

信息技术与科学传播创新*

郭贺铨

首先回顾信息技术的发展：70年前发明了电视机，65年前发明了计算机，50年前发明了集成电路，45年前出现了光纤，40年前出现互联网，35年前出现个人计算机，30年前出现了移动通信，20年前出现了“WWW”，10年前第三代移动通信标准问世。可以看到，近半个多世纪以来信息技术发展非常迅速，集成电路促进了个人计算机的发展，促进了互联网和移动通信，反过来移动通信和互联网也促进了个人计算机和集成电路的发展，互联网影响了社会，移动改变了生活。

1 摩尔定律

信息技术发展最主要的推动力得益于集成电路的发展。每18~24个月，集成电路密度加倍，光传输系统传输容量每年加倍，存储器每9个月存储的密度加倍，显示器每两年像素加倍，无线通信的峰值速率每年加倍，软件每两年操作系统的规模加倍。

自1982年以来CPU性能提高了3500倍，内存的价格下降了45000倍，硬盘价格下降了360万倍，如果汽车的价格变动能够跟硬盘一样，那么今天买一部新车只要0.01美元。如果汽油的性能跟信息技术同样发展，今天一升汽油可以绕地球飞573圈。现在Hotmail为每用户免费提供5GB邮箱，如果Hotmail用1975年的技术提供服务，每用户的成本将高达1000万美元。这就是摩尔定律的作用。但是有人说摩尔定律现在很难往下走了，因为目前集成电路的导线已经做得非常之细，进一步变细则容易产生漏电，一旦漏电就会发热，因此做不下去了。但是

我们看到，两年前英特尔公司开发了高K栅介质，取代了二氧化硅栅介质，用金属栅极代替多晶硅栅极，材料和工艺的进步使得导线还可以继续做细，而不至于漏电。因此摩尔定律依然有可能继续，按照这个规律下去，2033年大家可以买到具有3PHz的CPU、1PByte的内存、0.5EByte的内存、0.25Tbps的上网速度的PC机。2003年我们用400美元买到的iPod只能存音乐，到2025年，400美元可以买到40个PByte的iPod，可存4000个美国国会图书馆的全部馆藏，全世界生产的电影都可以装到你400美元买的iPod里头，当然带宽也要跟上存储量的发展。

2 计算机体系的进化

计算机从集中计算，到个人计算、移动计算，现在手机可以当计算机用，将来还要有情景感知的计算。计算机从客户服务器的体系到客户集群，再到客户联网体系，以及到虚拟的服务环境，计算机的体系也在不断演进。

未来计算机发展，会出现智能接口、网格计算、生物计算、量子计算、人工智能、虚拟现实，等等，计算机从单机发展到了网络环境，移动计算、普适计算、云计算、透明计算，未来还会有基于新机理的计算模型，例如分子生物计算和量子计算。总之，计算机体系面临重大变革，各种新的技术将重构计算机的产业链。

3 传输技术的进化

50年代到80年代我们用的是模拟载波传输技术FDM（频分多路复用），像我们现在看电视一样，一个频道一套节目，中国创造了全世界

收稿日期：2010-12-03

作者简介：郭贺铨，中国工程院院士，光纤传送网与宽带信息网专家，曾任电信科学技术研究院副院长兼总工程师、中国工程院副院长。

* 本文根据发言稿整理而成。

最大容量的中同轴电缆载波 4380 路。高锟先生发明光纤以后，数字时分复用 (TDM) 技术进入干线通信领域，可以做到一根光纤传 2.5 Gbps (即每秒 2.5 G 比特)。后来发明波分复用 (WDM)，每一个波长都可以传输大容量的信号，现在一根光纤多个波长合计可以传 1.6 Tbps (即 1 600 Gbps)。

我们再进行使用正交频分复用 (OFDM)、偏振复用 (PDM) 和多电平调制 (例如 QPSK) 等多种技术，现在实验室已经可以做到一根光纤传 16 Tbps 即 2 亿电话电路。

对光通信系统的要求不仅是要大容量，还要求灵活性，所以出现了自动交换光网络 (ASON)，关于光的分组交换和突发交换的研究也在开展。回顾光通信发展过程，干线传输能力大约每 10 年增加 1 000 倍。

接入互联网的速率也在不断提高，过去上网 100 kbps，2000 年到 1 Mbps (1 兆)，现在 10 Mbps 和 100 Mbps，韩国提出 2012 年每个家庭将实现有线上网 1 Gbps、无线上网 10 Mbps。可见接入端口的速率几乎是每 10 年增加 10 倍。

我国在 1990 年前使用的移动通信是模拟电路交换制式，每个蜂窝小区用不同的载频来区分不同用户，这种多用户方式被称为频分多址 (FDMA)，频谱效率和业务能力都不强。我国现在常用的第二代移动通信 (2G) 是数字电路交换制式，GSM 使用时分多址 (TDMA)，CDMA 使用码分多址 (CDMA)，带宽只有 200 kbps 左右。2009 年年初中国政府发了三张第三代移动通信 (3G) 牌照，即 TD-SCDMA、WCDMA 和 CDMA2000。现在大家使用的 3G 已经是增强型的 3G，我们叫高速数据分组下行 (HSDPA) 的 3G，刚刚结束的上海世博会上，中国移动演示了演进型的 3G 即 TD-LTE，上网速度可以接近 100 Mbps。今年 10 月国际电信联盟在重庆召开了研究组会议，讨论了第四代移动通信的标准，中国提出的基于 TD-LTE 的演进的标准提案已入围第四代移动通信标准，只待通过相应程序批准，根据 4G 标准，数据卡和手机上网可达 100 Mbps，在家里可以不用网线下下载速度达到 Gbps 水平。

移动通信发展从第一代以频率区分用户，

到第二代以时隙区分用户，CDMA 用码道来区分用户，第三代基本上还是 CDMA，但 3G 的 LTE 已经转为正交频分多址 (OFDMA)，同时综合运用了多输入多输出天线技术，它的频谱效率更高。移动通信技术的换代发展使移动通信业务的峰值速率几乎以每 10 年 1 000 倍的速度加速前行。

4 互联网的发展

互联网的发展，从 80 年代以大型计算机和大型服务器为核心，到客户/服务器体系，现在随着终端能力的提升，又出现对等通信 (P2P) 模式。同样一个电影，你从服务器下载一小部分，另外一个用户下载另外一个小部分，1 000 个用户各自下载不同的 1 000 个小部分，然后互相交换，避免了服务器上千次重复发送的瓶颈，同时下载同一个节目的用户数越多其下载速度反而越快。

互联网最早是在现有通信网的基础上发展起来的，所以互联网当时讲的就是 IP on Everything，IP 可在任何已有的承载层上传送，只要这些承载层能传输数字信号。现在 IP 已经成了主流了，现在是 Everything on Web，各种各样的业务都可以以 Web 形式出现。原来人们上网是消费、是下载、是浏览。而现在随着即时通信、RSS、维基百科、社交网络等的出现，我们进入了 Web2.0 的时代，网民不仅是上网消费、而且参与；不仅仅是下载，还有上传；不仅仅在浏览，而且互相在分享。互联网从 Web1.0 到 Web2.0，未来还会出现 Web3.0，它是语义 Web，即智能化的，能够分析用户所需投其所好，互联网从浏览进化到交互以及智能服务。

我们现在都在谈云计算，云计算的底层有一个宽带网络，上面有设施即服务、数据中心即服务、平台即服务、软件即服务等层。不论多小的企业，都有财务问题，现在主管部门要求企业按规定的软件格式上报财务报表，假如某个企业很小，不买软件，可租软件，这就叫软件即服务；租了软件还要有计算机，也可以连计算机一起租，那叫平台即服务；租了以后还得有人操作，假如企业把这个任务也包出去，这叫数据中心即服务；如果把整个企业的信息化任务和设施外

包,那就是设施即服务。云计算是一种服务外包的概念。

回顾计算机和网络的发展,是从以计算机为中心的PC时代的网络共享,到以软件为中心的网络时代的信息共享,现在过渡到以服务为中心的云计算时代的资源共享,未来还会发展到以用户为中心,会带来什么新技术新应用还值得我们期待。

目前的智能手机与2001年的PC机,两者的能力相当,也就是手机的处理能力和内存相当于8年前的PC机。普通手机用户上网的比例只有1%~5%左右,可是用智能手机上网的用户比例达到了20%~50%。由于手机的数量远远多于PC机的数量,而且手机可以做到随时随地访问网络,未来互联网一定会从固定互联网发展到移动互联网。现在微博发展得比博客还要热,主要是因为它通过手机随时随地可以上传。现在的智能手机、iPad的出现,使手机越来越像计算机,而计算机越来越像手机,两者很容易融合。

另外,互联网的发展推动了三网融合,本来电话、PC和电视是三种不同的终端,现在融合功能的终端已经出现,再加上三网融合,可以使用任一种终端下载MP3,高速上网,同时还可以传输信息文件、推送邮件、观看视频会议、数字电视,等等,网络实现了数据、语音和视频的业务融合。

现在物联网很热,这是互联网应用的拓展。通过RFID和传感器等实现信息获取,然后通过通信网络实现信息收集,如果仅仅到此为止,收集的信息很多是垃圾信息,因此需要把这些信息进行智能分析和处理。这实际上是互联网向下延伸到感知层,向上扩展到智能处理层,提供了更透彻的感知、更全面的互联互通和更深入的智能化。物联网的效益体现在应用,例如智能电网、智能交通、智能物流、数字医疗等。

总之互联网出现了40年,40年来我们可以看到,从最早的美国国防部的ARPANET发展到公众互联网、全球互联网,还会发展到下一代互联网;它的主要技术从P2P到Web2.0,地址从IPv4到IPv6;它从联系平台、浏览平台、

交互平台到工作平台。美国有个游戏网站,大家上网不是玩游戏,而是花钱租它的软件工具来设计游戏,也可以设计服装、房子、汽车以及各种消费产品,年轻网民设计的这些产品很时尚,很受市场欢迎,因此很多企业都看重从这些网站收购新颖的设计。互联网的接入方式从有线到无线、移动、宽带,从拨号接入到永远在线;互联网的服务从网络服务到电信服务到媒体服务,还将扩展到物联服务;互联网从研究性的网络到商业性的网络,目前已明确将演进到泛在网。这是互联网40年来的演化,我们可以看到,下一代互联网的目标是可信的互联网、移动互联网、支持物联网的互联网、支持泛在网的互联网,追求宽带化、移动化、泛在化和安全性、可用性、可信性。

目前为止我国的移动通信普及率仍然低于世界平均水平10个百分点左右,固网普及率高于全球,互联网普及率刚刚达到世界平均水平,还有很大的发展空间。

中国的网民主要上网看什么呢?下载音乐、浏览新闻、搜索引擎、即时通信、在线游戏、在线或下载视频、收发E-mail、社交网络、博客、网上读书以及网上商城等。我们的应用有很大一部分是跟传播有关的,互联网已经成为一个新兴媒体,甚至对于很多年轻人,可以没有电视机,可以不看报纸,但是每天都会上网。网民不仅仅是网上内容的消费者,也是网上内容的生产者,网上很多内容是网民上传的,例如博客。

基于网络的知识传播包括基于网络的学习、基于网络的考试、基于网络的管理、基于网络的仿真、基于网络的培训等,网络是很好的知识传播与学习的平台。

5 创意产业在网络时代的发展

创意产业随着网络的诞生而诞生,按照联合国UNCTAD的定义,创意产业包括广告、设计、出版与印刷媒体、美术与摄影、博览、艺术与节庆、演出、视听广播、软件与游戏等,这是联合国关于创意产业的分类。

我们再看一下数字内容,它包括数字出版、数字游戏、电脑动画、数字学习、数字视频、

移动通信服务、互联网服务、内容软件等。创意产业与数字内容这两者有非常多的共同点，所以现在随着数字内容的产生，随着信息技术的发展，创意产业得到前所未有的机会。英国数字内容产业主席认为，数字内容是“媒体的另一种面貌”，强调将科技与创意相结合，数字内容与传统媒体内容的不同在于互动性的增加。

我这里举个例子，比如说在网上画一张图，图上有一人抛出一个飞盘，一只狗跳跃跟踪飞盘。在图上标出描述相应的人和物及动作的文字。根据这些文字上网去自动搜索符合其中之一条件的众多图片，其中有一些图片有人但不一定有狗，有一些有狗但不一定有人，有一些虽然有人也有狗但动作形状与图形匹配不好，从大量图片中筛选，然后把从不同图片中取出的人和物组合起来，最后可以拼出一张图来。使用这种方法可以用来做动漫，也可以做成视频。

创意产业链很长，包括内容提供（创意开发、制作发行和服务维护）、内容聚合（内容数

字化、存储管理和内容代理）、内容服务（内容管理和内容制作）、网络服务（带宽供应、流媒体和软件服务）、信息接收（客户端设备和软件）。创意产业起源于文化创意，内容涵盖音乐、表演、电影、电视广播、出版、艺术品等诸多方面，当然再进一步扩展就不仅是文化了，动漫设计、广告设计、软件设计、博览设计、时装设计、时尚设计、建筑设计、工业设计等，这些设计服务于信息制造业、造船业、汽车业、生物制造、新材料、化工制造、轻工业、农业、建筑业等。创意产业不仅仅是服务于未来人们的生活和文化，还可以应用到很多的产业部门。

最后，互联网和移动通信是 20 世纪对社会和经济最有影响的创新之一，通信网向着宽带化、移动化和泛在化发展，信息技术为科学传播提供了跨越时空的手段，信息网络为文化增添了新颖的内涵，信息网络为创意产业提供了信息平台，创意产业不仅是文化产业，其影响还辐射到工业、建筑业和现代服务业，科技和创新的结合将开创创新的未来。