

Estratégias de Seleção de Nodos no PlanetLab para Execução de Experimentos

Thiago Garrett, Elias P. Duarte Jr., Luis C. E. Bona

¹Departamento de Informática – Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Caixa Postal 19.081 – 81.531-980 – Curitiba – PR – Brasil

{garrett, elias, bona}@inf.ufpr.br

Abstract. *PlanetLab is a global research testbed for protocols and distributed systems experimentation. Users of such testbeds often execute experiments which demand a group of nodes with a reasonable level of stability. In this paper we describe an online monitoring strategy and several node selection strategies, focused on the communication between each pair of nodes on PlanetLab.*

Resumo. *O PlanetLab é um testbed global de pesquisa que suporta a experimentação de protocolos e sistemas distribuídos. Usuários de tais testbeds frequentemente executam experimentos que necessitam de um conjunto de nodos com um nível razoável de estabilidade. Neste artigo descrevemos uma estratégia online de monitoramento e várias estratégias de seleção de nodos focadas na comunicação entre cada par de nodos no PlanetLab.*

1. Introdução

Conforme novas alternativas para a arquitetura da Internet são propostas, *testbeds* realísticos de larga escala, como o PlanetLab, tornam-se cada vez mais importantes [Ortiz 2008]. O PlanetLab [Chun et al. 2003] é uma destas redes globais de pesquisa que suporta o desenvolvimento de novos protocolos e serviços. Atualmente o PlanetLab é composto por cerca de 1088 nodos em cerca de 578 locais ao redor do mundo. Cada nodo apresenta capacidades e ambiente diferentes, e todos os usuários dos nodos utilizam-nos simultaneamente, sem reserva de recursos, resultando em um ambiente de grande instabilidade.

Pesquisadores necessitam de um ambiente real, sujeito a condições reais, tais como perdas ocasionais de conectividade e congestionamento, a fim de avaliar suas propostas. Além disso, dependendo do nível de instabilidade, pode ser até mesmo impossível executar uma aplicação que envolva comunicação de nodos. Para executar um protocolo ou uma aplicação distribuída é frequentemente necessária a existência de um grupo de nodos que apresentem um nível razoável de estabilidade entre si. Não é trivial encontrar tal grupo de nodos no PlanetLab [Duarte Jr. et al. 2010]. Em um dado momento, um grupo grande desses nodos pode nem mesmo existir.

Neste artigo descrevemos uma estratégia *online* de monitoramento do PlanetLab e várias estratégias de seleção de nodos focadas na comunicação entre cada par de nodos. Uma estratégia de monitoramento *offline* no PlanetLab foi anteriormente implementada [Duarte Jr. et al. 2010]. No monitoramento *online*, cada nodo monitora o tempo de resposta de cada outro nodo, obtendo-se assim o ponto de vista de cada nodo sobre o estado da rede. A partir destes dados, gera-se um grafo no qual os nodos são selecionados seguindo algumas estratégias descritas neste artigo.

O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira. A seção 2 descreve a estratégia de monitoramento e as estratégias de seleção de nodos no PlanetLab. A seção 3 descreve alguns experimentos realizados com a ferramenta implementada e os resultados obtidos, seguido da conclusão na seção 4.

2. Estratégia Online de Monitoramento e Seleção

Na estratégia de monitoramento *online*, cada nodo monitora o RTT entre ele e os outros nodos do sistema. Periodicamente, cada nodo mede o RTT para cada outro, e envia o resultado a um servidor. Uma característica da estratégia é que o RTT é medido na camada de aplicação, por isso o seu valor pode variar não apenas pelas condições da rede, mas também pelas condições do próprio nodo.

O servidor é responsável por armazenar os valores de RTT recebidos dos nodos. Além disso, o servidor também é responsável por sumarizar dados antigos, a fim de diminuir o espaço em disco necessário para armazená-los, possibilitando guardá-los por um período de tempo maior.

Várias estratégias de seleção de nodos foram definidas. Todas elas utilizam o modelo de grafo para representar o PlanetLab: cada vértice é um nodo da rede, e uma aresta entre dois vértices corresponde a uma comunicação estável entre os nodos referentes aos dois vértices. Comunicação estável significa que um nodo considera o outro estável, e vice-versa. Estes grafos são construídos a partir dos dados do monitoramento. Dois parâmetros são necessários: limiar para o RTT e período de tempo. Com isso, para cada par de nodos (a, b) , é contado quantos valores de RTT (ou média do RTT, caso estejam sendo usados dados sumarizados) existem dentro do período desejado, e quantos valores são menores ou iguais ao limiar. Caso pelo menos 90% dos valores sejam menores ou iguais ao limiar, é dito que o nodo a considera b estável naquele período, e para aquele limiar. Se b também considerar a estável, então existe uma aresta entre a e b . Este processo resulta em um grafo que representa o sistema no período e limiar especificados.

A partir deste grafo, os nodos podem ser selecionados de diversas formas: clique, grau mínimo, e subgrafo com grau mínimo. A estratégia do clique seleciona um grupo de nodos que consideram-se mutuamente estáveis. Assim, todos os pares de nodos do grupo tem um aresta entre eles. A estratégia do grau mínimo seleciona os nodos que tenham grau igual ou maior ao grau mínimo desejado. Uma estratégia similar é encontrar o maior grau mínimo possível que resulte em um grupo de nodos com um tamanho mínimo desejado. A estratégia do subgrafo com grau mínimo seleciona nodos com um grau mínimo entre eles. Uma estratégia similar é encontrar o subgrafo com o maior grau mínimo possível, que resulte em uma quantidade mínima de nodos desejada.

3. Resultados

Esta seção descreve os experimentos realizados no PlanetLab com uma ferramenta implementada a partir da estratégia descrita na seção anterior, assim como alguns resultados obtidos.

Para a execução dos experimentos fizemos questão de monitorar *todos* os nodos do PlanetLab, que no início do desenvolvimento deste trabalho eram 1036 nodos. Surpreendentemente, o número de nodos que efetivamente executou o experimento, ficou,

em um instante qualquer, entre 600 e 700 nodos. Isto ocorreu pois, um grande número de nodos alterna entre *online* e *offline*, e alguns outros não foi possível acessar em nenhum momento. A ferramenta foi executada durante 21 dias, nos quais os grafos foram gerados de hora em hora. O período de tempo entre cada medição do RTT foi de 5 minutos, e os limiares foram de 0.1s e 0.2s.

A partir dos grafos gerados, alguns resultados foram obtidos aplicando as estratégias de seleção de nodos descritas na seção 2. Foi observado o comportamento de cada estratégia no decorrer do tempo.

A figura 1 mostra a variação da quantidade de nodos selecionados com vários valores de grau mínimo: 50, 100, 150 e 200. Cada gráfico mostra o resultado para um limiar diferente, para todo o período de 3 semanas. Observa-se que a variação da quantidade de nodos selecionados durante o período é maior com o limiar de 0.2s.

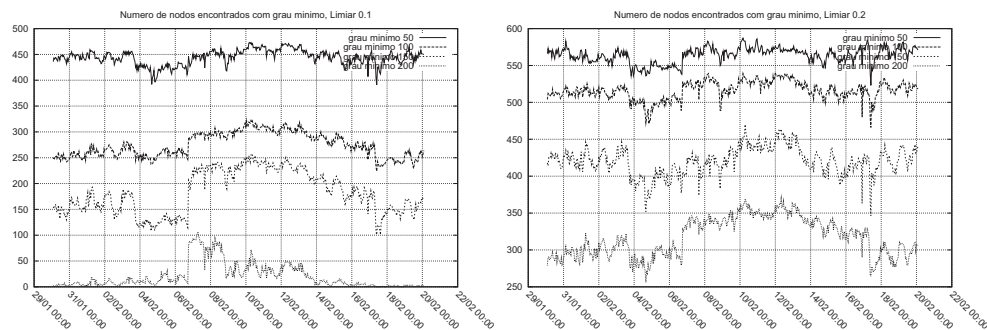


Figura 1. Quantidade de nodos com diferentes graus mínimos no decorrer de 3 semanas.

A figura 2 mostra a quantidade de nodos e grau mínimo do subgrafo com o maior grau mínimo encontrado, no decorrer de 3 semanas. Cada gráfico mostra o resultado para um limiar diferente. Observa-se que a variação da quantidade de nodos é grande, já a variação do grau mínimo entre os nodos é menor.

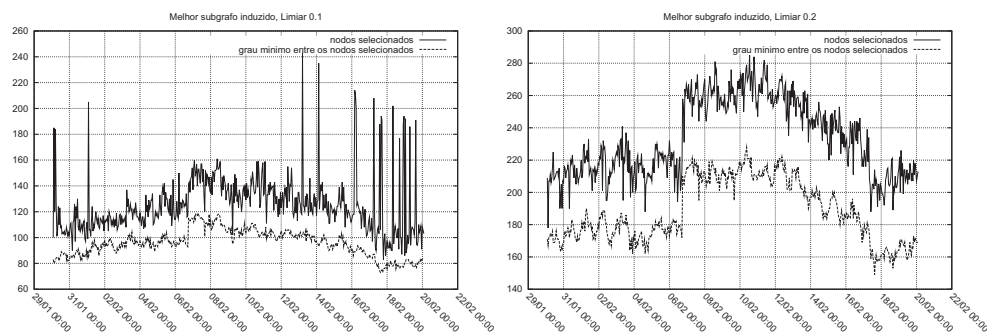


Figura 2. Tamanho e grau mínimo do subgrafo com o maior grau mínimo encontrado no decorrer de 3 semanas.

Com o objetivo de observar se uma clique mantém-se válida com o passar do tempo, foram encontradas 3 cliques no primeiro grafo do período observado, com o limiar de 0.05s. Foi empregado um limiar menor que os utilizados no restante do experimento a fim de verificar se nodos selecionados com um limiar mais restritivo teriam um comportamento mais estável quando observados com o uso de um limiar maior, mantendo-se

assim como uma clique por grandes períodos de tempo. A figura 3 mostra, para os 3 grupos de nodos encontrados, a quantidade de nodos com o maior grau possível dentro do grupo (número de nodos menos 1), no período de um dia. A quantidade de nodos com o maior grau possível dentro de cada um desses grupos foi observada em cada um dos 2 limiares. Períodos em que todos os nodos do grupo tem o maior grau possível, o grupo é uma clique. O grupo de 20 nodos deixou de ser clique em apenas 1 momento, em ambos os limiares. Já o grupo de 33 nodos deixou de ser clique por períodos maiores, e o de 10 nodos manteve-se como clique em poucos períodos.

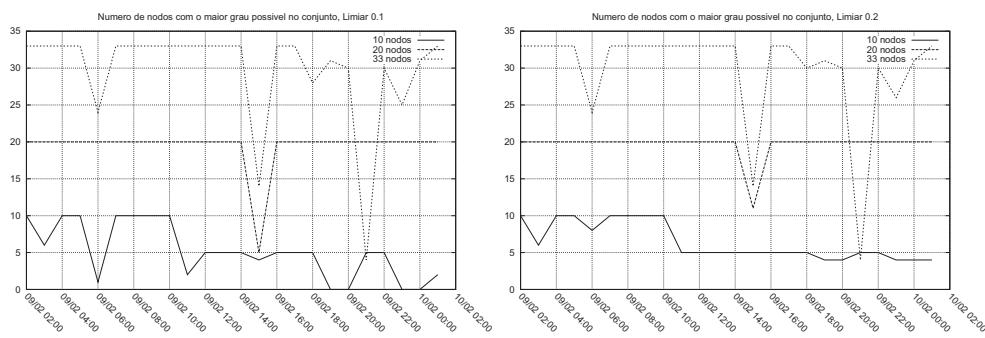


Figura 3. Quantidade de nodos com o maior grau possível dentro de diferentes grupos no decorrer de 3 semanas.

4. Conclusão

Neste trabalho definimos uma estratégia *online* de monitoramento e seleção de nodos para a realização de experimentos no PlanetLab. Esta estratégia é focada na comunicação entre cada par de nodos do sistema, diferentemente das ferramentas já existentes, que baseiam a seleção dos nodos em medidas referentes somente ao estados dos próprios nodos, não na interação entre eles. Na estratégia definida, cada nodo monitora o RTT de cada outro nodo, tendo-se assim o ponto de vista de cada nodo sobre o estado do sistema. A partir dos dados deste monitoramento, são gerados grafos nos quais os nodos são selecionados de diversas formas: clique estável, grau mínimo e subgrafo com grau mínimo.

Trabalhos futuros incluem a definição de uma “nota” para cada nodo, indicando se o nodo tem um bom histórico ou não. Outra ideia é permitir a classificação das falhas dos nodos como transientes e intermitentes. Além disso, executar aplicações P2P com os nodos selecionados é uma forma de avaliar a ferramenta criada.

Referências

- Chun, B., Culler, D., Roscoe, T., Bavier, A., Peterson, L., Wawrzoniak, M., and Bowman, M. (2003). PlanetLab: An Overlay Testbed for Broad-coverage Services. *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*
- Duarte Jr., E. P., Garrett, T., Bona, L. C. E., Carmo, R. J. S., and Zuge, A. (2010). Finding Stable Cliques of PlanetLab Nodes. *The 40th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN'2010 DCCS).*
- Ortiz, S. (2008). Internet Researchers Look to Wipe the Slate Clean. *IEEE Computer*, 41(1).