



POLITECHNIKA WROCLAWSKA

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Katedra Systemów i Sieci Komputerowych

Traffic forecasting in optical networks with predefined traffic levels

Prognozowanie ruchu w sieciach optycznych
posiadających ustalone poziomy ruchu

mgr inż. Daniel Szostak

Promotor: prof. dr hab. inż. Krzysztof Walkowiak

Słowa kluczowe:

- Uczenie maszynowe
- Sieci optyczne
- Szeregi czasowe
- Klasyfikacja
- Regresja
- Prognozowanie ruchu sieciowego

Wrocław, październik 2022

Streszczenie

Szybki i globalny rozwój technologii i usług sieciowych przekłada się na wzrost ruchu w sieciach szkieletowych. Obecnie środkiem komunikacji, przenoszącym duży, zagregowany ruch danych użytkowników, są sieci optyczne. Wykorzystują one jako medium transmisyjne włókna połączone w jeden fizyczny kabel. Wykorzystując technikę WDM, dane są transportowane za pomocą kanałów optycznych przesyłanych na różnych długościach fali. Architektura sieci optycznych nowej generacji zwana elastyczne sieci optyczne pozwala na optymalizację pracy i zarządzania siecią. Wykorzystuje ona technologię OFDM, która dystrybuuje dane w systemie wielu nośnych, gdzie każda nośna jest ortogonalnie modulowana. Pojedynczy kanał optyczny obsługiwany przez pojedynczy nadajnik może przenosić ustaloną ilość danych. W rezultacie, informacją wymaganą do ustanowienia połączenia jest liczba kanałów optycznych, które wystarczą do pomieszczenia danych. Dodatkowo, większość technologii sieci transportowych, również wykorzystuje transmisję opartą o granulację przesyłanych danych.

Niniejsza praca doktorska koncentruje się na prognozowaniu ruchu sieciowego. Ze względu na fizyczne właściwości sieci, zadanie to jest realizowane poprzez przewidywanie przyszłych poziomów ruchu, a nie dokładnej wartości natężenia ruchu. Rozważane są dwa główne problemy, mianowicie predykcja jeden krok w przód, która jest określana jako krótkoterminowe prognozowanie ruchu oraz predykcja wiele kroków w przód, która jest również nazywana długoterminowym prognozowaniem ruchu. Informacje z każdego rodzaju prognozowania mogą usprawnić różne zadania zarządzania siecią, tj. wyznaczanie tras, wykrywanie awarii, planowanie rozbudowy sieci. Dla obu problemów w niniejszej pracy sprawdzono możliwość prognozowania poziomu ruchu poprzez analizę statystyczną, zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego oraz zastosowanie algorytmów szeregów czasowych. Wszystkie algorytmy zostały przetestowane przy użyciu trzech proponowanych podejść do prognozowania. Metody, które uzyskały najlepsze wyniki, zostały zbadane w różnych rzeczywistych scenariuszach sieciowych. W celu oszacowania wydajności algorytmów, a tym samym końcowej jakości prognozowania poziomu ruchu, w pracy zaproponowano nową metrykę jakości, która może być dostosowana do oczekiwań operatora.

Zgodnie z uzyskanymi wynikami, algorytmy uczenia maszynowego pozwalają na prognozowanie poziomów ruchu z wysoką jakością. Dodatkowo, osiągają one lepsze wyniki niż metody analizy statystycznej.