

## 带宽与应用性能的神话 概述 挑战 解决方案

### 概述

摩尔定律认为，数据每 18 个月会增加一倍，Metcalfe 定律则认为网络的价值与网络用户数量的平方成正比。由于这些定律切合实际，因此全球企业已寻找到将信息技术嵌入业务运营的各个方面的诸多优势，现在，全球数据通信服务的创收已超过每年 190 亿美元，增加的部分源于 IP VPN 设备。

尽管全球对带宽的需求日益增长，但带宽供应已满足了这种需求。在互联网蓬勃发展的 90 年代，数据通信行业创建了能够大规模交付廉价带宽的基础设施。实际上，带宽已变得十分充足，因此在未来数年内，Metcalfe 定律不足以解释可利用的容量问题。这种失衡产生的结果是带宽的商品化、快速下降的带宽价格以及倾力打造神话（高带宽能够解决几乎所有的性能问题）的厂商环境。

但是，随着企业应用部署扩展到广阔的领域（即带宽的充足程度有时与 LAN 中相同），IT 经理们亲眼目睹了应用性能的大幅下降。让他们感到困惑的是“为什么 LAN 和 WAN 两种网络具有完全一样的带宽容量，其性能结果却截然不同？”

其实，应用性能受与网络和应用逻辑有关的诸多因素的影响，这些因素必须得以满足以便获得满意的应用性能结果。在网络级上，应用性能受限于高延迟（物理距离的影响）、抖动、数据包丢失以及拥塞。在应用级上，性能进一步受到应用协议（特别是在网络层上出现延迟、抖动、数据包丢失以及拥塞时）特定行为的限制，应用协议参与网络链路间过多的信息交换，且应用本身序列化。

### 挑战

#### 通用应用性能神话

神话 #1：应用性能仅依赖于带宽

应用性能和吞吐率受多种因素影响。延迟和数据包丢失对应用性能产生重大的影响。利托氏定理 (Little's Law) 开创性地描述了等候理论，并利用一个方程式反应物理距离（延迟）与数据包丢失的结果，阐明了这两种因素对应用性能的影响。

该定理认为：

$\text{Lambda (吞吐量)} = n (\text{未决请求的数量}) / t (\text{响应时间})$

根据 IP 协议，该公式可转化为：

$\text{TCP 吞吐量} = \text{拥塞窗口大小} / \text{往返时间}$

这样，随着每一请求往返时间 (RTT) 的延长，拥塞窗口必须扩大，否则 TCP 吞吐量将降低。但是，TCP 无法有效地管理较大的窗口。结果是，对于一个特定应用而言，即便是数量较小的延迟和数据包丢失都能够将网络性能快速降低至每秒 1 MB 以下。即时带宽容量提升到 100Mbps，应用也不会占用整个容量的 1% 以上。在此情况下，添加网络容量的管理人员在无法使用

的资源中投资，无疑是一种浪费。

Mathis、Semke、Mahdavi 及 Ott 于 1997 年 7 月在《计算机通信评论》(Computer Communication Review) 27(3) 中发表的“TCP 拥塞避免算法的宏观行为”中给出了一个简短但非常实用的公式，可计算出传输速率的上限：

$$\text{速率} \leq (\text{MSS}/\text{RTT}) * (1 / \{p\}) \text{ 的平方根}$$

其中：

速率：TCP 传输速率或吞吐量

MSS：最大段大小（每条互联网路径固定，通常为 1460 字节）

RTT：往返时间（根据 TCP 进行测量）

p:数据包丢失率。

下图描述了这一情形：

图 1：物理距离与 TCP 性能的关系

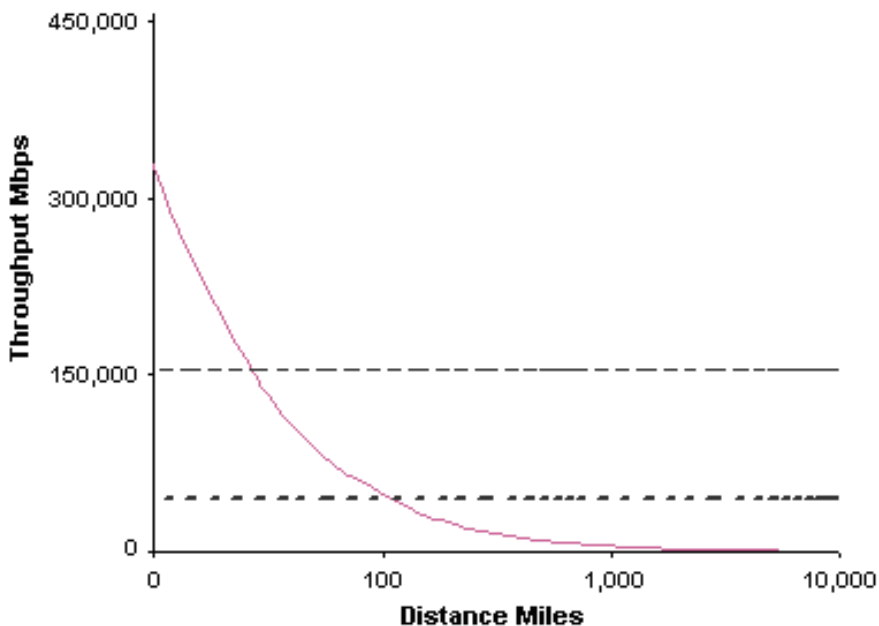


Figure 1: TCP performance in the face of physical distance.

在广域网中，决定往返时间（即，延迟）的因素包括物理距离、效率低下的网络路由模式以及网络拥塞，这些因素大量存在于广域网中。

现在，许多 TCP 协议栈在进行重新传输时效率非常低下。事实上，如果一个数据包丢失，那么，一些栈可能需要传输整个拥塞窗口。此外，它们还将在出现网络拥塞时呈指数回退（即，减少拥塞窗口并增加重新传输定时器），这种行为在数据包丢失时受到 TCP 的监测。尽管在通常情况下，数据包丢失在帧中继网络中无关紧要（平均低于 .01%），但在 IP VPN 网络中则至关重要，这种网络进出于数据包丢失率通常超过 5% 的特定市场（如，中国）。在后一种情况下，高数据包丢失率可能会对性能产生灾难性的影响。

当数据包丢失和延迟影响相结合时，那么，性能急转直下，后果更加严重。下图描述了这一情形：

图 2：数据包丢失时的 TCP 性能

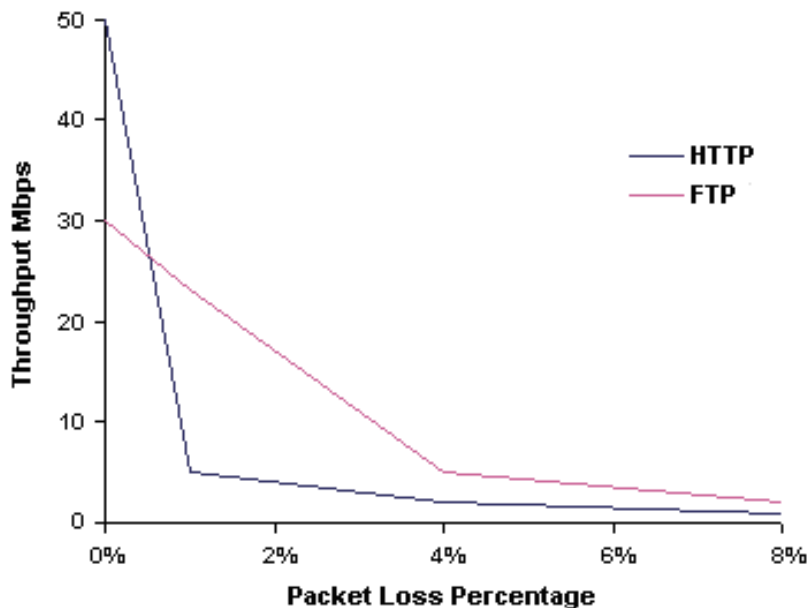


Figure 2: TCP performance when packet loss is present.

神话 #2：TCP 需要 Aggressive Back-Off（主动回退）以确保公平

很多网络工程师认为，遭遇拥塞时主动回退对于保持网络访问公平性是十分必要的。某些情况下这种说法千真万确，然而有些情况则不然。当拥塞控制对网络中的每一台主机负责，每台主机对其它主机带宽需求一无所知时，主动回退对于确保公平性就十分必要。但是，如果拥塞在网络结构中由可了解特定 WAN 连接上所有流量的系统加以控制时，则可能出现更高更有效的吞吐量，这种情况下，主动回退就多此一举了。

标准的协议行为规定主机何时占用带宽，这些主机必须照此执行而不依赖于：

- ☆ 应用的需求
- ☆ 可用的带宽
- ☆ 争用带宽的数量

这种情况导致的后果是，通常，应用的带宽资源严重不足，而同时大量网络资源并未得以利用。很明显，这种情况的效率极低。

解决 TCP 公平性问题的有效办法是，允许单独的主机按需求占用相应带宽，只要所有其它主机需要服务时，可接收到足够的服务即可。这可通过一个所有主机共享的拥塞窗口实现，这个窗口由网络自身加以控制。这样，在此系统中，主机可在竞争程度不太激烈的时候，按需要获得相应带宽，当竞争加剧时，所有主机便可获得足够的带宽。

这种单一窗口的方法可实现连续的较高利用率以及较高的总体吞吐能力。每台主机都可访问整洁快速的网络，这个网络永远不会丢失数据包（因此，也不会出现如神话 #1 中的 TCP 性能削减问题），累积的流量需求与网络的整体缓冲能力相对应。这样，IT 经理就可在最大范围的网络延迟和数据包丢失情况下最有效地利用网络。

单一窗口的解决方案的执行可对客户端系统完全透明。这类解决方案的组成可能还包括 TCP 技术，如选择性确认、本地拥塞窗口管理、改进的重新传输算法以及数据包分散 (packet dispersion)。然后，这些性能与其它技术完美结合，用以满足应用对于网络资源可用性的吞吐量需求，并跟踪所有利用网络的主机的带宽要求。通过整合多个并行 WAN 链路的吞吐量，该技术能够实现更高的吞吐量及可靠性。

### 神话 #3: 数据包压缩可提升应用性能

通用的数据包压缩技术降低 WAN 上流量的同时常常会降低应用的性能，这时因为它们通常会将延迟添加到应用交易中。这些技术需要数据包按队列等候、压缩、传输、在接收端解压，然后重新传输所有数据包，这个过程会占用大量资源，并导致大幅延迟，因此，实际上减缓了需要加速的应用。

下一代应用性能解决方案将协议改进与透明数据压缩技术有机结合。与基于解决方案的数据包相比，下一代解决方案显著降低了需要传输的数据量，消除了物理距离扩大时由协议行为导致的延迟，并可提升广域网性能，使其速度达千兆位。通常，透明数据压缩技术还包括多个字典，其中 1 级字典空间较小，对于较小模式的数据压缩极其有效，而 2 级字典具有几千兆字节的容量，适用于压缩较大模式的数据压缩。

### 神话 #4: 服务技术的质量可改善应用

如果利用的恰到好处，服务质量 (QoS) 是一种可带来不菲收益的技术，能够为改善应用性能助一臂之力。但是，QoS 唯一能做的就是将现有带宽划分为多条虚拟通道。QoS 不会实际传输数据或将协议行为流程化，而仅以一种智能的方式决定应放弃哪个数据包。然而，与放弃无法加速应用的数据包相比，采用一种可控制的方式放弃数据包是更为出色的做法。

许多 QoS 实施以跟踪应用的端口数量为依据。由于应用通常对端口分配进行动态地协商，因此，这些机制需要配置为保留较大的端口范围，以确保端口的覆盖真正为应用所利用。

为了使 QoS 最为有效，应将其设置为动态模式。第一代 QoS 实施减少连接多个较小链路的大型链路，无论是否需要带宽都可静态地加以保留。实际上，带宽常常被特定应用所占用，甚至有时应用根本未加利用，这就造成了带宽的浪费，“信道化”一个网络可确保带宽对于语音等关键应用的可用性。

另一方面，动态的 QoS 解决方案还可确保仅在实际应用可利用带宽的情况下保留带宽。通常，采用这种技术可在带宽可用时，通过支持连续的数据备份，实现企业备份窗口的扩展。

## 解决方案

### F5 让您梦想成真

F5 应用加速解决方案可实现出色的应用性能，并可显著缩减 WAN 成本。F5 通过以下方式可提供这些优势：从网络层到应用层监控网络条件的限制影响、调整协议行为以及控制所有等级的协议栈。

具体而言，F5 将先进的传输技术（如，适应性 TCP 加速、透明数据压缩以及会话感知 QoS）与一流的应用加速技术（如，动态对象高速缓存、应用智能代理以及应用智能加密）完美地集成。该系统受统计生成及监控引擎（具有应用网络行为实时管理能力）的支持。

F5 在 WAN 上实现了与 LAN 相似的应用性能。F5 解决方案加速了如 ERP、CRM、电子邮件、文件传输、数据复制及其它应用的速度，为所有 WAN 用户实现预期且出色的性能。

双端部署加速了 WAN 上所有应用业务。

F5 WAN 优化和应用加速解决方案部署于 F5 设备硬件之上。F5 数据中心模型 WANJet 500 具有容错和大规模可扩充的特性，其性能高达 622 Mbps。面向办事处部署的 WANJet 200 具有容错和无声运行的特性，其性能高达 2 Mbps。

### 典型的性能结果

#### 并无改善的 TCP 性能

在该示例中，Windows XP 客户端利用激活的 FTP 从 Linux Redhat 7.3 FTP 服务器中获得 10 MB 大小的文件。链路为 2 Mbps E1，往返延迟为 400 毫秒，下表为从加利福尼亚到亚洲的链路传输状况。

在此例中，很明显可以看到，一次 FTP 传输的链路利用率不超过 20%。当出现 1% 的数据包丢失时，TCP 性能下降了一半以上。向链路增加带宽也无法增加吞吐量。

#### WANJet 所具有的 TCP 性能，不支持 TDR

利用 WANJet 设备在网络中传输与上例相同的文件，数据包丢失率为 0%，此时 TCP 性能比原始性能提高了 5 倍。在数据包丢失率为 1% 的网络中，TCP 性能比原始性能提高了 12 倍。

#### WANJet 所具有的 TCP 性能，支持 TDR

利用 WANJet 设备传输与上例相同的文件，这次，采用 F5 的独家专利的透明数据压缩技术及拥塞管理算法，TCP 性能提高了 40 至 625 倍。第一个实例表明传输一个经过 3 倍压缩的 10 MB 文件性能提高了 40 倍。第二个实例表明传输一个相同的 10 MB 文件，此时，仅修改一半的字节，就可获得 78 倍的性能提高。第三个实例表明继续读取第一个或第二个文件，可获得 625 倍的性能提高。

需要特别注意的是，这些传输表明，有效的数据速率是原始 E1 有效速率的 3 倍至 44 倍。

## 结论

除带宽以外，WAN 上的应用性能还受到大量因素的影响。带宽可解决所有或是大部分应用性能问题的说法是无稽之谈。在网络等级上，应用性能还受到高延迟、抖动、数据包丢失以及拥塞的限制。在应用等级上，性能同样会受到限制，主要因素包括：并非专门用于 WAN 条件的应用协议的自然行为；参与过多信息交换的应用协议；应用本身的串行化。

F5 的应用加速解决方案能够识别出应用级和传输级行为之间至关重要的相互依赖。F5 解决方案可实现期望获得的应用性能，吞吐量可提高 3 至 500 倍，还能够在网络上提供广泛的应用性能，包括高质量、服务类别可管理的网络以及商品化基于尽力而为服务的 IP VPN。F5 应用性能解决方案所特有架构优势能够实现一流性能、大规模可扩展性并可在几个月内获得立竿见影的效果。