

Propozycje tematów prac dyplomowych magisterskich
kierunek studiów: Informatyka, specjalność: Technologie geoinformatyczne i mobilne
czerwiec 2020 r.

1.

Temat	Analiza globalnych danych dotyczących występowania pokrywy śnieżnej
Temat w języku angielskim	Analysis of global data on the occurrence of snow cover
Opiekun pracy	dr inż. Tomasz Berezowski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Analiza dużych zbiorów danych o pokrywie śnieżnej w celu poznania jej charakterystyki na skalę globalną. Implementacja i optymalizacja algorytmów przetwarzających dane.
Zadania	1. Opracowanie narzędzia działającego w klastrze pozwalającego analizować duże zbiory danych przestrzennych. Środowisko do wyboru 2. Opracowanie danych IMS Snow Cover. 3. Wybór metod statystycznych (np. analiza skupień, trendów, itp.) i ich aplikacja 4. Analiza wyników w świetle innych danych globalnych, np. hydrologicznych i klimatycznych
Literatura	Helfrich, S. R., M. Li, C. Kongoli, L. Nagdimunov, and E. Rodriguez. 2019. Interactive Multisensor Snow and Ice Mapping System Version 3 (IMS V3) Algorithm theoretical basis document Draft Version 2.5 . NOAA NESDIS Center for Satellite Applications and Research (STAR). 74 pp. Materiały dostępne u prowadzącego

2.

Temat	Analiza możliwości wykorzystania skaningu laserowego LiDAR z pułapu lotniczego do wyznaczania parametrów roślinności
Temat w języku angielskim	Analysis of airborne LiDAR laser scanning applicability for determination of vegetation parameters
Opiekun pracy	dr inż. Tomasz Berezowski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest opracowanie modelu matematycznego, statystycznego, lub uczenia maszynowego do szacowania wielkości biomasy roślinności niskiej (np. łąk) na podstawie danych LiDAR z pułapu lotniczego oraz pomiarów naziemnych.
Zadania	1. Analiza zagadnienia 2. Opracowanie metodyki 3. Opracowanie modelu w wybranym środowisku 4. Testowanie i weryfikacja modelu 5. Porównanie wyników z ogólnie dostępnymi modelami
Literatura	1. Zhao, K., & Popescu, S. (2009). Lidar-based mapping of leaf area index and its use for validating GLOBCARBON satellite LAI product in a temperate forest of the southern USA. <i>Remote Sensing of Environment</i> , 113(8), 1628-1645. 2. Koetz, Benjamin, et al. "Inversion of a lidar waveform model for forest biophysical parameter estimation." <i>IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters</i> 3.1 (2006): 49-53.

3.

Temat	Analiza wykorzystania radarowych zdjęć satelitarnych SAR do modelowania parametrów powierzchni ziemi
Temat w języku angielskim	Analysis of the use of SAR radar satellite imagery for modeling ground surface parameters
Opiekun pracy	dr inż. Tomasz Berezowski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Opracowanie modelu szacowania parametrów, np. LAI, na podstawie polarymetrycznych danych SAR. Weryfikacja i analiza modelu
Zadania	1. Analiza zagadnienia 2. Opracowanie metodyki 3. Opracowanie modelu w wybranym środowisku 4. Testowanie i weryfikacja modelu 5. Porównanie z danymi terenowymi
Literatura	Chen, Jinsong, et al., The relationship between the leaf area index (LAI) of rice and the C-band SAR vertical/horizontal (VV/HH) polarization ratio. International Journal of Remote Sensing, 30.8: 2149-2154, 2009

4.

Temat	Kontrola i symulacja parametrów rakiety naukowo-badawczej z napędem raketowego silnika hybrydowego
Temat w języku angielskim	Control and simulation of parameters of a scientific rocket with a hybrid rocket engine propulsion
Opiekun pracy	dr inż. Tomasz Berezowski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Opracowanie matematycznego modelu rakiety oraz modelu atmosfery wraz z implementacją w postaci symulatora lotu i testami porównawczymi.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd literatury 2. Opracowanie matematycznego modelu rakiety oraz modelu atmosfery 3. Implementacja w postaci symulatora lotu 4. Analizy: wrażliwości i niepewności 5. Porównanie wyników z istniejącymi rozwiązaniami
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. George Paul Sutton, Oscar Biblarz, Rocket Propulsion Elements 2. Robert L. Cannon, Elementary mathematics of model rocket flight 3. Sampo Niskanen, Development of an Open Source model rocket simulation software 4. Gazebo - dokumentacja

5.

Temat	Porównanie algorytmów wyznaczania zasięgu powodzi z optycznych i radarowych zdjęć satelitarnych
Temat w języku angielskim	Comparison of algorithms for determining the extent of floods from optical and radar satellite images
Opiekun pracy	dr inż. Tomasz Berezowski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest uszeregowanie i wybór najlepszego algorytmu mapowania zasięgu powodzi ze zdjęć satelitarnych VIS-NIR i SAR. Porównane zostaną co najmniej cztery wykorzystywane współcześnie algorytmy. Weryfikacja działania dla zestawu danych z lat co najmniej 2002-2019
Zadania	1. Analiza problematyki zagadnienia, w szczególności współczesnej literatury dotyczącej mapowania powodzi z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych 2. Wybór czterech algorytmów i testy 3. Implementacja rozwiązania i obliczenia dla ciągów danych 2002-2019 4. Dyskusja i wnioski
Literatura	1. Martinis, S.; Kersten, J. & Twele, A. 2015 A fully automated TerraSAR-X based flood service . ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 104, 203 – 212 2. Martinis, S. & Rieke, C. 2015 Backscatter Analysis Using Multi-Temporal and Multi-Frequency SAR Data in the Context of Flood Mapping at River Saale, Germany. Remote Sensing, 7, 7732 2. Otsu, Nobuyuki. "A threshold selection method from gray-level histograms." <i>IEEE transactions on systems, man, and cybernetics</i> 9.1 (1979): 62-66.

6.

Temat	Radarowe techniki polarymetryczne do mapowanie powierzchni zalewu rzecznoego w wysokiej rozdzielczości
Temat w języku angielskim	Radar polarimetric techniques for mapping the flooding in a floodplain in high resolution
Opiekun pracy	dr inż. Tomasz Berezowski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Testy i implementacja wybranych technik polarymetrycznych do analizy danych radarowych do celów mapowania zasięgu powodzi ze zdjęć w wysokiej rozdzielczości
Zadania	1. Analiza problematyki zagadnienia 2. Przetwarzanie danych z sensora RADARSAT-2 3. Prace eksperymentalne: testy technik polarymetrycznych oraz implementacja 4. Weryfikacja na podstawie obserwacji wykonanych w terenie 5. Dyskusja i wnioski
Literatura	1. Martinis, S.; Kersten, J. & Twele, A. 2015 A fully automated TerraSAR-X based flood service . ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 104, 203 – 212 2. Martinis, S. & Rieke, C. 2015 Backscatter Analysis Using Multi-Temporal and Multi-Frequency SAR Data in the Context of Flood Mapping at River Saale, Germany. Remote Sensing, 7, 7732

7.

Temat	Analiza danych z sensorów inercyjnych pochodzących z opracowanego niskokosztowego modułu IMU
Temat w języku angielskim	Data analysis from inertial sensors from the developed low-cost IMU
Opiekun pracy	dr inż. Krzysztof Bikonis
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest analiza danych z sensorów inercyjnych pochodzących z opracowanego i zrealizowanego we własnym zakresie niskokosztowego modułu IMU (Inertial Measurements Unit). Do budowy IMU można wykorzystać dowolny moduł z mikrokontrolerem (np. Arduino) oraz jeden lub więcej modułów z sensorami inercyjnymi (np. MPU-6050). Dane pomiarowe powinny być przesyłane (np. bezprzewodowo z wykorzystaniem Bluetooth) w czasie rzeczywistym do jednostki nadrzędnej (np. komputer PC, urządzenie mobilne), na której będzie odbywać się ich analiza. Analiza powinna obejmować między innymi dokładności gromadzonych danych, prędkość kątową, zmianę kąta, przyspieszenie, prędkość, przemieszczenie liniowe.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zapoznanie się ze specyfikacją danych pochodzących z sensorów inercyjnych. 2. Przegląd istniejących rozwiązań. 3. Opracowanie oraz realizacja modułu IMU. 4. Analiza oraz wizualizacja danych pomiarowych. 5. Analiza uzyskanych wyników pracy
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Gumca, J. Montewka, Podstawy morskiej nawigacji inercyjnej, Akademia Morska w Szczecinie, 2006 2. V. Kempe, Inertial MEMS: Principles and Practice, Cambridge University Press, 2011 3. A. Bose, S. Puri, P. Banerjee, Modern Inertial Sensors and Systems, Prentice-Hall of India Pvt.Ltd, 2008 4. Materiały dostępne w sieci Internet oraz u opiekuna pracy

8.

Temat	Analiza możliwości poprawy jakości danych z niskokosztowych sensorów inercyjnych z wykorzystaniem wielosensorowej platformy pomiarowej
Temat w języku angielskim	Analysis of the possibilities of improving the quality of data from low-cost inertial sensors using a multi-sensor measurement platform
Opiekun pracy	dr inż. Krzysztof Bikonis
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest przeprowadzenie analizy możliwości poprawy jakości danych pomiarowych z niskokosztowych sensorów inercyjnych poprzez zwiększenie liczby sensorów dokonujących pomiary w tym samym czasie. Należy opracować platformę pomiarową z sensorami inercyjnymi, opracować metodykę wykonywania pomiarów oraz analizy zebranych w ten sposób danych pomiarowych. W oparciu o opracowane metodyki wykonać pomiary oraz przeprowadzić analizę zebranych danych.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zapoznanie się ze specyfiką danych pochodzących z sensorów inercyjnych. 2. Przegląd istniejących rozwiązań. 3. Opracowanie i implementacja platformy pomiarowej. 4. Opracowanie metodyki wykonywania pomiarów oraz analizy danych pomiarowych. 5. Analiza zebranych danych. 6. Wnioski z przeprowadzonych badań.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Gumca, J. Montewka, Podstawy morskiej nawigacji inercyjnej, Akademia Morska w Szczecinie, 2006 2. V. Kempe, Inertial MEMS: Principles and Practice, Cambridge University Press, 2011 3. A. Bose, S. Puri, P. Banerjee, Modern Inertial Sensors and Systems, Prentice-Hall of India Pvt.Ltd, 2008 4. Materiały dostępne w sieci Internet oraz u opiekuna pracy

9.

Temat	Analiza możliwości wykorzystania danych z sensorów inercyjnych wbudowanych w urządzenia mobilne
Temat w języku angielskim	Analysis of the possibility of using data from inertial sensors embedded in mobile devices
Opiekun pracy	dr inż. Krzysztof Bikonis
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest przeprowadzenie analizy możliwości wykorzystania danych z sensorów inercyjnych ze szczególnym uwzględnieniem tych wbudowanych w urządzenia mobilne typu smartfon. Należy dokonać przeglądu istniejących rozwiązań oraz zaproponować własne rozwiązania wykorzystujące tego typu dane z uwzględnieniem wykorzystania innych sensorów wbudowanych w urządzenia mobilne.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zapoznanie się ze specyfikacją danych pochodzących z sensorów inercyjnych. 2. Przegląd istniejących rozwiązań. 3. Opracowanie i implementacja własnych rozwiązań wykorzystania danych z sensorów inercyjnych. 4. Opracowanie i implementacja własnych rozwiązań wykorzystujących dodatkowo inne sensory urządzenia mobilnego. 5. Weryfikacja uzyskanych rozwiązań na wybranym urządzeniu mobilnym.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Gumca, J. Montewka, Podstawy morskiej nawigacji inercyjnej, Akademia Morska w Szczecinie, 2006 2. V. Kempe, Inertial MEMS: Principles and Practice, Cambridge University Press, 2011 3. A. Bose, S. Puri, P. Banerjee, Modern Inertial Sensors and Systems, Prentice-Hall of India Pvt.Ltd, 2008 4. Materiały dostępne w sieci Internet oraz u opiekuna pracy

10.

Temat	System obsługi i zarządzania flotą pojazdów - symulacja systemów dynamicznego balansowania
Temat w języku angielskim	Fleet optimization and management - dynamic balancing simulation
Opiekun pracy	dr inż. Andrzej Chybicki
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest stworzenie symulatora systemu optymalizacji zadań transportowych dla floty pojazdów wykorzystującego sztuczną inteligencję do dynamicznego balansowania rozwiązania. Dynamiczne balansowanie rozwiązania (dynamic balancing) polega na znajdowaniu nowego rozwiązania dla problemów klasy VRP na podstawie inicjalnych ograniczeń oraz aktualnego stanu realizacji zadań oraz aktualnej floty pojazdów. W ramach pracy należy stworzyć propozycję rozwiązania niniejszego problemu oraz przetestować jego działania w opracowanym środowisku (symulatorze).
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Opracowanie prototypu rozwiązania 2. Opracowanie symulatora i integracja 3. Testy 4. Podsumowanie oraz wnioski
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> [1]. Bruniecki, Krzysztof, Chybicki, Andrzej, Moszyński, Marek, Bonecki, Mateusz. (2016). Evaluation of Vehicle Routing Problem Algorithms for Transport Logistics Using Dedicated GIS System, 116-121. https://doi.org/10.1109/bgc.geomatics.2016.29 [2]. Bruniecki, Krzysztof, Chybicki, Andrzej, Moszyński, Marek, Bonecki, Mateusz. (2016). Towards solving heterogeneous fleet vehicle routing problem with time windows and additional constraints: real use case study, 8, 725-728. https://doi.org/10.15439/2016f317

11.

Temat	Multimedialna mapa cyfrowa na urządzenia przenośne dla wybranego obszaru Polski wykorzystująca technologię sztucznej inteligencji.
Temat w języku angielskim	Multimedia numerical map for portable devices and selected area of Poland using artificial neural network technology.
Opiekun pracy	dr inż. Jerzy Demkowicz
Konsultant pracy	
Cel pracy	Badanie metod budowy aplikacji mapy cyfrowej na urządzenia mobilne z możliwością wykorzystania sztucznej inteligencji. W szczególności w zakresie interakcji z użytkownikiem np. rozpoznawanie i synteza mowy.
Zadania	1.Zdefiniowanie wymagań dla systemu, 2.Wybór technologii kodowania plików multimedialnych dla systemów map cyfrowych. 3.Aplikacja mapy cyfrowej dla dowolnego regionu Polski. 4. Projekt interfejsu interakcji z użytkownikiem wykorzystującego sztuczną inteligencję.
Literatura	1.System GPS, Kaplan J.K. 2.Digital Charts, G M.L., 2017, 3. Understanding GPS: Principles and Applications, Second Edition 2nd Edition by Elliott D. Kaplan (Author, Editor)

12.

Temat	Ocena możliwości wykorzystania systemu z rozszerzoną rzeczywistością w kontekście lokalizacji miejskiej.
Temat w języku angielskim	Augmented reality in the context of navigation in urban area.
Opiekun pracy	dr inż. Jerzy Demkowicz
Konsultant pracy	
Cel pracy	Zapoznanie się z technologią Augmented Reality, jej wykorzystaniem, dostępnymi sposobami implementacji i narzędziami dostępnymi na rynku. Należy przyjrzeć się rozwiązaniom i aplikacjom realizującym podobne zagadnienie jak w temacie czyli lokalizacji użytkownika w terenie miejskim (oraz wykorzystującym AR) i zaproponowanie systemu używającego AR. W kontekście systemu należałoby porównać technologie implementacji AR w celu wyboru najlepszej z nich do projektu systemu. Wykonanie projektu systemu i jego zaimplementowanie oraz testowanie.
Zadania	- Analiza dostępnych informacji i podobnych rozwiązań. - sposoby doboru i wykorzystania tych informacji - sposoby wykorzystania informacji w nawigacji miejskiej - implementacja aplikacji mobilnej
Literatura	Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing: Ong Soh K.

13.

Temat	Wykrywanie i ocenianie niebezpieczeństwa w autonomicznym systemie automatyki domowej z wykorzystaniem sztucznej inteligencji.
Temat w języku angielskim	Detection and assessment of danger in an autonomous home automation system using artificial intelligence
Opiekun pracy	dr inż. Jerzy Demkowicz
Konsultant pracy	
Cel pracy	1. Analiza problemu, w szczególności ocena jakości i ilości sensorów. 2. Badanie systemu do rozpoznawania obrazu lub mowy z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. 3. Badanie możliwości oceny niebezpieczeństwa w całym systemie.
Zadania	1) Przegląd dostępnych technologii kodowania i strumieniowania audio/wideo. 2) Wybór i implementacja algorytmu ekstrakcji obiektów ze strumienia wideo z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. 3) Badanie i realizacja prototypowego systemu wykrywania zagrożenia na podstawie dokonanej analizy strumienia audio/wideo np. na platformie Raspberry Pi lub podobnej. 4) Ogólna ocena stanu systemu z wykorzystaniem sztucznej inteligencji.
Literatura	1. MPI: A Message-Passing Interface StandardVersion 2. Deeplearning Project Maual , 2019 3. Tensorflow Manual, Keras Manual, 2019

14.

Temat	Analiza efektywności silników AR na platformach mobilnych
Temat w języku angielskim	Analysis of AR engine efficiency on mobile platforms
Opiekun pracy	dr inż. Przemysław Falkowski-Gilski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest zbadanie kwestii efektywności silników rzeczywistości rozszerzonej (AR) na platformach mobilnych, m.in. Android oraz iOS. Testy powinny obejmować kilka typów i/lub modeli urządzeń, w tym platform sprzętowych i programowych, a także szereg scenariuszy, odzwierciedlających indywidualne potrzeby użytkowników.
Zadania	1. Przegląd dostępnej literatury tematu. 2. Analiza dostępnych platform sprzętowych i programowych terminali mobilnych. 3. Opracowanie stanowiska badawczego. 4. Przygotowanie raportu końcowego.
Literatura	1. Christopoulou E., Xinogalos S., Overview and Comparative Analysis of Game Engines for Desktop and Mobile Devices, International Journal of Serious Games, vol. 4, no. 4, 2017. 2. Gu J., Duh H. B. L., Mobile Augmented Reality Game Engine, Handbook of Augmented Reality, red. Fuhr B., Springer, 2011. 3. Fuhr B., Handbook of Augmented Reality, Springer, 2011.

15.

Temat	Analiza efektywności silników VR na platformach mobilnych
Temat w języku angielskim	Analysis of VR engine efficiency on mobile platforms
Opiekun pracy	dr inż. Przemysław Falkowski-Gilski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest zbadanie kwestii efektywności silników rzeczywistości wirtualnej (VR) na platformach mobilnych, m.in. Android oraz iOS. Testy powinny obejmować kilka typów i/lub modeli urządzeń, w tym platform sprzętowych i programowych, a także szereg scenariuszy, odzwierciedlających indywidualne potrzeby użytkowników.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd dostępnej literatury tematu. 2. Analiza dostępnych platform sprzętowych i programowych terminali mobilnych. 3. Opracowanie stanowiska badawczego. 4. Przygotowanie raportu końcowego.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anthes A., García Hernandez R. J., Wiedemann M., Kranzlmuller D., State of the Art of Virtual Reality Technologies, Proc. IEEE Aerospace Conference, 2016. 2. Wang P., Wu P., Wang J., Chi H. L., Wang X., A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training, International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 15, 2018. 3. Brookes J., Warburton M., Alghadier M., Mon-Williams M., Mushtaq F., Studying human behavior with virtual reality: The Unity Experiment Framework, Behavior Research Methods, vol. 52, 2020.

16.

Temat	Badanie efektywności energetycznej mobilnych systemów komunikacji bezprzewodowej
Temat w języku angielskim	Energy efficiency analysis of wireless mobile communication systems
Opiekun pracy	dr inż. Przemysław Falkowski-Gilski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest zbadanie kwestii efektywności energetycznej mobilnych systemów komunikacji bezprzewodowej, obejmującej m.in. Wi-Fi, Bluetooth oraz naziemne sieci komórkowe, podczas podstawowych czynności wykonywanych przy ich użyciu. Testy powinny obejmować kilka typów i/lub modeli urządzeń, w tym platform sprzętowych i programowych, a także szereg scenariuszy, odzwierciedlających indywidualne potrzeby użytkowników.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd dostępnej literatury tematu. 2. Analiza dostępnych platform sprzętowych i programowych terminali mobilnych. 3. Opracowanie stanowiska badawczego. 4. Przygotowanie raportu końcowego.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Triestian R., Ormond O., Muntean G. M., Performance Evaluation of MADM-Based Methods for Network Selection in a Multimedia Wireless Environment, Wireless Networks, vol. 21, 2015. 2. Trestian R., Comsa I. S., Tuysuz M. F., Seamless Multimedia Delivery Within a Heterogeneous Wireless Networks Environment: Are We There Yet?, IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 20, no. 2, 2018. 3. Gustafsson E., Jonsson A., Always Best Connected, IEEE Wireless Communications, vol. 10, no. 1, 2003.

17.

Temat	Badanie efektywności energetycznej terminali mobilnych
Temat w języku angielskim	Energy efficiency study of mobile terminals
Opiekun pracy	dr inż. Przemysław Falkowski-Gilski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest zbadanie kwestii efektywności energetycznej terminali mobilnych, podczas podstawowych czynności wykonywanych przy ich użyciu. Testy powinny obejmować kilka typów i/lub modeli urządzeń, w tym platform sprzętowych i programowych, a także szereg scenariuszy, odzwierciedlających indywidualne potrzeby użytkowników.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd dostępnej literatury tematu. 2. Analiza dostępnych platform sprzętowych i programowych terminali mobilnych. 3. Opracowanie stanowiska badawczego. 4. Przygotowanie raportu końcowego.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. The Climate Group, Smart 2020—Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age, 2016. 2. Ferroni M., Cazzola A., Trovo F., Sciuto D., Santambrogio M. D., On Power and Energy Consumption Modeling for Smart Mobile Devices, Proc. 12th IEEE Int. Conf. Embedded Ubiquitous Comput., 2014. 3. Perrucci G. P., Fitzek F. H. P., Widmer J., Survey on Energy Consumption Entities on the Smartphone Platform, Proc. IEEE 73rd Veh. Technol. Conf. (VTC Spring), 2011.

18.

Temat	Badanie efektywności energetycznej usług w chmurze dla urządzeń mobilnych
Temat w języku angielskim	Analysis of cloud services energy efficiency for mobile devices
Opiekun pracy	dr inż. Przemysław Falkowski-Gilski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest zbadanie kwestii efektywności energetycznej usług w chmurze, dedykowanych urządzeniom mobilnym, podczas podstawowych czynności wykonywanych przy ich użyciu. Testy powinny obejmować kilka typów i/lub modeli urządzeń, w tym platform sprzętowych i programowych, a także szereg scenariuszy, odzwierciedlających indywidualne potrzeby użytkowników.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd dostępnej literatury tematu. 2. Analiza dostępnych platform sprzętowych i programowych terminali mobilnych. 3. Opracowanie stanowiska badawczego. 4. Przygotowanie raportu końcowego.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dinh H. T., Lee C., Niyato D., Wang P., A survey of mobile cloud computing: architecture, applications, and approaches, Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 13, 2013. 2. Islam A., Kumar A., Mohiuddin K., Yasmin S., Khaleel M. A., Hussain M. R., Efficient resourceful mobile cloud architecture (mRARSA) for resource demanding applications, Journal of Cloud Computing, vol. 9, 2020. 3. Miettinen A., Nurminen J. K., Energy efficiency of mobile clients in cloud computing, Proc. 2nd USENIX Workshops on Hot Topics in Cloud Computing, 2010.

19.

Temat	Aplikacja do generowania cyfrowych modeli budynków na podstawie chmur punktów
Temat w języku angielskim	Application for generating digital meshes of buildings from point clouds
Opiekun pracy	dr inż. Marek Kulawiak
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest stworzenie programu komputerowego umożliwiającego automatyczną rekonstrukcję kształtu budynków, reprezentowanych przez zbiory punktów pochodzących z takich źródeł jak skanowanie LiDAR czy zastosowanie metod fotogrametrycznych. Stworzona aplikacja powinna umożliwiać odczyt i zapis modeli w popularnych formatach danych, takich jak .obj. Oprócz tego, powstała aplikacja powinna udostępniać możliwość graficznej wizualizacji zarówno wejściowej chmury punktów, jak i wynikowych modeli 3D.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementacja wybranego bądź zaproponowanego algorytmu do generowania uproszczonych brył na podstawie chmur punktów. 2. Opracowanie narzędzia do generowania zrekonstruowanych modeli 3D na podstawie plików wskazanych przez użytkownika. 3. Oprogramowanie modułu umożliwiającego wizualizację zawartości wejściowych chmur punktów oraz wynikowych modeli 3D. 4. Przetestowanie stworzonego programu dla zbiorów punktów pochodzących z różnych źródeł.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wang, R.; Peethambaran, J.; Dong, C. LiDAR Point Clouds to 3D Urban Models: A Review. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing 2018, vol. 11. 2. Bauchet, J.P.; Lafarge, F. City reconstruction from airborne LiDAR: a computational geometry approach. 2019. 3. Yi, C.; Zhang, Y.; Wu, Q.; Xu, Y.; Remil, O.; Wei, M.; Wang, J. Urban building reconstruction from raw LiDAR point data. Computer-Aided Design 2017, 1-14.

20.

Temat	Aplikacja mobilna do sprawdzania szkodliwości danego produktu na podstawie jego składu
Temat w języku angielskim	Mobile application for checking the harmfulness of a given product based on its composition
Opiekun pracy	dr inż. Marek Kulawiak
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest stworzenie mobilnej aplikacji pozwalającej na wykonanie zdjęcia składu danego produktu, a następnie automatyczne wyszukanie informacji o potencjalnej szkodliwości jego poszczególnych składników oraz wyświetlenie tych informacji użytkownikowi. Jako że nie każdy użytkownik smartfona posiada stały dostęp do Internetu, aplikacja powinna zawierać lokalną bazę danych z możliwością jej manualnej aktualizacji.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Automatyczne rozpoznawanie nazw składników na podstawie zdjęcia produktu. 2. Wyszukiwanie informacji o szkodliwości poszczególnych składników z lokalnej bazy danych oraz z wybranych zasobów dostępnych w sieci Internet. 3. Wyświetlanie użytkownikowi informacji o szkodliwości składników danego produktu. 4. Opcja dokonywania automatycznego tłumaczenia wyszukanych informacji na język polski. 5. Możliwość aktualizacji lokalnej bazy danych na życzenie użytkownika oraz wprowadzania własnych poprawek. 6. Przygotowanie domyślnej wersji bazy danych z informacjami o przykładowych składnikach występujących w produktach żywnościowych i kosmetycznych.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zulaikha, S. R., S. Sharifah Norkhadijah, Praveena S. M. Hazardous ingredients in cosmetics and personal care products and health concern: A review. Public Health Research 5.1. 2015. 7-15. 2. Klaschka, U. Naturally toxic: natural substances used in personal care products. Environmental Sciences Europe 27.1. 2015.

21.

Temat	Narzędzie do analizowania zasięgu nadajników radiofonii cyfrowej
Temat w języku angielskim	Tool for analyzing the range of digital radio transmitters
Opiekun pracy	dr inż. Marek Kulawiak
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest przygotowanie narzędzia informatycznego pozwalającego na oszacowanie poziomu sygnału radiowego odbieranego w poszczególnych punktach na obszarze zróżnicowanego terenu. W szczególności, stworzone narzędzie powinno umożliwiać wyliczenie wpływu różnorodnych przeszkód terenowych (takich jak lasy, budynki i zmienne ukształtowanie terenu) na poziom odbieranego sygnału, a także pozwalać na graficzną prezentację otrzymanych wyników.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zaproponowanie możliwie najlepszej metody wyznaczania poziomu sygnału radiowego na obszarze zróżnicowanego terenu. 2. Stworzenie narzędzia informatycznego pozwalającego na automatyczne wyznaczenie oraz wizualizację przewidywanego poziomu sygnału radiowego na mapie. 3. Weryfikacja poprawności działania stworzonego rozwiązania na podstawie wyników pomiarów dokonanych w rzeczywistym terenie.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Barclay, L. (ed.). Propagation of Radiowaves. Electromagnetic Waves. 2003. 2. Hata, M. Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services. IEEE Trans. Veh. Technol., 29(3), 1980. 317–325. 3. Farhoud, M., El-Keyi, A. Sultan, A., June. Empirical correction of the Okumura-Hata model for the 900 MHz band in Egypt. In 2013 Third International Conference on Communications and Information Technology (ICCIT). IEEE. 2013. 386-390. 4. Akhoondzadeh-Asl, L. Noori, N. Modification and tuning of the universal Okumura-Hata model for radio wave propagation predictions. 2007 Asia-Pacific Microwave Conference. IEEE. 1-4.

22.

Temat	Narzędzie do analizowania poziomu zanieczyszczenia światłem sztucznym
Temat w języku angielskim	Tool for analyzing the level of artificial light pollution
Opiekun pracy	dr inż. Marek Kulawiak
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest przygotowanie narzędzia informatycznego pozwalającego na oszacowanie poziomu zanieczyszczenia światłem sztucznym w obszarach zamieszkałych przez człowieka. W szczególności, stworzone narzędzie powinno umożliwiać dokonywania symulacji występowania różnego rodzaju oświetlenia sztucznego i jego widzialności z perspektywy mieszkańców osiedli, zarówno na zewnątrz na wysokości wzroku, jak i w pomieszczeniach mieszkalnych.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zaproponowanie sposobu wyliczania poziomu zanieczyszczenia światłem sztucznym na poszczególnych obszarach, z uwzględnieniem możliwości jego odbicia od różnych przeszkód terenowych. 2. Stworzenie programowalnej symulacji pozwalającej na zobrazowanie wpływu różnego rodzaju lamp, a w szczególności ich mocy oraz położenia, na ilość światła padającego w potencjalnych obszarach przebywania człowieka. 3. Porównanie otrzymanych wyników symulacji ze stanem faktycznym dla wybranych obszarów w świecie rzeczywistym.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chepesiuk, R. Missing the dark: health effects of light pollution. 2009. 20-27. 2. Longcore, T., Rich, C. Ecological light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment 2.4. 2004. 191-198.

23.

Temat	Baza danych mikroflory jelitowej w grupie pacjentów z chorobami wątroby oraz powracających z krajów tropikalnych.
Temat w języku angielskim	Database of intestine microflora in patients with liver illness and those returning from tropical countries.
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marcin Kulawiak
Konsultant pracy	dr hab. inż. Marcin Kulawiak
Cel pracy	Celem pracy jest realizacja bazy danych mikroflory jelitowej w grupie pacjentów z chorobami wątroby oraz powracających z krajów tropikalnych. Baza powinna przechowywać podstawowe dane osobowe pacjenta oraz datę przyjęcia/ wypisania ze szpitala i listę wykonanych badań. Baza danych powinna umożliwiać tworzenie zestawień pacjentów według wybranych kryteriów (np. z jakich krajów wrócili pacjenci z konkretnym typem mikroflory) w celu umieszczenia ich na mapie. Baza powinna udostępniać możliwości dodawania, edycji oraz usuwania pacjentów oraz typów mikroflory.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wykonanie opracowania dotyczącego aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie mapowania chorób. 2. Projekt systemu bazodanowego. 3. Implementacja systemu. 4. Opracowanie wyników działania systemu.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Thomas J. and Cook K., Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics, National Visualization and Analytics Ctr, 2005, ISBN: 0769523234. 2. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. Geographic Information Systems and Science, John Wiley & Sons, 2001, ISBN: 0471892750. 3. Berg, R. D. (1996). The indigenous gastrointestinal microflora. Trends in microbiology, 4(11), 430-435.

24.

Temat	Opracowanie metody przewidywania struktury białek z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji
Temat w języku angielskim	Application of Artificial Intelligence methods to protein structure prediction
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marcin Kulawiak
Konsultant pracy	dr inż. Emilia Lubecka
Cel pracy	Celem pracy jest opracowanie metody przewidywania struktury białka na podstawie zadanej sekwencji aminokwasów. Cel ten należy osiągnąć poprzez zastosowanie metod sztucznej inteligencji. Jako dane źródłowe należy wykorzystać istniejącą bazę struktur PDB.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd literatury tematu 2. Dobór metod rozwiązania 3. Opracowanie i wytrenowanie sieci neuronowej 4. Testowanie opracowanego rozwiązania 5. Prezentacja osiągniętych wyników
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wardah, W., Khan, M. G., Sharma, A., & Rashid, M. A. (2019). Protein secondary structure prediction using neural networks and deep learning: a review. <i>Computational biology and chemistry</i>. 2. Senior, A. W., Evans, R., Jumper, J., Kirkpatrick, J., Sifre, L., Green, T., ... & Penedones, H. (2020). Improved protein structure prediction using potentials from deep learning. <i>Nature</i>, 1-5. 3. Senior, A. W., Evans, R., Jumper, J., Kirkpatrick, J., Sifre, L., Green, T., ... & Penedones, H. (2019). Protein structure prediction using multiple deep neural networks in the 13th Critical Assessment of Protein Structure Prediction (CASP13). <i>Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics</i>, 87(12), 1141-1148. 4. https://github.com/deepmind/deepmind-research/tree/master/alphafold_casp13 5. Wang, T., Qiao, Y., Ding, W., Mao, W., Zhou, Y., & Gong, H. (2019). Improved fragment sampling for ab initio protein structure prediction using deep neural networks. <i>Nature Machine Intelligence</i>, 1(8), 347-355.

25.

Temat	Opracowanie systemu przestrzennej wizualizacji jakości powietrza w Trójmieście
Temat w języku angielskim	Creation of a system for spatial visualization of Tricity air quality
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marcin Kulawiak
Konsultant pracy	dr hab. inż. Marcin Kulawiak
Cel pracy	Celem pracy jest stworzenie metody interpolacji zanieczyszczenia powietrza pomierzonego przez stacje pomiarowe na terenie Trójmiasta. Algorytm powinien zostać zaimplementowany w środowisku sieciowym z zastosowaniem technologii DHTML i Javascript.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza czynników wpływających na typ oraz koncentrację zanieczyszczeń powietrza w Trójmieście. 2. Integracja danych ze stacji pomiarowych w kontekście geograficznym z zastosowaniem Cyfrowego Modelu Terenu. 3. Interpolacja danych ze stacji pomiarowych dla całej powierzchni Trójmiasta. 4. Implementacja sieciowego GIS prezentującego otrzymane wyniki.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Thomas J. and Cook K., Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics, National Visualization and Analytics Ctr, 2005, ISBN: 0769523234. 2. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. Geographic Information Systems and Science, John Wiley & Sons, 2001, ISBN: 0471892750. 3. Zoras, S., Triantafyllou, A.G. and Deligiorgi, D., 2006. Atmospheric stability and PM10 concentrations at far distance from elevated point sources in complex terrain: Worst-case episode study. Journal of environmental management, 80(4), pp.295-302.

26.

Temat	Przestrzenna analiza zanieczyszczenia powietrza w Trójmieście w środowisku sieciowym
Temat w języku angielskim	Spatial Analysis of Air pollution in the Tricity area in a Web environment
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marcin Kulawiak
Konsultant pracy	
Cel pracy	The goal is to perform Spatial Interpolation of air pollution data obtained from point sources over the entire Tricity area. The interpolation should be performed in a Web environment, with the use of DHTML and Javascript.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse the potential factors which determine the type and concentration of air pollution in the Tricity area. 2. Integrate data from air quality measurement stations in a geographic context using a Digital Terrain Model. 3. Perform interpolation of air pollution data obtained from the measurement stations over the entire Tricity area. 4. Analyse the obtained results.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Thomas J. and Cook K., Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics, National Visualization and Analytics Ctr, 2005, ISBN: 0769523234. 2. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. Geographic Information Systems and Science, John Wiley & Sons, 2001, ISBN: 0471892750. 3. Zoras, S., Triantafyllou, A.G. and Deligiorgi, D., 2006. Atmospheric stability and PM10 concentrations at far distance from elevated point sources in complex terrain: Worst-case episode study. Journal of environmental management, 80(4), pp.295-302.

27.

Temat	System przeprowadzania geoankiet
Temat w języku angielskim	System for conducting geosurveys
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marcin Kulawiak
Konsultant pracy	dr hab. inż. Marcin Kulawiak
Cel pracy	Celem pracy jest realizacja systemu wspomagającego przeprowadzanie geoankiet wśród dorosłych oraz dzieci. System powinien zawierać bazę danych obiektów geograficznych takich jak: budynki, drogi, zbiorniki wodne, granice obszarów (plac, dzielnice miasta, użytki terenu typu plaża/pola/lasy). Drugim istotnym składnikiem systemu powinna być mapa pozwalająca na wskazanie i zaznaczenie wybranego obiektu lub punktu w terenie. System powinien umożliwiać generowanie prostych pytań (np. "Wskaż na mapie Urząd Miasta") oraz rejestrowanie odpowiedzi poprzez wskazanie obiektu tudzież punktu na mapie. Następnie system powinien wyliczać poprawność udzielonej odpowiedzi na podstawie odległości pomiędzy wskazanym przez użytkownika punktem/obiektem a obiektem stanowiącym właściwą odpowiedź. Ostatnim składnikiem systemu powinna być baza danych przechowująca wyniki uzyskane przez każdego użytkownika systemu i umożliwiająca tworzenie zestawień statystycznych.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wykonanie opracowania dotyczącego aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie geoankiet. 2. Projekt systemu. 3. Implementacja systemu. 4. Opracowanie wyników działania systemu.
Literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. Geographic Information Systems and Science, John Wiley & Sons, 2001, ISBN: 0471892750. 2. Bąkowska, E., Kaczmarek, T. and Mięka, Ł., 2017. Wykorzystanie geoankiety jako narzędzia konsultacji społecznych w procesie planowania przestrzennego w aglomeracji poznańskiej. Roczniki Geomatyki, 15. 3. Czepkiewicz, M., 2013. Systemy informacji geograficznej w partycypacyjnym zarządzaniu przyrodą w mieście. Zrównoważony rozwój- Zastosowania, (4).

28.

Temat	Badanie i klasyfikacja dna morskiego z użyciem informacji przestrzennej na temat morfologii powierzchni dna z danych pochodzących z sondowania sonarem wielowiązkowym
Temat w języku angielskim	Seafloor investigation and classification using spatial information on seabed morphology from multibeam sounding data
Opiekun pracy	dr hab. inż. Zbigniew Łubniewski
Konsultant pracy	
Cel pracy	W ramach pracy należy zaproponować, zaimplementować oraz przetestować na wybranych zestawach danych, algorytmy przetwarzania danych batymetrycznych pochodzących z sondowania sonarem wielowiązkowym, w celu badania i klasyfikacji dna morskiego. Algorytmy te powinny się opierać na obliczaniu, dla badanego obszaru dna, parametrów opisujących lokalne cechy morfologiczne, takich jak nachylenie, chropowatość, krzywizna czy wskaźnik BPI w małej i większej skali.
Zadania	1. Analiza aktualnego stanu wiedzy w zakresie wykorzystania sonarów wielowiązkowych w badaniu dna morskiego 2. Opracowanie i implementacja algorytmów 3. Testowanie algorytmów, analiza i dyskusja wyników
Literatura	1. A. Stepnowski, Systemy akustycznego monitoringu środowiska morskiego. Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk 2001 2. Publikacje naukowe i inne materiały dostępne u opiekuna

29.

Temat	Generalizacja danych geoprzestrzennych z uwzględnieniem topologii
Temat w języku angielskim	Generalization of geodata taking topology into account
Opiekun pracy	dr hab. inż. Zbigniew Łubniewski
Konsultant pracy	
Cel pracy	Opracowanie, implementacja oraz weryfikacja i porównanie działania algorytmów przetwarzających wektorowe dane przestrzenne w celu ich generalizacji, czyli upraszczania, z zachowaniem spełnienia określonych warunków, szczególnie topologicznych. Przykładowo, należało będzie przeanalizować istniejące i zaproponować własne algorytmy upraszczania poligonów reprezentujących podział terenu na obszary (np. jednostki podziału terytorialnego) w sposób zachowujący topologię (np. dokładne przyleganie tych samych par uproszczonych wieloboków), a także, z określoną tolerancją, wymiary obszarów poszczególnych (powierzchnia, obwód).
Zadania	1. Analiza aktualnego stanu wiedzy i technik w zakresie generalizacji danych przestrzennych 2. Opracowanie i implementacja algorytmów 3. Testowanie algorytmów, analiza i dyskusja wyników
Literatura	1. P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, D. W. Rhind, GIS. Teoria i praktyka. PWN, 2006 2. Materiały dostępne u opiekuna

30.

Temat	Badanie błędów w pomiarach odległości przy użyciu odbiorników GNSS urządzeń mobilnych
Temat w języku angielskim	Smartphone GNSS errors in distance measurements
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marek Moszyński
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest analiza zależności błędu w pomiarze odległości od aktualnej konfiguracji globalnych systemów nawigacji satelitarnej.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd wiedzy z zakresu planowania kampanii pomiarowych z wykorzystaniem systemów GNSS 2. Implementacje odbiorników GNSS w urządzeniach mobilnych 3. Realizacja pomiarów odległości w terenie z wykorzystaniem urządzeń mobilnych i ich analiza.
Literatura	[1] European Space Agency, GNSS data processing Volume I: Fundamentals and Algorithms

31.

Temat	Badanie możliwości przeglądarek WWW w zakresie wykonywania obliczeń numerycznych
Temat w języku angielskim	Using web-browsers for numerical calculations
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marek Moszyński
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest badanie szybkości realizacji złożonych obliczeń numerycznych przez współczesne przeglądarki WWW z uwzględnieniem przeglądarek pracujących na urządzeniach mobilnych. W szczególności należy dokonać porównań realizacji obliczeń z wykorzystaniem języków programowania przeznaczonych do obliczeń numerycznych i technik przyspieszania realizacji obliczeń w przeglądarkach WWW.
Zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przegląd wiedzy z zakresu implementacji bibliotek numerycznych 2. Analiza wybranych problemów numerycznych i ich implementacja dla środowisk przeglądarek WWW 3. Badanie porównawcze osiągnięć implementacji na różnych platformach
Literatura	<p>[1] William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery, Numerical recipes. The Art of Scientific Computing,</p> <p>[2] Ana Alonso, Mathematical methods for engineering. FreeFem: an example of finite element software.</p>

32.

Temat	Wykorzystanie macierzy odległości w problemach związanych z przetwarzaniem danych przestrzennych
Temat w języku angielskim	Using Origin-Distance Matrix in spatial computing.
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marek Moszyński
Konsultant pracy	
Cel pracy	Celem pracy jest przedstawienie sposobów estymacji i wykorzystania macierzy odległości w problemach aplikacjach związanych z przetwarzaniem danych przestrzennych
Zadania	1. Przegląd stanu wiedzy związanej z wykorzystaniem macierzy odległości w aplikacjach geoinformatycznych 2. Analiza wybranego problemu aplikacyjnego 3. Projekt i implementacja systemu ilustrującego wykorzystanie macierzy odległości
Literatura	[1]

33.

Temat	Wykorzystanie sieci neuronowych w rozwiązywaniu problemów odwrotnych o charakterze przestrzennym
Temat w języku angielskim	Using neural networks in spatial inverse problems
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marek Moszyński
Konsultant pracy	
Cel pracy	Badanie możliwości wykorzystania sieci neuronowych w rozwiązywaniu problemów odwrotnych
Zadania	1. Przegląd wiedzy z zakresu zastosowania sieci neuronowych w problemach fizycznych 2. Analiza możliwości wykorzystania sieci neuronowych w rozwiązywaniu problemów odwrotnych 3. Implementacja sieci neuronowej do wybranych zastosowań 4. Badanie porównawcze szybkości działania sieci
Literatura	[1] M.Raissi, P.Perdikaris,G.E.Karniadakis: Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations

34.

Temat	Wykorzystanie sieci Petriego do modelowania zjawisk o charakterze przestrzennym
Temat w języku angielskim	Using Petri nets for spatial modeling
Opiekun pracy	dr hab. inż. Marek Moszyński
Konsultant pracy	
Cel pracy	Zbadanie możliwości wykorzystania sieci Petriego do modelowania problemów mających charakter przestrzenny
Zadania	<ol style="list-style-type: none">1. Przegląd wiedzy z zakresu modelowania z wykorzystaniem sieci Petriego2. Analiza wybranych problemów posiadających charakter przestrzenny3. Implementacja sieci Petriego dla wybranych problemów4. Badanie rezultatów symulacji.
Literatura	[1] Misbah Razzaq, Jamil Ahmad: Petri Net and Probabilistic Model Checking Based Approach for the Modelling, Simulation and Verification of Internet Worm Propagation