

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM REDES DE COMPUTADORES UTILIZANDO TEORIA DE FILAS¹

Anderson Luis Marchi²; Tiago Boechel³; Juliano Tonizetti Brignoli⁴

INTRODUÇÃO

A comunicação é uma das maiores necessidades da sociedade humana desde os primórdios de sua existência. Segundo Soares (1995), o surgimento das redes de computadores foi motivado pela necessidade de interconexão de módulos processadores localizados em diversos pontos de uma organização, com o objetivo de permitir o compartilhamento de recursos de hardware e software e a troca de informações entre os seus usuários. No princípio, as redes foram implementadas empiricamente, contudo, nas décadas de 1970 e 1980, um conjunto de conhecimentos foi adquirido, tornando possível o seu projeto sistemático. A evolução contínua da microeletrônica e da tecnologia de comunicação vem, deste então, abrindo novas fronteiras. O emprego de sistemas de comunicação capazes de transportar dados a altas velocidades e a grandes distâncias permitiu a introdução do conceito de rede única, capaz de transportar de forma integrada as diferentes mídias de vídeo, áudio, imagens rasterizadas, imagens gráficas vetoriais e texto.

Um sistema de filas pode ser descrito como clientes chegando, esperando pelo serviço, se não forem atendidos imediatamente, e saindo do sistema após serem atendidos. Para identificar necessidades de melhoria de performance deste sistema, se faz necessária algumas medições de indicadores do desempenho do mesmo. Esta medição deve ser baseada na utilização de técnicas confiáveis.

A Teoria das Filas, um conjunto de técnicas da área de Pesquisa Operacional que foi desenvolvida para prover modelos que retratem previamente o comportamento de um sistema que forneça serviços que possuam demandas que

¹O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil

²Aluno do curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal Catarinense – Câmpus Rio do Sul. E-mail: andy.marchi1993@gmail.com

³Professor do curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal Catarinense – Câmpus Rio do Sul. E-mail: tiago@ifc-riodosul.edu.br

⁴Professor do curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal Catarinense – Câmpus Rio do Sul. E-mail: brignoli@ifc-riodosul.edu.br

umentem aleatoriamente. A Teoria das Filas pode proporcionar medidas de desempenho matematicamente confiáveis que podem apresentar aos projetistas uma forma eficaz e eficiente de avaliar uma rede de computadores. Existem muitas aplicações respeitáveis da teoria, a maioria das quais tem sido documentadas na literatura de probabilidade, pesquisa operacional e engenharia industrial.

Devido ao fato das redes de computadores locais implantadas nas empresas darem suporte às inúmeras transações que ocorrem por meio da Internet, como é o caso das operações de comércio eletrônico (*e-commerce*), normalmente surgem frustrações por parte do usuário da rede quanto à qualidade do desempenho desta rede. Que referencial teórico tecnológico pode ser aplicado na medição de desempenho da capacidade de uma rede de computadores se considerar o fato de que esta e seus sistemas de servidores são construídos sem o Planejamento da Capacidade? A qualidade do serviço prestado é chave fundamental para a permanência desta rede por um longo período. Essa motivação que faz um teste de desempenho ser tão importante na modelagem e da implantação de uma rede de computadores.

PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Teoria das Filas: Enfrentamos filas diariamente quando vamos ao supermercado aguardando para pagar nossas compras, na volta pra casa em um engarrafamento, fila para pegar o filho na escola e em muitas outras situações no cotidiano.

De acordo com Prado (2009) a Teoria das Filas é um método analítico que aborda o assunto por meio de fórmulas matemáticas. O estudo das filas começou em 1909 com o trabalho "The Theobroma of Probabilities and Telephone Conversations" do matemático Dinamarquês Agner Krarup Erlang. Ao decorrer do século XX, engenheiros constataram que muitas das teorias matemáticas para as redes telefônicas de Erlang são praticamente igual às encontradas nos estudos de várias áreas da engenharia como, por exemplo, no projeto de uma rede de computadores (ERLANG, Teoria do Dimensionamento).

O estudo de sistemas de fila pode ser aplicado em várias áreas do conhecimento humano, tendo uma grande importância nos estudos comportamentais de uma rede de computadores. Em uma rede de computadores é possível encontrar filas em todas as camadas da rede indo desde a camada lógica até o nível de aplicações da última camada (ISEP, Teoria de Fila de Espera).

Segundo Menascé (2003), as formações de filas ocorrem porque a procura pelo

serviço é maior do que a capacidade do sistema de atender a esta procura. A razão pelo qual os gerentes dos estabelecimentos e o poder público não aumentam suas capacidades de atendimento podem ser resumidas basicamente por dois motivos: inviabilidade econômica e limitação de espaço.

Lei de Little: A lei de Little é muito simples de ser compreendida. Pois ela relaciona três medidas de desempenho que pode ser aplicada a qualquer sistema, contando que esse sistema esteja em equilíbrio, ou seja, o sistema possui a mesma taxa de entrada e de processamento (FACTORYPHYSICS, Little's Law).

Teste de desempenho: Mas quando se trata de testes de desempenho, a Teoria das Filas é o tipo de modelagem mais usado para tais testes. Toda e qualquer observação feita em um sistema real pode ser caracterizado como uma avaliação de desempenho (MOLINARI, 2009). Existem dois tipos de avaliações: (1) a avaliação qualitativa onde os resultados devem ser comparados com valores já embasados e (2) a avaliação quantitativa onde os resultados são obtidos na formulação de valores específicos quaisquer.

Em todo o ciclo de vida de um sistema de computador, desde o projeto até sua atualização, o estudo de avaliação permite aos responsáveis do projeto abstrair informações importantes, tais como, o melhor sistema para uma dada aplicação e a quantidade de recursos a ser utilizado.

Uma avaliação de desempenho de redes de computadores é destinado a determinar o tempo de resposta, *throughput* (taxa de processamento), confiabilidade e/ou escalabilidade de um sistema, permitindo incluir avaliações quantitativas e avaliações qualitativas sob uma determinada carga de trabalho. Esses testes podem ser realizados para:

- Avaliar capacidades de produção;
- Avaliar as métricas de desempenho;
- Comparar características de desempenho com outros sistemas similares;
- Encontrar problemas de performance e gargalos do sistema;

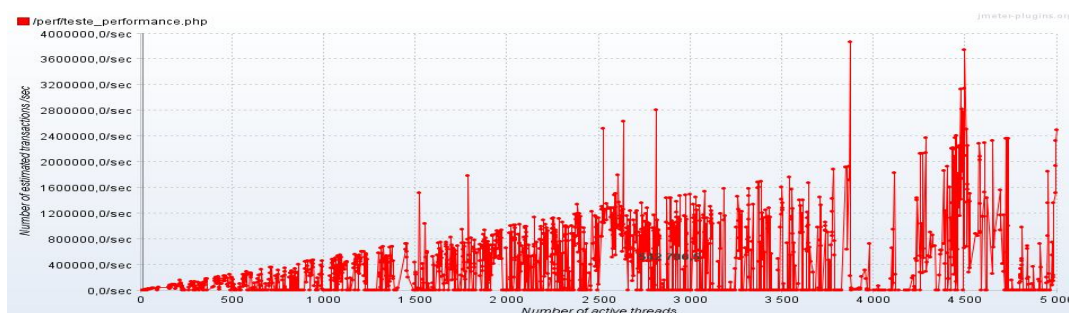
RESULTADOS E DISCUSSÕES

O experimento foi realizado em um ambiente cliente-servidor através do método de simulação na tentativa de verificar o comportamento de um sistema existente em um cenário pré-determinado. Na máquina utilizada como servidor foi instalado o sistema operacional Linux distribuição Ubuntu Server versão 13.04 com o software Apache HTTP Server versão 2.2.22. Os testes foram realizados simulando uma situação real onde o conjunto de usuários foi representado por *threads*. Cada uma das *threads* geradas executou

uma simulação de simples requisições de usuário ao servidor. Foram gerados conjuntos de *threads* com 100, 300, 500, 1000, 3000, 5000 e 10000 requisições usando o software JMeter.

Os processos de chegada foram simulados através da distribuição estatística de Poisson e os resultados coletados através dos componentes do PerfMon Metrics Collector. E a métrica utilizada para avaliar quantitativamente o desempenho do sistema computacional foi o *throughput* que representa a taxa na qual os pedidos recebidos são atendidos pelo sistema por unidade de tempo. O gráfico a seguir mostra um dos testes de *throughput* realizados pelo JMeter sobre o servidor web usado.

Figura 01 - Gráfico do *throughput* com 5000 *threads*.



CONCLUSÕES FINAIS

Frente a arquitetura preparada para esta experimentação, observou-se que a Teoria das Filas mostra-se apropriada e pode ser estendida para aplicações de redes de computadores que desejam verificar desempenho. As simulações no software JMeter apresentaram indicadores de desempenho, em testes aplicados sobre um servidor Web, condizentes com o que sugere a equação básica da Lei de Little, métrica utilizada pela Teoria das Filas em processos de avaliação de performance de sistemas, neste caso especificamente, um sistema computacional de arquitetura cliente-servidor.

Consideramos $N = X + R$, onde requisições, neste estudo representado por *threads*, chegam ao sistema. Estas requisições gastam uma média de R segundos para serem atendidas e saírem. A taxa média de saída, ou seja, o *throughput* do sistema é representado por X clientes/segundo e o número médio de clientes em N.

Os gráficos gerados pela obtenção dos dados devolvidos pela ferramenta

JMeter observados através da ótica da aplicação das técnicas da teoria de filas retratam, como maior indicador, o *throughput* denotada pela Lei de Little como X.

As variações de mínimos e máximos observadas nos gráficos sugerem que o sistema está atendendo grupos de requisições (pacotes de *threads*) de modo que estas chegam no sistema em instantes de tempo marcados por um tipo de distribuição estatística da taxa de chegada de Poisson.

Verifica-se ainda que o tempo de atendimento de cada transação, se considerado individualmente, aumenta proporcionalmente em relação ao número de *threads* que são atendidas pelo sistema.

Conclui-se desta forma que pode ser de grande utilidade estender aplicações de Teoria das Filas no âmbito da análise de desempenho e performance de redes de computadores.

REFERÊNCIAS

- ERLANG. **Teoria para Dimensionamento**. Disponível em:
<<http://www.erlang.com.br/brtheory.asp>>. Acesso em: 06 junho 2013.
- FACTORYPHYSICS. **Little's Law**. Disponível em:
<<http://www.factoryphysics.com/principle/littleslaw.htm>>. Acesso em: 08 Julho 2013.
- ISEP (Instituto Superior de Engenharia Porto) – Departamento de Engenharia Informática. **Teoria de Filas de Espera**. Disponível em:
<<http://www.dei.isep.ipp.pt/~andre/documentos/tfe.html>>. Acesso em: 23 maio 2013.
- MENASCÉ, Daniel A., George Mason University. ALMEIDA, Virgílio A. F., Federal University of Minas Gerais. DOWDY, Larry W., Vanderbilt University. **Performance by Design: Computer Capacity Planning by Example**. Prentice Hall, 2004, ISBN 0-13-090673-5
- MOLINARI, Leonardo. **Testes de Performance**. Florianópolis: Visual Books, 2009. 220p.
- PRADO, Darci Santos do. **Teoria das filas e da simulação**. 4. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2009. 127p.: il., gráfs. e tabs. - (Série pesquisa operacional; 2)
- SOARES, Luiz Fernando Gomes; Guido Lemos; Sérgio Colcher. **Redes de computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1995.