

Protokoły Wyznaczania Ścieżek MPLS z Gwarancją QoS

Wojciech Pawłowski

Wprowadzenie

- Czy wiesz, że klasyczny routing IP nie potrafi zagwarantować jakości usług (QoS)?
- W nowoczesnych sieciach każde przeciążenie może powodować utratę pakietów i niestabilność transmisji.



Problem routingu IP

- Routing IP wybiera trasę po jednej metryce (np. liczbie przeskoków)
- Nie uwzględnia przepustowości ani QoS
- Przeciąża główne ścieżki i ignoruje alternatywy
- Powoduje wzrost opóźnień i jittera

Co to jest MPLS i MPLS-TE

MPLS (Multiprotocol Label Switching):

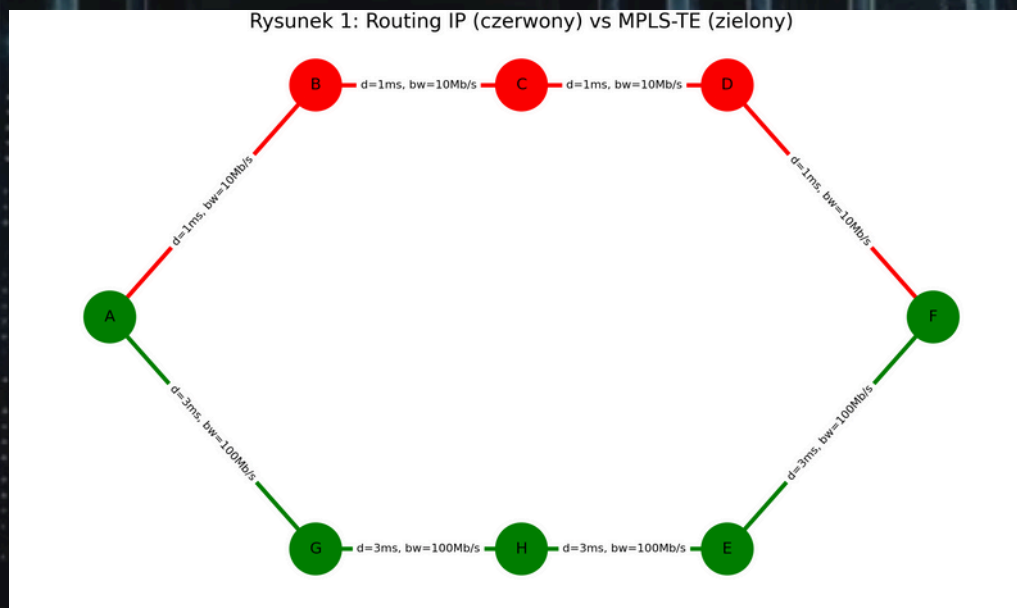
- Przekazywanie pakietów po etykietach (labels) zamiast adresów IP
- Działa między warstwą IP a warstwą łącza danych
- Zapewnia szybsze i przewidywalne decyzje routingu

MPLS-TE (Traffic Engineering):

- Rozszerzenie MPLS z kontrolą QoS
- Planowanie ścieżek z gwarancją opóźnienia, jittera i przepustowości
- Lepsze wykorzystanie zasobów sieciowych

Faza I: Model konfliktu

- Trasa 1: 4 ms, 10 Mb/s
- Trasa 2: 12 ms, 100 Mb/s
- Routing IP: wybiera trasę 1 (przeciążoną) (RED)
- MPLS-TE: wybiera stabilniejszą trasę 2 (GREEN)

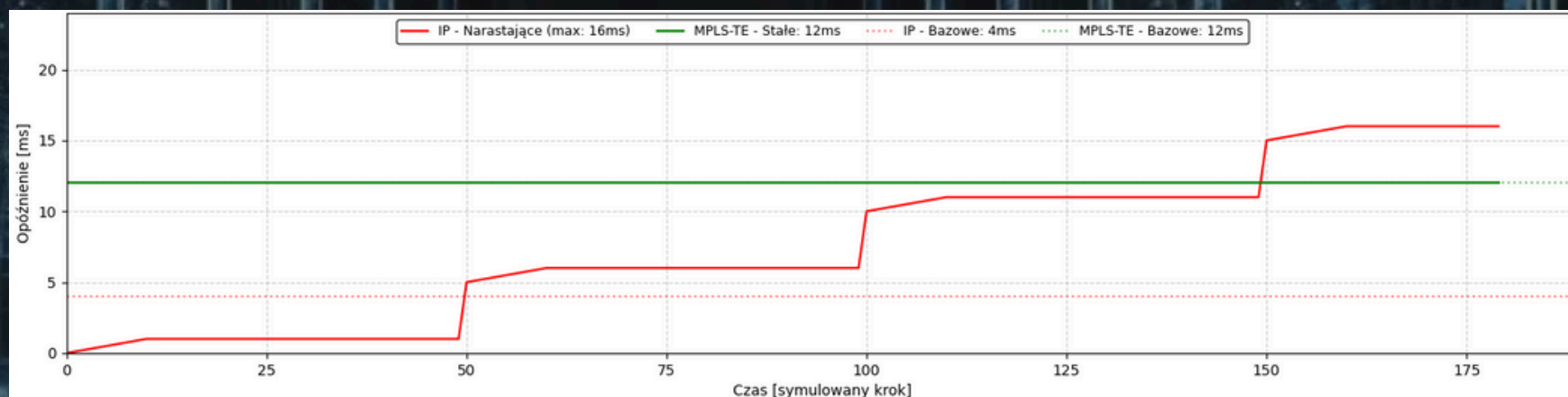


Wyniki symulacji

Routing IP: opóźnienia do 16 ms, jitter ± 5 ms

MPLS-TE: stabilne 12 ms, jitter ± 0.5 ms

Lepsza stabilność i mniejsze zużycie CPU



Przejście do Fazy II

- Nowe wyzwanie: równoważenie obciążenia
- Wiele źródeł i tuneli MPLS
- Cel: rozdział ruchu bez przeciążania tuneli
- Algorytm Weighted Greedy

Koncepcja Weighted Greedy

- Adaptacyjne przydzielanie ruchu
- Wagi zależne od QoS i obciążenia tunelu
- Minimalizacja różnic obciążenia ($\sum \text{Load}^2$)
- Reakcja w czasie rzeczywistym

Porównanie algorytmów

Porównanie trzech podejść w symulowanym środowisku operatorskim:

1. Algorytmy Bazowe (Baseline):

- Random Assignment
- Round-Robin

2. Proponowane Rozwiązanie:

- Weighted Greedy

Mierzone Wskaźniki:

- Jakość przydziału (QoS)
- Koszt obliczeniowy (Złożoność)
- Stabilność i adaptacyjność

Dalsze Kroki

Po pomyślnej weryfikacji algorytmu w obecnych fazach, planowane jest przejście do bardziej realistycznych środowisk emulacyjnych

Wnioski

- MPLS-TE przewyższa klasyczny routing IP
- Weighted Greedy poprawia równowagę obciążenia
- Symulacja w Pythonie → pełna kontrola QoS
- Projekt łączy teorię, praktykę i modelowanie

Elevator Pitch (English)

- FOR network operators and research institutions
- WHO need efficient and reliable routing with Quality of Service guarantees,
- THE MPLS-QoS PROJECT demonstrates a new way of optimizing path selection
- THAT combines MPLS Traffic Engineering with an adaptive Weighted Greedy algorithm.
- UNLIKE traditional IP routing,
- MPLS-QoS ensures stable latency, balanced load, and optimal use of network resources.

Dziękuję za uwagę

