

# Optymalizacja wielowarstwowych sieci z ruchem zmiennym w czasie wspomagana predykcją ruchu

Aleksandra Knapińska

W obliczu nieustannego wzrostu ilości przesyłanych danych, na przestrzeni ostatnich lat podejmowane były działania mające na celu usprawnienie szkieletowych sieci teleinformatycznych. Skupiały się one głównie na rozwoju nowych technologii. Jednak proponowane ulepszenia w sieciach teleinformatycznych często wymagają skomplikowanych modernizacji sprzętu, przez co realizowane są stosunkowo rzadko. Nowe narzędzia rozpoznawania wzorców oraz fakt dostępności ogromnych ilości danych spowodowały rozwój nowych podejść do optymalizacji sieci, takich jak modele uczenia maszynowego budowane na podstawie analizy danych. Umożliwiają one zaspokojenie rosnących potrzeb w zakresie przepustowości w ramach istniejącej infrastruktury poprzez inteligentne sterowanie siecią. W tej rozprawie zostały zaproponowane metody mające na celu poprawę działania wielowarstwowej sieci z ruchem zmiennym w czasie. Sieć wielowarstwowa jest modelem składającym się z fizycznej topologii – sieci optycznej w warstwie dolnej oraz wirtualnej topologii – sieci pakietowej w warstwie górnej. Dogłębnej analizie poddany został problem predykcji ruchu sieciowego i jego zastosowanie w sieciach wielowarstwowych z ruchem zmiennym w czasie. Szczególnie miejsce zajmuje zagadnienie precyzyjnego projektowania modeli uczenia maszynowego, aby osiągnąć oczekiwane usprawnienia w funkcjonowaniu sieci oraz umożliwić ich praktyczne wdrożenie.

W tej rozprawie podjęte zostały dwa problemy badawcze: *predykcja ruchu sieciowego* oraz *optymalizacja sieci wielowarstwowych z ruchem zmiennym w czasie*. Sformułowana teza badawcza zakłada, że *możliwe jest wykazanie korzyści wynikających z wykorzystania predykcji ruchu w celu poprawy optymalizacji sieci wielowarstwowych z ruchem zmiennym w czasie w porównaniu do metod referencyjnych*. Badania przeprowadzone w celu udowodnienia sformułowanej tezy badawczej zakończyły się następującymi osiągnięciami.

- Zebranie danych o ruchu sieciowym oraz stworzenie rzeczywistych i półsyntetycznych zbiorów danych.
- Przygotowanie zbiorów danych o ruchu sieciowym do celów badawczych poprzez inżynierię cech.
- Opracowanie modeli predykcji ruchu na potrzeby zadań optymalizacji sieci z wykorzystaniem agregacji danych.
- Opracowanie metody długoterminowej predykcji ruchu sieciowego w oparciu o techniki eksploracji strumieni danych oraz jej szeroka ewaluacja na danych rzeczywistych.
- Opracowanie adaptacyjnej metody predykcji ruchu sieciowego, która minimalizuje okno nieprawidłowych predykcji wokół dryfów koncepcji związanych z awariami łączy i przywracaniem ruchu.
- Opracowanie algorytmu optymalizacji sieci wielowarstwowych z ruchem zmiennym w czasie wspomaganego predykcją ruchu.
- Ewaluacja wydajności sieci wielowarstwowych z różnymi wzorcami ruchu oraz określenie korzyści z wykorzystania predykcji ruchu i groomingu.
- Ewaluacja wydajności sieci wielowarstwowych z ruchem zmiennym w czasie z różnymi generacjami urządzeń komercyjnych.

- Ewaluacja wpływu ograniczeń geograficznych poprzez określenie znaczenia węzłów sieci w zależności od częstotliwości ich występowania w najkrótszych ścieżkach.
- Ewaluacja efektywności energetycznej wielowarstwowych sieci z ruchem zmiennym w czasie w zależności od częstotliwości realokacji.
- Ewaluacja wydajności dynamicznej optymalizacji sieci z uwzględnieniem nadmiarowej przepustowości.