

## RECENZJA

### rozprawy doktorskiej mgra inż. Godlove Suila Kuaban pt. „Transient Markovian and Diffusion Approximation models for Performance Analysis of Computer Networks and Battery Energy Storage Systems”

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Rady Dyscypliny Informatyki Technicznej i Telekomunikacji Politechniki Śląskiej z dnia 14.02.2022 roku.  
Promotorem rozprawy jest Prof. dr hab. inż. Tadeusz Czachórski.

#### 1. Opinia o tematyce i zakresie rozprawy

Problematyka rozprawy doktorskiej mgra inż. Godlove Suila Kuaban dotyczy aktualnej i eksplorowanej dziedziny modelowania systemów komputerowych z wykorzystaniem modeli kolejkowych. W ramach rozprawy badane były problemy związane z nieustalonymi stanami kolejek. Do analizy doktorant wybrał metodę aproksymacji dyfuzyjnej jako, nowe podejście w modelowaniu zjawisk w systemach komputerowych oraz modele oparte na łańcuchach Markowa i modele symulacyjne jako podejście bazowe.

Doktorant prezentował zastosowania aproksymacji dyfuzyjnej w modelowaniu mechanizmów agregacji pakietów, przełączników SDN oraz sieci przełączników SDN.

Doktorant zajął się również zastosowaniem aproksymacji dyfuzyjnej i łańcuchów Markowa w celu opracowania modeli procesów wyczerpywania energii systemów magazynowania energii w bateriach, służących do zasilania urządzeń sieci komputerowych, takich jak np. urządzenia IoT lub węzły sieci dostępowych. Następnie, używając tych modeli, oszacował żywotność urządzenia, czyli czas do awarii lub czas do wyłączenia, gdy zgromadzona energia zostanie całkowicie wyczerpana.

Mając na uwadze podjętą tematykę, Doktorant zajął się w naturalny sposób, analizą aproksymacji dyfuzyjnej jako metodą modelowania wybranych elementów infrastruktury sieci komputerowych oraz magazynowania, dostarczania i wyczerpywania energii elektrycznej w systemach komputerowych.

Praca doktorska: „Transient Markovian and Diffusion Approximation models for Performance Analysis of Computer Networks and Battery Energy Storage Systems” dotyczy bardzo aktualnej problematyki modelowania systemów komputerowych. Szerokie spektrum problemów, które pojawiły się w trakcie realizacji pracy, jak również aktualność tematyki oraz jej duża ważność praktyczna gwarantują, że zainicjowane w pracy badania mogą być kontynuowane w przyszłości.

#### 2. Teza rozprawy

Teza pracy sformułowana na stronie dziesiątej jest następująca:

*The diffusion approximation modelling formalism is a realistic and data-driven modelling technique that overcomes the limitations of other queueing theoretic techniques (e.g. Markov chains and fluid flow) for the transient analysis of Quality of Service (QoS) metrics in*

*networks with time-dependent dynamic routing protocols (e.g., Software Defined Networking (SDN) core networks); and for the transient analysis of the energy depletion process in energy storage systems (ESS) in computer network infrastructure.*

Doktorant sformułował tezę jasno i w logicznym ciągu pracy ją udowodnił. Doktorant jednoznacznie sprecyzował zagadnienie, jakie postanowił rozwiązać. Jest to zagadnienie naukowe o randze odpowiadającej rozprawom doktorskim.

Teza wskazuje na szerokie możliwości zastosowań aproksymacji dyfuzyjnej w analizie miar jakości usług (QoS).

### **3. Charakterystyka treści rozprawy**

Praca jest podzielona na 7 głównych rozdziałów.

W rozdziale pierwszym znajduje się wprowadzenie do pracy, uzasadnienie ważności problematyki i teza pracy.

W rozdziale drugim poruszane są zagadnienia dotyczące projektowania i modelowania wydajności algorytmów agregacji pakietów w różnych rodzajach sieci. Istniejące modele matematyczne, które opierają się na założeniach procesu Poissona i rozkładu wykładniczego wielkości pakietów, nie odzwierciedlają rzeczywistych parametrów ruchu. Autor pracy zaproponował model dyfuzyjny, który pozwala na uwzględnienie rzeczywistych parametrów ruchu, a symulacje zdarzeń dyskretnych potwierdzają jego skuteczność.

W rozdziale trzecim opisane zostały modele aproksymacji dyfuzyjnej w kontekście oceny wydajności przełączników w sieciach komputerowych SDN (Software Defined Networking). Zaproponowano modele aproksymacji dyfuzyjnej, które uwzględniają zmieniającą się intensywność ruchu, co pozwala na uzyskanie bardziej dokładnych wyników oceny wydajności przełączników SDN.

W rozdziale czwartym doktorant kontynuował podejście zaprezentowane wcześniej, jednak zajmował się na analizą czasową wielu przełączników SDN przy użyciu metod aproksymacji dyfuzyjnej. Dzięki temu możliwe było badanie zachowania przełączników w czasie rzeczywistym, nawet w przypadku nagłych zmian w ruchu sieciowym.

W rozdziale piątym opisane zostało zastosowanie modeli Markowa i modeli dyfuzyjnych do modelowania procesów wyczerpywania energii w systemach magazynowania energii podtrzymujących działanie rozproszonych systemów komputerowych. W pracy przedstawiono również modelowanie ataków związanych z wyczerpywaniem energii w sieciach IoT, w tym ataków związanych z przeciążeniem obliczeniowym.

W rozdziale szóstym natomiast rozszerzono modelowanie procesów wyczerpywania energii o element związany z pozyskiwaniem energii. Porównano wyniki uzyskane z zastosowaniem modeli dyfuzyjnych i Markowa.

Wreszcie, w rozdziale siódmym doktorant podsumował pracę wskazując na wady i zalety opisanych modeli. Rozprawę uzupełnia obszerny spis literatury przedmiotu, obejmujący 261 pozycji.

### **4. Ocena dorobku publikacyjnego**

Dorobek publikacyjny Doktoranta liczy 22 publikacje, w tym wszystkie publikacje są współautorskie. W przypadku 9 publikacji pierwszym autorem jest Doktorant. Większość

publikacji jest wysoko punktowanych. W mojej opinii dorobek publikacyjny doktoranta przewyższa wymagania stawiane przy doktoracie.

### **5. Ocena wiedzy doktoranta w zakresie dyscyplin naukowych związanych z tematyką rozprawy**

Problematyka rozprawy obejmuje wiedzę z zakresu informatyki technicznej i telekomunikacji. Doktorant opanował tematykę rozprawy w warstwie nie tylko teoretycznej, ale także praktycznej, w oparciu o dobre rozeznanie literaturowe. Lektura rozprawy upoważnia mnie do stwierdzenia, że doktorant dysponuje wymaganym do prowadzenia badań naukowych zasobem wiedzy ogólnej z zakresu informatyki.

### **6. Ocena poziomu edytorskiego rozprawy**

Przedstawiona do oceny rozprawa została napisana w języku angielskim i liczy 176 stron. Język rozprawy jest poprawny, szata graficzna staranna. Rysunki i tabele zrobione są starannie, w tekście występują jedynie drobne usterki edycyjne. Układ rozprawy jest poprawny.

W mojej ocenie rozprawa jest za długa, a przedstawiony w niej materiał merytoryczny mógłby ulec skróceniu bez negatywnego wpływu na jego ocenę.

### **7. Uwagi szczegółowe**

Doktorant w pracy używa w wielu miejscach formy gramatycznej My, np. „We also demonstrated the use of measured traffic...”. Ponieważ jest jeden autor rozprawy, dlatego moim zdaniem powinna być używana forma bezosobowa, albo strona bierna. Być może chodzi o to, że w pracach brały udział osoby trzecie, jak zostało to wskazane w publikacjach. Proszę o wyjaśnienie tego zagadnienia w trakcie obrony.

W mojej ocenie w pracy zabrakło precyzyjnego wskazania, co jest bezpośrednim osiągnięciem doktoranta w ramach poszczególnych rozdziałów od rozdziału 2 do rozdziału 6 włącznie. Proszę o przedstawienie przez doktoranta w trakcie obrony syntetycznego opisu wskazującego najważniejsze osiągnięcia.

Przedstawione powyżej uwagi ogólne i szczegółowe nie obniżają mojej pozytywnej oceny pracy.

### **8. Wniosek końcowy**

Praca należy do obszaru informatyki stosowanej. Doktorant wykazał, że ma niezbędne kwalifikacje do prowadzenia badań w dyscyplinie, której dotyczy praca oraz rozwiązał zagadnienie naukowe będące tematem rozprawy. Wykazał się szeroką i pogłębioną wiedzą w dyscyplinie informatyki technicznej. Merytoryczny zakres pracy oceniam jako kompletny. Praca zawiera elementy nowości w sensie naukowym, stanowiące udokumentowany dorobek własny Doktoranta. Doktorant opracował modele z wykorzystaniem analizy dyfuzyjnej oraz łańcuchów Markowa wybranych elementów sieci komputerowych oraz systemów magazynowania energii wykazując zalety modeli dyfuzyjnych i ich przewagę nad modelami Markowa. Stwierdzam, że Doktorant potwierdził tezę rozprawy.

W pracy występują drobne usterki, ale nie mają one wpływu na wartość merytoryczną pracy.

Stwierdzam, że rozprawa pt. „Transient Markovian and Diffusion Approximation models for Performance Analysis of Computer Networks and Battery Energy Storage Systems” autorstwa Pana mgr inż. Godlove Suila Kuaban spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom doktorskim przez Ustawę o Tytule Naukowym i Stopniach Naukowych oraz o Stopniach i Tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr. 65, poz. 595) oraz Rozporządzenia MNiSW z dnia 19 stycznia 2018 roku. W związku z powyższym stawiam wniosek o przyjęcie przedstawionej pracy, jako rozprawy doktorskiej w dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja i dopuszczenie jej Autora Pana mgr inż. Godlove Suila Kuaban do publicznej obrony pracy.

Zgłaszam również wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Godlove Suila Kuaban.