

The Design Philosophy of the DARPA Internet Protocols 阅读报告

刘泓尊 2018011446 计 84

TCP/IP 是 DARPA(美国国防部高级研究计划局)开发的用于包交换网络的协议簇, 包括 IP 协议和 TCP 协议, 已经被广泛应用在网络环境中。尽管该协议的详细信息已经被公开, 了解此协议构思的动机是十分必要的。尽管几十年来互联网协议发生了很多变化, 但其设计之初的原则和理念则一直被发扬。实际上, 在最初的标准中, 我们耳熟能详的“无连接”、“数据报”等概念甚至没有得到特别的强调, 这些概念到后来才成为 TCP/IP 协议的最突出特征。对 TCP/IP 协议和互联网设计理念的了解, 会让我们对互联网有更加深刻的理解。

TCP/IP 协议的目标

DARPA 互联网协议的首要目标是发展一个有效的互联网技术。在设计之初, 尽管只需要支持 ARPANET 和 ARPA 分组无线网络, 但是设计者们已经考虑到了扩展性, 预测将来会有其他种类的网络与之连通起来, 体现了初代设计者们独具的远见和雄心壮志。因为当时计划支持的网络大多采用分组交换技术, 科学家们自然选择了分组交换作为多路复用的技术, 而不是线路交换。而网关的存储转发分组交换技术, 则来源于已经在使用 ARPANET。综合考虑现有技术、现有设施的兼容性、以及一定的扩展性, 协议的首要目标被勾勒地顺理成章却又颇具远见。

进一步地, 如何实现“有效”的互联网成为了急需讨论的问题。制定者们因而指定了一组更加详细的目标, 用于规范网络的细节, 大体可以概括为: 持续性(Continue despite loss)、支持多种类通信(communication service)、支持多类型网络(variety of networks)、分布式资源管理(distributed management of resources)、经济实用(cost effective)、低连接代价(low effort host attachment)和可说明性(accountability)。并且这些细节有着严格的优先级排列: 由于网络建设的军事目的, 鲁棒性和持续性必须要优先于可解释性; 但如果最初用于商业目的, 其顺序可能完全不同。这些细节共同为连通现有的网络这一顶级目标提供支持, 但后面几条目标在当时很少被完整考虑或设计过, 甚至与实际用户的需求不匹配。

目标的细节阐述

为了实现传输的持续性, 网络必须保存好正在进行会话的状态信息, 因此人们选择了在网络末端获取并维护这些信息(fate-sharing), 也就是传输同步信息被存储在主机中, 主机连接在网络上并使用网络的服务。这种方式即容易实现, 又可以规避中间媒介故障。网关也因此成为无状态的分组交换机, 而维护信息的任务也落在每台主机之上。

为了支持不同的服务, 人们建立了 TCP 传输控制协议, 用于支持各种所需的服务类型。但是随着技术的发展, 人们依然发现了很多 TCP 无法支持的服务, 比如 XNET(跨互联网调试器), TCP 难以在调试环境下支持 XNET 的复杂性, 所以 XNET 被放在了数据报服务层; 此外还有实时性要求极高的语音通信服务。因此, 人们意识到并决定传输协议必须对可靠性、延迟和带宽有要求。为此, TCP 和 IP 协议应运而生, TCP 用于保障可靠的数据流传输, IP

用于提供数据报文这一基础构件。同时，以牺牲可靠性来换取低延迟的 UDP 也被提出。

为了包容不同的网络，TCP/IP 对网络提供的功能做出了一组最小的假设，即网络能传输数据报文。此外，对于可靠或顺序的传送这类没有被假设包含的服务，为了不依赖主机完成，这些服务由传输层构建，并对软件提供接口。

另一需要讨论的问题便是架构与性能之间的问题，在很多情况下两者是一对矛盾。一个好的设计应该兼顾两者，却又不能将两者做到极致。但是，作为协议本身，即便其部分要求不能转换为“具体实现”，依然应该为后续的实现者提供指导。

Datagrams 与 TCP

IP 协议提供的数据包是下层网络传输的实体，它消除了中间节点存储状态的需要，并且让多种服务可以基于此来实现；此外，数据报还描述了对网络最小化的假定，保证了不同类型的互联网可以被接入和合并。可以说，数据报是互联网达到上述目标的基础。但应注意到，数据报本身不能构成一个服务，很多服务的数据传输模型都比数据报更为复杂。数据报的流式传输特点也保证了网络的可持续性。

对于 TCP 的传输控制而言，设计者们最终选择了字节流控制，原因在于设计者想允许控制信息插入到字节流中，使得控制信息和数据能同时被识别；此外，选择字节流允许了数据包可以被分割，但实际上这一功能被 IP 层实现；但同时可能带来“数据包洪流”问题，因此，一个合理的设计是 TCP 同时提供数据包和字节的传输。

总结

基于 TCP/IP 协议簇的互联网架构毫无疑问取得了成功，并得到了十分广泛的应用。但从本文可以看到，协议的很多内容并不是一开始就被考虑到，协议中的部分目标也和实际需求或具体实现相冲突，比如数据报的存在与进行资源管理之间的冲突。因此在文章最后，作者也提出了探索下一代互联网架构的呼声。

从今天来看，这篇文章为我们解答了很多历史上的设计出发点，带给了我新的理解。但同时可以看到，互联网架构在设计之初也并不全面，比如安全性问题。尽管在当时没有这一需求，但是在今天网络安全已经成为十分核心的问题。也正因如此，我们更要了解设计者的初衷，不断发现问题、解决问题，让互联网的明天更加美好。