

Otimizando o desempenho de aplicativos WAN e LAN com o TCP Express

Visão Geral Para empresas que distribuem aplicativos pela Internet e extranet, as ineficiências do TCP/IP, com os efeitos da latência da WAN e perda de pacotes, têm um impacto negativo no desempenho dos aplicativos. O resultado dessas ineficiências é o aumento do tempo de resposta dos aplicativos e a redução significativa da eficiência de utilização da banda.

O BIG-IP® Local Traffic Manager da F5 oferece uma pilha TCP/IP aprimorada que proporciona sensíveis melhorias de desempenho nos aplicativos de LAN e WAN, para redes do mundo real. Essas vantagens não podem ser vistas em sessões típicas de testes de pacotes; elas são planejadas para trabalhar com condições reais da Internet e de clientes.

Essa pilha TCP/IP altamente otimizada, chamada de TCP Express, combina técnicas avançadas do TCP/IP e melhorias nas últimas RFCs, com vários ajustes e extensões desenvolvidos pela F5 para minimizar o efeito do congestionamento, perda de pacotes e recuperação. Ferramentas independentes de teste e experiências de clientes demonstram que o TCP Express oferece um ganho de desempenho de até duas vezes para usuários finais e uma melhoria na eficiência da banda de até quatro vezes, sem mudança nos servidores, aplicativos, ou desktops de clientes.

Solução

TCP Express - A pilha TCP otimizada da F5

O TCP Express da F5 é uma pilha TCP/IP baseada em padrão que utiliza otimizações com suporte original em vários sistemas operacionais, clientes e servidores, além de outras que não são específicas para sistemas operacionais. A pilha TCP/IP da F5 contém centenas de melhorias que afetam a eficiência tanto da LAN quanto da WAN, por exemplo:

- Para redes locais de alta velocidade, a pilha TCP da F5 aumenta rapidamente os tamanhos do buffer e detecta baixas latências para gerenciar o congestionamento.
- Para redes de longa distância lentas, a pilha TCP da F5 detecta a velocidade do cliente e calcula a banda para limitar a perda de pacotes e efetuar a recuperação, no caso de pacotes perdidos.

No centro do BIG-IP Local Traffic Manager, está a arquitetura TMOS, que fornece a pilha TCP/IP otimizada da F5 para todas as plataformas BIG-IP e módulos adicionais de software. Essas otimizações, expansíveis para clientes e servidores, nas comunicações tanto na LAN quanto na WAN, são exclusivas da F5. Essa capacidade destaca a solução da F5 em relação a sistemas pacote-a-pacote que não podem oferecer funcionalidade comparável e que não são capazes de alcançar estes níveis de otimização, recuperação de pacotes perdidos ou intermediação entre clientes e servidores pouco eficientes.

A combinação da arquitetura de full proxy TMOS da F5 e do TCP Express aumenta sensivelmente o desempenho de todos os aplicativos baseados em TCP. Utilizando essas tecnologias, o BIG-IP comprovadamente:

- Melhora as taxas de transferências para todos os tipos de clientes de conexão:
 - Média de 35% de aumento no desempenho para clientes discados
 - Média de 79% de aumento no desempenho para clientes de banda larga

- Melhora a confiabilidade da conexão para clientes discados:
 - Redução média de 56% dos erros TCP/IP (timeouts TCP, principalmente)

- Aumenta a eficiência da banda entre provedores existentes:
 - 224% de aumento dos dados enviados pela conexão (melhorando em 3,2 vezes)
 - 50% de redução de pacotes na conexão (melhorando em duas vezes)
 - Eliminação de 63% de pacotes TCP vazios (melhorando em 2,7 vezes)

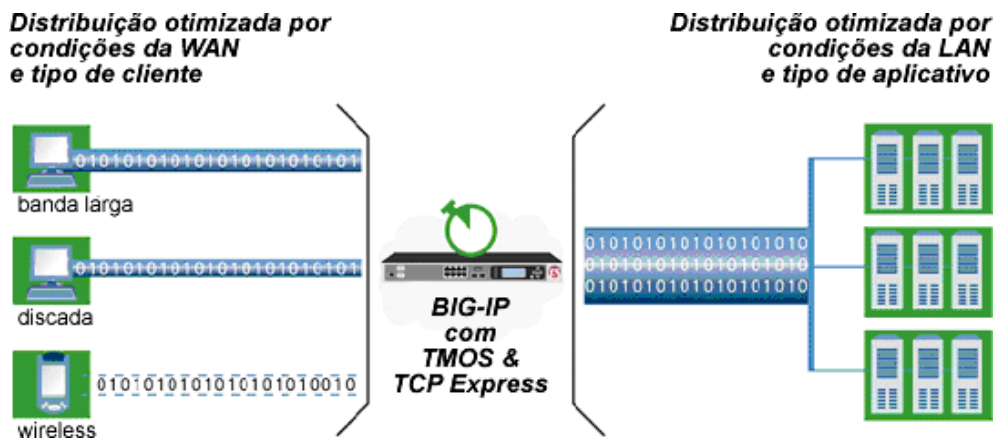
As seções a seguir descrevem a arquitetura TMOS e um subconjunto das RFCs TCP padrão, e as otimizações usadas pelo TCP Express para otimizar os fluxos de tráfego. Como não há uma solução única, esse documento também descreve como personalizar os perfis TCP e como gerenciar comunicações com sistemas legados.

A arquitetura TMOS e a intermediação da pilha TCP/IP

A realidade é que a maioria das companhias não atualiza os sistemas operacionais de servidores com frequência, e alguns aplicativos continuam sendo executados em sistemas muito antigos. Essa infra-estrutura legada pode causar grandes atrasos para os aplicativos, visto que são distribuídos pela WAN. O BIG-IP Local Traffic Manager com TCP Express pode cobrir e otimizar pilhas TCP antigas ou inconformes que estejam sendo executadas em servidores de um data center corporativo. Isso pode ser feito mantendo a compatibilidade destes dispositivos e usando as otimizações da pilha TCP/IP da F5 de forma independente no lado da conexão do cliente, oferecendo um comportamento TCP completamente independente e otimizado para cada dispositivo conectado e para cada condição da rede.

Como um full proxy que liga várias ilhas TCP/IP, a TMOS é importante para muitas das otimizações da WAN incluídas no exclusivo conjunto de funções TCP Express da F5. As conexões de clientes e servidores são isoladas, controladas e independentemente otimizadas, oferecendo o melhor desempenho para cada dispositivo de conexão.

O BIG-IP elimina a necessidade da negociação do menor denominador comum entre clientes e servidores para a comunicação. O BIG-IP intermedeia em nome do cliente (operação chamada de intermediação da pilha) e usa o TCP Express para otimizar a distribuição no lado do cliente, mantendo conexões otimizadas para o servidor dentro da rede, conforme mostrado na figura abaixo.



Normalmente, as organizações não têm os recursos ou a necessidade de remover ou substituir servidores de aplicativos legados. Para acomodar estes sistemas, o BIG-IP oferece a mediação da comunicação entre dispositivos não otimizados ou mesmo incompatíveis, incluindo:

- A manutenção de MSSs separados para clientes e servidores para garantir que ambos transmitam dados com uma boa taxa. Os clientes e servidores comunicam o MSS para determinar a maior quantidade de dados que pode ser transmitida em um segmento de comunicação TCP. As duas partes negociam o MSS, tentando criar a comunicação mais compatível, mas isso faz que uma delas não esteja otimizada, pois ambas terão de negociar o menor valor de MSS possível.
- A manutenção de otimizações como os ACKs seletivos (SACK) ou timestamp TCP (e muito mais) para os clientes, quando se conectam a servidores não suportados.
- Otimização dinâmica e automática do tamanho da janela TCP e das informações de congestionamento para cada dispositivo conectado (cada cliente e cada servidor).
- Manutenção da interoperabilidade das pilhas, como a do Windows para sistemas Solaris mais antigos que não podem interagir com os FIN-PUSHs do TCP. Esse é apenas um exemplo dos vários problemas de interoperabilidade de pilha que desafiam constantemente as companhias que servem uma grande população de usuários.

Além de melhorar as comunicações de WAN, o BIG-IP traduz essas capacidades em toda a sua infra-estrutura, agindo como ponto de ligação ou tradução entre os clientes e servidores de segundo plano. O resultado geral é que o BIG-IP melhora o desempenho e mascara as ineficiências da rede. Isso reduz custos e complexidade, eliminando a necessidade de atualização e ajustes para cada cliente e cada servidor.

Melhorias da F5 nas RFCs TCP/IP

Algumas das melhorias mais importantes feitas no TCP/IP pela F5 incluem:

- A aceleração de clientes e error avoidance
- Melhorias na utilização do link
- Controles TCP personalizados

Essas melhorias foram feitas nas RFCs padrão da indústria. As seguintes seções destacam algumas das RFCs principais no TCP Express.

RFCs de aceleração de clientes e error avoidance

- **Delayed Acknowledgements , Algoritmo de Nagle** – (RFC 896, 1122) Permite que o BIG-IP acelere a distribuição de dados reduzindo o número de pacotes que devem ser transmitidos. Os ACKS com intervalo oferecem um mecanismo padronizado para decidir quando os pacotes ACK precisam ser enviados para ajudar a reduzir a redundância desses pacotes. Além disso, o algoritmo de Nagle oferece um procedimento padrão para reunir muitos pacotes pequenos em menos pacotes maiores.
- **Selective Acknowledgements** – (RFC 2018, RFC 2883) Permite que o BIG-IP gerencie mais rápida e eficiente os pacotes perdidos e reordenados na rede. Por padrão, isso é habilitado no Windows XP para comunicações da Internet e em todas as outras pilhas TCP modernas. As extensões permitem a especificação do uso de uma opção SACK ou do reconhecimento de pacotes duplicados.

- **Explicit Congestion Notification ECN** – (RFC 3168, 2481) Permite que o BIG-IP possa sinalizar proativamente aos hosts de que os roteadores intermediários estão sobrecarregados, para que eles possam recuar e evitar a perda de pacotes. As marcas reservadas no cabeçalho TCP (ECE e CWR) podem ser usadas para comunicar o congestionamento aos pares.
- **Limited and Fast Retransmits** – (RFC 3042, RFC2582) Permite a retransmissão eficiente de dados perdidos, eliminando os efeitos dos timeouts da perda de pacotes.
- **Adaptive Initial Congestion Windows** – (RFC 3390) Minimiza o impacto da evasão de congestão do TCP de início lento. Estudos mostram um ganho de 30% para transferências de HTTP por satélite, e melhoria de 10% em conexões discadas de 28,8 bps, sem aumento na taxa de perdas. Com conexões TCP que compartilham uma rota (transferências de 16 KB para 100 hosts de Internet), um aumento na janela do segmento resultou em uma melhoria aproximada de 25% para transferências usando a janela inicial de quatro segmentos (MSS de 512 bytes) em comparação a uma janela inicial de um segmento.

RFCs de melhoria da utilização de links

- **TCP Slow Start with Congestion Avoidance** – (RFC 3390, 2581) Esse é um método de convergência da quantidade certa de dados a ser colocada no link sem saturá-lo, para evitar que os pacotes sejam descartados. Essa capacidade ajuda as companhias a aumentar a utilização da banda, alcançando maiores taxas de capacidade em suas conexões públicas à Internet e linhas dedicadas atuais.
- **Bandwidth Delay Control** – (RFC 793, RFC 2914, RFC 1257) A F5 melhorou e expandiu o cálculo de intervalo de banda para estimar com mais precisão a carga ideal a ser colocada na rede.

RFCs de extensões TCP

- **Timestamp** – (RFC 1323) O BIG-IP permite o uso seletivo de marcas de tempo que acrescentam dados ao segmento TCP para auxiliar outras otimizações. Embora os benefícios das marcas de tempo sejam grandes em uma rede moderna, alguns roteadores legados e dispositivos de NAT podem zerar ou não atualizar as marcas de tempo, anulando o benefício. Assim, essas e outras capacidades podem ser ativadas de acordo com o perfil.
- **Melhoria do TCP TIME-WAIT Assassination Hazards** - (RFC 1337) Há alguns erros de comunicação que podem ser evitados otimizando o comportamento do TIME-WAIT, não permitindo especialmente qualquer atitude ao receber segmentos redefinidos enquanto no estado TIME-WAIT.
- **Defesa contra ataques de números de seqüência** – (RFC1948) O TCP Express bloqueia a maioria dos ataques de adivinhação de seqüência numérica, usando a geração de ISNs seguros.
- **Melhoria do gerenciamento de congestionamento TCP** – (RFC 3168) O TCP Express implementa os métodos mais recentes de evasão e recuperação de congestionamento TCP disponíveis hoje na Internet para aumentar o uso da banda e a recuperação de velocidade em caso de congestionamento.
- **Melhoria do TCP slow start com janelas de congestionamento grandes** – (RFC 3742) Usa um comportamento slow start mais moderado para impedir grandes perdas quando as conexões usam janelas TCP muito grandes.
- **Contagem apropriada de bytes** – (RFC 3465) Usa o número de bytes não reconhecidos previamente utilizados pelo ACK para oferecer um escalonamento inteligente da janela e um aumento do desempenho do TCP.
- **Melhoria do algoritmo Fast Recovery TCP (NewReno)** – (RFC 3782) A modificação NewReno ao algoritmo Fast Recovery TCP especifica uma pequena

mudança, que o remetente TCP pode usar confirmações parciais para inferir e determinar o próximo segmento a ser enviado em situações onde o SACK seria útil, mas não está disponível.

Melhorias gerais de desempenho

Como o TCP Express implementa literalmente centenas de melhorias reais de interoperabilidade do TCP e ajustes/correções em pilhas de produtos comercialmente disponíveis (Windows 98, XP,2000, IBM AIX, Sun Solaris e mais), nenhuma técnica de otimização responde pela maioria das melhorias de desempenho. Essas otimizações são dependentes do tipo e características do tráfego cliente/servidor. Por exemplo:

- Com um cliente em conexão discada, a maior vantagem do TCP Express é o BIG-IP poder reduzir o número total de pacotes transmitidos em uma determinada transação, bem como oferecer retransmissões mais rápidas.
- Com conexões de banda larga, nas quais há muito mais banda disponível, a maioria das implementações TCP é menos eficiente na utilização completa da capacidade do link, e o BIG-IP oferece otimizações adicionais.

O BIG-IP reduz ainda os tempos de ida e volta dos pacotes e acelera as retransmissões como nas conexões discadas, mas em conexões mais rápidas. O BIG-IP e o TCP Express também otimizam o controle de congestionamento e o escalonamento de janelas para melhorar o pico de banda. Embora as melhorias para os usuários discados não sejam as mais notáveis, os benefícios para os usuários de banda larga são mais óbvios, por causa do modo como algumas otimizações melhoram sensivelmente o desempenho em links mais rápidos.

Como regra geral, quanto maior a quantidade de dados transmitida, mais otimizações de banda são aplicadas. Quanto menor a quantidade de dados transmitida, mais otimizações de tempo de ida e volta (RTT) são aplicadas. Portanto, os perfis de tráfego que não transmitem uma grande quantidade de dados, como conexões discadas, perceberão uma otimização maior do que os de banda larga. Para perfis de tráfego que transmitem muitos dados, a banda larga perceberia a maior otimização. Em ambos os casos, ganhos significativos podem ser alcançados com o uso do TCP Express.

Controles TCP personalizados

Embora o TCP Express seja automático e não necessite de modificações, o BIG-IP dá aos usuários um controle avançado da pilha TCP para ajustar as comunicações de acordo com as necessidades específicas do negócio. Isso inclui a capacidade de selecionar otimizações e configurações no nível do servidor virtual para cada aplicativo utilizado no dispositivo. Os administradores podem usar um perfil TCP para ajustar cada uma das seguintes variáveis do TCP:

- time wait recycle
- delayed acks
- proxy mss
- proxy options
- deferred accept
- selective acks
- ecn
- limited transmit
- rfc1323
- slow start
- bandwidth delay
- nagle
- proxy buffer

Os administradores também podem usar estes controles para ajustar a comunicação TCP para condições especializadas da rede ou requerimentos de aplicativos. Os clientes do setor móvel e provedores de serviços percebem que esta flexibilidade dá a eles um meio de melhorar ainda mais o desempenho, a confiabilidade e a utilização de banda, personalizando a comunicação para os dispositivos conhecidos (como handsets móveis) e para as condições da rede.

Ajustando as configurações da pilha para aplicativos

O TCP Express oferece configurações flexíveis da pilha para otimizar serviços personalizados. Por exemplo, você pode ajustar essas configurações para otimizar a distribuição de um aplicativo ASP para usuários móveis. A tabela a seguir descreve as configurações modificáveis da pilha no BIG-IP.

Configuração	Descrição
Recv window 65535	A janela de recebimento padrão do BIG-IP é 16384. Isso pode fazer que certas pilhas TCP reduzam a velocidade na comunicação com o BIG-IP. Configurá-la para 65535 resulta em um menor tempo para o último byte (TTLB), ao custo potencial de mais utilização de memória.
Send buffer 65535	Aumentar o buffer padrão de envio do BIG-IP para 64K permite que mais dados sejam colocados na rede ao mesmo tempo se a janela de congestionamento permitir isso, ao custo potencial de maior utilização da memória.
Proxy buffer high e low 128K	A F5 comprovou empiricamente que esses valores modificados oferecem um desempenho real melhor para a maioria dos sites baseados em páginas de tamanho médio. Esses valores controlam a quantidade de dados que o BIG-IP recebe do servidor para o spooling de conteúdo. Isso é obtido ao custo potencial de uma maior utilização da memória.

Otimizando tráfego interativo na LAN

Se o tráfego em uma LAN é muito interativo, a F5 recomenda um conjunto diferente de configurações TCP para um melhor desempenho. A F5 descobriu que o algoritmo de Nagle funciona muito bem para a redução de pacotes e compressão geral/caching de RAM sobre uma WAN. Além disso, os ajustes dos vários tamanhos de buffer podem ter um impacto positivo sobre comunicações interativas em LAN de baixa latência, ao custo potencial de uma maior utilização de memória no BIG-IP.

A seguinte tabela descreve as configurações modificáveis no perfil TCP.

Configuração	Descrição
bandwidth delay disable	Desabilita o limite de banda. Em redes reais, as pilhas TCP podem pôr tantos dados na rede que acabam causando perdas. A limitação do intervalo de banda faz que o BIG-IP determine qual a quantidade ideal de dados a ser colocada na rede por RTT e não ultrapassa esse valor. Caso o perfil de tráfego tenha muitos objetos pequenos, o cliente pode exibir um bug "stretch ACK violation" (kernels antigos do Linux, por exemplo), e esse parâmetro deve ser desabilitado.
Nagle disable	O algoritmo de Nagle retém os dados até que a outra parte envie um ACK, impedindo que muitos pacotes pequenos sejam colocados na rede. Habilitar esta opção resulta em um melhor desempenho real sobre a WAN, mas pode fazer que o BIG-IP pareça causar latência na LAN, por reter pacotes menores que o MSS TCP até que a outra parte reconheça os dados pendentes.
Ack on push enable	Faz que o BIG-IP mande imediatamente um reconhecimento TCP quando um pacote com a marca PSH é recebido. Isso aumenta o pico de banda na transferência de arquivos grandes de e para máquinas Windows numa LAN.
Recv window 65535	A janela de recebimento padrão do BIG-IP é 16384. Isso pode fazer que certas pilhas TCP reduzam a velocidade na comunicação com o BIG-IP. Configurá-la para 65535 resulta em um menor tempo para o último byte (TTLB), ao custo potencial de mais utilização de memória.
Send buffer 65536	Aumentar o buffer padrão de envio do BIG-IP para 64K permite que mais dados sejam colocados na rede ao mesmo tempo, se a janela de congestionamento admiti-lo, ao custo potencial de maior utilização da memória.
Proxy buffer high and low 128K e 96K respectivamente	A F5 comprovou empiricamente que esses valores modificados oferecem um desempenho real melhor para a maioria dos sites baseados em páginas de tamanho médio. Esses valores controlam a quantidade de dados que o BIG-IP recebe do servidor para o spooling de conteúdo. Isso é obtido ao custo potencial de uma maior utilização da memória.
Slow start disable	Normalmente, isso não é necessário, mas, se estiver medindo o tempo até o último byte (TTLB) em uma LAN, desabilitar o slow start pode ter um impacto pequeno, porém positivo, na redução da latência.

Outras tecnologias de aceleração da F5

O TCP Express é complementado por outras funções e produtos de aceleração da F5 que trabalham para reduzir ainda mais os tempos de download dos usuários e otimizar os recursos da infra-estrutura.

Outras funções de aceleração integradas ao BIG-IP Local Traffic Manager incluem:

- **Compressão HTTP** - usa capacidades configuráveis de compressão GZIP para reduzir a quantidade de bytes transferidos sobre uma linha.
- **Cache Rápido** transfere a carga de servidores e economiza o uso da CPU no servidor fazendo o caching de aplicativos prioritários e ampliando o controle para aplicativos múltiplos em um sistema compartilhado. O armazenamento em cache dos dados compactados gera uma distribuição ainda mais rápida do conteúdo e melhora a escalabilidade do BIG-IP.



- **OneConnect** melhora a capacidade dos servidores em até 60%, transferindo a carga das conexões dos servidores.
- **Spooling de conteúdo** reduz a sobrecarga do TCP nos servidores, aumentando sua capacidade em até 15%, reduzindo a segmentação TCP neles executada.

A F5 oferece esses produtos adicionais para acelerar o desempenho da WAN e dos aplicativos web:

- **WANJet™** simplifica as comunicações ponto-a-ponto entre escritórios corporativos (data center/filial ou entre data centers).
- **WebAccelerator™** é especializado no gerenciamento inteligente do cache do navegador e cache dinâmico para aumentar o desempenho dos aplicativos web.

Conclusão

Para organizações que buscam aumentar a capacidade de desempenho de sua infra-estrutura, o BIG-IP Local Traffic Manager oferece uma solução exclusiva e transparente que faz que cada cliente e servidor trabalhe de forma mais eficiente. O TCP Express, exclusivo da F5, fornece melhorias incomparáveis de desempenho de rede e aplicativos reais, além de oferecer um nível sem precedentes de controle às companhias para a otimização das comunicações TCP de aplicativos críticos.

Sobre a F5

A F5 Networks é a líder global em Application Delivery Networks. A F5 fornece soluções que tornam os aplicativos seguros, rápidos e disponíveis para todos, ajudando as companhias a obter o maior retorno pelo seu investimento. Ao implementar inteligência e gerenciabilidade na rede para transferir a carga de aplicativos, a F5 os otimiza, permitindo que eles trabalhem mais rápido e consumam menos recursos. A arquitetura expansível da F5 integra de forma inteligente a otimização de aplicativos, protege os aplicativos e a rede e oferece confiabilidade aos aplicativos - tudo em uma plataforma universal. Mais de 10.000 companhias e provedores de serviços em todo o mundo confiam na F5 para manter seus aplicativos funcionando. A companhia tem sede em Seattle, Washington, com escritórios no mundo todo. Para mais informações, visite www.f5.com (em inglês).