



Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja standardna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

## Modelowanie propagacji danych w systemach wieloagentowych i sieciowych

Dariusz Król

24 maja 2017



# Plan prezentacji

Osiągnięcia naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stadna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze

- 1 Osiągnięcia naukowe
  - Lista publikacji
  - Wprowadzenie
  - Propagacja kodu i danych
  - Propagacja błędów
  - Propagacja stadna
  - Propagacja kaskadowo-progowa
  - Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze



# Osiągnięcie naukowe

## Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja standardna

Propagacja kaskadowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe

WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA wynikającego z par. 3 i 4 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 1 września 2011r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. nr 196, poz. 1165)



# Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego (1)

Osiągnięcie  
naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja  
kodu i danych

Propagacja  
błędów

Propagacja  
stadna

Propagacja  
kaskadowo-  
progowa

Pozostałe  
osiągnięcia  
na ukoń-  
czenie



B1. Król D., Nowakowski F. (2016): Development of a real-time multi-agent system: A practical study on ensuring timing correctness. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*: 1–13 (punktacja MNiSW: 25, IF=1.004).



B2. Król D., Budka M., Musiał K. (2014): Simulating the information diffusion process in complex networks using push and pull strategies. *IEEE Computer Society*: 1–8 (Web of Science, punktacja MNiSW: 10).



B3. Król D. (2014): On Modelling Social Propagation Phenomenon. *LNAI 8398*, Springer: 227–236 (Web of Science, punktacja MNiSW: 10).



B4. Król D., Mrozek M. (2011): Swarm-based Multi-agent Simulation: a Case Study of Urban Traffic Flow in the city of Wrocław. *LNAI 6923*, Springer: 191–200 (Web of Science, punktacja MNiSW: 10).



B5. Król D., Drożdżowski M. (2010): Use of MaSE methodology for designing a swarm-based multi-agent system. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems* 21(3): 221–231 (punktacja MNiSW: 13, IF=0.648).



B6. Kukła G., Król D. (2009): Errors in structure self-organization: statistical analysis. *LNAI 5559*, Springer: 450–459 (punktacja MNiSW: 13).



B7. Król D., Popiela Ł. (2009): Modelling Shortest Path Search Techniques by Colonies of Cooperating Agents. *LNAI 5796*, Springer: 665–675 (punktacja MNiSW: 13).



# Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego (2)

## Osiągnięcie naukowe

### Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stadna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe



B8. Król D., Kukla G. (2009): Analysis of the Error Propagation Phenomenon in Network Structures. *Computing and Informatics* 28(6): 811–842 (punktacja MNiSW: 13, IF=0.456).



B9. Król D., Lupa A. (2009): Agent Migration: Framework for Analysis. *Journal of Universal Computer Science* 15(4): 941–966 (punktacja MNiSW: 13, IF=0.669).



B10. Król D., Lupa A. (2008): Code and Data Propagation on a PC's Multi-Agent System. In: *New Trends in Multimedia and Network Information Systems*, IOS Press: 259–275.



B11. Król D., Zelmozer M. (2008): Structural Performance Evaluation of Multi-Agent Systems. *Journal of Universal Computer Science* 14(7): 1154–1178 (punktacja MNiSW: 13, IF=0.488).



B12. Król D., Kukla G. (2007): Distributed code and data propagation algorithm for longest common subsequence problem solving. *LNAI 4496*, Springer: 694–703 (punktacja MNiSW: 13).



B13. Król D., Kukla G. (2006): Distributed Class Code Propagation with Java. *LNAI 4252* Springer: 259–266 (punktacja MNiSW: 13).



# Diagram publikacji wchodzących w skład prezentowanego osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

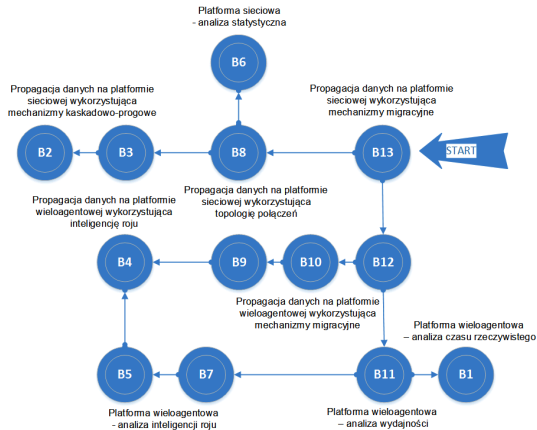
Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe





# Motywacja do prowadzenia badań

Osiągnięcie  
naukowe

Lista publikacji

**Wprowadzenie**

Propagacja  
kodu i danych

Propagacja  
błędów

Propagacja  
stadna

Propagacja  
kaska dowo-  
progowa

Pozostałe  
osiągnięcia  
na u kowo-  
ba dawcze

- Praktyczne wykorzystanie metod propagacyjnych w nowoczesnych systemach informatycznych może prowadzić do wzrostu efektywności działania tych systemów i do zwiększenia ich bezpieczeństwa. Opracowane metody są przykładem na to, jak można z jednej strony efektywnie wykorzystać procesy propagacyjne, z drugiej zaś, jak eliminować negatywne zjawiska.
- Proces propagacji danych może działać na niekorzyść użytkownika systemu informatycznego, włączając takie działania jak: rozpowszechnianie błędów, wirusów czy plotek. Badanie tych zjawisk i proponowanie rozwiązań bardziej „odpornych”, szczególnie na płaszczyźnie systemów społecznych, P2P oraz systemów mobilnych, jest jedną z metod ograniczania przestępczości elektronicznej, która każdego roku powoduje coraz większe straty ekonomiczne i społeczne.



# Wybór zagadnień i cel cyklu

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

**Wprowadzenie**

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stadna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Pierwsze dotyczy propagacji kodu i danych pod postacią efektywnej dystrybucji zadań wysyłanych do wykonania przez dedykowany moduł systemu informatycznego
- Drugie zagadnienie omawia zjawisko propagacji błędów występujących w systemach sieciowych.
- Kolejne obejmuje propagację danych na platformie sieciowej wykorzystującą inteligencję stadną.
- Ostatnie zagadnienie odnosi się do mechanizmów kaskadowo-progowych implementowanych w systemach społecznych.

Celem cyklu publikacji jest zaprezentowanie metod modelowania i symulacji propagacji danych stosowanych we współczesnych systemach wieloagentowych i sieciowych.





# Działania szczegółowe

Osiągnięcia  
naukowe

Lista publikacji

**Wprowadzenie**

Propagacja  
kodu i danych

Propagacja  
błędów

Propagacja  
stadna

Propagacja  
kaskadowo-  
progowa

Pozostałe  
osiągnięcia  
na ukoń-  
czeniu

- Zaproponowanie architektury systemu informatycznego umożliwiającej efektywną propagację kodu i danych. W celu uzyskania pożądanych parametrów użyteczności dokonano analizy pod kątem możliwości prognozowania wydajności podejścia wieloagentowego i spełniania wymagań czasu rzeczywistego.
- Pokazanie, że przebieg i zakres propagacji błędów zależy przede wszystkim od struktury topologicznej systemu oraz typu i momentu wystąpienia błędu.
- Wykazanie, że mechanizm propagacji danych oparty na algorytmie inspirowanym przyrodą może być efektywniejszy od tradycyjnej metody realizowanej za pomocą wymiany komunikatów. W tym celu opracowano koncepcję modelowania systemu wieloagentowego z inteligencją stadną.
- Zaprojektowanie generycznego algorytmu propagacyjnego integrującego model kaskadowy i model progowy oraz eksperymentalne zbadanie zależności charakterystyki procesu propagacyjnego od wyboru strategii, struktury sieciowej, zbioru początkowego propagatorów oraz stopnia prognozy.



# Mechanizmy interakcyjne w procesie propagacyjnym

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

**Wprowadzenie**

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stadna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe

- Najprostszą formą interakcji jest oddziaływanie kolektywne, w której jednostki nie wiedzą o innych również działających w systemie rozproszonym, mimo to pośrednio korzystają z ich działania (propagacja wiedzy).
- Drugim rodzajem interakcji jest kooperatywność, kiedy jednostki wiedzą o innych i bezpośrednio korzystają z ich działania, np. w celu wykonania wspólnego zadania (propagacja zadań).
- Ostatnim rodzajem interakcji jest oddziaływanie kolaboratywne. Różni się ono od poprzednich tym, że jednostki posiadają wiedzę o innych, ale w tym przypadku, pomagają sobie wzajemnie w dążeniu do spełnienia indywidualnych celów, choć mogą ich początkowo nie znać (propagacja błędów).

Propagacja danych jest mechanizmem, który realizuje wszystkie wymienione rodzaje interakcji, a więc może być kolektywna, kooperatywna lub kolaboratywna.



# Metody i modele propagacyjne - przykłady

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

**Wprowadzenie**

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stadna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Dystrybucja danych i obliczeń w systemach wieloagentowych - np. środowisko A-Team o nazwie JABAT umożliwiające konstruowanie dedykowanych architektur implementacyjnych dla populacyjnych algorytmów heurystycznych, w tym dla problemu komiwojażera.
- Propagacje kaskadowe w systemach społecznych - np. model progowy podobny do modelu epidemiologicznego, gdzie warunkiem wystąpienia propagacji jest wzbudzenie co najmniej kilku węzłów. Model ten znalazł zastosowanie w przypadku propagacji zawartości stron internetowych, propagacji zachowań społecznych i propagacji zaufania.
- Fizyczne modele propagacyjne przemian fazowych:
  - (a) magnetyczny model Isinga najczęściej jest używany do modelowania opinii społecznych, gdzie znak magnetyzacji sieci różnej od zera zależy od najlepiej usieciowanego węzła.
  - (b) model perkolacji węzłowej opisuje zachowanie połączonych grup wierzchołków i polega na losowym podziale wierzchołków na dwa rozłączne zbiory, np. jeśli skorelujemy proces perkolacji ze stopniem wierzchołka, to możemy uzyskać odpowiedź na pytanie, jak przeciwdziałać rozprzestrzenianiu się epidemii.



# Propagacja zadań

Osiągnięcie  
naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

**Propagacja  
kodu i danych**

Propagacja  
błędów

Propagacja  
stażna

Propagacja  
kaskadowo-  
progowa

Pozostałe  
osiągnięcia  
na ukoń-  
czeniu

- Zaproponowano i zbadano mechanizm propagacji zadań, który pozwala na uzyskanie większej mocy obliczeniowej systemu rozproszonego. Dynamiczny proces dystrybucji zadań do wykonania jest ściśle skorelowany z jednostkowym obciążeniem poszczególnych elementów systemu.
- Wyróżniono trzy rodzaje propagacji zadań: migrację, replikację i promocję.
- Wprowadzone pojęcia progę opłacalności i strategii limitowania propagacji skutecznie ograniczają częste, a przy tym negatywne zjawisko cyklu propagacyjnego, które może pojawić się pomiędzy podobnymi węzłami architektury rozproszonej.
- Zdefiniowano m.in. moc węzła, prognozowany czas obliczeń dla węzła, dopuszczalną zmianę liczby zadań w węźle.



# Wymagania wobec propagacji zadań

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

**Propagacja kodu i danych**

Propagacja błędów

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- **Transparentność** - proces propagacyjny nie powinien być zauważalny dla użytkownika.
- **Dostępność** - „wędrujące dane” powinny być dostępne na dowolnym etapie przetwarzania, np. propagowane zadania powinny odbierać wiadomości, jak i generować je dla innych.
- **Atomowość** – pojedyncza propagacja musi się zakończyć powodzeniem lub zostać odwołana.
- **Spójność** – po wykonywaniu propagacji nie będą naruszane zasady integralności danych.
- **Wydajność** - proces propagacyjny nie może powodować widocznego opóźnienia wykonywania zadania, a wręcz przeciwnie, oczekiwany jest zysk z jego stosowania. Decyzja o ponownej relokacji zadania może być podjęta dopiero po powtórnym oszacowaniu potrzeb i kosztów.



# Diagram migracji zadań

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

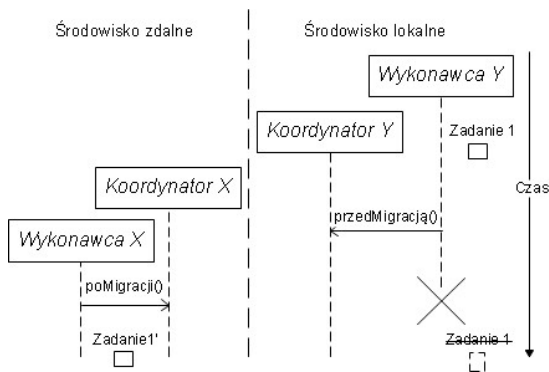
Propagacja błędów

Propagacja stadna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

Dla migracji zadań musimy dodatkowo uwzględnić usunięcie zadania ze środowiska lokalnego oraz przesłać Koordynatorom raport z wykonanego zadania.





# Diagram replikacji zadań

- Osiągnięcie naukowe
- Lista publikacji
- Wprowadzenie
- Propagacja kodu i danych
- Propagacja błędów
- Propagacja stadna
- Propagacja kaskadowa
- Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

Replikacja zadań bazuje na asynchronicznej operacji klonowania zadania do nowego miejsca. Dodatkowo w tym przypadku poza wskazaniem docelowej lokalizacji jest wymagana nowa, niepowtarzalna nazwa dla zadania.





# Diagram promocji zadań

Osiągnięcie naukowe  
Lista publikacji  
Wprowadzenie  
Propagacja kodu i danych  
Propagacja błędów  
Propagacja stażna  
Propagacja kaskadowo-progowa  
Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

Promocja polega na tworzeniu nowego obiektu w docelowej lokalizacji. Mechanizm promocji może być zainicjowany przez Wykonawcę, który wysyła wiadomość do zdalnego Koordynatora z wszystkimi wymaganymi danymi do utworzenia nowego obiektu.







# Analiza symulacyjna propagacji zadań

Osiągnięcia  
naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

**Propagacja  
kodu i danych**

Propagacja  
błędów

Propagacja  
stażna

Propagacja  
kaskadowo-  
progowa

Pozostałe  
osiągnięcia  
na ukoń-  
czeniu

- Zasadniczym celem przeprowadzonych eksperymentów symulacyjnych było sprawdzenie możliwości praktycznej implementacji rozproszonej architektury propagacyjnej oraz zbadanie efektywności mechanizmu propagacji zadań w heterogenicznym i dynamicznym środowisku.
- Podstawowym wskaźnikiem wydajności dla systemu testowego z propagacją zadań jest zysk czasowy, jaki zostanie osiągnięty podczas wykonywania zadania.
- Eksperymenty przeprowadzono w laboratorium komputerowym Wydziału Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej na 46 jednostkach obliczeniowych.
- Wykonano 5 eksperymentów dotyczących: (A) wydajności poszczególnych węzłów, (B) strategii ekstensywnej i intensywnej, (C) wydajności propagacyjnej architektury rozproszonej, (D) analizy ilościowej mechanizmu propagacji i (E) analizy jakościowej mechanizmu propagacji.
- Wszystkie eksperymenty dotyczyły wyznaczania liczb pierwszych przy wykorzystaniu mechanizmu propagacji zadań.



# Analiza symulacyjna propagacji zadań

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

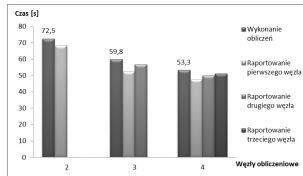
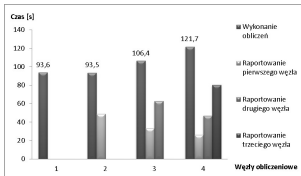
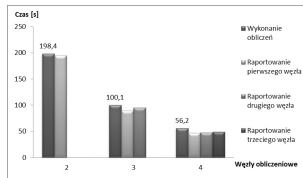
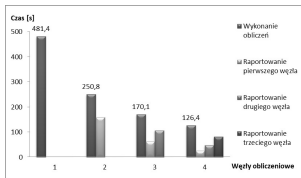
Propagacja standarda

Propagacja kaskadowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe

## B. Strategia ekstensywna i intensywna

Cel: Zbadanie wpływu wyboru strategii ekstensywnej i intensywnej oraz mechanizmu propagacji na czas wykonania obliczeń.





# Analiza symulacyjna propagacji zadań

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

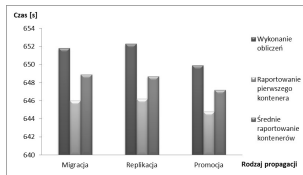
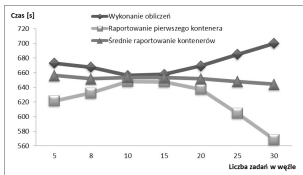
Propagacja standardna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe

## D. Analiza ilościowa mechanizmu propagacji

Cel: Zbadanie wpływu liczby zadań na liczbę propagacji oraz rodzaju propagacji na czas wykonywania obliczeń.





# Analiza symulacyjna propagacji zadań - wnioski

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

**Propagacja kodu i danych**

Propagacja błędów

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- W eksperymentach uzyskano czasowe przyspieszenie od 35% do 58%, co potwierdziło hipotezę o zysku, jaki może wnieść mechanizm propagacji przy wykonywaniu rozproszonych obliczeń.
- Zasadniczym parametrem sterującym dla problemu rozproszonego wyznaczania liczb pierwszych jest jednostkowy rozmiar zakresu liczb, który bilansuje efektywność obliczeń i szybkość propagacji. Optymalnym momentem równowagi jest uzyskanie podobnego czasu zakończenia obliczeń przez wszystkie węzły przy równoczesnej minimalizacji kosztów propagacji.
- Poszukiwana liczba zadań na węźle, u nas od 5 do 20, ma umożliwić wyrównanie różnic wydajnościowych pomiędzy heterogenicznymi węzłami obliczeniowymi. Dla środowiska homogenicznego liczba zadań na węźle oscyluje pomiędzy 10 i 15.
- Wybór rodzaju propagacji nie jest tak ważny jak liczba wykonywanych zadań. Najefektywniejszym rodzajem okazała się promocja, pozbawiona kosztu związanego z serializacją zadania w środowisku lokalnym.
- Przy propagacji zadań może pojawić się cykl propagacyjny, który zachodzi pomiędzy podobnymi węzłami i polega na odwróceniu procesu propagacyjnego. W ten sposób generowany jest tylko koszt wykonanych operacji przy znikomym lub żadnym zysku. Aby ograniczyć tę osobliwość, wprowadzono próg opłacalności oraz strategię limitowania propagacji.



# Problemy i zadania

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

**Propagacja błędów**

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe

## Problemy

- Co determinuje wystąpienie i przebieg zjawiska propagacji błędów w rozproszonych systemach informacyjnych?
- Czy topologia systemu ma wpływ na przebieg zjawiska propagacji błędów?
- Jeżeli tak, to która topologia jest najbardziej odporna na błędy?

## Zadania

- Określenie typów błędów i możliwości ich propagacji.
- Analiza znaczenia zjawiska propagacji błędów w różnych dziedzinach informatyki.
- Eksperymentalne badanie przebiegu zjawiska propagacji błędów w różnych topologiach.

## Założenia

- Rozpatrywane będą następujące struktury z klasy topologii regularnych: pełna (SPE), gwiazdzista (SG), pierścieniowa (SPI), drzewiasta (SD) i dodatkowo struktura przypadkowa (SPR).



# Typy błędów

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

**Propagacja błędów**

Propagacja stadna

Propagacja kaskadowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe

- Pominięcie oznacza zablokowanie wysłania danych, które powinny być przekazane dalej. Może być związane z utratą fizycznego połączenia z pojedynczym wierzchołkiem.
- Wstawienie z kolei generuje dane, które nie miały być wysłane. Często z taką sytuacją mamy do czynienia podczas zamierzonego ataku na wybrany komponent systemu sieciowego.
- Zanieczyszczenie wprowadza zezwala na przesłanie dane, ale jednocześnie zmienia je. Najpowszechniejszym tego typu zjawiskiem są wirusy komputerowe, które dokleją się do kodu innych programów.
- Awaria kończy aktywność komponentu oraz wszelką możliwość komunikacji z nim. Awaria może być spowodowana np. uszkodzeniem procesora.



# Algorytm wyznaczania sumy elementów

Osiągnięcie  
naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja  
kodu i danych

**Propagacja  
błędów**

Propagacja  
stażna

Propagacja  
kaskadowo-  
progowa

Pozostałe  
osiągnięcia  
na ukończe  
nawczy

## Algorytm WSE-B

Parametry wejściowe: *brak*.

Wynik: wyznaczona suma elementów.

```
1: begin
2: prześlij wiadomość z wartością początkową wszystkim sąsiadom;
3: while nie jest spełniony warunek stopu do
4:     if pojawiła się awaria then
5:         zakończ;
6:     end if;
7:     odbierz wiadomość z kolejki wiadomości;
8:     if nie odebrałeś wcześniej wiadomości od tego nadawcy i wiadomość nie pochodzi od siebie samego then
9:         oblicz sumę odebranej wartości z aktualnie pamiętaną w węzle;
10:        for each sąsiada do
11:            if pojawiło się pominięcie then
12:                kontynuuj, ale nie wysyłaj wiadomości do sąsiada;
13:            else if pojawiło się zanieczyszczenie then
14:                losowo zmień zawartość wiadomości;
15:                prześlij tę wiadomość;
16:            else prześlij tę wiadomość;
17:            end if;
18:        end for;
19:    else
20:         pomiń tę wiadomość;
21:    end if;
22:    if pojawiło się wstawienie then
23:        prześlij losowo wygenerowaną wiadomość do przypadkowo wybranego sąsiada;
24:    end if;
25: end while;
26: end;
```



# Eksperymentalne badanie propagacji błędów

Osiągnięcie  
naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja  
kodu i danych

**Propagacja  
błędów**

Propagacja  
stażna

Propagacja  
kaskadowo-  
progowa

Pozostałe  
osiągnięcia  
na ukończone  
badania

- W czasie badań symulacyjnych wykonano 6000 testów. Każdy z nich został opisany przez liczbę węzłów (10, 20, 30, 40, 50 i 100), typ struktury topologicznej (SPE, SG, SPI, SD i SPR), prawdopodobieństwo wystąpienia błędu pb (0.1, 0.3, 0.5, 0.8, 0.9) oraz typ błędu (brak, pominięcie, wstawienie, zanieczyszczenie i awaria).
- W każdym punkcie tej przestrzeni wykonano pomiar odsetka błędów i czasu trwania testu. Pojedynczy test był powtarzany 10-krotnie z tym samym zestawem parametrów. Jednakże zarówno moment pojawienia się błędu, jak i węzeł, który uległ uszkodzeniu, był losowany za każdym razem.
- Miary propagacji błędu: odsetek błędu - względna liczba węzłów zainfekowanych błędem oraz czas wykonania zadania.





# Analiza ilościowa uzyskanych wyników

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych  
**Propagacja błędów**

Propagacja standardna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Wiersze zostały uporządkowane od topologii najmniej podatnej na błędy do najbardziej podatnej.
- Kolumny zostały uporządkowane od najmniej szkodliwego błędu do najbardziej szkodliwego.
- Wielkość struktury praktycznie nie ma wpływu na jej odporność na błędy. Podobnie zachowują się topologie o małej jak i dużej liczbie węzłów, mimo to odsetek błędów jest dobrym wskaźnikiem skali ewentualnej propagacji błędów w badanej strukturze sieciowej.

topologia	typ błędu					średni odset.
	brak	pominięcie	wstawienie	zanieczyszczenie	awaria	
pełna	0	0	0	0.04	0.51	0.11
przypadkowa	0	0.05	0.16	0.28	0.55	0.21
pierścieniowa	0	0	0.39	0.44	0.51	0.27
gwiazdzysta	0	0.49	0.31	0.46	0.58	0.37
drzewiasta	0	0.52	0.31	0.52	0.69	0.41
średni odset.	0	0.21	0.23	0.35	0.57	0.27



# Analiza jakościowa uzyskanych wyników

Osiągnięcie  
naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja  
kodu i danych

**Propagacja  
błędów**

Propagacja  
stażna

Propagacja  
kaska dowo-  
progowa

Pozostałe  
osiągnięcia  
na u kowo-  
ba daw cze

- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPE
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SPR
- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPR
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SG
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SD



# Analiza jakościowa uzyskanych wyników

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

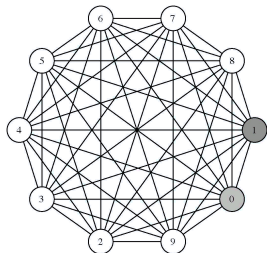
**Propagacja błędów**

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPE
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SPR
- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPR
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SG
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SD





# Analiza jakościowa uzyskanych wyników

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

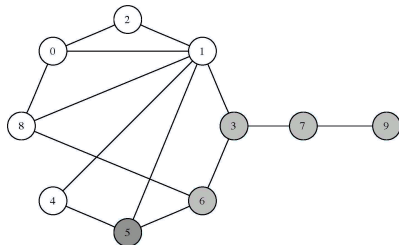
Propagacja błędów

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPE
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SPR
- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPR
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SG
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SD





# Analiza jakościowa uzyskanych wyników

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

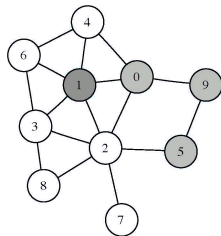
Propagacja błędów

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPE
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SPR
- **Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPR**
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SG
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SD





# Analiza jakościowa uzyskanych wyników

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

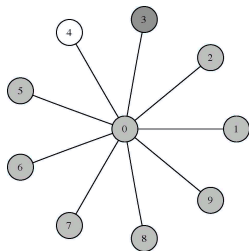
**Propagacja błędów**

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPE
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SPR
- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPR
- **Wizualizacja wstawienia w strukturze SG**
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SD





# Analiza jakościowa uzyskanych wyników

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

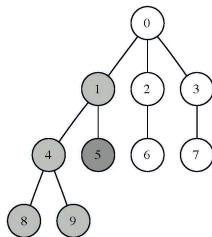
**Propagacja błędów**

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPE
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SPR
- Wizualizacja zanieczyszczenia w strukturze SPR
- Wizualizacja wstawienia w strukturze SG
- **Wizualizacja wstawienia w strukturze SD**





# Analiza statystyczna uzyskanych wyników

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

**Propagacja błędów**

Propagacja standardna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Najbardziej odpowiednimi metodami statystycznymi będą w naszym przypadku: testowanie hipotez i analiza zależności populacji. Pierwsza metoda pozwala na akceptację lub odrzucenie hipotezy o wpływie typu struktury topologicznej na proces propagacji błędów przy ustalonym poziomie istotności testu. Druga metoda bada zależności zmiennych ilościowych, dzięki czemu możemy porównywać dane wynikowe zebrane w czasie symulacji niezależnie od zaimplementowanej struktury topologicznej.
- Ponieważ ani histogram odsetka błędów, ani wykres kwantylowy nie wskazują na dobre dopasowanie zaobserwowanych wartości do rozkładu normalnego, przyjęliśmy, że badane populacje nie mają takiego rozkładu. W tej sytuacji oparcie wnioskowania na teście nieparametrycznym jest uzasadnione. Do dalszej weryfikacji został wybrany rangowy test statystyczny Kruskala–Wallisa porównujący rozkłady dla badanych struktur topologicznych. Dzięki temu sprawdziliśmy, czy struktura topologiczna wpływa na uzyskane wyniki. Weryfikowaliśmy hipotezę zerową zakładającą, iż rozkład prawdopodobieństwa pomiarów dla różnych struktur jest taki sam. Obliczona p-wartość przy założonym 5% poziomie istotności pozwala odrzucić  $H_0$ . Wyniki analizy pokazały, że struktura topologiczna wpływa statystycznie istotnie na poziom badanego odsetka błędów.





# Wnioski z przeprowadzonych analiz

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

**Propagacja błędów**

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Badane struktury można uporządkować od struktury najbardziej odpornej na błędy do najmniej odpornej: (1) struktura pełna SPE, (2) struktura przypadkowa SPR, (3) struktura pierścieniowa SPI, (4) struktura gwiazdzista SG, i (5) struktura drzewiasta SD.
- Typy błędów występujących w systemach sieciowych można uporządkować od najmniej szkodliwego do najbardziej szkodliwego błędu: (1) pominięcie, (2) wstawienie, (3) zanieczyszczenie i (4) awaria.
- Badania dotyczące momentu pojawienia się uszkodzenia i jego wpływu na mechanizm propagacyjny pokazały, że im wcześniej zostanie wygenerowany błąd, tym większych szkód może dokonać.
- Największym problemem w analizie symulacyjnej okazał się czas trwania eksperymentów. Mimo ograniczenia wielkości struktur do 100 komponentów i dobraniu prostego algorytmu propagacyjnego wszystkie testy zajęły prawie 200 godzin.
- Dalsze badania w dziedzinie propagacji błędów mogą dotyczyć poszukiwania innych czynników, które mają wpływ na proces propagacyjny. Należy do nich, np. rozszerzenie pojęcia odsetka błędów o przebieg ścieżek propagacyjnych. Wprowadzenie sterowanego mechanizmu wyboru sąsiada, któremu przesyłamy błąd może znacznie skrócić proces dystrybucji infekcji.



# Przekazywanie wiedzy inspirowane przyrodą

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja

stadna

Propagacja

kaskadowo-

progowa

Pozostałe

osiągnięcia

naukowe

badawcze

- Analiza porównawcza komunikacji pośredniej i bezpośredniej w procesie propagacji wiedzy na platformie systemu wieloagentowego tworzy kolejną część prezentacji.
- Tak jak dla propagacji bezpośredniej, podstawą jest relacja sąsiedztwa pomiędzy krawędziami (wierzchołkami) grafu tak dla propagacji pośredniej taką rolę pełni mechanizm stygmergii. Jest to mechanizm zbiorowej komunikacji pomiędzy użytkownikami wybranego środowiska, który umożliwia zmiany odczytywane następnie przez innych użytkowników
- Choć istnieje wiele różnych metodologii projektowania dla systemów wieloagentowych, np. AOSE, GAIA, Tropos i MaSE, do naszych badań wybraliśmy ostatnią z nich.



# Propagacja pośrednia w analizie ruchu drogowego

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

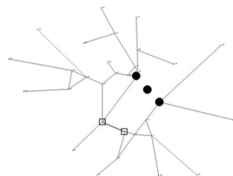
Propagacja błędów

**Propagacja stadna**

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

Podstawowymi elementami modelu ruchu drogowego są następujące obiekty: trasy (drogi), pasy ruchu, skrzyżowania, systemy sygnalizacji świetlnej oraz pojazdy. Na poziomie implementacyjnym sieć dróg tranzytowych została zrealizowana jako skierowany, ważony graf, którego wierzchołkami są skrzyżowania, a krawędziami pasy ruchu.





# Propagacja pośrednia w analizie ruchu drogowego

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

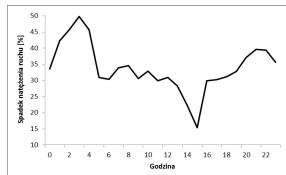
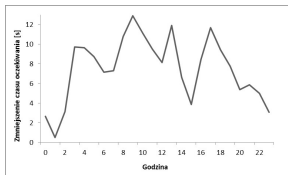
Propagacja błędów

**Propagacja standarda**

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe

- A. Optymalizacja czasu oczekiwania dla istniejącej sieci dróg.
- B. Wyznaczenie nowej drogi tranzytowej - zmniejszenie o 33% natężenia ruchu pojazdów.





# Porównanie metody pośredniej i bezpośredniej

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

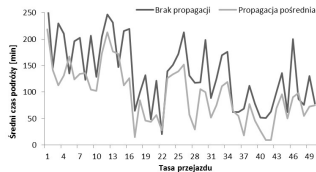
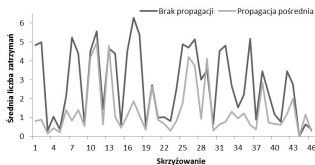
Propagacja błędów

**Propagacja standardna**

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe i kowalnicze

A. Wyniki badań dla propagacji pośredniej - suma średnich czasów podróży na wszystkich trasach zmniejszyła się o ok. 35 godzin.





# Porównanie metody pośredniej i bezpośredniej

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji  
Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

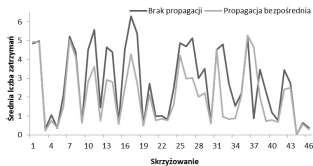
Propagacja błędów

**Propagacja standardna**

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe

B. Wyniki badań dla propagacji bezpośredniej - suma średnich czasów podróży na wszystkich trasach zmniejszyła się o ok. 6 godzin.





# Wnioski z przeprowadzonych analiz

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

**Propagacja stadna**

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Porównanie metody pośredniej bazującej na algorytmie mrówkowym i bezpośredniej z wymianą komunikatów wypadło zdecydowanie na korzyść tej pierwszej. Mimo wprowadzenia dokładniejszej, zindywidualizowanej do każdego skrzyżowania informacji wstępnej obejmującej: próg, selektywność i trwałość, metoda bazująca jedynie na wielkości feromonu pozostawianego przez pojazdy okazała się lepsza.
- Mechanizm propagacyjny może być rozszerzony na większą liczbę sterowników sygnalizacji świetlnej (np. zgodnie z wyznaczonymi trasami tranzytowymi), tworząc tzw. zielone fale.



# Propagacja kaskadowo-progowa

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stażna

**Propagacja kaskadowo-progowa**

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Zaproponowano nowy generyczny algorytm propagacyjny z wariantami: kaskady, progę i preferencji. Praktycznym przykładem wykorzystania opracowanego algorytmu był wariant progowy z preferencją, który zapewnił zamodelowanie działań marketingowych typu wirusowego, w tym sprzedaż powiązaną.
- Przebadano dla trzech typów sieci: losowej, małych światów i bezskalowej. Badano zależności rozmiaru i szybkości procesu propagacyjnego, wariantu progowego i kaskadowego oraz liczby nieudanych „zarażeń” w funkcji kroków propagacyjnych. Dodatkowymi zmiennymi były: liczba początkowych propagatorów wyrażana w punktach bazowych, strategia wyboru propagatorów, wartość progę oraz liczba kroków algorytmu. Rozmiar i szybkość propagacji były największe w przypadku sieci bezskalowych, a najmniejsze dla sieci małych światów. Wielkość zbioru propagatorów miał większe znaczenie dla sieci małych światów niż w pozostałych przypadkach.





# Podsumowanie cyklu

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

Prace badawcze były wspierane finansowo i inspirowane rzeczywistymi problemami zidentyfikowanymi w czterech projektach badawczych, w których habilitant był kierownikiem projektu:

- Projekt badawczy PIEF-GA-2010-274375 pt. „To what extent can design principles for complex networks be derived from the study of error propagation phenomenon in smart and bio-inspired network structures” w ramach FP7 Marie-Curie Action: "Intra-European fellowships for career development" finansowany przez Komisję Europejską, realizowany w latach 2012-2014 na Bournemouth University (Wielka Brytania).
- Projekt badawczy NN516 448538 pt. „Metody propagacji danych w rozwiązywaniu zadań kolektywnej inteligencji” finansowany przez MNiSW, realizowany w latach 2010–2011.
- Projekt badawczy pt. „Structural Performance Evaluation for Knowledge Integration” finansowany przez Deutscher Akademischer Austauschdienst, realizowany w 2009 roku na Erlangen-Nürnberg University (Niemcy).
- Projekt badawczy pt. „Badanie propagacyjnych zależności między obiektami w rozproszonym systemie informacyjnym” finansowany przez Politechnikę Wrocławską, realizowany w latach 2006-2007.



# Oryginalny wkład (1)

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stanu

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

Wkład do zagadnień modelowania mechanizmów propagacyjnych w dziedzinie systemów wieloagentowych i sieciowych polega na:

- wykorzystaniu mechanizmu refleksji do dystrybucji pakietów klas i danych;
- zbadaniu zjawiska cyklu propagacyjnego, zdefiniowaniu pojęcia proggu opłacalności oraz opracowaniu strategii limitowania procesu propagacyjnego;
- wykazaniu, że rozwiązania bazujące na propagacji kodu i danych w środowisku wieloagentowym, przy jednoczesnym wyrównywaniu różnic wydajnościowych oraz ograniczaniu cyklu propagacyjnego, przynoszą najlepsze rezultaty w stosunku do ponoszonych kosztów;
- pokazaniu, że skutecznym sposobem uzyskiwania równowagi pomiędzy wyrównywaniem mocy obliczeniowej węzłów a ograniczeniem propagacji i występowania cykli jest dynamiczne dodawanie/usuwanie kodu i danych w wybranych węzłach;
- sprawdzeniu, że technologia Java RMI spełnia wymagania propagacji kodu i danych;
- omówieniu problemów dotyczących integracji paradygmatu czasu rzeczywistego i systemu wieloagentowego na potrzeby symulacji propagacji danych;



## Oryginalny wkład (2)

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stadna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe i kowoodawcze

- przeprowadzeniu analizy propagacji błędów w środowisku sieciowym metodą symulacji i pokazaniu, że przebieg i zakres tego procesu zależą przede wszystkim od struktury topologicznej systemu oraz typu i momentu wystąpienia błędu, a wykorzystanie analizy procesu propagacji umożliwiło znalezienie sprawnych i odpornych na uszkodzenia metod na poziomie połączeń między różnymi komponentami sieci;
- wykazaniu, że algorytmy optymalizacji wykorzystujące inteligencję stadną w środowisku wieloagentowym oparte na pośredniej propagacji danych prowadzą do rozwiązań efektywnych, pomimo, że nie uwzględniają wszystkich rzeczywistych zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie;
- pokazaniu, że tak jak dla propagacji bezpośredniej podstawą jest relacja sąsiedztwa między krawędziami (wierzchołkami) struktury topologicznej, tak dla propagacji pośredniej taką rolę pełni mechanizm stygmergii;
- empirycznym zweryfikowaniu przydatności metodologii MaSE do projektowania systemów wieloagentowych wykorzystujących inteligencję stadną;
- opracowaniu nowego generycznego algorytmu propagacyjnego z wariantami: kaskady, progę i preferencji dla systemów społecznych.



# Najważniejsze wyniki pozostałych prac (1)

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

Propagacja błędów

- Opracowanie porównania algorytmów heurystycznych takich jak: algorytm genetyczny (GA), algorytm mrówkowy (ACO), przeszukiwanie tabu (TS) oraz rozwiązań hybrydowych (ACO-GA oraz GA-TS) dla problemu automatycznego przydziału (alokacji) referatu recenzentowi.
- Wykorzystanie archiwum zasobów WWW do poprawy jakości wyszukiwania informacji oraz zdefiniowanie miar efektywności wyszukiwania w repozytoriach danych archiwalnych.
- Opracowanie rozmytego regulatora dla śmigłowca typu Kania uwzględniającego zaburzenia lotu w zawisie.
- Opracowanie innowacyjnego projektu informatycznego dla systemu komputerowego Ewidencji Gruntów, Budynków i Lokali EGB2000.
- Opracowanie innowacyjnego projektu informatycznego w ramach programu badawczego pt. „Naukowe i techniczne podstawy Systemu Zarządzania Mostami Kolejowymi SMOK”.
- Zaprojektowanie algorytmu tworzenia kręgów przyjaciół w sieciach społecznych wykorzystującego jawne cechy oraz podobieństwo z tzw. użytkownikiem centralnym.
- Opracowanie założeń dla autorskiego systemu porównywania dokumentów oraz algorytmu sprawdzającego poprawność dokumentu z wzorcem.



## Najważniejsze wyniki pozostałych prac (2)

Osiągnięcie naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stadna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe badawcze

- Opracowanie porównania algorytmów heurystycznych dla ogólnego problemu przyporządkowywania (GAP).
- Określenie koncepcji optymalizacji regulatora rozmytego dla helikoptera PZL Kania, analizę rezultatów z eksperymentów symulacyjnych helikoptera w zawisie i przy uderzeniu wiatru.
- Opracowanie metody wykorzystania sieci neuronowych do rozpoznawania cech obiektów w czasie rzeczywistym na przykładzie rozpoznawania tablic rejestracyjnych pojazdów.
- Opracowanie systemu konferencyjnego z inteligentnym modułem przypisywania prac do recenzentów.
- Opracowanie systemu pozycjonowania w zależności od ruchu internetowego.
- Opracowanie koncepcji systemu wieloagentowego dla inteligentnego domu.
- Znalezienie najlepszej metody regresyjnej oceny stanu technicznego na podstawie intensywności i rozmiarów uszkodzeń przy wykorzystaniu oprogramowania KEEL.
- Opracowanie koncepcji kalendarium konferencyjnego.
- Zastosowanie modelowania rozmytego oraz algorytmu ewolucyjnego implementującego podejście typu Pittsburgh z obszaru algorytmów genetycznych dla problemu wyceny nieruchomości.



## Najważniejsze wyniki pozostałych prac (3)

Osiągnięcia naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja kodu i danych

Propagacja błędów

Propagacja stażna

Propagacja kaskadowo-progowa

Pozostałe osiągnięcia naukowe

- Opracowanie metody integracji systemów katastralnych i finansowo-księgowych.
- Opracowanie prototypu systemu czasu rzeczywistego rozpoznającego tablice rejestracyjne pojazdów przy wykorzystaniu sieci czasowo-przestrzennej Spatiognitron na podstawie sekwencji zdjęć ze strumienia video.
- Opracowanie rozmytego systemu rozpoznawania liczby osób znajdujących się na obrazie z kamery.
- Opracowanie metody rozproszonego renderowania obrazu 3D.
- Opracowanie rozmytego modelu wycen nieruchomości oraz porównanie modeli rozmytych Mamdaniego i TSK.
- Opracowanie systemu metryk jakościowych dla danych katastralnych.
- Opracowanie adaptacyjnej metody rekomendacji dynamicznych stron WWW uwzględniającej model zachowania użytkowników oraz wpływ czasu.
- Wykorzystanie wnioskowania rozmytego w metodzie oceny pracy operatorów systemu katastralnego.
- Opracowanie koncepcji projektu i implementacji aplikacji przetwarzania równoległego opartego o klastr komputerów porównującej pary sekwencji metodą najdłuższej wspólnej podsekwencji na platformie J2EE.



Osiągnięcia  
naukowe

Lista publikacji

Wprowadzenie

Propagacja  
kodu i danych

Propagacja  
błędów

Propagacja  
stałna

Propagacja  
kaskadowo-  
progowa

Pozostałe  
osiągnięcia  
na ukoń-  
czenie

*„Ważne jest by nigdy nie przestać pytać”  
Albert Einstein*

Dziękuję za uwagę