

Wrocław, 01.08.2022

Prof. dr hab. inż. Sławomir Sujecki
Katedra Telekomunikacji i Teleinformatyki
Politechnika Wroclawska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza Mrozka

Wykorzystanie metody asynchronicznego próbkowania sygnałów i splotowych sieci neuronowych do oceny jakości transmisji optycznej

1. Jakie zagadnienie naukowe/badawcze jest rozpatrywane w pracy (cel i teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora?

W pracy sformułowano następującą **tezę**: problem monitorowania kilku, równocześnie występujących zjawisk zakłócających transmisję danych w światłowodzie może być efektywnie rozwiązany stosując metodę asynchronicznego próbkowania sygnałów i splotowe sieci neuronowe.

Natomiast zasadniczym **celem pracy** jest udowodnienie postawionej tezy oraz opracowanie metody i schematu pomiarowego do jej realizacji, służącej wyznaczaniu wartości parametrów opisujących zjawiska wpływające na jakość transmitowanego sygnału optycznego przy jednoczesnym ich występowaniu. Pomiar musi charakteryzować się małym błędem i ma odbywać się w warunkach równoczesnego występowania innych zjawisk w szerokim zakresie ich wartości, typowym dla rzeczywistych sieci optycznych.

Cel i teza rozprawy zostały sformułowane jasno.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł, w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle?

W spisie literatury autor rozprawy powołał się na 98 pozycji przy czym około 30 razy odniósł się do wiodących czasopism naukowych z zakresu telekomunikacji optycznej, t.j. Journal of Lightwave Technology, IEEE Photonics Technology Letters, Optics Express. Powołał się także wielokrotnie na wyniki prac prowadzonych przez zespół Prof. Antonio Texeira'y z Uniwersytetu w Aveiro w Portugalii, który uznawany jest za jednego z głównych ekspertów w rozważanej dziedzinie. Ponadto spis literatury zawiera odnośniki do istotnych norm ITU-T, wiodących konferencji naukowych z zakresu telekomunikacji światłowodowej, t.j. OFC i książek. Stwierdzam zatem, że w mojej opinii analiza źródeł została przeprowadzona w sposób właściwy i stanowi wierne odwzorowanie obecnego stanu wiedzy w zakresie rozważanej tematyki.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Autor wykorzystał profesjonalny pakiet oprogramowania do analizy propagacji w łączach światłowodowych, który został opracowany przez firmę VPI Photonics. Pakiet ten jest standardowym narzędziem, z którego korzystają specjaliści z dziedziny telekomunikacji optycznej do oceny jakości sygnału przesyłanego przez łącze optyczne. Korzystając z oprogramowania VPI Photonics doktorant stworzył zbiór uczący dla splotowych sieci neuronowych przy wykorzystaniu techniki ADTS (ang. Asynchronous Delay Tap-Sampling). Sieci neuronowe zrealizowano przy wykorzystaniu języka programowania Python oraz bibliotek Tensorflow i TFLearn. Według mojej opinii autor rozwiązał postawione zagadnienia i poprawnie dobrał metody.

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

Oryginalność rozprawy polega na połączeniu techniki ADTS ze splotowymi sieciami neuronowymi w celu równoczesnego monitorowania zjawisk fizycznych występujących w warstwie fizycznej sieci optycznej DWDM, które mają istotny wpływ na jakość transmisji. Dotychczas opublikowane prace na temat wyznaczania wartości liczbowych parametrów charakteryzujących główne zjawiska fizyczne, które mają istotny wpływ na jakość transmisji w sieci optycznej DWDM koncentrowały się na zbieraniu danych, ich analizie przy wykorzystaniu sieci splotowych i były zazwyczaj kończone po przeprowadzonym pozytywnym procesie uczenia. Okazuje się jednak, że wysoka dokładność gotowego modelu opisującego nauczoną sieć nie zawsze przekłada się na równie dobre wyniki w procesie weryfikacji. Dlatego też doktorant skoncentrował się na procesie weryfikacji na dodatkowych zewnętrznych danych. Zaprezentowane przez doktoranta wyniki uzupełniają zatem brakującą wiedzę dotyczącą monitorowania parametrów transmisji. W ramach przeprowadzonych prac badawczych doktorant w sposób szczegółowy omówił proces weryfikacji i pokazał jego kluczowe znaczenie.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

W mojej opinii autor wykazał się umiejętnością poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników. Praca jest napisana bardzo starannie. Doktorant poprawnie wykorzystał tabele i różne rodzaje wykresów w celu poparcia wniosków. Na stronach 64 – 65 i dalej konsekwentnie w tekście autor pozostawił pojęcia w języku angielskim: dataset, test size value, itd. W mojej opinii autor mógł dokonać próby przetłumaczenia tych pojęć na język polski.

6. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk inżynierijno-technicznych?

W ramach przeprowadzonych badań opracowano metodę i układ pomiarowy który umożliwia mierzenie z dużą dokładnością wartości parametrów opisujących równocześnie występujące zjawiska dyspersji chromatycznej, przeniku oraz szumu ASE dla modulacji DPSK i OOK dla przepływności 10 Gbit/s. Opracowane narzędzie może być wykorzystywane do monitorowania jakości transmisji (ang. Quality of Transmission - QoT) w sieciach DWDM. Uzyskane wyniki pokazały, że sieci splotowe umożliwiają wyznaczanie wartości liczbowych parametrów występujących zjawisk. Daje to możliwość wykorzystania opracowanej metodyki w systemach zarządzania ruchem sieci DWDM. Oszacowanie QoT w sieciach DWDM pozwala operatorom sieci w sposób racjonalny wykorzystać dostępne zasoby, a tym samym zredukować koszty operacyjne oraz koszty zakupu sprzętu konieczne do realizacji zapotrzebowań pomiędzy węzłami sieci (ang. opex, capex). W mojej opinii praca ma zatem duży potencjał w zakresie możliwych zastosowań w systemach zarządzania zasobami sieci DWDM.

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. Tomasza Mrozka do publicznej obrony.

Stawomir Sujeda