

Warszawa, 22 września 2024 r.

Dr hab. inż. Halina Tarasiuk
Instytut Telekomunikacji
Politechnika Warszawska
ul. Nowowiejska 15/19
00-665 Warszawa

Recenzja rozprawy doktorskiej dla Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Poznańskiej

Tytuł rozprawy: „Modelowanie złożonych systemów niepełnodostępnych”

Autor rozprawy: mgr inż. Michał Weissenberg

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Sławomir Hanczewski

1. Czy tematyka rozprawy jest aktualna i jak jest związana z rozwojem dyscypliny?

Tematyka rozprawy dotyczy opracowania modeli analitycznych dla środowiska zwirtualizowanych zasobów obliczeniowych na żądanie. Opracowane modele pozwalają na wyznaczenie prawdopodobieństwa blokady zgłoszeń napływających do systemu, w zależności od modelu napływu zgłoszeń oraz dostępności zasobów z punktu widzenia klas ruchu. Zgodność zaproponowanych modeli została sprawdzona za pomocą narzędzia symulacyjnego stworzonego na potrzeby rozprawy. Tematyka rozprawy jest bardzo aktualna i jest ściśle związana z rozwojem dyscypliny w obszarze natywnych środowisk chmurowych dla realizacji środowisk obliczeniowych na żądanie.

2. Jaki jest problem naukowy podejmowany przez Autora i czy został on trafnie sformułowany?

Problem naukowy podjęty przez Autora został przedstawiony w formie tezy rozprawy „Możliwe jest opracowanie na poziomie zgłoszeń modeli analitycznych o wysokiej dokładności dla wielousługowych złożonych systemów teleinformatycznych”. Teza rozprawy została trafnie sformułowana.

3. Czy Autor rozwiązał postawiony problem i czy wykorzystał w tym celu właściwe metody?

W celu udowodnienia tezy rozprawy Autor posłużył się wynikami uzyskanymi w 8 publikacjach naukowych, 5 opublikowanych w czasopiśmie, 3 zaprezentowanych na konferencjach. Uzyskane wyniki zostały podsumowane w rozdziale I rozprawy. Jako rozpatrywany system został przedstawiony system udostępniający maszyny wirtualne opisane

przez zasoby takie jak procesor, pamięć, przestrzeń dyskowa. W szczególności poszczególne zasoby mogą nie być w pełni dostępne dla danej klasy żądań, zasoby mogą również występować na różnych urządzeniach fizycznych. W celu udowodnienia tezy rozprawy Autor analizował dwa modele systemów ze względu na dostęp do zasobów (sekcja 1.5. Podstawowe modele analityczne systemów wielousługowych): FAS (ang. Full Available System) – model pełnej dostępności, oraz trzy modele systemów zależnych od stanu LAS (ang. Limited Available System) – model systemu o ograniczonej dostępności, model EIS (ang. Erlang Ideal System) – system niepełnodostępny, oraz FP (ang. Fixed Point Method) – metoda ustalonego punktu. W kolejnej części Autor zaproponował modele analityczne dla opisu prawdopodobieństwa blokady zgłoszeń napływających do systemu bazując na modelu LAS. Dla osiągnięcia jak najszerzej zgodności modeli analitycznych z założeniami przyjętymi dla złożonych systemów teleinformatycznych oraz zgodności wyników analitycznych z wynikami symulacyjnymi, w sumie Autor opracował 7 modeli analitycznych jednoparametrycznych i wieloparametrycznych, w tym dla napływu ruchu Erlanga, Engseta, Pascala, dla modeli ruchu strumieniowego, elastycznego i adaptacyjnego. Za pomocą opracowanego symulatora modułowego Autor wskazywał dokładność modeli analitycznych w stosunku do wyników badań symulacyjnych (sekcja 1.6). Tym samym można stwierdzić, że Autor rozwiązał postawiony problem. Natomiast zastosowane metody analityczne i symulacyjne zostały wykorzystane przez Autora właściwie.

W tym miejscu należy wskazać, na drobne mankamenty w prezentacji sekcji 1.5 i 1.6. Z punktu widzenia przeprowadzonej analizy zabrakło wniosków do pracy sformułowanych na zakończenie sekcji 1.5, które wskazałyby jednoznacznie na umotywowanie wyboru modelu systemu ze względu na wielousługowe złożone systemy teleinformatyczne ujęte w tezie rozprawy.

Podobnie w sekcji 1.6, brak jest jednoznacznie sformułowanych wniosków po zaprezentowanych wynikach na wykresach, które jednoznacznie określałyby ustosunkowanie się Autora do tezy sformułowanej w rozprawie, jednakże można to wywnioskować poniekąd z kolejnych podsekcji, że Autor poszukuje najlepszych rozwiązań poprzez kolejne modele analityczne uwzględniając kolejne elementy systemów chmurowych.

4. Na czym polega oryginalny wkład Autora w dyscyplinę?

Oryginalny wkład autora w dyscyplinę polega na zaproponowaniu następujących oryginalnych modeli analitycznych i modułowego symulatora zdarzeniowego:

- Opracowanie koncepcji i modelu analitycznego wieloparametrycznego złożonego systemu teleinformatycznego z ruchem Erlanga typu strumieniowego.
- Opracowanie i weryfikacja podstawowego modelu analitycznego jednoparametrycznego złożonego systemu teleinformatycznego z ruchem Erlanga typu strumieniowego.
- Opracowanie i weryfikacja rozszerzonego modelu analitycznego jednoparametrycznego złożonego systemu teleinformatycznego z ruchem Erlanga typu strumieniowego.

- Opracowanie i weryfikacja zaawansowanego modelu analitycznego jednoparametrycznego złożonego systemu teleinformatycznego z ruchem Erlanga typu strumieniowego.
- Opracowanie i weryfikacja modelu analitycznego wieloparametrycznego złożonego systemu teleinformatycznego z ruchem Erlanga typu strumieniowego.
- Opracowanie i weryfikacja modelu analitycznego wieloparametrycznego złożonego systemu teleinformatycznego z ruchem Erlanga typu strumieniowego, umożliwiającego wyznaczenie stopnia wykorzystania poszczególnych zasobów systemu.
- Opracowanie i weryfikacja modelu analitycznego jednoparametrycznego kolejkowego systemu teleinformatycznego z ruchem Erlanga, Engseta i Pascala (BPP) typu elastycznego i adaptacyjnego.
- Opracowanie i implementacja modułowego symulatora, umożliwiającego analizę złożonych systemów teleinformatycznych z ruchem Erlanga, Engseta, Pascala typu strumieniowego, elastycznego oraz adaptacyjnego.

Warto, aby Autor rozważył udostępnienie opracowanego symulatora dla środowiska badawczego, co jest obecnie powszechnie praktykowane.

5. Jakie jest znaczenie poznawcze oraz znaczenie praktyczne wkładu Autora?

Istotnym wkładem Autora są zaproponowane modele analityczne. Autor dążył do opracowania modeli analitycznych, które będą zgodne z badaniami symulacyjnymi, przyjmując, że oba modele spełniają przyjęte założenia w sposób jednoznaczny, przy czym badania symulacyjne nie są obciążone przybliżeniami w stosunku do modeli analitycznych. Natomiast z punktu widzenia wkładu praktycznego Autor na wstępie rozprawy wymienia następujące mechanizmy zarządzania ruchem w systemach chmurowych, które mogłyby uwzględniać zaproponowane modele matematyczne: dynamiczna rezerwacja zasobów, przekierowywanie zgłoszeń między systemami, priorytety, kompresja ruchu, kolejkowanie zgłoszeń do systemu. Aspekt praktyczny nie został jednak podjęty w dyskusji na podsumowanie rozdziału I rozprawy. Brak jest takiego podsumowania nawet teoretycznej dywagacji na temat możliwości aplikacji w rzeczywistych systemach i jakie powinny być spełnione warunki dla praktycznego zastosowania zaproponowanych modeli. Nie umniejsza to jednak w pozytywnej ocenie rozprawy, gdyż może stanowić przedmiot dalszych prac.

Wkład Autora wskazuje zarówno na sprawność posługiwania się aparatem matematycznym, jak i na umiejętność samodzielnego prowadzenia badań przez Autora.

6. Czy rozprawa świadczy o dostatecznej wiedzy Autora w zakresie nauk technicznych i szczegółowej wiedzy w odpowiadającej zakresowi badań?

Rozprawa świadczy o dobrej wiedzy autora w zakresie nauk technicznych, a w szczególności w obszarze wirtualnych systemów obliczeniowych, doskonałej znajomości aparatu matematycznego dla analizy złożonych systemów teleinformatycznych, umiejętności

budowania modeli analitycznych i symulacyjnych. Na potrzeby rozprawy Autor przywołuje 55 pozycji literaturowych, które wskazują na bardzo dobre rozeznanie Autora w obszarze stanu sztuki.

Mimo, że Autor rozprawy nie jest pierwszym autorem spośród 8 publikacji składających się na publikacje rozprawy, to wkład Autora jest w zakresie od 50% do 80% w poszczególne publikacje, co wskazuje na umiejętność samodzielnego prowadzenia badań.

7. Jakie są słabe strony rozprawy?

Rozprawa nie ma istotnych słabych stron. Do drobnych mankamentów można zaliczyć nieco zdawkowe opisanie modelu symulacyjnego, które mogłoby zawierać algorytmy blokowe dla opisu algorytmów dla poszczególnych typów zdarzeń. Sam opis symulatora jest przywoływany przy okazji prezentowanych wyników porównawczych symulacyjnych i analitycznych, natomiast opis modelu pojawia się dopiero po opisie wyników badań, co nie ułatwia czytelności rozprawy. Wydaje się, że kolejność opisu systemu, a następnie opisu modelu symulacyjnego byłaby bardziej właściwa. Na wyjaśnienie zasługuje sformułowanie, że przyjęty model to „model symulacyjny dyskretny z czasem ciągłym”, czy chodzi o model *fluid flow*? Niestety w załączonych publikacjach szczegóły modelu symulacyjnego nie są dokładniejsze. Wskazany mankament nie wpływa na pozytywną ocenę całej rozprawy.

Autorowi nie udało się uniknąć drobnych błędów literowych, ale są one pomijalne w pozytywnej ocenie rozprawy, dlatego też nie są przytaczane.

8. Ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacje o jej poszczególnych częściach składowych

Rozprawa doktorska składa się z dwóch rozdziałów oraz załącznika, zawiera 194 strony.

Rozdział 1. stanowi przedstawienie tezy rozprawy i omówienie głównych osiągnięć Autora. Autor przedstawia w nim podstawowe modele systemów wielousługowych dla analizy na poziomie napływu zgłoszeń do systemu. Modele analityczne związane ze stanem sztuki, jak i proponowane modele analityczne są przedstawione w sposób bardzo czytelny i dokładny. Jednakże brak jest w poszczególnych sekcjach wniosków do dalszych części rozprawy co nieco zaburza czytelność rozprawy. W szczególności, jak już wspomniano powyżej, brak ten jest widoczny w sekcji 1.5 oraz 1.6, a także brak podsumowania rozdziału I w formie pewnej dyskusji praktycznych aspektów rozprawy.

Rozdział 2. przedstawia pozostałe osiągnięcia Autora. Zostały wymienione pozostałe współautorskie publikacje, a także pozostałe aktywności Autora w obszarze udziału w projektach międzynarodowych i krajowych, działalności dydaktycznej, udział w konferencjach i wyjazdach zagranicznych. Na podstawie przedstawionych pozostałych osiągnięć Autora można stwierdzić dużą zbalansowaną aktywność badawczo-dydaktyczną, co należy cenić.

Załączniki zawierają 8 publikacji, które stanowią główne osiągnięcie Autora w realizacji rozprawy. Zawarte zostały również deklaracje o zakresie udziału Autora w poszczególnych publikacjach. Zakres ten jest od 50% do 80%.

Rozprawa jest czytelna mimo przytoczonych powyżej pewnych drobnych mankamentów.

9. Podsumowanie

Rozprawa zawiera oryginalne rozwiązania, które pozwalają na wskazanie, że problem naukowy sformułowany w rozprawie można uznać za rozwiązany. Mianowicie teza rozprawy „Możliwe jest opracowanie na poziomie zgłoszeń modeli analitycznych o wysokiej dokładności dla wielousługowych złożonych systemów teleinformatycznych” została udowodniona poprzez porównanie uzyskanych wyników analitycznych z wynikami symulacyjnymi. Na podkreślenie zasługuje sprawność Autora w posługiwaniu się aparatem matematycznym przy tworzeniu modeli analitycznych dla złożonych systemów teleinformatycznych. Modelowanie wirtualnych wielousługowych systemów obliczeniowych dla zachowania jakości świadczonych usług jest bardzo ważnym zagadnieniem, które może mieć zastosowanie w realizacji praktycznych systemów.

Wyniki przedstawione w rozprawie zostały opublikowane w 8 artykułach, w tym 5 w czasopismach takich jak: *Electronics*, *Sensors*, *IEEE Access*, *JTIT* (4 z nich są punktowane przez MNiSW po 100 pkt, 1 za 40 pkt), trzy w materiałach konferencyjnych następujących konferencji: IBIMA, IP&C, CSNDSP. Wskazuje to na dużą aktywność publikacyjną Autora.

Podsumowując, w mojej ocenie rozprawa spełnia wymagania odnoszące się do obowiązujących przepisów w zakresie prac doktorskich.

Tonawich