

Bydgoszcz, 01.02.2023

Prof. dr hab. inż. Michał Choraś
Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki
Politechnika Bydgoska im. J.J. Śniadeckich, Bydgoszcz

Recenzja rozprawy doktorskiej

Traffic forecasting in optical networks with predefined traffic levels,

której Autorem jest Pan

mgr inż. Daniel Szostak

realizowanej na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji PWr

1. Wprowadzenie.

Niniejsza recenzja rozprawy doktorskiej, której Autorem jest Pan mgr inż. Daniel Szostak, została wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Wrocławskiej (Uchwała nr RDN/ITT/295/2022 z dnia 16 listopada 2022 r.) oraz na podstawie zawiadomienia o wyznaczeniu na Recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora podpisanego przez Przewodniczącego RDN ITT Politechniki Wrocławskiej Pana Profesora Michała Woźniaka (z dnia 21 listopada 2022 r.).

Rozprawę odebrałem w grudniu 2022 r., a recenzję wysłałem w wyznaczonym terminie w lutym 2023 r.

Promotorem niniejszej rozprawy jest Pan Profesor dr hab. inż. Krzysztof Walkowiak. Nie wyznaczono promotora pomocniczego.

Praca doktorska składa się ze streszczenia, listy publikacji, spisów, sześciu rozdziałów oraz bibliografii. Niniejsza rozprawa jest współfinansowana w ramach projektu Narodowego Centrum Nauki (NCN) 2017/27/B/ST7/00888.

Niniejsza recenzja (poza wprowadzeniem i wnioskiem) zawiera odpowiedzi na siedem pytań dotyczących rozprawy doktorskiej.

2. Jaki jest problem naukowy (teza) rozprawy? Czy został on trafnie i jasno sformułowany? Jaki charakter ma rozprawa?

Rozprawa, której Autorem jest Pan mgr inż. Daniel Szostak, dotyczy sieci komputerowych. W szczególności, Autor zajął się metodami monitoringu i predykcji

WPLYNĘŁO
06-02-2023

RDN-ITT/27/2023

ruchu w sieciach optycznych. Autor zaproponował własną metodykę i narzędzia do analizy, zarządzania i predykcji ruchu z wykorzystaniem metod analizy danych i uczenia maszynowego.

Niniejsza praca naukowa ma charakter koncepcyjno-eksperymentalny.

Problemy naukowe rozprawy zostały jasno i trafnie sformułowane, a także rozwiązane przez Autora.

Krótką, konkretną i dobrze sformułowaną tezę znajduje się we wstępie na stronie 2. Poniżej tezy znajdują się cele szczegółowe rozprawy. Teza została potwierdzona przez Autora pracy w dalszych częściach rozprawy, a cele szczegółowe zostały osiągnięte.

3. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł, w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Analiza literatury została przeprowadzona w Rozdziale 2, w szczególności w podrozdziale 2.3. W podrozdziałach 2.1 oraz 2.2 Autor przedstawił ogólne pojęcia dotyczące jego rozprawy, w tym informacje o ruchu w sieciach komputerowych oraz o podstawowych pojęciach dot. uczenia maszynowego. Główny podrozdział przeglądowy umieszczono w sekcji 2.3.

Niestety pomimo pierwszego zdania, iż problem predykcji ruchu w sieciach komputerowych nie jest nowy, sama analiza literatury jest dość krótka (3 strony). Niestety zabrakło krytycznej analizy, analizy trendów obecnych i przyszłych oraz pewnego rodzaju syntezy, tabeli, taksonomii itp.

Tym niemniej, sama bibliografia zawiera odpowiednią liczbę źródeł (139), w tym większość z ostatnich pięciu lat, co oceniam bardzo pozytywnie.

4. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia? Czy użył do tego właściwych metod dowodząc, że posiadał umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych? Czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Generalnie, Autor w sposób odpowiedni rozwiązał problemy, których dotyczy rozprawa. Nie mam wątpliwości, iż Autor posiada dużą wiedzę dot. zagadnień związanych z sieciami komputerowymi, a w szczególności monitorowania, analizy i predykcji ruchu w sieciach. Autor posiada umiejętności odpowiedniego i metodologicznie poprawnego korzystania z metod uczenia maszynowego i analizy szeregów czasowych.

Przyjęte założenia są uzasadnione i merytorycznie poprawne. Teza rozprawy została dowiedziona. Autor ujął i zaprezentował bardzo wiele wyników eksperymentalnych – jest to niewątpliwie dużą zaletą niniejszej rozprawy.

Autor posiada duże umiejętności w konstruowaniu, analizie oraz wykorzystywaniu zbiorów danych zawierających reprezentacyjny ruch sieciowy (prawdziwy lub syntetyczny). Autor rozprawy jest bez wątpienia specjalistą w zakresie analizy cech ruchu sieciowego oraz poprawnie wykonał analizę przydatności poszczególnych cech dla prac badawczych w niniejszej pracy.

Autor wykorzystał w sposób właściwy wiele znanych i typowych obecnie metod i narzędzi uczenia maszynowego oraz wykonał szereg badań i analiz zgodnych z typowymi standardami i protokołami eksperymentalnymi w tej dziedzinie (w tym m.in. wykorzystał poprawne i adekwatne metryki oraz sprawdził istotność statystyczną wyników).

5. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu nauki reprezentowanych przez literaturę światową?

Autorskim i głównym elementem rozprawy jest propozycja strategii i metod predykcji ruchu sieciowego dla podejścia *short-term* oraz *long-term*.

Autor zaproponował wykorzystanie trzech strategii przedstawionych obrazowo na str. 38 i 39 niniejszej rozprawy (Rys. 15-17), a mianowicie:

- Strategia LB (*Label based*),
- Strategia RVB (*Real values based*),
- Strategia LVB (*Labels values based*).

Ponadto, dla predykcji *long-term* Autor wykorzystał predykcję statyczną i predykcję dynamiczną.

Autor wykonał szereg testów i prac eksperymentalnych w celu zbadania i porównania zaproponowanych metod wkładając bardzo dużo pracy w tą część rozprawy oraz prezentując bogaty zestaw wyników i porównań.

Ponadto, Autor analizował i zebrał zbiory testowe z ruchem sieciowym (w tym ruch prawdziwy oraz ruch syntetyczny), a także wykonał statystyczną analizę poszczególnych cech oraz ich przydatności dla dalszych etapów prac badawczych.

Kolejnym autorskim elementem rozprawy jest propozycja metryki TLPO (*Traffic Level Prediction Quality*) wprowadzonej na str. 45 rozprawy. Zaproponowana metryka jest przydatna w ocenie testowanych rozwiązań i została wielokrotnie wykorzystana przez Autora w eksperymentach.

6. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników? Jaka jest poprawność redakcyjna rozprawy?

Niniejsza rozprawa stanowi przykład profesjonalnie przygotowanej pracy doktorskiej. Praca napisana jest na wysokim poziomie edycyjnym oraz graficznym.

W pracy występują oczywiście drobne usterki, literówki i błędy językowe, ale jest ich niewiele i nie są znaczące.

Głównie dotyczą one błędnego wykorzystania języka angielskiego w pracy m.in.:

- polonizmy i niejasne konstrukcje, np.

„Nowadays means of communication, carrying voluminous, aggregated user data traffic, are optical networks” (Abstract)

“the worst result from among all methods.” (4.1)

- Brak rodzajników określonych, np.

“Number of new services available...” (2.1)

“Both figures confirm significant growth of network traffic between years 2008 and 2022.”

“Parameters’ values (...) are the same as in previous experiment (...)” (5.2)

- Brak rodzajników nieokreślonych, np.

“Nokia shows that a year’s worth of traffic growth happened in just few weeks.”

“As it was stated above, each ordinal classification problem has different characteristic and there is need to define specific metric” (3.4)

- Brak zgodności podmiotu i orzeczenia w kwestii liczby, np.

„Number of new services... grow.” (2.1)

Ponadto rysunki powinny być w lepszej jakości, najlepiej jako własne grafiki wektorowe – np. rysunki 3 i 4 są słabej jakości.

Ponadto ważne dla pracy rysunki 15,16,17 są bardzo słabej jakości i wyglądają na przekopiowane z innych prac, a nie jak własna praca Autora.

Te drobne usterki nie zmieniają ogólnej opinii o dobrym i profesjonalnym poziomie językowym i edycyjnym rozprawy.

7. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Rolą recenzenta jest zauważenie ewentualnych niedociągnięć i mankamentów przedstawianej pracy, oraz zgłoszenie uwag, które mogą być pomocne i przydatne w dalszych pracach.

Uwagi krytyczne to między innymi:

- Brak typowego rozdziału przeglądowego z dogłębną analizą literatury
- Struktura pracy utrudnia znalezienie wkładu i propozycji Autora
- Autor nie uzasadnił w pracy swojej myśli, twierdzenia z ostatnich zdań Sekcji 1.1, iż przedstawione metody i rezultaty dla ruchu w sieciach optycznych są także adekwatne i odpowiednie dla innych rodzajów sieci (np. sieci satelitarnych). W pracy brakuje eksperymentalnego potwierdzenia tej tezy.
- W pracy zabrakło analizy możliwości wykorzystania zaproponowanych metod w celu wykrywania i predykcji anomalii lub nieprawidłowości w ruchu sieciowym. Czy tego typu zastosowanie nie byłoby interesujące?
- W pracy zabrakło informacji na temat ew. praktycznych zastosowań opisanych propozycji. Czy Autor prezentował wyniki i kontaktował się z potencjalnymi użytkownikami końcowymi, operatorami sieci itp.?

Doktorant jest także współautorem kilku artykułów naukowych wymienionych na str. ix niniejszej rozprawy. Niniejszy dorobek jest zdecydowanie wystarczający na tym etapie kariery naukowej.

8. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Praca dotyczy bardzo aktualnych i potrzebnych zagadnień nowoczesnej informatyki technicznej i telekomunikacji, a w szczególności analizy i predykcji własności ruchu sieciowego. W pracy wykorzystano także odpowiednie i aktualne metody, w tym uczenie maszynowe i analizę przebiegów czasowych.

Niniejsza rozprawa i przedstawione metody mogą być szczególnie interesujące i przydatne dla operatorów sieci, dostawców usług, a także dla podmiotów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo i niezawodność sieci komputerowych.

9. Wniosek

Biorąc pod uwagę przedstawioną przez Doktoranta rozprawę stwierdzam, że recenzowana praca **spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim** przez obowiązujące przepisy.

Dlatego wnoszę o przyjęcie niniejszej rozprawy i **dopuszczenie** mgr inż. Daniela Szostaka do publicznej obrony.

