

Heurística Probabilística Adaptativa para redução do Consumo Elétrico em Redes Ópticas WDM

Rodrigo de C. T. Junior¹, Leandro R. Colombi¹

¹Coordenadoria de Informática – Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)
Serra – ES – Brasil

rodrigocjt@gmail.com, leandro@ifes.edu.br

Abstract. *In this work we propose a heuristic to optical WDM network design optimization. The goal of heuristic developed is finding a devices network layout, using transceivers with 10Gbs, 40Gbs and 100Gbs, to minimize the network power consumption.*

Resumo. *Neste trabalho, propomos uma heurística para otimização de redes ópticas WDM. O objetivo da heurística desenvolvida é encontrar uma configuração de equipamentos da rede, usando transceptores com 10Gbs, 40Gbs e 100Gbs, para minimizar seu consumo de energia.*

1. Introdução

Com a consolidação da internet, juntamente da criação de novos serviços como: VoIP (Voz sobre IP), VoD (Video on Demand), Cloud Service e Data Center, surge a necessidade de uma infraestrutura de transporte eficiente, que suporte aplicações heterogêneas e dinâmicas, além de permitir conexões de longa distância e de alta velocidade. É nesse cenário que as redes WDM (Wavelength Division Multiplexing – Multiplexação por divisão de Comprimento de Onda) se apresentam como tecnologia de suporte. Porém, mesmo com alta capacidade de transmissão, os processos de otimização no projeto dessas redes são bem vindos. Um dos principais norteadores para análise de implantação das redes é o custo operacional, principalmente o consumo de energia [Musumeci, *et al*][Zhang, *et al*]. Nesse contexto, muitos trabalhos têm propostos análises utilizando a tecnologia IP-sobre-WDM [Idzikowski, *et al*]. Assim, este trabalho propõe um método heurístico para investigar o arranjo de configurações de rede usando transceptores de 10Gbs, 40Gbs e 100Gbs [Cisco]. A função objetivo usada na otimização, seguindo a linha de minimização dos custos de operação, é o consumo de energia dos equipamentos da rede, considerando os diferentes valores de consumo encontrados em cada transceptor.

2. Heurística Proposta

No método proposto, a escolha das rotas e dos transceptores se dá através de um processo probabilístico, de modo que, inicialmente, todas as rotas e equipamentos apresentam probabilidade equiprovável de escolhas. A representação das probabilidades se dá através de uma estrutura tridimensional, por exemplo, a probabilidade da rota de índice 2 ser escolhida para uma demanda de origem no nó 1 para o nó 3 é $MPR [1][3][2]$, onde MPR é a Matriz de Probabilidade de Rotas. A soma de todas as probabilidades de rota de um link é sempre 1, ou seja, $MPR [1][3][r] = 1$, onde r compreende todas as rotas de 1 para 3. A escolha dos transceptores ocorre de maneira similar à das rotas, em que $MPT [s][d][t]$, Matriz de Probabilidade de Transceptores, representa a probabilidade da demanda de s para d escolhe um transceptor de índice t .

A heurística tem seu início com o recebimento de uma topologia e uma matriz de tráfego. Em seguida são geradas α soluções, sendo que cada solução compreende o roteamento para todas as demandas e alocação de transceptores. Após construção inicial, as melhores soluções são escolhidas levando em consideração o consumo elétrico obtido. As demandas selecionadas são submetidas a um processo de melhoria compreendido por três funções: *Busca Local Probabilística*, *Busca Local Determinística* e *Squeeze*. Ambas as Buscas Locais apresentam uma técnica de teste/troca, em que todas as demandas de cada solução são roteadas novamente e alocadas em novos transceptores. Caso a nova configuração reduza o consumo elétrico da rede ela é mantida na engenharia de tráfego atual, caso contrário a solução anterior é reconfigurada. A diferença entre essas duas buscas está na definição de vizinhança para escolha das rotas, em que a *Probabilística* apresenta uma vizinhança estocástica, ao passo que a *Determinística* leva em consideração as rotas de índices adjacentes, ou seja, caso a rota atual seja de índice 2, suas vizinhas serão as rotas de índices 3 e 1. Por fim, a função *Squeeze*, busca eliminar os transceptores subutilizados, rearranjando as demandas dos transceptores subutilizados para outros transceptores de mesma capacidade. Ao final desse processo, a melhor solução é selecionada e sua configuração é utilizada para alimentar os dados probabilísticos da matriz de decisão.

3. Resultados

A heurística proposta foi calibrada para a escolha do número ideal de soluções iniciais, Buscas Locais Probabilísticas e Determinísticas e o número de chamadas do processo *Squeeze*. A heurística foi avaliada e três cenários de rede, com 6, 10 e 14, onde a rede de 14 nós é a Deutsche Telekom (DT). No tráfego médio usado na rede de 14 nós foi o tráfego real da DT, e para as redes de 6 e 10 foram usadas demandas similares. Para simular demandas de alto tráfego estas foram multiplicadas por 1,5 e para baixo tráfego por 0,5. A Tabela 1 exibe os resultados alcançados para todos os dados de entrada.

Tabela 1. Consumo elétrico obtido em cada perfil de tráfego.

Rede/Perfil	Baixo	Médio	Alto
6 nós	87655	74974	86963
10 nós	221443	183711	181176
14 nós	346908	275361	327956

4. Conclusão

Como trabalhos futuros faz-se necessário o desenvolvimento de métodos exatos de otimização, como programação linear inteira, para quantificar a qualidade das soluções.

Referências

- Musumeci, F., Siracusa, D, Rizzelli, G., Tornatore, M., Fiandra, R. and Pattavina A., On the energy consumption of IP-over-WDM architectures, ICC, 2012Y.
- Zhang, P., et al., Energy efficiency in telecom optical networks, Communications Surveys Tutorials, IEEE vol. 12, no. 4, pp.441-458, May 2010.
- Idzikowski, F., et. al., Dynamic routing at different layers in IP-over-WDM networks, Opt. Swit. and Netw., vol.8, no.3, pp.181-200, July 2011.
- Cisco rout. sys. , <http://www.cisco.com/en/US/products/ps5763/index.html>, 2013.