

Desempenho em Transmissões Multimídia através de Pares de Pacotes

Peter Max Finzsch¹, Valter Roesler^{1,2}, Gaspare Giuliano Bruno²

¹UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Av. Unisinos, 950 – São Leopoldo – RS – Brasil

²Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Caixa Postal 15.064 – Av. Bento Gonçalves, 9500 Bl. IV – Porto Alegre – RS – Brasil.

{peteman, roesler}@exatas.unisinos.br, gaspare@inf.ufrgs.br

Resumo Este artigo avalia, através de simulação, o desempenho de um mecanismo de inferência de banda a ser utilizado em transmissões multimídia adaptativas. O uso deste mecanismo em transmissões adaptativas propicia uma melhor utilização dos recursos de rede envolvidos.

Introdução

O TCP (*Transmission Control Protocol*) é usado em mais de 90% do tráfego da Internet atualmente [HUS 00]. Algumas das garantias que o protocolo TCP oferece são controle de fluxo, garantia de entrega, sequência de pacotes e equidade de tráfego entre fluxos.

As conexões TCP procuram se adaptar à carga da rede e à capacidade do receptor, visando obter um melhor desempenho frente à capacidade disponível da rede. A política de controle de congestionamento do TCP chama-se AIMD (*Additive Increase Multiplicative Decrease*), onde a transmissão vai aumentando gradualmente a sua taxa de dados enviados até haver perdas, então a taxa de envio de dados é diminuída pela metade, voltando a aumentar gradualmente a partir deste ponto.

Uma diferente implementação do TCP, o TCPW (TCP Westwood) [MAS 02] utiliza um mecanismo modificado, o AIAD (*Additive Increase Adaptive Decrease*) para não precisar diminuir pela metade a taxa de transmissão quando ocorre uma perda, já que nem sempre uma perda significa congestionamento, não precisando então diminuir a taxa de envio de dados. Simulações mostram uma melhora de vazão de até 578% em *links wireless* e de até 47% na Internet quando o cenário inclui um *link* de satélite.

O TCPW faz isto através da transmissão de pares de pacotes e medição da taxa de retorno dos ACKs. Esta estimativa da banda é utilizada para calcular a janela de congestionamento e o limite do *slow start* após ocorrido uma perda, sem precisar diminuir a taxa de envio de dados a cada erro ocorrido.

Como a Internet é um ambiente heterogêneo, nem todos receptores podem desfrutar de uma transmissão multimídia de alta qualidade (por falta de largura de banda ou por falta de poder de processamento). Caso a qualidade de codificação do vídeo no

transmissor seja muito baixa, os usuários com mais largura de banda e/ou poder de processamento estarão subutilizando seus recursos [ROE 02].

Para transmissões multimídia com vários receptores assistindo simultaneamente, o protocolo mais eficiente é o UDP (*User Datagram Protocol*) sobre *multicast* [MCC 96]. Porém a transmissão *multicast* garante apenas uma maior eficiência do uso da rede, persistindo ainda o problema da heterogeneidade.

Uma das formas de resolver o problema da heterogeneidade é a utilização de *multicast* em camadas, onde cada camada é transmitida em uma qualidade diferente e complementar, de forma que a soma de todas as camadas *multicast* forma a melhor transmissão. Cada receptor deverá participar dos grupos *multicast* que seus recursos de rede permitirem [MCC 96], [LEG 00], [ROE 02].

Para tanto, é necessário saber qual a largura de banda disponível para poder se inscrever nos grupos *multicast* permitidos pelo gargalo da rede. Este artigo visa estudar a inferência da banda da rede, medindo o nível de exatidão desta inferência, através de pares de pacotes. Esse método é semelhante ao utilizado pelo TCPW, porém, nesse caso não existem ACKs, pois a transmissão é feita em *multicast*.

Pares de Pacotes

O uso dos pares de pacotes foi primeiramente proposto por Keshav [KES 91], e tem sido utilizado em vários estudos desde então [MAS 02], [LAI 00].

Os pares de pacotes descobrem o máximo de banda possível até o transmissor. Essa inferência é feita através do espaçamento dos pacotes e do tamanho dos mesmos. Na simulação mostrada na figura 1, pode-se observar que os pacotes sofrem um espaçamento após passarem por um gargalo da rede. O espaçamento medido foi de 4ms e o tamanho dos pacotes 500 bytes (4000 bits). Calcula-se a banda máxima fazendo-se $\frac{4000\text{bits}}{0,004\text{s}} = 1\text{ Mbit/s}$, ou seja, igual ao gargalo da rede.

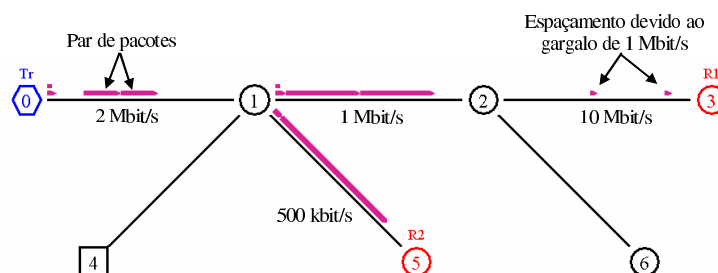


Figura 1: Exemplo de Inferência de banda por pares de pacotes

O nível de exatidão da inferência será maior ou menor dependendo da política de filas utilizada. [LEG 00] propõe que a política ideal seria WF2Q (Worst-case Fair Weighted Fair Queueing) [BEN 96], mas a realidade na Internet é outra, onde a política de fila nos roteadores é na sua maioria feita através de filas FIFO, com política de descarte Droptail [CRO 00].

Teoricamente alguns erros de inferência podem ocorrer. O receptor pode inferir a banda maior ou menor do que a real no caso da existência de tráfego concorrente. O

espaçamento ocorrido no gargalo da rede pode desaparecer na fila de um roteador subsequente, caso não entrem pacotes entre o par de pacotes. Outro erro acontecerá se um roteador inserir um pacote de outra interface entre o par de pacotes (no gargalo), o espaçamento será maior do que deveria. Ainda podem ocorrer erros devido ao sistema operacional (os pares de pacotes podem não ser transmitidos um após o outro, no caso de uma *thread* de *kernel* de maior prioridade se tornar disponível) ou pela concorrência da rede local (a taxa de transferência do Ethernet não é determinística).

Como pode ser visto, o funcionamento da inferência feita pelos pares de pacotes não é à prova de falhas, e o objetivo deste trabalho é justamente simular um ambiente heterogêneo, com tráfego concorrente, para validar ou não o uso dos pares de pacotes.

Simulações

O simulador de redes utilizado foi o NS2¹ utilizando os módulos do ALM (*Adaptive Layered Multicast*), um projeto que visa adaptação automática do receptor às condições atuais da rede nas transmissões multimídia [ROE 02]. A figura 2 mostra a topologia utilizada nas simulações. Utilizou-se uma sessão ALM de 10 kbits/s sobre UDP e 20 sessões TCP, todas concorrendo pelo gargalo de 1 Mbit/s.

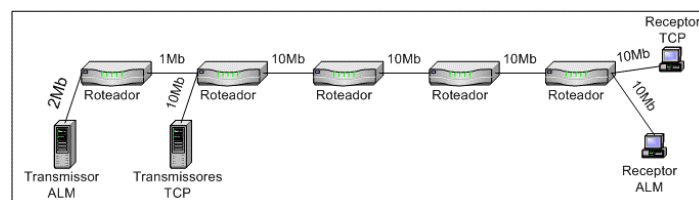


Figura 2: Topologia da rede simulada

Os resultados mostram uma variação na inferência da banda, causada pelo enfileiramento no roteador. Pode-se observar na figura 3 que os pares de pacotes inferiram a banda erroneamente, tanto para mais quanto para menos, entretanto, a média ficou próxima ao resultado correto, que é de 1 Mbit/s, como pode ser observado na figura 3.

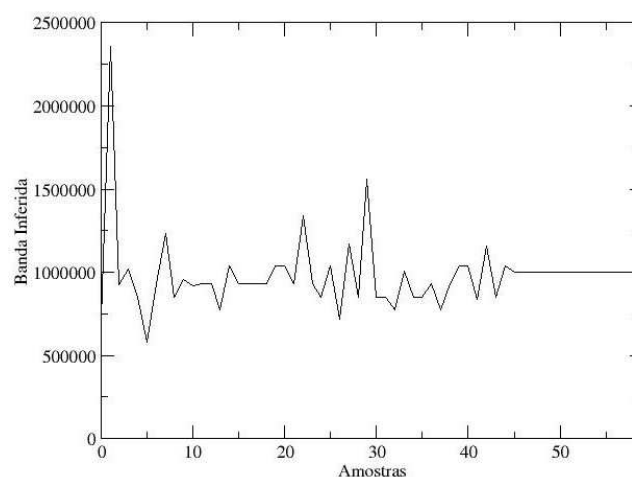


Figura 3: Inferência da banda do receptor ALM

¹ ns-2 network simulator (ver.2). <http://www.isi.edu/nsnam/ns>

É possível observar que a inferência de banda consegue se estabilizar após um tempo, conseguindo então inferir a banda correta disponível. Isso se deve à estabilização dos fluxos TCP, que se adaptaram depois de determinado tempo. Vale lembrar que a dinâmica dos fluxos TCP é maior na Internet, e provavelmente esta estabilização não deve ocorrer.

Conclusões e Trabalhos Futuros

É possível concluir, frente às simulações realizadas, que pequenos erros de inferência dos pares de pacotes aconteceram, entretanto o resultado médio ficou bastante próximo do resultado ideal.

Como os resultados das inferências foram promissores, será feita a implementação do mecanismo de inferência por pares de pacotes no algoritmo do ALM, de maneira a validar os resultados simulados em redes reais, vendo como os pares de pacotes se comportam em uma rede não controlada (Internet), de forma a aplicar esta técnica de inferência de banda no algoritmo do ALM para determinar em quais grupos multicast o receptor pode se inscrever.

Referências

- [BEN 96] BENNET, J.; ZANG, H. WF2Q: Worst-case Fair Weighted Fair Queueing. **INFOCOM 96**, San Francisco, Mar. 1996.
- [CRO 00] CROLL, A.; PACKMAN, E. **Managing Bandwidth** – Deploying QoS in Enterprise Networks. New Jersey: Prentice Hall. 2000.
- [HUS 00] HUSTON, G. TCP Performance. **The Internet Protocol Journal**, vol 3, n.2, Jun. 2000.
- [KES 91] KESHAV, S.; MORGAN, S.P. A Control-Theoretic Approach to Flow Control. **ACM SIGCOMM 91**, Zurich, p.3-15, Set. 1991.
- [LAI 00] LAI, K.; BAKER, M. Measuring Link Bandwidth Using a Deterministic Model of Packet Delay. **ACM SIGCOMM 2000**, Stockholm, Ago. 2000.
- [LEG 00] LEGOUT, A.; BIERACK, E.W. PLM: Fast Convergence for Cumulative Layered Multicast Transmission Schemes. **ACM SIGMETRICS 2000**, Santa Clara, Jun. 2000.
- [MAS 02] MASCOLO, S. et al. End-to-End Bandwidth Estimation in TCP to Improve Wireless Link Utilization. **European Wireless Conference**, Florence, Feb. 2002.
- [MCC 96] McCANNE, S.; JACOBSON, V.; VETTERLI, M. Receiver-driven layered Multicast. **ACM SIGCOMM 96**, Stanford, p.117-130, Aug. 1996.
- [ROE 02] ROESLER, V. et al. Análise de estabilidade em um algoritmo para controle de congestionamento de transmissões multimídia em camadas. **SBMIDIA 2002**, Fortaleza, 2002.