POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

Rzeszów, dn. 29.08.2023 r.

dr hab. inż. Dominik Strzałka, prof. PRz
Politechnika Rzeszowska
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Zakład Systemów Złożonych

Tytuł rozprawy: Wykrywanie awarii sieciowych oparte na korelacyjnej analizie danych w zakresie usług świadczonych przez operatora telekomunikacyjnego

Autor rozprawy: mgr inż. Piotr Zych

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Przemysław Dymarski, prof. PW

Dziedzina: nauki inżynieryjno-techniczne

Dyscyplina: informatyka techniczna i telekomunikacja

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

Syntetyczna prezentacja rozprawy

Główny cel pracy

W recenzowanej rozprawie doktorskiej autorstwa mgr inż. Piotra Zycha, doktorant prezentuje autorską propozycję algorytmu AWA (*Algorytm Wykrywania Awarii*), który na bazie przedstawionych analiz oraz wyników symulacji i praktycznego zastosowania (wdrożenia u jednego z operatorów) jest wydajnym remedium na problem skutecznej detekcji awarii sieci operatorów telekomunikacyjnych. Zaproponowane podejście do monitorowania opiera się na korelacji danych otrzymywanych z sieci w czasie rzeczywistym; są to informacje na temat rozliczeń użytkowników protokołu RADIUS (ang. *Remote Authentication Dial In User Service*) wraz ze stanem sesji PPP (ang. *Point to Point Protocol*). Rozwiązanie zwiększa skuteczność wykrywania awarii za pomocą podejścia do monitorowania od strony stanu samych usług, nie od strony urządzeń sieciowych.

Układ pracy jest przygotowany tak, że płynnie przeprowadza czytelnika przez realizację 4 podstawowych celów, mianowicie: i) propozycja nowego algorytmu wykrywania awarii sieciowych, ii) dodatkowe usprawnienia w analizie danych pod kątem poprawy wydajności, iii) weryfikacja skuteczności pracy algorytmu w środowisku rzeczywistym, iv) statystyczna analiza wydajności algorytmu w oparciu o symulacje.

Cele pracy są kolejno realizowane:

- w rozdziale 3 cel i), gdzie przedstawiono wersję podstawową algorytmu (sekcja 3.1), nakładkę NAWA (sekcja 3.3), funkcje proaktywnej naprawy zasobów sieciowych (sekcja 3.7) oraz analizę fluktuacji zasobów sieciowych (sekcja 3.8),

- rozdziale 5 cel ii), w ramach wdrożenia w Orange Polska SA zastosowano zoptymalizowane struktury danych (Sekcja 5.5),

- cel iii) poprzez efektywne i nadal realizowane wdrożenie w Orange Polska SA – algorytm nadal pracuje wydajnie,

- w rozdziale 5 cel iv), poprzez wykonaną analizę statystyczną na bazie wyników symulacji.

W pracy położono mocny akcent na aspekty praktyczne i wdrożenie zaproponowanego rozwiązania zaś wykonane pomiary powdrożeniowe wskazują, że ostatecznie algorytm AWA wykrywa znacznie większą liczbę awarii, co pozwala na szybszą reakcję operatora i poprawę jakości świadczonych usług.

ZAKŁAD SYSTEMÓW ZŁOŻONYCH
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów, tel. 17 865 1340
zsz.prz.edu.pl

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

Zakres prac

Recenzowana praca leży na pograniczu dwóch obszarów: telekomunikacji i informatyki. Jest mocno związana z szerokim podejściem do problematyki jakości świadczonych przez operatorów telekomunikacyjnych usług (QoS, ang. *Quality of Service*) i oprócz bardzo wyrazistego aspektu praktycznego, pokazuje także symulacje zaproponowanego rozwiązania skutecznie przekonujące o jego efektywności oraz poprawności przyjętego toku rozumowania. Ponadto, fakt ścisłej współpracy z operatorem Orange Polska SA sytuuje tę rozprawę w grupie tych, które mają bardzo mocno wyeksponowany wdrożeniowy charakter, co jest jej wielkim atutem. Zakres tematyczny całej rozprawy mieści się w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

Opis pracy

Rozprawa składa się z sześciu zasadniczych rozdziałów, przy czym pierwszy jest wprowadzeniem do rozprawy, drugi zawiera wprowadzenie do problematyki monitorowania zasobów sieci, trzeci odnosi się do detekcji awarii na bazie serwera RADIUS z prezentacją oryginalnego, autorskiego algorytmu AWA wraz z jego ewentualnymi udoskonaleniami, czwarty pokazuje, na czym polegało wdrożenie AWA. Rozdział piąty jest analizą statystyczną zaproponowanego rozwiązania pod kątem jego wydajności zwłaszcza przy analizie dużych wolumenów danych. Praca jest podsumowana w rozdziale 6. Przedstawiono także jeden dodatek zawierający kody analizy danych offline.

Taki układ rozdziałów jest poprawny i daje czytelnikowi wrażenie, że struktura rozprawy jest dobrze zaprojektowana i przemyślana.

Przegląd dotyczący prezentacji ogólnej wiedzy teoretycznej

- poprawność oryginalności pracy i stopień jej wykazania

W pracy postawiono 4 zasadnicze tezy:

Teza 1: korelacyjna analiza danych w zakresie usług świadczonych przez operatora telekomunikacyjnego zapewnia większą skuteczność wykrywania awarii w stosunku do innych typów monitorowania sieci (bazujących wyłącznie na informacjach pozyskanych bezpośrednio z urządzeń sieciowych),

Teza 2: bazowanie na informacjach z sieci otrzymywanych jako notyfikacje wysyłane do systemu monitorującego zapewnia mniejsze opóźnienie w wykrywaniu awarii w stosunku do systemów cyklicznie monitorujących sieć oraz powoduje mniejsze obciążenie sieci,

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

Teza 3: zaproponowany algorytm monitorowania sieci jest skalowalny – wydajność opracowanego algorytmu korelacyjnej analizy danych jest wystarczająca do jego implementacji w rzeczywistej sieci (w oparciu o dane udostępnione przez kooperującego z PW polskiego operatora szerokopasmowych sieci stacjonarnych),

Teza 4: opracowana procedura monitorowania w przypadku usług świadczonych w oparciu o protokół PPP zapewnia możliwość wykrywania awarii zarówno urządzeń aktywnych (np. przełączniki), jak również komponentów pasywnych (np. przewody miedziane lub światłowodowe).

Biorąc pod uwagę zakres treści pracy, wykonane prace eksperymentalne i symulacyjne, przedstawione analizy statystyczne, praktyczne wdrożenie oraz indywidualny wkład autora należy stwierdzić, że wszystkie postawione tezy zostały w pełni zweryfikowane. Teza 1 – weryfikacja w rozdziale 4.3 na przykładzie danych rzeczywistych z wdrożenia w Orange Polska SA. Teza 2 – weryfikacja w rozdziale 2, zasadniczo na początku realizacji pracy doktorskiej także w ramach autorskich publikacji doktoranta. Teza 3 – weryfikacja poprzez udane i nadal działające wdrożenie u operatora telekomunikacyjnego Orange Polska SA oraz poprzez wyniki symulacji zaprezentowane w rozdziale 5.7. Teza 4 – weryfikacja na bazie detekcji awarii kabli w rozdziale 4.6.

Recenzowana praca doktorska jest bardzo oryginalna i nowatorska z mocno wyeksponowanym aspektem praktycznym. W stosunku do szerokiego kontekstu problematyki jakości świadczonych usług odnosi się do rzeczywistych, znaczących i aktualnych problemów praktycznych a przygotowane rozwiązanie wprowadza zupełnie nowe podejście sytuując je jako trzecie możliwe do stosowania i stosowane obok monitorowania cyklicznego i odbioru asynchronicznych notyfikacji.

- analiza źródeł

Autor posłużył się odwołaniami do 42 różnych źródeł literaturowych, przy czym 20 z nich to referencje do różnego rodzaju standardów telekomunikacyjnych i/lub dokumentów RFC. Pozycje literatury są wymienione w kolejności występowania w tekście. Pośród pozycji literatury jest 6, w których autorem lub współautorem był doktorant (w tym 2 udzielone patenty). Tylko dwie z tych publikacji ([15, 42]) to publikacje w formie artykułów naukowych. W wykazie literatury w zasadzie brakuje jakichkolwiek aktualnych (z ostatnich 4-5 lat) publikacji odnoszących się do podobnych zagadnień poruszanych w rozprawie. Rozdział drugi, który stanowi wprowadzenie do problemu monitorowania stanu zasobów sieciowych, mógłby być zdecydowanie lepiej podbudowany analizą literatury. Dotyczy to zarówno metod klasycznych obejmujących monitorowanie cykliczne lub asynchroniczne notyfikacje, jak również podejść stosujących np. rozwiązania bazujące na uczeniu maszynowym. Aktualnie jest to częściowo wykonane w sekcji 2.8 (str. 31), ale mamy tylko krótką (1 akapit) wzmiankę

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

i 4 referencje, przy czym głównie odniesiono się do rozwiązań opisanych w patentach. W analizie stanu wiedzy brakuje nieco bardziej przekonujących stwierdzeń podpartych referencjami do konkretnych opracowań, które przekonywałyby czytelnika, że faktycznie problem jest w literaturze analizowany i autor ma świadomość tego faktu. Dla przykładu, ciekawa może być praca S. M.-ul-H. Bukhari: *Efficient Monitoring of Network Failure Through RADIUS Servers and External Database*, International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol.10, Issue 7, p. 1547, (2019) – praca cytuje uzyskane przez P. Zycha wyniki – która porusza ten problem nieco bardziej kompleksowo. Generalnie, analiza źródeł nie jest do końca zadowalająca i stanowi zdecydowanie najsłabszy element ocenianej rozprawy. Warto jednak zauważyć (częściowo usprawiedliwiając tę sytuację), że rozprawa odnosi się do określonego problemu praktycznego, który nie tylko jest specyficzny, ale także jest rozwiązywany poprzez własną autorską koncepcję. Została ona przez autora rozprawy 2 razy opatentowana, co częściowo utrudnia proces publikacyjny a także pokazuje, że najważniejszym osiągnięciem jest wdrożenie przygotowanego rozwiązania. Ponadto, rozwiązywany problem ma specyficzny charakter i generalnie nie jest przedmiotem szerokich analiz naukowych i zbyt wielu publikacji; raczej jest elementem dyskusji na specjalistycznych forach branżowych lub wymiany komentarzy i doświadczeń inżynierów (administratorów systemów) wynikających z wielu lat praktyki.

- pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i/lub stanu sztuki reprezentowanej przez literaturę światową

Mając na uwadze fakt, iż recenzowana rozprawa ma zdecydowanie praktyczno-wdrożeniowy charakter, ocena pozycji rozprawy w stosunku do stanu wiedzy odbędzie się przede wszystkim przez pryzmat istniejących rozwiązań, dobrych praktyk oraz udzielonych patentów. Generalnie przegląd dostępnych źródeł w zakresie poruszanym w dysertacji kieruje czytelnika głównie do standardów, wytycznych i dyskusji na specjalistycznych forach internetowych. Jest to bardzo charakterystyczne dla szerokiego problemu praktycznego podejścia do gwarancji jakości świadczonych usług w systemach IT, a w szczególności problemu wykrywania awarii. Problem nie jest szeroko analizowany od strony naukowej, bowiem znane są dwa zasadnicze praktyczne podejścia, tj. monitorowanie cykliczne i odbiór asynchronicznych notyfikacji, które, zgodnie z opisem autora, mają swoje mocne i słabe strony. Są też specjalistyczne platformy wspierające proces zarządzania siecią NMS (ang. *Network Management Systems*), a w szczególności identyfikacji awarii, ale warto podkreślić, że im bardziej wyrafinowane rozwiązanie, w tym używające np. uczenia maszynowego czy analizy dużych zbiorów danych, może pojawić się potrzeba użycia odpowiednio dużej mocy obliczeniowej do jego efektywnego działania. To pociąga za sobą określone koszty dla operatora. Nadto, NMS mogą być efektywne tylko w sieciach homogenicznych a stale występujący proces zmian technologicznych (np. odejście od ATM w kierunku PTM) może

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

powodować, że dla określonego operatora, używającego wybranej technologii, pojawi się konieczność kosztownych zmian. Te aspekty są uwypuklone w dysertacji i stanowią one zespół ważnych, rozbieżnych uwarunkowań (np. generowanie znaczącego opóźnienia transmisji, zapewnienie małego zużycia zasobów sieciowych), w obrębie których autor proponuje nowe podejście, bazujące na specyfice sieci dostępowej używającej protokołów PPP i RADIUS. Mając na uwadze, że jest możliwe monitorowanie sieci bezpośrednio z poziomu urządzeń końcowych zarówno aktywnych jak i pasywnych doktorant proponuje nowy algorytm AWA, który zwiększa skuteczność wykrywania awarii za pomocą podejścia do monitorowania od strony stanu samych usług, nie od strony urządzeń sieciowych. Jest to zupełnie inny sposób nie brany do tej pory szeroko pod uwagę w literaturze.

Analizując tezy i cele pracy względem obecnego stanu wiedzy i podejść praktycznych mamy do czynienia z interesującą rozprawą, która przekonuje czytelnika, że autor rozumie istotę problemów i proponuje nowe podejście, które w kontekście stanu sztuki inżynierskiej reprezentowanej przez opisy istniejących na świecie rozwiązań jest propozycją unikalną.

- opinia o znaczeniu uzyskanych wyników dla danej dyscypliny naukowej

Auto pracy, opierając się na swoim doświadczeniu, analizie aktualnego stanu wiedzy i istniejących podejść praktycznych oraz proponując nowe podejście do problemu wykrywania awarii w sieciach telekomunikacyjnych przedstawił w dysertacji własne rozwiązanie, które ma unikalny charakter. Rozwiązanie opiera się na odmiennej filozofii: w klasycznym podejściu systemy NMS w pierwszej kolejności monitorują zasoby sieciowe, a gdy wykryją awarię, wnioskuje się, jakie usługi są nią objęte. Tutaj, w przypadku wykrycia problemów z usługami, następuje próba wnioskowania, który element sieci powoduje awarię. Przygotowany algorytm AWA używając specyficznych cech protokołów PPP i RADIUS oraz wbudowanych mechanizmów i parametrów okazuje się być nowym, wydajnym narzędziem analizy awarii w sieciach telekomunikacyjnych przy czym skuteczność wyraża się tutaj nie tylko poprzez szybkość działania i dużą przepustowość, ale także przez unikanie generowania fałszywych alarmów, które mogą m.in. wynikać ze specyfiki pracy tego typu sieci. Algorytm poddano analizie symulacyjnej, ale na bazie danych rzeczywistych, która wskazuje, że pracuje on stabilnie i jest w stanie obsługiwać nawet ponad 2 mln. alarmów w czasie poniżej 8 minut dla symulacji realizowanych na komputerze klasy PC. Z punktu widzenia dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja rozwiązanie jest znaczącym osiągnięciem praktycznym, które w pracy jest podparte przekonującymi symulacjami wydajnościowymi. Rozwiązanie posiada dwa patenty.

Ponadto, mając na uwadze fakt praktycznego wdrożenia rozwiązania w Orange Polska SA wraz z posiadaniem dostępu do danych rzeczywistych znaczenie uzyskanych wyników dla dyscypliny jest jeszcze wyższe, bowiem rozwiązanie nie pozostało tylko na etapie prototypu, ale nadal skutecznie funkcjonuje.

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

Pewnym słabym elementem jest tu w zasadzie tylko jedna znacząca publikacja autora z 2017 roku dotycząca prezentacji zaproponowanego podejścia.

- opinia o umiejętności autora do poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych wyników

Główne wyniki pracy podano w rozdziałach 3, 4 i 5. Rozdział 3 jest prezentowany na 20-u stronach i w sposób jasny oraz klarowny prezentuje koncepcję autorskiego algorytmu AWA wraz z jego rozszerzającymi funkcjonalnościami – opisane są jego 4 wersje wraz z niezbędnym omówieniem i schematami blokowymi. Jednak wersja dodatkowa uwzględniająca fluktuacje zasobów sieciowych (rozdział 3.8) jest przedstawiona w sposób zdawkowy i nie widać jej realizacji w sieci działań. Rozdział 4 składa się z 13-u stron i pokazuje efekty pracy wdrożonego algorytmu u operatora Orange Polska SA – 4 tygodnie pracy na danych rzeczywistych. To wdrożenie pozwoliło nie tylko na dopracowanie samego algorytmu, ale także na skonsultowanie ze specjalistami wartości liczbowych pewnych parametrów algorytmu AWA. Słabym elementem tej prezentacji jest Rys. 4.7, który ma niską rozdzielczość i nie widać na nim właściwie wszystkich opisywanych szczegółów. Rozdział 5 obejmuje 16 stron i są to testy symulacyjne zakładające m.in. warunki ekstremalne pracy algorytmu przy czym zrealizowano je w oparci o dane rzeczywiste uzyskane od operatora. Zarówno opis algorytmu, wyniki wdrożenia jak i wykonane prace symulacyjne i testy statystyczne są przygotowane w sposób przekonujący. Wyniki przedstawiono w postaci tabeli oraz czytelnych rysunków. Do uzyskanych rezultatów przygotowano niezbędne komentarze oraz wnioski.

Generalnie nie można mieć większych, poważniejszych zastrzeżeń co do umiejętności autora do poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych wyników, choć oczywiście są pewne drobne mankamenty, na które wyżej zwrócono uwagę. Generalnie opisane powyżej uwagi nie wpływają negatywnie na ocenę tego kryterium – autor potrafi poprawnie i przekonująco prezentować uzyskane wyniki.

Główne wady rozprawy i jej słabe strony.

Niektóre szczególne i ogólne słabsze strony rozprawy zostały już wskazane powyżej; dotyczy to krótkiego przeglądu i odniesienia się do stanu literatury, drobnych uwag związanych z prezentacją uzyskanych wyników, ale w tym miejscu należy zwrócić uwagę także na inne kwestie.

1. Str. 25, autor napisał: „*... jeden element sieciowy zmienia stan 4 razy na dobę ($f_N = 4$ Hz)*". Zgodnie z definicją 1 Hz = 1/s, zatem 4 Hz oznaczają 4 zmiany na sekundę.

2. Str. 35, autor podaje: „*Poszczególne progi poziomu procentowego zerwań powinny być ustalane indywidualnie dla poszczególnych rodzajów monitorowanych zasobów sieciowych*

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

..." co u czytelnika może wzbudzić pytanie: czy da się tę kwestię jakoś zautomatyzować lub określić wzorem matematycznym? Trochę brakuje tutaj ewentualnego odwołania do pozostałych części pracy, gdzie ten temat jest poruszany.

3. Str. 35, „... *do działania algorytmu niezbędne jest posiadanie pełnej wiedzy o architekturze sieci*". Co się może wydarzyć, kiedy tak nie będzie?

4. W rozdziale 3, gdzie następuje prezentacja algorytmu, autor skupia się na wybranych parametrach sterujących pracą algorytmu, tj. opóźnienie D, czas alarmu AT, minimalna wartość odsetka powtarzających się usług w zdarzeniu *CH2MOP*. Te parametry oraz ich zaproponowane wartości są wprowadzone nieco enigmatycznie, bez wskazania, że temat jest rozwijany m.in. w rozdziale 4.

5. Rys. 4.3 (str. 57) prezentuje efekty pracy algorytmu AWA wskazując, że wykrywał on więcej awarii aniżeli pozostałe systemy monitorowania. Generalnie wydaje się to być efektem pożądanym, ale autor mógłby to zagadnienie nieco bardziej rozwinąć podając np. czego te awarie dotyczyły, tym bardziej, że na kolejnej stronie jest napisane, że „*Zastosowane u operatora systemy (jak każde rozwiązanie) mają lepszą skuteczność w wykrywaniu pewnych typów awarii, a gorszą dla innych.*"

6. Rys. 4.5 pokazuje skuteczność restartów, waha się ona pomiędzy 17% a 25%. Czy z praktycznego punktu widzenia ten wynik jest zadowalający? Czy mógłby być lepszy?

7. Str. 63, autor podaje: „*W jednym przypadku wartość parametru SP przekracza 100%* ..." [w odniesieniu do rysunku 4.7, który ma zdecydowanie za niską rozdzielczość]. Ale można zauważyć, że takich przypadków jest dwa. Generalnie opis Rys. 4.7 mógłby być bardziej wsparty przez np. uzupełnienie tego rysunku o kolory.

8. Dla Rys 5.15 na bazie 5-u punktów wykonano dopasowanie w postaci funkcji liniowej, ale okazuje się, że dla rozszerzonego Rys. 5.16 dopasowanie ma charakter eksponencjalny. Autor wskazuje dlaczego tak się dzieje (m.in. ograniczone zasoby komputera użytego do symulacji), ale ten fragment może u czytelnika budzić wątpliwość, czy aby zawsze w tym przypadku będziemy mieli do czynienia z funkcją liniową.

9. Dla zaproponowanego algorytmu AWA brakuje matematycznej analizy jego złożoności czasowej. Autor co prawda w rozdziale 5 pokazuje, jak wyglądają czasy: ładowania danych t_1, wykrywania grupowych zerwań t_2, usuwania duplikatów t_3, obliczania parametru SP t_4, oraz sumaryczny czas pracy algorytmu t_5 wykazując, że jest on liniowy względem liczby przetwarzanych rekordów wejściowych, ale nie wynika to z klasycznej analizy matematycznej.

10. Nie jest wiadome, czy uzyskane w rozdziale 5 wyniki (szczególnie druga grupa symulacji wydajnościowych) bazują tylko na jednokrotnym wykonaniu symulacji, czy też na serii powtórzeń i wskazaniu np. wartości uśrednionej pomiarów.

ZAKŁAD SYSTEMÓW ZŁOŻONYCH
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów, tel. 17 865 1340
zsz.prz.edu.pl

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

Błędy techniczne i językowe:

Praca jest napisana bardzo starannie, z dbałością o język polski i jest bardzo trudno wskazać jakikolwiek poważne błędy techniczne czy też językowe. Jedynym zauważalnym mankamentem jest dość częste stosowanie słowa 'wykorzystać' w treści pracy w odniesieniu do używania, stosowania, skorzystania, zastosowania, itd. wybranych rozwiązań.

Str. 42 skrót CH2MOP rozwinięto jako Check 2 Overlapping Min Percentage, choć chwilę później zapisano (oraz podano w wykazie skrótów) Check 2 Min Overlapping Percentage.

Rysunek 4.7 mógłby być zaprezentowany w lepszej rozdzielczości.

Opinia, czy rozprawa doktorska wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną

Biorąc pod uwagę zakres rozdziału 2 oraz opisy algorytmu w rozdziale 3 a także dotychczas przedstawione uwagi, mocne i słabe strony rozprawy oraz jej ogólną strukturę można stwierdzić, że autor posiada niezbędnym zasób ogólnej wiedzy teoretycznej a przede wszystkim niezbędne umiejętności praktyczne typowe dla dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. W pracy autor używa bardzo poprawnego języka technicznego, prezentuje bardzo szerokie spektrum zarówno wiedzy teoretycznej jak i praktycznej, był w stanie przygotować nie tylko koncepcję algorytmu AWA, ale także wykonał testy jego wydajności oraz może pochwalić się nadal funkcjonującym wdrożeniem. Nadto, zawarty w pracy dodatek pokazuje wiedzę teoretyczną i umiejętności praktyczne doktoranta w zakresie programowania. Struktura pracy jest przygotowana tak, że po wprowadzeniu propozycji nowego algorytmu, czytelnik jest krok po kroku wtajemniczany w kolejne ważne aspekty przygotowanego rozwiązania, co jest dodatkowym argumentem wspierającym powyższe stwierdzenia. Ewentualne wątpliwości przedstawione w powyższej recenzji mogą być łatwo wyjaśnione przez autora.

Opinia o tym, czy rozprawa doktorska wykazuje zdolność do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

W dysertacji doktorant przedstawił dwa obszerne rozdziały (tj. 4 i 5), które skupiają się na dwóch istotnych aspektach praktycznych: wdrożeniu oraz testach symulacyjnych wydajności algorytmu. O ile rozdział 4 bardziej odnosi się do praktyki zastosowania przygotowanego rozwiązania u operatora telekomunikacyjnego, to jednak wymagał on nie tylko poszerzonej wiedzy praktycznej, ale także umiejętności wstępnego określenia pewnych parametrów algorytmu AWA na bazie określonych założeń i doświadczeń co umożliwiło np. znalezienie optymalnej wartości parametru opóźnienia alarmu D. Interesujący jest też rozdział 4.5 dotyczący analizy fluktuacji, ale nie jest on szerzej opisany w pracy. Natomiast rozdział

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

5 stanowi dość dobrze przygotowany komponent badawczy, w którym czytelnik jest zaznajamiany z zarówno z metodyką podejścia do wyznaczania konkretnych wartości parametrów takich jak opóźnienie aktywacji alarmu D, przedział grupowych zerwań sesji T, stosunek zerwanych do wszystkich aktywnych sesji SP, określenie wydajności w funkcji liczby rekordów wejściowych jak również z serią symulacji algorytmu, które określają jego wydajność. Przeprowadzone symulacje potwierdziły przyjęte założenia, umożliwiły udzielenie odpowiedzi na postawione tezy oraz przekonują, że propozycja rozwiązania pozwala na wydajną pracę w dość szerokim zakresie rozmiaru danych wejściowych. Należy podkreślić, że w badaniach skupiono się przede wszystkim na zakresie usług świadczonych przez operatora telekomunikacyjnego.

Pewnym słabym elementem rozdziału 5 jest brak opisu, czy uzyskiwane wyniki dotyczące wydajności były odnotowywane na bazie jednej symulacji, czy też ich serii z prezentacją np. uśrednionej wartości zanotowanych czasów. Ponadto, oczekiwana byłaby analiza teoretyczna pracy algorytmu w szczególności wyrażenie jego złożoności w postaci klasycznej notacji asymptotycznej.

Wskazane powyżej wady są uwagami, które można wyjaśnić udzielając odpowiedzi lub w trakcie obrony doktoratu.

Opinia o tym, czy rozprawa doktorska jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego, oryginalnym rozwiązaniem w zastosowaniu wyników własnych badań w sferze gospodarczej lub społecznej

Recenzowana rozprawa doktorska z całą pewnością stanowi oryginalne rozwiązanie nie tylko problemu badawczego, ale i praktycznego. Zaproponowany algorytm AWA już ma zastosowanie w sferze gospodarczej - jest to wielka zaleta dysertacji. Oryginalność rozwiązania wynika z nietuzinkowego pomysłu proaktywnej analizy awarii w sieciach z korelacyjną analizą danych. Algorytm jest prosty a zaproponowane podejście do monitorowania jest zdecydowanie odmienne od dwóch funkcjonujących i okazuje się być bardzo skuteczne. Symulacje jego wydajności i analiza pracy w zależności od wielkości obciążenia (liczby analizowanych rekordów) wskazały, że w szerokim zakresie rozmiaru danych wejściowych powinien pracować w czasie liniowo zależnym od wielkości zadania.

Wniosek końcowy

Po analizie przedłożonej rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Piotra Zycha stwierdzam, że wnosi ona istotny wkład w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Jest to oryginalne rozwiązanie rzeczywistego problemu technicznego, potwierdzające wiedzę, bardzo dobre przygotowanie merytoryczne i praktyczne, umiejętność samodzielnego

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

prowadzenia prac badawczych przez Doktoranta. Podjęta w rozprawie tematyka i zaproponowane rozwiązanie mają bardzo duży potencjał zastosowań praktycznych posiadając nadal funkcjonujące wdrożenie w Orange Polska SA, ciągle jest aktualna oraz wskazuje na inżynierskie umiejętności Doktoranta w podejściu do rozwiązywania problemów. Recenzowana rozprawa doktorska, mimo wskazanych uwag, spełnia ustawowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora, określone ustawą o stopniach i tytułach naukowych – uwzględnione w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki w związku z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669).

Na tej podstawie wnioskuję do Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Dominik Strzałka

ZAKŁAD SYSTEMÓW ZŁOŻONYCH
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów, tel. 17 865 1340
zsz.prz.edu.pl