

早在云计算风行之前，我国的研究人员就提出了构想与之相类似的透明计算概念。

# 透明计算： 走在云计算之前

清华大学 陈康 郑纬民

虽然IBM公司第一次明确地将“云计算”这样一个概念以白皮书的形式提出，但实际上相关的思想已经在之前的研究与实践中有所体现。有意思的是，我国的计算机研究人员远在“云计算”这个名词提出之前就已经有了一个与之非常类似的构思，这就是透明计算。可以说，透明计算已经体现了云计算的特征，即资源池动态的构建、虚拟化和用户透明等。

中国工程院院士、清华大学计算机系张尧学教授领导的研究小组从1998年开始就从事透明计算系统和理论的研究，到2004年前后正式提出，并不断完善透明计算的概念和相关理论，最先在云计算所描述的范畴里面展开工作。在透明计算的模式下，用户的各种计算设备（简称客户机）不预置任何操作系统和应用软件，用户可以根据需求，在客户机启动时通过网络任意选择与客户机兼容的各种操作系统以及操作系统上的多种应用软件。从现在的观点来看，透明计算的思想与云计算的思想不谋而合，在研究与系统架构上最早展现了云计算平台的精髓。

## 透明计算概念

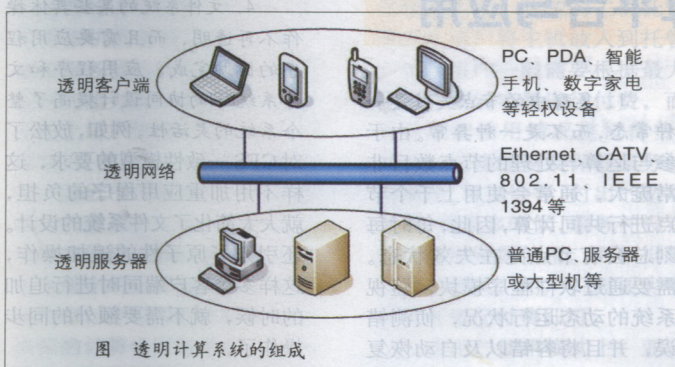
透明计算是一种用户无需感知计算机操作系统、中间件、应用程序和通信网络的具体所在，只需根据自己的需求，通过网络从所使用的各种终端设备（包括固定、移动、以及家庭中的各类终端设备）中选择并使用相应服务（例如计算、电话、电视、上网和娱乐等）的计算模式。

透明计算系统由终端设备、服务器和连接终端设备与服务器的网络组成。

附图显示了透明计算系统的组成。我们可以看到，理想的透明计算包括三个部分，一个是整合了当前PC、PDA、智能手机、数字家电等轻权设备的透明客户端；一个是整合当

前各种网络设备与互联设备的透明网络；最后一个是整合了大量计算能力较强或者很强的普通个人微机、服务器、大型机等透明服务器。从总体上看，透明计算构建在一个更加广泛的物理设备之上，运行环境更加灵活。

在透明计算平台下，我们把透明计算系统所使用的终端设备称为透明客户机或透明



客户端，把其中的服务器称为透明服务器，并把连接终端设备和服务器的网络系统称为透明网络。

透明客户机可以是没有安装任何软件的裸机，也可以是装有部分核心软件平台的轻巧性终端。

透明服务器是带有外部存储器的计算装置，例如PC机、PC级服务器、高档服务器、小型机等。透明服务器存储用户需要的各种软件和信息资源，同时还要完成透明计算系统的管理与协调，例如各种不同操作系统核心代码的调度、分配与传输，各种不同软件服务往透明客户机上的调度、分配与传输等过程的管理。

透明客户端与服务器的连接由透明网络完成。透明网络是指一种在目前常用的局域网或广域网基础上增加了特定通信协议的网络系统。这种网络系统可以基于以太网、CATV、802.11、IEEE 1394等传输系统，甚至是基于3G、4G的通信网络。

## 透明计算 要解决的问题

透明计算要解决的问题也是普通计算要解决的一些问题，同时，也是当前云计算平台构建的应用服务对象。具体说来这些问题如下：

1. 服务模式的转变。目前的计算机服务模式是由软硬件

系统的和谐共处问题。要解决这个问题，就需要发展和制定一种硬件和软件之间的标准接口与交互协议，屏蔽底层硬件和上层软件的异构性和差异性，从而使得不同厂商的操作系统和应用软件都能集成并运行在一个统一的标准平台之上。SOA (Service-Oriented Architecture)架构就是实现技术开放性，从而使得不同厂商开发的软件服务能够进行跨平台集成的一种有效方式。

4. 技术的透明性。技术透明则着眼于使用的方便性。主要有两个方面的含义：一个是指对用户透明，即用户不用关心和了解技术的各种细节，只需关心其使用，并保持过去的使用体验；二是对运行在透明计算平台上的各种操作系统和应用透明，即各种操作系统和应用软件不用关心和考虑透明计算平台的各种技术。各种操作系统和应用软件不需进行任何修改或者很少修改就可以直接运行在该平台上。对操作系统和应用而言，运行在透明计算平台上，与运行在通常的计算机平台上一致，没有任何区别，完全不用考虑服务器的位置、指令和数据存储与传输方式等。

5. 安全性。安全性是系统使用时必须要考虑的一个问题。为了在目前的软硬件平台上实现真正的从底层到上层的安全性，人们提出了可信计算(Trusted Computing)的模型和技术。在透明计算中，也需要解决计算和数据的安全性，实现可信的计算和数据服务。

清华大学计算机系的透明计算平台采用Intel EFI技术来研究开发能够实现透明计算模式的下一代产品。目前已经完成原型系统的开发，该原型产品在今年4月份的Intel IDF上进行了展示。该款产品如果产业化成功，将大大扩展机器的性能和产品的适用范围，构建一种应用广泛的新型云计算平台。

厂商设计好后统一提供给用户进行使用，用户能够在有限的范围内进行一些定制工作。这是一种以厂商为中心的服务模式。用户不能自由跨平台选择各种应用，更不能完全实现个性化的使用模式。透明计算，要实现以用户为中心的服务模式，恢复用户的主导地位。用户可以通过各种平台自由选择和使用的各种软件服务，实现软件即服务(SaaS, Software as a Service)。

2. 各种操作系统的和谐共处和普遍访问。在透明计算系统中，要支持各种操作系统和应用能够在同一硬件平台上和谐共处(运行)。这也是虚拟机(Virtual Machine)技术试图要解决的问题。其次，在透明计算系统中，还要能够实现各种操作系统和应用的跨平台普遍访问，即支持在不同的硬件平台上能够访问到用户定制的统一操作系统和应用环境。

3. 技术的开放性。技术开放也是为了解决各种操作