

A META-HEURISTICA “COLÔNIA DE FORMIGAS” APLICADA AO PROBLEMA DA ESCOLHA DA 3MC

Christiano de Araújo Pereira Rodrigues (bolsista ICV), André Castelo Branco Soares (Orientador, Depto. de Informática e Estatística – UFPI)

Introdução

O número de usuários da Internet vem crescendo com o passar dos dias, e da mesma forma surgem cada vez mais aplicações que envolvem voz, vídeo, teleconferência, imagens de altíssima resolução, aplicações *e-science*, etc. Que tem provocado aumento da banda passante nos *backbones* das redes de telecomunicação [1].

Para atender a essa exigência do mercado que vem se desenvolvendo o uso de redes baseadas em infraestrutura óptica inteligentes. Justifica-se o uso de fibras pela grande largura de banda, baixa perda de dados, imunidade a ruídos e a interferências eletromagnéticas, entre outros motivos[2][3]. Outro fator que impulsiona esta nova geração de redes de transporte é a capacidade do uso da tecnologia *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) que permite melhor aproveitamento da capacidade de transmissão das fibras ópticas, possibilitando atender uma maior demanda de tráfego.

A multiplexação por comprimento de onda possibilita o estabelecimento de mais de uma conexão, de forma paralela, em uma mesma fibra óptica. Atualmente cada comprimento de onda da fibra óptica pode atingir taxas de transmissão da ordem de 40 Gbps. O uso dessa tecnologia viabiliza o transporte de grandes volumes de informações e fornece serviços para aplicações que exigem requisitos de qualidade de serviço tais como, por exemplo, tempo máximo de atraso. Além da alta sensibilidade ao atraso, essas aplicações geralmente funcionam 24 horas por dia exigindo uma alta disponibilidade de serviços da rede [4].

As redes ópticas WDM são classificadas como opacas ou transparentes. Em uma rede óptica opaca o roteamento do comprimento de onda é realizado no domínio eletrônico, e por esse motivo é necessário a existência de conversores Opto-Eletr-Óptico (OEO), que convertem o sinal óptico em eletrônico e vice-versa para cada nó da rede. Os conversores OEO por realizarem essa conversão também inserem atrasos, além de aumentar o custo dos equipamentos. Nas redes ópticas transparentes, o roteamento é realizado em domínio óptico e por isso não são necessários conversores OEO, o que descarta suas limitações.

Um dos principais problemas que existem na área de redes de circuitos ópticos transparente, é o do roteamento e alocação de comprimento de onda (Routing and Wavelength Assignment – RWA problem). Em [5] os autores identificaram, o problema da escolha da Melhor Combinação entre as M Combinações de Menores Caminhos (problema 3MC) no âmbito do roteamento em redes OCS.

A ideia inicial deste projeto era a proposta de um novo algoritmo de roteamento baseado na meta-heurística colônia de formigas para resolver o problema 3MC. Entretanto, em função da desistência do primeiro aluno (Jurandir Cavalcante) no meio do projeto (dezembro de 2010) a execução do plano inicial ficou impossibilitada. Apesar disso, considerando o tempo restante para execução da ICV, identificou-se a oportunidade de estudar o desempenho de algoritmos de roteamento para sobrevivência em redes ópticas. Portanto, destaca-se que o plano de trabalho do novo aluno (Christiano Rodrigues) foi adaptado para ser executado dentro do período restante.

Destaca-se ainda que o plano de trabalho do aluno foi desenvolvido na área de roteamento de redes ópticas, mas com enfoque para a sobrevivência das redes ópticas em casos de falha.

Sobrevivência é a capacidade da rede de se manter operacional na eventualidade da ocorrência de falhas e é algo bastante importante já que algumas aplicações funcionam 24 horas por dia e exigem uma alta disponibilidade de serviços da rede a qual faz uso. Falhas nessa rede podem significar a perda de uma grande quantidade de informações e a parada de serviços críticos. Por esse motivo fica evidente a necessidade de se implementar mecanismos para garantir que falhas de equipamentos e fibras não comprometam o funcionamento da rede.

O objetivo deste trabalho de iniciação científica foi comparar o desempenho de algoritmos de roteamento para sobrevivência em redes ópticas.

Metodologia

A metodologia deste projeto foi desenvolvida por dois alunos. O primeiro aluno executou as duas primeiras etapas. Em função da desistência do primeiro aluno houve a substituição do mesmo e uma adaptação no plano de trabalho para potencializar as chances de resultados dentro do período restante.

Após a adaptação do plano de trabalho o projeto foi norteado por quatro etapas: i) Realizar uma revisão bibliográfica a fim de identificar os principais trabalhos de sobrevivência em redes ópticas transparentes; ii) Estudar a ferramenta de simulação TONetS; iii) Realizar estudo de avaliação de desempenho das estratégias de sobrevivência; iv) Elaborar relatório e/ou artigo científico descrevendo os resultados obtidos no projeto.

Resultados e Discussão

Foram simuladas a técnicas de sobrevivência Restauração Pré-Computada (RPC), Restauração Simples (RS), Proteção Dedicada de Caminho (PDC) e *Adaptive Survivability* (AS) com a constante de utilização definida e 20%. O ambiente simulado foi a topologia de rede NSFnet com 40 comprimentos de onda diferentes em cada fibra. O algoritmo de roteamento considerado foi o First-Fit. Nesse estudo o tempo entre requisições de um usuário é distribuído exponencialmente com média de 8 horas, enquanto que o tempo de duração de um circuito é distribuído exponencialmente com média de 3 horas. Todos os nós possuem o mesmo número de usuários. Foram geradas 1000000 de requisições e 40000 falhas, sendo possível a ocorrência de falhas simultâneas na rede. As simulações foram realizadas na ferramenta de simulação TONetS.



Fig. 1 Probabilidade bloqueio



Fig. 2 Tempo de admissão

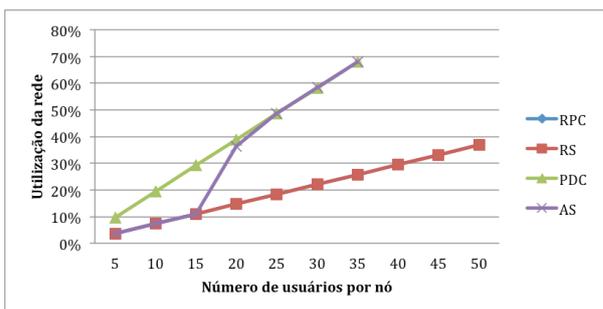


Fig. 3 Utilização da rede

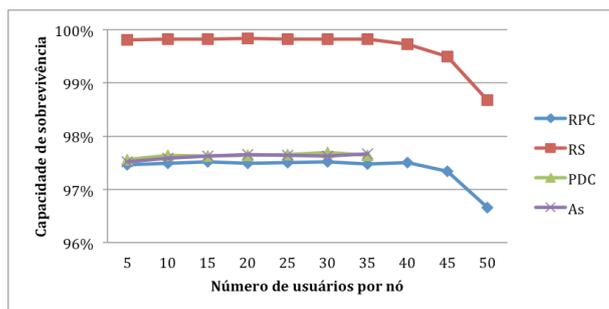


Fig. 4 Capacidade de sobrevivência

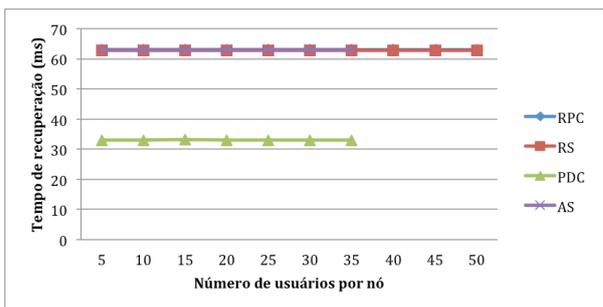


Fig. 5 Tempo de recuperação

Conclusões

Podemos notar na Figura 3 que o AS se comporta de forma mista, ou seja, se comporta como RPC na sua fase inicial e após 20% de utilização da rede ele alterna para PDC. Analisando as outras figuras não é tão visível a mudança de comportamento dessa técnica, mas é possível notar que ela acompanha o comportamento da RPC em alguns aspectos e PDC em outros, o que demonstra seu comportamento híbrido.

Diante das análises apresentadas acima é possível afirmar que é uma estratégia de sobrevivência que pode ser trabalhada de forma implementar outras técnicas além da PDC e RPC. Ainda baseado nos resultados obtidos podemos afirmar que essa estratégia não se mostrou a melhor opção para o ambiente simulado.

Como resultados futuros espera-se implementar a técnica *Adaptive Survivability* utilizando outras estratégias de sobrevivência além da PDC e RPC e com isso realizar um novo estudo.

Referências Bibliográficas

- [1] André Soares. Uma Metodologia para Planejamento de Redes de Circuitos Ópticos Transparentes com QoS no Nível do Usuário. Tese de Doutorado, CIn-UFPE, 2009.
- [2] W. Giozza, E. Conforti, and H. Waldman, *Fibras Ópticas - Tecnologia e Projeto de Sistemas* 1ª ed. Makron, McGraw-Hill, 1991.
- [3] J. R. de Almeida Amazonas, *Projeto de Sistemas de Comunicações Ópticas*, 1ª ed. Manole, 2005.
- [4] André Soares ; William Giozza ; Paulo Cunha . A New Approach for Performance Evaluation of Survivability Services in All-Optical Networks. Em: 14ª IEEE International Conference on Telecommunications (ICT 2007).
- [5] A. Soares, G. M. Durães, W. F. Giozza, "A Escolha da Melhor entre as Menores Rotas em Redes Ópticas Transparentes" in *Anais do 27 Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos - SBRC 2009*, Recife, Maio 2009.

Palavras-chave: Sobrevivência, Adaptive Survivability.