

## 计算机网络及应用（2020 秋）第四周作业

- 1、假设在你的 Web 浏览器中，你单击了一个链接来获得一个网页。相关的 URL 的 IP 地址没有缓存在你的本地主机上，所以需要执行一个 DNS 查询来获得 IP 地址。假设在你的主机从 DNS 接收到 IP 地址之前，访问了  $n$  个 DNS 服务器；连续访问的往返时间 RTT(roundtrip time)为  $RTT_1, \dots, RTT_n$ 。进一步假设与该链接相关的 Web 页仅仅包含一个对象，即由一个很小的 HTML 文本构成。以  $RTT_0$  表示本地主机和包含该对象的服务器之间的 RTT。假设对象传输时间为 0，那么从单击该链接起一直到客户端接收到该对象为止，经过了多长时间？

获取包含该对象的服务器的 IP 地址用时  $RTT_1 + RTT_2 + RTT_3 + \dots + RTT_n$ ，之后还需和服务器建立 TCP 连接，再接收对象，又用时  $2RTT_0$ ，所以一共用时  $2RTT_0 + RTT_1 + RTT_2 + RTT_3 + \dots + RTT_n$ 。

- 2、考虑使用一种客户-服务器体系结构向  $N$  个对等方分发一个  $F$  比特的文件，假定一种某服务器能够同时向多个对等方传输的流体模型，只要组合速率不超过  $u_s$ ，则以不同的速率向每个对等方传输。

- a. 假定  $\frac{u_s}{N} \leq d_{min}$ ，定义一个具有  $\frac{NF}{u_s}$  分发时间的分发方案。

服务器直接按照  $\frac{u_s}{N}$  的速率给  $N$  个客户发文件，由于  $\frac{u_s}{N} \leq d_{min}$ ，所以客户

的下载带宽不会成为瓶颈，所以每个客户下载文件的速率都是  $\frac{u_s}{N}$ 。总共

用时  $\frac{F}{\frac{u_s}{N}} = \frac{NF}{u_s}$ 。

- b. 假定  $\frac{u_s}{N} \geq d_{min}$ ，定义一个具有  $\frac{F}{d_{min}}$  分发时间的分发方案。

由于  $\frac{u_s}{N} \geq d_{min}$ ，所以服务器可以按照  $d_{min}$  的速率给  $N$  个客户发文件，这样

正好能利用客户的下载带宽。所以每个客户下载文件的速率都是  $d_{min}$ 。

总共用时  $\frac{F}{d_{min}}$ 。

- c. 得出最小分发时间通常是由  $\max\{\frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{min}}\}$  所决定的结论。

课上贾老师已经指出  $D_{CS} \geq \max\{\frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{min}}\}$ 。  $\frac{u_s}{N} \leq d_{min}$  时,  $\max\{\frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{min}}\} = \frac{NF}{u_s}$ , 所以  $D_{CS} \geq \frac{NF}{u_s}$ 。 而且我们已经设计出了分发时间为  $\frac{NF}{u_s}$  的一个方案, 所以  $D_{CS} \leq \frac{NF}{u_s}$ 。 结合起来就有  $D_{CS} = \frac{NF}{u_s}$ 。

$\frac{u_s}{N} \geq d_{min}$  时,  $\max\{\frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{min}}\} = \frac{F}{d_{min}}$ , 所以  $D_{CS} \geq \frac{F}{d_{min}}$ 。 而且我们已经设计出了分发时间为  $\frac{F}{d_{min}}$  的一个方案, 所以  $D_{CS} \leq \frac{F}{d_{min}}$ 。 结合起来就有  $D_{CS} = \frac{F}{d_{min}}$ 。

所以  $D_{CS}$  由  $\max\{\frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{min}}\}$  所决定。

3、考虑使用 P2P 体系结构向  $N$  个用户分发  $F$  比特的一个文件, 假定使用一种流体模型。为了简化起见, 假定  $d_{min}$  很大, 因此对等方下载带宽不会成为瓶颈。

a. 假定  $u_s \leq (u_s + u_1 + \dots + u_N)/N$ 。定义一个具有  $\frac{F}{u_s}$  分发时间的分发方案。

服务器先把  $F$  比特文件分为  $N$  份, 第  $i$  份大小为  $\frac{F}{u_1 + \dots + u_N} u_i$ , 并使用  $\frac{u_s}{u_1 + \dots + u_N} u_i$  的带宽把文件传给第  $i$  个用户。由于带宽正好足够, 所以能同

时分发  $N$  个文件, 所用时间为  $t_1 = \frac{\frac{F}{u_1 + \dots + u_N} u_i}{\frac{u_s}{u_1 + \dots + u_N} u_i} = \frac{F}{u_s}$ 。

每位用户将自己得到的那份文件传给其他  $N - 1$  个用户, 用时  $t_2 = (N - 1) \frac{\frac{F}{u_1 + \dots + u_N} u_i}{u_i} = \frac{(N - 1)F}{u_1 + \dots + u_N}$ 。

题目条件指出,  $(N - 1)u_s \leq u_1 + \dots + u_N$ , 故  $t_1 \geq t_2$ , 所以总用时为  $t_1 = \frac{F}{u_s}$ 。

b. 假定  $u_s \geq (u_s + u_1 + \dots + u_N)/N$ 。定义一个具有  $NF/(u_s + u_1 + \dots + u_N)$  分发时间的分发方案。

服务器先把 $F$ 比特文件分为 $(N + 1)$ 份，第 $i$ 份大小为 $F_i$ 。前 $N$ 份分别传给 $N$ 个用户，时间为

$$t_1 = \frac{F_1 + \cdots + F_N}{\frac{u_1 + \cdots + u_N}{N - 1}}$$

最后一份则以相同速率传给所有用户，

$$t_2 = \frac{F - (F_1 + \cdots + F_N)}{\frac{u_s - \frac{u_1 + \cdots + u_N}{N - 1}}{N}}$$

注意到题目条件指出 $(N - 1)u_s \geq u_1 + \cdots + u_N$ ，所以这是可以做到的。下面调节使得 $t_2 = t_1$ 可得

$$t_1 = \frac{F_1 + \cdots + F_N}{\frac{u_1 + \cdots + u_N}{N - 1}} = \frac{F - (F_1 + \cdots + F_N)}{\frac{u_s - \frac{u_1 + \cdots + u_N}{N - 1}}{N}} = t_2$$

整理可得

$$t = t_1 = t_2 = \frac{NF}{u_s + u_1 + \cdots + u_N}$$

- c. 得出最小分发时间通常由  $\max\{\frac{F}{u_s}, NF/(u_s + u_1 + \cdots + u_N)\}$  所决定的结论。

课上贾老师已经指出 $D_{P2P} \geq \max\{\frac{F}{u_s}, \frac{NF}{u_s + u_1 + \cdots + u_N}\}$ 。当 $u_s \leq \frac{u_s + u_1 + \cdots + u_N}{N}$ 时，

$\max\{\frac{F}{u_s}, \frac{NF}{u_s + u_1 + \cdots + u_N}\} = \frac{F}{u_s}$ ，所以 $D_{P2P} \geq \frac{F}{u_s}$ 。而且我们已经设计出了分发时间为 $\frac{F}{u_s}$ 的一个方案，所以 $D_{P2P} \leq \frac{F}{u_s}$ 。结合起来就有 $D_{P2P} = \frac{F}{u_s}$ 。

当 $u_s \geq \frac{u_s + u_1 + \cdots + u_N}{N}$ 时， $\max\{\frac{F}{u_s}, \frac{NF}{u_s + u_1 + \cdots + u_N}\} = \frac{NF}{u_s + u_1 + \cdots + u_N}$ ，所以 $D_{P2P} \geq \frac{NF}{u_s + u_1 + \cdots + u_N}$ 。而且我们已经设计出了分发时间为 $\frac{NF}{u_s + u_1 + \cdots + u_N}$ 的一个方案，

所以 $D_{P2P} \leq \frac{NF}{u_s + u_1 + \cdots + u_N}$ 。结合起来就有 $D_{P2P} = \frac{NF}{u_s + u_1 + \cdots + u_N}$ 。

所以 $D_{P2P}$ 由 $\max\{\frac{F}{u_s}, \frac{NF}{u_s+u_1+\dots+u_N}\}$ 所决定。

4、考虑一个具有  $N$  个视频版本（具有  $N$  个不同的速率和质量）和  $N$  个音频版本（具有  $N$  个不同的速率和质量）的 DASH 系统。假设我们想允许播放者在任何时间选择  $N$  个视频版本和  $N$  个音频版本之一：

- a. 如果我们生成音频与视频混合的文件，因此服务器在任何时间仅发送一个媒体流，该服务器将需要存储多少个文件（每个文件有一个不同的 URL）？

服务器端需要储存  $N$  个视频版本和  $N$  个音频版本的所有组合起来的文件，共有 $N^2$ 个。

- b. 如果该服务器分别发送音频流和视频流并且与客户同步这些流，该服务器将需要存储多少个文件？

此时不需要把视频和音频组合，所以只需要储存  $N$  个视频版本和  $N$  个音频版本，共有 $2N$ 个。