

不利之处。或许最大的问题是，每台PC机都有一个容量的硬盘以及复杂的软件必须维护。例如，当操作系统的最新版本发布时，必须做大量的工作分别在每台机器上进行升级。在大多数公司中，做这类软件维护的劳动力成本大大高于实际的硬件与软件成本。对于家庭用户而言，在技术上劳动力是免费的，但是很少有人能够正确地做这件事，并且更少有人乐于做这件事。对于一个中心化的系统，只有一台或几台机器必须升级，并且有专家班子做这些工作。

一个相关的问题是，用户应该定期地备份他们的几吉字节的文件系统，但是很少有用户这样做。当灾难袭来时，相随的将是仰天长叹和捶胸顿足。对于一个中心化的系统，自动化的磁带机器人在每天夜里都可以做备份。

中心化系统的另一个长处是资源共享更加容易。一个系统具有256个远程用户，每个用户拥有256MB RAM，在大多数时间这个系统的这些RAM大多是空闲的，然而某些用户临时需要大量的RAM但是却得不到，因为RAM在别人的PC上。对于一个具有64GB RAM的中心化系统，这样的事情决不会发生。同样的论据对于磁盘空间和其他资源也是有效的。

最后，我们将开始考察从以PC为中心的计算到以Web为中心的计算的转移。一个领域是电子邮件，在该领域中这种转移是长远的。人们过去获取投送到他们家庭计算机上的电子邮件，并且在家庭计算机上阅读。今天，许多人登录到Gmail、Hotmail或者Yahoo上，并且在那里阅读他们的邮件。下一步人们会登录到其他网站中，进行字处理、建立电子数据表以及做其他过去需要PC软件才能做的事情。最后甚至有可能人们在自己的PC上运行的惟一软件是一个Web浏览器，或许甚至没有软件。

一个合理的结论大概是：大多数用户想要高性能的交互式计算，但是实在不想管理一台计算机。这一结论导致研究人员重新研究了分时系统使用的哑终端（现在文雅地称为瘦客户机（thin client）），它们符合现代终端的期望。X是这一方向的一个步骤并且专用的X终端一度十分流行，但是它们现在已经失宠，因为它们的价格与PC相仿，能做的事情更少，并且仍然需要某些软件维护。圣杯（holy grail）应该是一个高性能的交互式计算系统，在该系统中用户的机器根本就没有软件。十分有趣的是，这一目标是可以达到的。下面我们将描述一个这样的瘦客户机系统，称为THINC，它是由哥伦比亚大学的研究人员开发的（Baratto等人，2005；Kim等人，2006；Lai和Nieh，2006）。

此处的基本思想是从客户机剥离一切智能和软件，只是将其用作一台显示器，使所有计算（包括建立待显示的位图）都在服务器端完成。客户机和服务器之间的协议只是通知显示器如何更新视频RAM，再无其他。两端之间的协议中使用了五条命令，它们列在图5-44中。

命令	描述
Raw	在给定的位置显示原始像素数据
Copy	复制帧缓冲器区域到指定的坐标
Sfill	以给定的像素颜色值填充一个区域
Pfill	以给定的像素模式填充一个区域
Bitmap	使用位图图像填充一个区域

图5-44 THINC协议显示命令

现在我们将考察这些命令。Raw用于传输像素数据并且将它们逐字地显示在屏幕上。原则上，这是惟一需要的命令。其他命令只是为了优化。

Copy指示显示器从其视频RAM的一个部分移动数据到另一个部分。这对于滚卷屏幕而不必重新传输所有数据是有用的。

Sfill以单一的像素值填充屏幕的一个区域。许多屏幕具有某种颜色的一致的背景，该命令用于首先生成背景，然后可以绘制文本、图标和其他项目。

Pfill在某个区域上复制一个模式。它还可以用于背景，但是某些背景比单一颜色要复杂一些，在这种情况下，该命令可以完成工作。

最后，Bitmap也是用于绘制区域，但是具有前景色和背景色。总而言之，这些是非常简单的命令，在客户端需要非常少的软件。所有建立位图填充屏幕的复杂操作都是在服务器上完成的。为了改进效率，多条命令可以聚集成单一的数据包，通过网络从服务器传送到客户机。

在服务器端，图形程序使用高级命令以绘制屏幕。这些命令被THINC软件截获，并且翻译成可以发送到客户机的命令。命令可能要重排序以改进效率。

论文通过在距客户机10~10 000km距离的服务器上运行众多的常用应用程序，给出了大量的性能