

## PEER-TO-PEER USANDO O PROTOCOLO SCTP

**Autor:** Gustavo Salvador Baptista do Carmo

**Co-autor:** Jamil Salem Barbar

**Instituição:** Faculdade de Ciência da Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

**Endereço:** Av. João Naves de Ávila, 2160. Cep 38400-902. Uberlândia – MG – Brasil

**Telefone:** (34) 3239- 4470

**E-mail:** gustavocarmo@mdbrasil.com.br, jamil@ufu.br

**Resumo:** *A rede peer-to-peer propicia uma forma muito eficiente para o compartilhamento de arquivos. Sob essa tecnologia estão os protocolos de transporte de dados, sendo o mais usado o TCP. Este artigo pretende mostrar que o uso do SCTP, em aplicações peer-to-peer, em substituição ao TCP trará um substancial desempenho na pesquisa e compartilhamento de arquivos, pois possui diferentes funcionalidades em relação ao TCP, tais como o uso do multi-caminho.*

**Palavras-chave:** Peer-to-peer, Stream Control Transmission Protocol, Transmission Control Protocol, Compartilhamento de arquivos, Multi-homing.

# ***Peer-to-peer* usando o protocolo SCTP**

## **1. Introdução**

A arquitetura de compartilhamento de dados em *peer-to-peer* (P-to-P, P2P) permite que usuários finais estabeleçam um compartilhamento de arquivos, provendo conteúdos acessíveis a todos os pares, sem a necessidade de nenhuma entidade intermediária, fornecendo uma forte e eficiente ferramenta para o compartilhamento de arquivos.

Dando suporte a essa arquitetura está o protocolo de transporte de dados, sendo que o TCP (*Transmission Control Protocol*) ainda é o mais usado pelos aplicativos. O protocolo SCTP (*Stream Control Transmission Protocol*) é um protocolo de transporte relativamente novo para o modelo ISO de camadas TCP/IP, e pode ser visto como uma evolução do TCP.

Este artigo expõe algumas das vantagens do uso do protocolo SCTP sobre o TCP, e em seguida propõe um aplicativo *peer-to-peer* que usa o SCTP, com o objetivo de adicionar funcionalidades à camada de transporte de dados e avaliar o desempenho e expectativas sobre o uso conjugado dessas tecnologias.

## **2. Vantagens do protocolo SCTP sobre o TCP**

O transporte de sinalização telefônica foi a grande motivação para o desenvolvimento do protocolo SCTP. Os recursos do SCTP, em geral, objetivavam atender ao nicho da telefonia. Porém, percebeu-se que alguns serviços do TCP eram inadequados, e que o novo protocolo sanava muitas limitações do TCP. Algumas das vantagens do SCTP sobre o TCP estão listadas a seguir:

1 - Dois terminais estabelecem uma *associação* SCTP, e não uma conexão como em TCP. Isso porque cada conexão TCP possui apenas um fluxo *full-duplex*. No entanto, uma associação SCTP possui um número arbitrário de fluxos, acertado entre as partes na criação da associação. Cada fluxo SCTP é um canal de comunicação unidirecional, e um número desigual de fluxos para cada direção é perfeitamente realizável. Uma

associação SCTP que pretenda simplesmente emular TCP usa dois fluxos, um em cada direção.

2 - Diferentemente do TCP, não existe em SCTP o estado meio-fechado (*half-closed*) para associações ou para fluxos. Em TCP, qualquer participante pode fechar a conexão apenas no sentido da transmissão, e continuar a receber dados até que a conexão seja definitivamente encerrada. Nesse intervalo, a conexão está fechada em apenas um sentido. O SCTP não possui esse recurso. Aqueles que apóiam a decisão de *design* do SCTP apontam que o estado meio-fechado é um apêndice desnecessário, pois os protocolos de aplicação devem basear-se unicamente nos dados para identificar o fim da transmissão. Além disso, o SCTP transmite mensagens de forma indivisível; não existe a necessidade de sinalizar fim-de-mensagem; é fácil implementar uma mensagem de fim de transmissão. O estado meio-fechado é defendido para as associações, mas não faz sentido incluí-lo para fluxos porque estes são unidirecionais, e seu tempo de vida é o mesmo da associação.

3 - A definição do SCTP fala em transmissão de mensagens, ao invés de octetos. Isso porque cada mensagem é recebida atômica, como um bloco indivisível, exatamente da forma que foi transmitida. A aplicação nunca receberá a mensagem pela metade, ou em pedaços.

4 - Diferentemente do UDP, o SCTP é confirmado; as mensagens são entregues na ordem da transmissão e sem duplicações. As mensagens podem ter tamanho virtualmente ilimitado; o protocolo encarrega-se de fragmentar a mensagem em diversos datagramas SCTP e remontá-la no terminal remoto. Nada impede a aplicação de ignorar completamente a formatação em mensagens e tratar os dados como uma seqüência de octetos, ao estilo TCP. Mesmo assim, a performance bruta de transmissão do SCTP deve ser no mínimo igual a TCP.

5 - O TCP é sensível a alguns ataques de negação de serviço (*denial of service – DoS*). O SCTP absorveu as lições aprendidas com o TCP e eliminou essas sensibilidades.

6 - Um recurso totalmente novo do SCTP é o suporte direto a multi-caminhos (*multi-homing*). O computador *multi-homed* é aquele ligado a duas ou mais redes IP, sem necessariamente ser um roteador. O computador ligado por dois ou mais caminhos à *Internet* mundial tem uma grande importância, pela tolerância à falha de um dos enlaces. O SCTP permite que cada terminal informe uma lista de IPs que são seus endereços na Internet. O IP utilizado durante a criação da associação é o IP primário, principal canal de comunicação com o terminal remoto. Os demais IPs informados são secundários, que podem ser utilizados caso falhe a comunicação com o IP primário. Esse recurso permite um considerável ganho de desempenho e confiabilidade. O SCTP controla o estado dos diversos IPs do terminal remoto, de modo a sempre conhecer a situação de cada caminho alternativo e fazer deduções (por exemplo, se todos os caminhos aparentemente falharam, é mais provável que o próprio terminal remoto tenha falhado, e não as redes).

7 - O SCTP dá suporte a novas tecnologias. Uma importante funcionalidade é poder ser implementado para uso de endereços Ipv6. As versões iniciais do SCTP previam apenas multi-caminhos para IPv4, o que era uma grande limitação. Felizmente, o suporte a multi-caminhos nas redes IPv6 foi introduzido numa das revisões do protocolo. O SCTP permite até mesmo mistura de endereços IPv4 e IPv6 para multi-caminhos de uma mesma associação [Rrfc].

### **3. Peer-to-peer usando o protocolo SCTP**

“Os sistemas *peer-to-peer* possuem muitos aspectos técnicos interessantes tais como auto-organização, adaptabilidade e escalabilidade. Sistemas *peer-to-peer* podem ser caracterizados como sistemas distribuídos nos quais todos os nós possuem capacidades e responsabilidades idênticas e toda comunicação é simétrica.” [Rowstron and Druschel, 2001: 329-350]

Com essa declaração, fica claro que existem muitas motivações para a utilização destes sistemas. Com o crescimento do poder de processamento dos nós finais da *Internet*, sendo estes os computadores pessoais, uma capacidade extraordinária de processamento não foi ainda utilizada.

O presente artigo não pretende substituir os atuais modelos e tecnologias das redes *peer-to-peer*, mas sim desenvolvê-los, a fim de atender a um novo conjunto de necessidades. Um aplicativo deste gênero necessita de um grande controle de transmissão de dados, segurança e desempenho e o uso do protocolo SCTP traz uma oportunidade para melhorar esses quesitos.

Para efetivar o desenvolvimento de um aplicativo *peer-to-peer* usando o protocolo SCTP, é necessário se fazer uma análise sobre os protocolos TCP e SCTP, e compara aspectos de algoritmos de controle e transmissão de dados, detalhamento de cabeçalho de protocolo e funcionalidades específicas para cada caso.

Existem hoje vários kits de desenvolvimento para sistemas *peer-to-peer*, implementando os mais diversos protocolos. Essa proposta sugere o *Gnutella2* por ser amplamente documentado e aberto. Neste caso estaríamos substituindo o uso do protocolo TCP, proposto pela plataforma *Gnutella2*, pelo SCTP.

A funcionalidade *multi-homing* do SCTP deve ser ativada. Com isso uma única conexão *peer-to-peer* fará uso de vários endereços IP, permitindo uma grande tolerância à falhas. Por exemplo, caso alguma conexão IP falhe, há outras para suprir a demanda da transmissão dos dados. Retransmissões podem ser feitas através de diferentes caminhos de forma que se um deles estiver sobrecarregado, estas retransmissões não o deteriorem ainda mais. Se um caminho ativo atingir certo número de falhas e o contador de erros excederem o limite determinado, o SCTP notifica para os processos de camadas superiores da inatividade deste caminho, sendo escolhido então um novo caminho primário.

Implementações do SCTP devem ter mecanismos de controle de congestionamento e fluxo de acordo com a RFC 2960, garantindo que o SCTP possa ser introduzido sem problemas em redes onde o TCP é amplamente usado.

#### **4. Conclusão**

A rede *peer-to-peer* propicia uma forma muito eficiente para o compartilhamento de arquivos, dotando cada nó de comunicação em uma rede com características de servidor e cliente ao mesmo tempo. Mesmo com essas importantes características, os sistemas *peer-to-peer* foram usados somente para algumas

aplicações específicas. O compartilhamento de arquivos de música e filmes tornou-se bastante popular, mas nada além destes formatos foi explorado com sucesso. Por exemplo, a troca de informações e artigos científicos constituiria um serviço valioso para a comunidade acadêmica e científica, algo que não foi explorado até o momento.

Com o uso do SCTP para este propósito temos uma adaptação dessa arquitetura para as tecnologias em ascensão no mundo das redes. Embora o SCTP seja ainda pouco conhecido na comunidade de tecnologia da informação em geral, já é considerado um fato consumado em telecomunicações, e aparece em praticamente toda literatura moderna dessa área. O uso de novas funcionalidades quase sempre resulta em um melhor desempenho, tais como o uso dos multi-caminhos. A adaptação às redes Ipv6 é também uma necessidade para os anos vindouros, e ela poderia ser uma proposta para futuros trabalhos.

Existe espaço para muitas melhorias nos sistemas em geral, tal como a inclusão de um mecanismo de busca em texto completo, onde seria possível localizar informações não apenas pelo nome no arquivo e seus meta-dados, mas também pelo seu conteúdo. Para isto seria incorporar ao sistema, processadores de arquivos capazes de extrair informações relevantes de textos, e fazer um trabalho completo de recuperação de informação.

Com esta pequena discussão fica evidente que “redes *peer-to-peer*” é um tema de pesquisa que ainda necessita de muita evolução e massa crítica para que se possa chegar a um maior entendimento dos seus mecanismos e restrições. Esta discussão se estende quando encaramos essa aplicação pelo aspecto de transmissão de dados e o uso do protocolo SCTP.

## **5. Referências Bibliográficas**

Comer, Douglas E. Redes de computadores e Internet. 2ª Edição, Bookman, 2001

Friedrich, Luis F. Protocolo SCTP: motivação, funcionamento e aplicações. 2003, UFSC.

Gallo, Michael A.; Hancock, William M. Comunicação entre computadores e tecnologias de rede. Thompson, 2002.

Kaye, Robert. Next-Generation File Sharing with Social Networks.

<http://www.openp2p.com>

Monteiro, Cristiano R. Sistemas Peer-to-Peer. 2003, UFBH.

Rowstron and P. Druschel. Pastry: Scalable, decentralized object location, and routing for large peer-to-peer systems, Middleware, 2001.

Shirly, Clay. What Is P2P And What Isn't. <http://www.openp2p.com>, O'Reilly Network, Nov 2002.

Stewart, Randall R.; Xie, Qiaobing. Stream Control Transmission Protocol (SCTP) – A Reference Guide. Addison-Wesley, 2002.

[Rrfc] Stewart, R.; Xie, Q.; Morneault, K. et al. RFC 2960 – Stream Control Transmission Protocol. IETF Network Working Group, 2000.

[http://www.gta.ufrj.br/seminarios/semin2003\\_1/william/](http://www.gta.ufrj.br/seminarios/semin2003_1/william/)

<http://www.gnutella2.com>