

Marian Marciniak
dr hab. nauk fizycznych, profesor nadzwyczajny
Instytut Łączności - Państwowy Instytut Badawczy
ul. Szachowa 1
04-894 Warszawa

Warszawa, dn. 14 maja 2021

Recenzja

Rozprawy Doktorskiej mgr inż. Edyty Biernackiej, zatytułowanej „*Elastic Optical Bypasses in Multi-Layer Networks*”

Promotor dr. hab. Jerzy Domżał

Promotor Pomocniczy: dr. Piotr Boryło

Niniejszą recenzję opracowano na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Akademii Górniczo-Hutniczej Pana prof. dr. hab. inż. Marka Kisiel-Dorohinickiego z dnia 12.03.2021r.

1. Charakterystyka tematu, celu i tezy badawczej rozprawy

Rozprawa Doktorska podejmuje tematykę dynamicznej obsługi ruchu pakietowego w sieciach *IP-over-Optical*. Autorka zaproponowała podejście bazujące na rozróżnieniu zasobów optycznych infrastruktury sieciowej na te kontrolowane przez warstwę IP, oraz na ukryte przed warstwą IP a pozwalające na rozwiązywanie problem natłoku tylko w warstwie optycznej. W efekcie uzyskano istotne ograniczenie blokowania pasma przy poprawionym współczynniku wykorzystania pasma w odniesieniu do rozwiązań alternatywnych. Temat Rozprawy Doktorskiej zawiera się więc w dziedzinie wielowarstwowych elastycznych optycznych sieci pakietowych *IP-over-Optical* i włącza się w nurt aktualnych badań nad udoskonaleniem tego sposobu optycznej transmisji pakietowej.

Celem zaproponowanego w Rozprawie Doktorskiej zastosowania mechanizmu obejść optycznych jest uzyskanie zmniejszenia prawdopodobieństwa blokowania zasobów sieci przy jednoczesnym utrzymaniu niskiego współczynnika wykorzystania zasobów sieci.

Teza Rozprawy Doktorskiej postuluje możliwość zastosowania elastycznych obejść optycznych w optycznej sieci wielowarstwowej i uzyskania korzyści w zakresie zwiększonego stopnia wykorzystania zasobów sieci oraz ograniczenia blokowania pasma w odniesieniu do stosowanych rozwiązań bez obejść optycznych.

2. Ocena treści i zawartości rozprawy

Recenzowana praca mgr. inż. Edyty Biernackiej składa się z dziesięciu rozdziałów, spisu ilustracji, tabel, wykazu symboli, wykazu skrótów, oraz bibliografii. Rozprawa liczy 104 strony.

Rozdział pierwszy zawiera wprowadzenie do tematyki pracy w kontekście aktualnych prac badawczych w tej dziedzinie. Autorka zawarła tutaj cel i tezę rozprawy. Wymieniła i scharakteryzowała tutaj sześć własnych publikacji bezpośrednio dotyczących przeprowadzonych badań, jak też przytoczyła pięć innych własnych publikacji dotyczących podjętej tematyki. Wszystkie publikacje były zawarte w recenzowanych materiałach uznanych konferencji międzynarodowych lub zostały przedstawione w specjalistycznych czasopismach tematycznych. Ponad połowa przywołanych publikacji jest w języku angielskim co uwydatnia dostępność zaprezentowanych wyników przez międzynarodowe środowisko specjalistów.

Rozdział drugi prezentuje sieć wielowarstwową *IP-over-Optical* zawierającą warstwę IP oraz optyczną warstwę elastyczną, warstwę sieci sterowanej programowo SDN (*Software Defined Networking*), jak również problem alokacji zasobów sieci. Zawiera też szczegółowy opis podejmowanego problemu badawczego.

Rozdział trzeci zawiera szczegółowy przegląd stanu podejmowanej tematyki na tle aktualnych doniesień w dostępnej literaturze światowej. Autorka przywołuje tutaj reprezentatywne i dobrze dobrane publikacje poddając jednocześnie krytycznej analizie właściwość zaprezentowanych rozwiązań i uzyskanych wyników. Analiza dotyczy trzech zakresów tematycznych: przydzielenia zasobów sieci w warstwie elastycznej, przydzielenia zasobów sieci w warstwie IP nałożonej na warstwę elastyczną, oraz proponowanych rozwiązań bazujących na sieci sterowanej programowo.

Rozdział czwarty zawiera się na jednej stronie ale podaje istotne informacje definiujące przyjęte w Rozprawie nazewnictwo i określenie używanych w dalszej analizie pojęć, stąd powinien on być uważany za integralną część i istotne uszczegółowienie całości Rozprawy.

W rozdziale piątym Autorka przedstawia nowy algorytm adaptacyjnego wyboru ścieżki pozwalający na ścieżki obejścia *bypass-path*. Analizowane są tutaj reguły wyboru ścieżki *'shortest path first'* oraz *'most slots first'*, oraz wprowadzona przez Autorkę reguła mieszana *'most spectrally efficient path with the largest slices first'*.

Rozdział szósty zawiera propozycję Autorki w zakresie elastycznych obejść optycznych, w tym szczegółowy algorytm postępowania bazujący na wprowadzonym przez Autorkę rozróżnieniu zasobów optycznych infrastruktury sieciowej na te kontrolowane przez warstwę IP, oraz na ukryte przed warstwą IP i pozwalające na rozwiązywanie problem natłoku tylko w warstwie optycznej.

Kolejne rozdziały 7, 8 oraz 9 zawierają opis przeprowadzonych symulacji i uzyskanych przez Autorkę wyników.

Rozdział siódmy przedstawia szczegóły przeprowadzonych symulacji i użytych narzędzi programistycznych. Oszacowana została wiarygodność symulacji. Symulacje przeprowadzono dla dwu reprezentatywnych topologii sieci USA, mianowicie NSF15 oraz UBN24. Przyjęto właściwą dla analizowanych topologii równoznaczność węzłów sieci pakietowej oraz optycznej. W sposób właściwy przyjęto wskaźniki niezawodności sieci w zakresie dynamicznie generowanych żądań połączeń pakietowych jak prawdopodobieństwo blokowania pasma, średnia liczba wymaganych połączeń logicznych w sieci wirtualnej, oraz całkowitą zajętość pasma.

Rozdział ósmy przedstawia uzyskane przez Autorkę wyniki w zakresie przydziału zasobów warstwy elastycznej sieci optycznej dla dwu reprezentatywnych dynamicznych scenariuszy ruchu o różnych wymaganiach pasma transmisyjnego. Dokonano oceny reguł wyboru ścieżki, oraz przydziału spektrum. Uzyskane w tym zakresie wyniki zostały szczegółowo omówione, oraz odpowiednio zilustrowane na szesnastu wykresach.

Rozdział dziewiąty zawiera analizę i ocenę przydatności zaproponowanego przez Autorkę modelu obejść optycznych przy występowaniu chwilowych lokalnych natłoków ruchu pakietowego (*traffic bursts*). Wykazano tutaj, że zaproponowany model istotnie poprawia przyjęte wskaźniki jakości obsługi ruchu pakietowego. Wyniki oceny zostały poglądowo przedstawione na wykresach oraz w formie tabelarycznej.

Rozdział dziesiąty zawiera konkluzje oraz podsumowuje oryginalny wkład Autorki rozprawy. Wykazuje też osiągnięcie celu rozprawy oraz udowodnienie postawionej tezy.

Rozprawę Doktorską zamyka wykaz cytowanej w pracy literatury światowej zawierający 99 pozycji starannie i odpowiednio dobranych.

3. Poziom edycyjny Rozprawy

Rozprawa Doktorska została przygotowana bardzo starannie w języku angielskim z użyciem poprawnej terminologii technicznej, a jej poziom edycyjny jest bardzo wysoki. Uzyskane wyniki zostały zilustrowane w sposób czytelny przez liczne ilustracje, schematy i wykresy, oraz zebrane w sposób porównawczy w siedmiu tabelach.

4. Uwagi krytyczne i wskazówki dotyczące rozprawy

Recenzent zauważył oczywiście drobne pomyłki literowe:

W tytule pozycji [9] wykazu literatury: jest 'ruchy', powinno być 'ruchu'

W tytule pozycji [12] wykazu literatury: jest 'sdn-based', powinno być 'SDN-based'

W tytule pozycji [24] wykazu literatury: jest 'ofdm-based', powinno być 'OFDM-based'

W tytule pozycji [27] wykazu literatury: jest 'sdn concept', powinno być 'SDN concept'

W tytule pozycji [29] wykazu literatury: jest 'sdn-based', powinno być 'SDN-based'

W tytule pozycji [40] wykazu literatury: jest '100-gb/s', powinno być '100-Gb/s'

W tytule pozycji [42] wykazu literatury: jest '40 gb/s to over 400 gb/s', powinno być '40 Gb/s to over 400 Gb/s'

W tytule pozycji [45] wykazu literatury: jest 'Sdn multi-layer', powinno być 'SDN multi-layer'

Pozycja [56] wykazu literatury: tytuł powinien brzmieć: 'Experimental Evaluation of a PCE Transport SDN Controller for Dynamic Grooming in Packet over Flexi-Grid Optical Networks', brakuje nazwy konferencji 'in Proceedings of European Conference in Optical Communications (ECOC 2017), 17-21 September 2017, Gothenburg (Sweden).'

W tytule pozycji [73] wykazu literatury: jest 'ip-over-optical... ip traffic', powinno być 'IP-over-optical... IP traffic'

Pozycja [75] wykazu literatury: brakuje nazwy wydawnictwa (Published in: IEEE Communications Surveys & Tutorials)

W tytule pozycji [89] wykazu literatury: jest 'ip', powinno być 'IP'

W tytule pozycji [93] wykazu literatury: jest 'ofdm', powinno być 'OFDM'

Pomyłki powyższe w żadnym stopniu nie umniejszają wysokiej wartości rozprawy. W opinii recenzenta rozprawa nie wymaga żadnych istotnych zmian ani uzupełnień.

5. Ocena oryginalnego wkładu własnego Autorki rozprawy

Oryginalny wkład własny Autorki jest opisany w rozdziałach 4,5,6, oraz podsumowany w rozdziale 10. W opinii recenzenta przedstawiona rozprawa zawiera wysoki oryginalny wkład własny Autorki w szczególności w zakresie:

1. zaproponowanego nowego modelu obejmieć elastycznych i oszacowanie jego wydajności w rzeczywistych topologiach sieci i w typowych reprezentatywnych warunkach;
2. przydziału zasobów warstwy elastycznej sieci optycznej dla reprezentatywnych dynamicznych scenariuszy ruchu o różnych wymaganiach pasma transmisyjnego;
3. przeprowadzonych symulacji i uzyskanych wyników oraz ich trafnej interpretacji;
4. wprowadzenia wskaźników przydatności zaproponowanego modelu obejmieć optycznych przy występowaniu ekstremalnych chwilowych i lokalnych natłoków ruchu pakietowego.

6. Wnioski końcowe recenzji

W konkluzji stwierdzam, że:

Przedstawiona przez mgr inż. Edytę Biernacką Rozprawa Doktorska spełnia z wyraźnym nadmiarem wymagania warunki określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14.03. 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.) i wnoszę o przyjęcie w/w Rozprawy Doktorskiej i jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę aktualność i nowoczesność podjętej tematyki, wysoką wartość uzyskanych wyników, wysoki poziom naukowy Rozprawy, a także staranność jej przygotowania i wysoki poziom edycyjny, wnoszę o wyróżnienie Rozprawy Doktorskiej przedstawionej przez mgr inż. Edytę Biernacką.


