted research assumptions in light of new results are required. Motivation for systematic deepening of knowledge and development of research competencies is important. The candidate should also be aware of the ethical aspects of conducting scientific research, including integrity in data analysis and result presentation. An important competence is the ability to clearly, precisely, and comprehensibly communicate research results in the form of scientific publications, research reports, or conference presentations.

