



战略预警系列丛书

云计算 及其军事应用

熊家军 李 强 等 编著



科学出版社

战略预警系列丛书

云计算及其军事应用

熊家军 李 强 等编著

科 学 出 版 社

北 京

《云计算及其军事应用》编委会

编写组长 熊家军 李 强

编写组成员 （按姓氏拼音为序）

宾雪莲	蔡 莉	陈芳信	陈 新
郭乐江	黄志良	兰旭辉	李 刚
李 强	鲁汉榕	钱琼芬	石尚庆
汤景棉	田康生	王文琦	魏 忠
肖 兵	熊家军	杨瑞娟	郑 锋
周 焰			

前 言

不管你听没听说云计算,云计算已经触手可及。如果你使用过 Google、维基百科,那么就说明你已经享受过云计算的服务;如果你是 Apple 公司 iPhone, iPad 的粉丝,那么就离不开 Apple 公司的云——iCloud;如果你立志创业,那么最好借助 Amazon 之类的公司减低成本和风险;如果你管理着大型企业,那么要知道是否采用云计算技术已经成为企业信息化水平的重要标志;如果你关注 IT 领域的发展,就会看到 IBM, Microsoft 都把云计算作为最重要的战略在全力推进,同时 Salesforce, Facebook 等新公司搭乘云计算一跃成为了行业领头羊。

云计算是重大变革,还是概念炒作?什么是真正的云计算?云计算的核心技术是什么?云计算能否用于军事领域?一时间众说纷纭,企业界、学术界乃至政府、普通大众都参与到讨论中。

本书尝试从军事应用的角度看云计算,但并不试图轻率地给出上述问题的结论,因为我们相信:过早地断言只会禁锢创新的思想,无益于云计算的发展。一年多来,我们潜心学习、研究云计算,特别在云计算如何应用于军事领域方面进行了一些探索。我们建设了全军第一个“军用云计算技术实验室”,作为高性能计算与海量存储技术国家重点实验室的分室。我们与浪潮集团、中国移动通信研究院等致力于发展云计算底层核心技术的企业进行了密切的、全方位的合作。他们免费在我们实验室部署了自研的云海和大云系统,使我们能够在其系统平台之上探索各种技术方案,以及开展相应的测试验证工作,而并非是纸上谈兵。

本书第 1 章面向普通读者,用通俗的语言和实例讲述云计算是什么;第 2 章从云能够向用户提供什么服务的角度,说明云可以做什么;第 3 章重点介绍云计算数据中心怎么建、怎么管以及云与端设备的互动关系。这三章可帮助一般读者进一步了解云计算,也可以作为决策、管理人员的参考。第 4、5、6 章对云计算的几项关键技术(虚拟化、海量数据存储与处理、信息安全)进行阐述,既有浅显的问题背景与解决思路的描述,也有比较深入的技术原理分析;第 7 章从作战、训练、管理三个方面对云计算在军事领域的应用进行了展望,希望能够抛砖引玉;第 8 章对我军信息化建设中如何应对云计算的出现和发展进行了探讨,阐述了我们的观点和建议;第 9 章深入剖析了具有我国自主知识产权的“云海”云计算数据中心操作系统。

在本书写作过程中,我们搜遍了能够找到的各种书籍、论文、报道、技术资料,



发现国内关于云计算的书籍,从2010年起像雨后春笋般地不断涌现。它们从技术、用户体验、商业、社会及国家等不同角度出发,对云计算进行了阐述,有很多真知灼见,有很多观点的碰撞。在书中我们尽可能吸收其中的精华,结合我们的认识和理解,对相关内容用通俗易懂的方式进行组织梳理,在此向参考文献的各位作者表示衷心的感谢和由衷的敬意。

本书的编著者在繁忙的教学、科研工作之余,牺牲了大量休息时间,在有限的写作周期内完成了相应章节的写作。应该说,这是一本凝聚了集体心血与智慧的著作。但是,由于作者的研究深度和水平有限,书中的疏漏和不足一定不少,恳请读者不吝赐教。我们的Email地址是CLOUD_KJYJ@126.COM,也可以与空军预警学院军用云计算技术实验室联系。

作 者

2011年8月

目 录

前言	i
第 1 章 云计算导论	1
1.1 风起云涌“云计算”	1
1.1.1 电力革命的启示	1
1.1.2 计算模式的演进	3
1.1.3 云计算发展的技术驱动	9
1.2 众说纷纭“云计算”	13
1.2.1 什么是云计算	13
1.2.2 云计算能干什么	14
1.2.3 公有云、私有云与混合云	15
1.2.4 云计算与我们的生活	16
1.2.5 云计算与物联网	18
1.2.6 云计算与政府	19
1.2.7 云计算时代的挑战	21
1.3 身边的“云计算”	22
1.3.1 使用最广泛的网络搜索服务 Google	22
1.3.2 共享人类智慧的维基百科	24
1.3.3 便捷的网上交易电子商务	25
1.3.4 随时收发的网络电子邮件 Webmail	26
1.3.5 跨越时空的网络相册	27
第 2 章 云计算服务方式	28
2.1 软件即服务	29
2.1.1 什么是 SaaS	29
2.1.2 SaaS 的优势	30
2.1.3 SaaS 典型应用平台	33
2.2 平台即服务	35
2.2.1 什么是 PaaS	35
2.2.2 PaaS 的优势	36
2.2.3 PaaS 典型应用平台	37



2.3 基础设施即服务	40
2.3.1 什么是 IaaS	40
2.3.2 IaaS 的优势	41
2.3.3 IaaS 典型应用平台	43
第3章 云计算数据中心与端	46
3.1 云计算数据中心概述	46
3.1.1 从数据中心到云计算数据中心	46
3.1.2 什么是云计算数据中心	47
3.1.3 云计算数据中心的特点	48
3.2 云计算数据中心建设时要考虑的问题	49
3.2.1 安全性与信息保密需求	49
3.2.2 可用性需求	51
3.2.3 可伸缩性需求	51
3.2.4 高性能需求	52
3.2.5 可管理性需求	53
3.2.6 降低成本与节能环保需求	54
3.3 云计算数据中心的系统架构	59
3.3.1 总体结构	59
3.3.2 硬件结构	60
3.3.3 软件结构	62
3.4 云计算数据中心管理与维护	64
3.4.1 云计算数据中心的管理平台	64
3.4.2 云计算数据中心的的管理	66
3.4.3 云计算数据中心的维护	68
3.5 云计算系统中的端设备	71
3.5.1 云计算数据中心与端设备	71
3.5.2 云计算为端设备带来了什么	71
3.5.3 云与端协调发展	73
第4章 云计算与虚拟化	74
4.1 虚拟化的来龙去脉	74
4.1.1 虚拟化无处不在	74
4.1.2 虚拟化走进计算机	75
4.1.3 云计算与虚拟化的关系	77



4.1.4 虚拟化的正确定位	80
4.1.5 从市场角度看虚拟化的发展趋势	82
4.1.6 虚拟化发展中不能迷失方向	84
4.2 服务器虚拟化技术	85
4.2.1 什么是服务器虚拟化	85
4.2.2 服务器虚拟化核心技术	89
4.2.3 避开服务器虚拟化的认识误区	95
4.3 网络虚拟化	97
4.3.1 虚拟网卡	97
4.3.2 虚拟交换机	98
4.4 存储虚拟化技术	102
4.4.1 存储虚拟化概念	102
4.4.2 存储虚拟化的产生及特点	103
4.4.3 存储虚拟化产品及趋势	106
4.5 其他虚拟化技术	108
4.5.1 应用虚拟化	108
4.5.2 桌面虚拟化	110
第5章 云计算数据存储与处理	114
5.1 海量数据问题	114
5.2 海量数据与云计算	115
5.2.1 挑战与应对	115
5.2.2 云计算数据存储与处理关键技术	118
5.2.3 云计算数据存储与处理要达成的目标	119
5.3 大规模分布式文件系统	121
5.3.1 云存储与分布式文件系统	121
5.3.2 Google 分布式文件系统 GFS	122
5.3.3 Hadoop 分布式文件系统 HDFS	127
5.3.4 Amazon 简单存储系统 S3	129
5.4 大规模分布式数据库系统	130
5.4.1 云计算与数据库	130
5.4.2 关系数据库技术	132
5.4.3 新的应用需求	132
5.4.4 新的数据库技术	133
5.4.5 Google BigTable	136



5.4.6 Hadoop HBase	139
5.4.7 Amazon Simple DB	139
5.5 大规模并行处理与分布式计算	142
5.5.1 并行处理	142
5.5.2 集群计算	143
5.5.3 MapReduce	144
5.5.4 Hadoop	147
第6章 云计算安全	149
6.1 云计算安全问题	149
6.1.1 问题的提出	149
6.1.2 云计算安全概念	150
6.2 云计算面临的安全威胁	151
6.2.1 基础设施方面的威胁	151
6.2.2 数据方面的威胁	153
6.2.3 用户及资源方面的威胁	154
6.2.4 安全管理方面的威胁	155
6.2.5 隐私方面的威胁	156
6.2.6 法律风险	157
6.3 云计算安全对策	158
6.3.1 技术防护	158
6.3.2 安全管理	162
6.3.3 用户防范	164
6.3.4 法规保障	166
6.4 云计算的安全服务	167
6.4.1 基于云计算的安全防护解决方案	167
6.4.2 基于云计算的集中存储保密解决方案	169
6.4.3 基于云计算的身份管理解决方案	170
第7章 云计算军事应用展望	172
7.1 云计算在作战中的运用	172
7.1.1 提供可视化的战场环境信息支持	172
7.1.2 提供更科学的作战决策情报信息支持	173
7.1.3 提供更简捷的移动指挥平台	173
7.1.4 提供联合作战部队自主协同的信息支持	174



7.1.5 提供更翔实的战场救护与后勤保障信息支持	175
7.2 云计算在军事训练中的应用	175
7.2.1 构建全景式训练环境	175
7.2.2 提供全员参与对抗的训练平台	176
7.2.3 创新个性化训练模式	178
7.2.4 开展极限体验式训练	179
7.3 云计算在军事管理中的应用	179
7.3.1 提供形象的管理教育服务	179
7.3.2 提供更加有效的人员管理手段	181
7.3.3 提供全新的物资管理模式	181
7.3.4 提供全方位的军事管理信息服务	182
第8章 云计算在军队信息化建设中的应用策略	184
8.1 高度重视主动应对	184
8.1.1 云计算带给信息社会深刻变化	184
8.1.2 云计算将给军队信息化建设带来深远影响	186
8.1.3 云计算带来空前机遇	188
8.1.4 主动作为顺应主流技术发展	189
8.2 军民融合与特色发展	190
8.2.1 军队信息化建设要求军民融合发展	190
8.2.2 云计算需要军民融合发展	192
8.2.3 云计算的军民融合发展模式	193
8.3 需求牵引平稳推进	196
8.3.1 需求是推动力	196
8.3.2 软件是灵魂	197
8.3.3 集成整合是突破口	199
8.3.4 提升信息服务能力是根本	201
第9章 “云海”数据中心操作系统	203
9.1 设计理念与体系架构	203
9.1.1 云海设计理念	203
9.1.2 云海体系架构	203
9.1.3 云海与硬件设备	206
9.1.4 云海部署模式	206
9.2 云海虚拟化	207



9.2.1 虚拟化系统体系结构	207
9.2.2 CPU 虚拟化	209
9.2.3 内存虚拟化	210
9.2.4 I/O 虚拟化	211
9.2.5 网络虚拟化	212
9.2.6 虚拟机管理	212
9.2.7 快速部署	214
9.2.8 快照与恢复	214
9.3 云存储	214
9.3.1 云存储总体设计	214
9.3.2 分布式文件系统	215
9.3.3 集群文件系统	217
9.4 一体化资源监控	218
9.4.1 基本功能	218
9.4.2 技术原理	218
9.4.3 资源池	218
9.5 智能的资源调度	219
9.5.1 异常监测	219
9.5.2 负载分析	220
9.5.3 任务执行	221
9.5.4 失效控制	221
9.6 资源供应及计费	222
参考文献	224

第 1 章 云计算导论

什么是云计算？云计算与传统计算有什么本质区别？科学技术的发展历史能给我们提供什么样的借鉴和启示？云计算有着怎样的发展历史和发展动因？云计算有何用武之地？云计算与我们的工作生活有什么关系？我们实际上已经在使用什么样的云计算服务？让我们逐一来回答这些问题。

1.1 风起云涌“云计算”——>>>

跨入 21 世纪的我们是幸运的，因为我们生活在信息社会，经历了 PC 和互联网两次信息革命，我们的生活和工作因 PC 和互联网的发展变革，产生了巨大的变化。更为幸运的是，我们正面临云计算带来的第三次信息革命。与以往的 PC 革命和互联网革命类似，云计算革命将再次改变计算的模式，影响和改变我们的生活。云计算的出现可谓风生水起、铺天盖地、势不可挡。云计算成为当今 IT 界最热门、最时髦的话题。实际上，在国内外，无论是企业界，还是学术界；无论是实践探索，还是产业化应用，云计算在各个领域的不同层次均受到广泛关注。

历史是照亮未来道路的明灯，因为历史总是惊人地相似。在谈云计算之前，不妨先看一下电力革命的故事带给我们的启示。

1.1.1 电力革命的启示

1. 爱迪生与电灯泡的发明

灯光是人们赖以生存的照明手段，伴随着人类度过了无数漫漫长夜。18 世纪初，欧洲普遍使用煤气灯照明。煤气靠管道供给，一旦泄漏或堵塞，非常容易出事，人们殷切盼望照明的改革。

第一个发明电照明装置的人并不是爱迪生。早在白炽灯发明前几年，巴黎的街道就使用弧光灯照明，但弧光灯不适合家庭照明。天才的发明家、科学家和企业家爱迪生洞察到了电照明行业的巨大市场需求，他制订了一项堪称伟大的计划：不仅要改良电照明，还要创造一套供电系统向千家万户推广他发明的电灯泡。经过不懈的努力和数千次的挫折后，爱迪生发明了实用的白炽灯泡，并创办了爱迪生电力照明公司，生产大量电灯泡上市销售。为了让更多家庭用上电灯泡，1881 年，爱



迪生开始筹建发电厂。1882年,两座初具规模的发电厂投产:一家位于伦敦,为发电厂附近的邮局、教堂和旅馆供电,电压为110 V,电力可供1 000只灯泡用;另一家位于纽约,发电厂配置6台发动机,可供6 000只灯泡用电。爱迪生的发电厂利用蒸汽机驱动直流发电机,给用户输送直流电,由于直流发电机发电量少,功率在传输中损耗快,所以发电厂输送电力的范围是有限的,距离最远不超过1.6 km,只能供一栋房子或一条街道照明。

爱迪生不断完善直流发电机和电力传输系统,提高发电机的功率,扩大供电范围。电力革命促使当时的很多工厂和企业纷纷开始采用新的动力——电能来驱动各种生产设备,爱迪生公司生产的直流发电机和供电系统具有广阔的市场需求。

2. 特斯拉与交流电的产生

旷世奇才尼古拉·特斯拉曾在爱迪生的公司工作。1882年,继爱迪生发明直流供电后不久,特斯拉发明了交流供电,并制造出世界上第一台交流发电机。交流电最明显的优势是可以利用变压器变压,通过高压电实现远距离输电。相比交流电,使用直流电有较多的缺点和限制:直流电不便于长途传输,每隔1 km就要增设发电机组,直流电价格昂贵,并且效能也远远不及交流电。

令人遗憾的是,爱迪生不认为交流电比直流电好,他坚持认为发电厂应该走小规模和直流电的发展道路。爱迪生是一个企业家,他考虑更多的可能是公司的利益:小型的发电厂建得越多,卖掉的发电设备就越多。他不认为靠卖电也能赚大钱。爱迪生宣称特斯拉是科学界一大“异端”,他所倡导的交流电不安全,会威胁人类的生命安全,并屡次通过实验向人们展示狗和猫在通过交流电后,瞬间死亡的惨状,甚至发明了至今仍备受争议的死刑刑具之一“电椅”以证实交流电的可怕性。特斯拉后来离开了爱迪生的公司。1912年,特斯拉和爱迪生由于在电力方面的巨大贡献,同时被授予诺贝尔物理学奖,但是两人都拒绝领奖,理由是无法忍受和对方一起分享这一荣誉。

3. 百年科学奇迹尼亚加拉水电站

位于美国与加拿大交界的尼亚加拉大瀑布雄伟壮丽,川流不息的河水从四面八方汇聚而来,气势磅礴,以雷霆万钧之势倾泻而下,蕴藏着取之不竭的动力。1897年,举世闻名的尼亚加拉水电站的第一座10万马力(1马力=745.7 W)的发电站建成。尼亚加拉水电站采用了特斯拉发明的交流电发电机和交流电输电技术,成功地为35 km外的城市供电。至今,这套建成超过100年的电力设施仍然运作如常,可谓是人类近百年科学史上的一大奇迹。

实践证明,世界是何等需要交流电的存在!交流电发动机结构简单、供电稳定,电压可调控,易实现远距离输电。交流发电和远距离输送电力技术的发明和应



用,让大规模集中供电成为可能,每个企业都买发电机、处处建电厂才能用电的时代结束了。从城市到乡村、从平原到山区,电网覆盖的地区都可以获得电力的供应。企业用户只要根据自己的用电需求和使用量付费,便可从电力供应商处得到电力,驱动各种电气设备。千家万户只要接上电源,打开开关,便可以使用电视、洗衣机等各种各样的家电。电力革命大大促进了社会生产力的发展,深刻改变了人类的生活。同时,产业结构也因此发生了深刻变化,电力、电子、化学、汽车、航空等一大批技术密集型产业兴起,使生产更加依赖科学技术的进步,技术从机械化时代进入了电气化时代。

4. 规模经济的巨大效益

1990年,斯坦福大学经济历史学家保罗·戴维发表了一篇颇具前瞻性的文章,题为《发电机和电脑》。戴维教授希望经济学家们透过发电机的历史,了解当时正在进行的信息革命。

电力革命,不仅体现了交流电获得的技术胜利,更体现了大规模集中供应方式带来的巨大社会效益和经济效益。集中供应方式大大降低了社会产品和服务的成本,这就是规模经济的本质。规模经济体现在很多公共应用领域,如水、电、煤气,甚至包括我们所依赖的公共事业的服务方式:教育、医疗、交通、通信等。伟大的商业历史学家阿尔弗莱德·钱德勒的重要贡献之一,就是揭示了技术对企业组织形式的影响。他指出:“铁路和电报、轮船和电缆的出现,让企业成长为巨大规模成为可能。”毋庸置疑,交通和电信、航运、通信行业的兴起已经证明了这一精辟论断。同样,计算机技术、网络技术、虚拟化技术、分布式计算、网格计算和效用计算等多技术融合并综合发展的产物——云计算技术的出现,催生了 Google, Amazon 等拥有庞大用户群的 IT 企业,他们的云计算平台拥有几十万甚至上百万台计算机,其规模和能力不可限量,所带来的规模经济效益巨大。

长期以来,人们就有把计算作为一种公用设施来提供的梦想,希望互联网上的计算资源、存储资源能像水电和煤气一样,打开水龙头、打开开关、插上插头就能使用,用户不必花钱买计算机和软件,不用投巨资建设和维护信息基础设施,不用关心计算、存储和数据资源在什么地方,只需要关注能获得什么样的资源,获得什么样的服务。随着云计算的兴起,这种想法正逐渐演变为商业现实。

1.1.2 计算模式的演进

电子计算机出现以前,人类就发明了很多工具来进行计算。

古人描述的“运筹帷幄,决胜千里”情景,为我们刻画出了无数英雄豪杰的超人智慧与不凡眼界。其中的算筹,最早出现时间已无从考究,但它的出现,产生了最初的十进位制算法。祖冲之用算筹计算出了人类历史上第一个,精确到小数点后



第7位的圆周率。算盘携带方便,计算结果可以立刻显示出来。许多国家都出现过不同形态的算盘,我国的有梁穿珠算盘通过五进制或十进制的原理进行计算。英国人发明的计算尺是带对数刻度的计算工具,比算筹和算盘计算功能强大,除了乘除法,还可以进行平方根、指数、对数及三角函数的运算,使用复杂。如果与现在的电子计算机类比,算筹是“便携机”,算盘就是“台式机”,而计算尺显然就是“超级计算机”了。

计算模式是指人们使用计算机来进行信息处理和计算的方式。计算模式的演进包含主机计算、个人计算、网络计算和云计算4个阶段。

1. 主机计算

1936年,英国数学家、计算机科学家图灵证明了有些数学题的推导过程可以转换成机器的自动运行过程,这个机器就是计算机的理论模型(简称图灵机),他同时还从理论上证明了制造出通用计算机的可行性。之后,冯·诺伊曼在图灵理论基础上,提出了程序存储的思想。1944年,冯·诺伊曼加入美国军方主持研制的ENIAC项目,提出了存储程序通用电子计算机方案——EDVAC方案,EDVAC方案明确计算机由运算器、逻辑控制器、存储器、输入和输出5大部分组成,并阐述了5大部分的职能和相互关系。冯·诺伊曼扫除了计算机发展道路上的障碍,在计算机总体配置和逻辑设计上做出了卓越的贡献,被称为“计算机之父”。

1946年,第一台电子计算机ENIAC问世。ENIAC的出现,标志着现代计算机的诞生,它犹如一颗闪亮的新星,点亮了计算机发展史的漫漫长空,引发了计算技术的革命。ENIAC重30 t,占地170 m²,机器内部安装18 000个电子管。ENIAC在1 s内能进行5 000次加法运算或者500次乘法运算,需要200个计算快手一起计算2个月的炮弹弹道数据,用ENIAC计算只需3 s,为当时的美国军方提供了高效率的计算ENIAC。

ENIAC采用电子管器件工作,耗电量高达25 kW/h,电子管容易被烧坏,科学家们必须经常更换电子管。随着半导体技术的发展,晶体管登上了历史的舞台。晶体管寿命长、体积小、重量轻、速度快、功耗低、性能稳定,用它来代替电子管,电子线路的结构大大优化,电子设备的体积迅速减小。1954年,第一台采用晶体管的电子计算机TRADIC在美国贝尔实验室诞生。TRADIC装有800个晶体管,其计算速度达到了每秒几十万次。与ENIAC相比,TRADIC的计算速度产生了巨大的飞跃,计算机外形变小了很多,价格也降低了很多。晶体管计算机的问世,使得一些企业、政府部门和教育部门有能力购买大型的计算主机,广泛的应用需求促进了软件产业的发展。

尽管晶体管的使用缩小了计算机的体积,减少了故障,降低了价格,但离人们的计算要求仍有差距。1958年,德州仪器公司的杰克·基比尔研制成功了集成电



路。当时的杰克·基比尔做梦也想不到,42年后的2000年,77岁的他会因为集成电路的发明,荣膺诺贝尔物理学奖。相比晶体管,集成电路引出线和焊点少、可靠性高、性能好、成本低,适合大规模生产。集成电路的发明为现代信息技术奠定了基础,引领人类走进数字时代。集成电路的发明也为现代计算机插上了腾飞的翅膀。1964年,世界上第一台采用集成电路设计的通用计算机IBM 360系列研制成功。IBM 360系列有高、中、低档各种配置,能兼顾科学计算与事务处理,适合于各个方面的用户,具有360°全方位的特点。

IBM 360的研制耗费50多亿美元,甚至超过第一颗原子弹的研制费用。由于当时的计算机非常昂贵和复杂,计算机系统高度集中,大型计算机通常安装放置在一个大房间内,房间配有玻璃墙,参观的人只能透过玻璃墙欣赏里面伟大的电子奇迹。中等规模的公司或者大学才可能有一台或两台计算机,而大型的研究机构最多也就十几台计算机。一般的人员不能直接使用计算机,当用户需要使用计算机的时候,要把运行的程序和数据记录在卡片或者磁带上,交给主机操作人员,他们再将任务进行排序,根据优先级和先后顺序统一运行处理这些任务,计算结果出来后,再由操作人员分发给各个用户。这种基于大型计算机的集中计算方式,称为主机计算模式。

2. 个人计算

随着大规模集成电路技术的发展,计算机硬件的成本和体积大幅度下降,价格进一步下降。计算机朝着小型化方向发展,软件产业开始蓬勃发展。

1971年,英特尔发布了第一款商用微处理器——Intel 4004。其后,不同厂家生产的个人计算机纷纷登场亮相,如Altair ST,苹果I型,Commodore Amiga等。1981年,IBM推出其个人计算机——IBM PC,主频为4.77 MHz,微处理器是Intel 8088,采用DOS操作系统。IBM PC是第4代电子计算机的代表,同时标志着个人计算时代的开始。1982年,IBM宣布不再独立地制造软硬件,并公开了IBM PC的主要技术,形成了PC机的开放标准——PC/AT。不同厂家按照该标准生产的计算机部件都可以互换,相互兼容。从此以后,计算机制造商开始制造生产不同型号的IBM PC兼容机。由于微处理器发展迅速,更新换代快。从最早的Intel 4004,8008发展到Intel 80x86系列、Pentium系列乃至双核微处理器。个人计算机体积越来越小、速度越来越快、性能越来越好、价格越来越低,PC机以前所未有的速度向大众普及。在PC机这样前所未有的美好发展氛围中,青年时代的比尔·盖茨产生了他一生为之追求的美好梦想:让PC机走进千家万户,让每一张办公桌和每一个家庭都拥有一台电脑,当然,这些电脑里运行的都是他编写的软件。他的梦想当时看来是不可实现的,但现在却已经变成现实。

软件是计算机的灵魂。没有软件,计算机只是一个空壳,什么事也做不了。



1981年,专为IBM PC配套使用的字符界面操作系统MS DOS诞生了。1983年,微软推出了第一代视窗操作系统Windows,业界对其评价是“界面简陋却令人兴奋”,标志着计算机开始进入图形操作界面时代;1995年,微软发布了第一个完全独立的32位操作系统Windows 95,内置TCP/IP协议和IE浏览器,支持拨号网络功能。1998年Windows 98出现,浏览器与操作系统完美融合,其后发布的Windows 98 SE和Windows ME主要面向家庭和个人用户的PC操作系统。在商用操作系统领域,Windows NT,采用先进的技术,在安全性、稳定性上得到很大改进。从Windows 2000,Windows XP,Windows 2003,Vista直到现在的Win 7,操作系统在不断创新发展。英特尔的x86体系架构的微处理器和微软的Windows操作系统的完美结合进一步促进了个人计算机的普及,使英特尔和微软的“Wintel”联盟成为IT史上强强携手的成功典范。

个人计算机具备自己独立的存储空间和处理能力,相比大型主机,虽然性能有限,但针对个人用户来说,个人计算机可以完成绝大部分的个人计算需求。大量的计算从大型主机方式转变为分散的个人计算模式,也称为桌面计算。

3. 网络计算

1969年,美国国防部开始建设ARPA net。1972年,采用分组交换技术的ARPA net实现了2台以上的计算机之间的信息交换和电子文件的传送,传输速率为56 Mb/s。

1973年,ALTO ALOHA网络正式运行,并被命名为“以太网”,标志着计算机局域网的成功。1980年,IEEE 802委员会成立,专门研发制定局域网技术标准,推动了局域网技术的迅速发展和广泛应用。IEEE 802.3 10BASE-T双绞线星型总线以太网是局域网发展历程中的里程碑,可以在100 m的范围内实现信息传输,速率为10 Mb/s。

随着PC机和局域网的发展,数据和应用逐渐转向了分布式,即数据和应用跨越多个结点机,形成了新的计算模式,这就是客户/服务器模式(C/S)。C/S是一种典型的两层计算模式,前端是客户机,一般使用PC机,客户计算机运行客户端软件;后端是服务器,服务器是根据服务访问量而配置的具有更高处理能力的计算机。服务器运行服务器端软件,向其他计算机提供各种服务,如数据库、打印、文件服务等。打个形象的比喻,客户和服务器的关系就像孩子和父母的关系,孩子自己通常独立做自己的事,但如果需要,就向父母提出要求,父母则有求必应,父母响应孩子的请求,向他们提供服务;而父母则几乎不向孩子提出要求,得不到服务。“服务”概念首次出现在计算模式中,通过计算机网络,在不同的计算机上运行相关的软件,实现资源的共享,提供不同的服务。

1983年,美国国防部将TCP/IP作为网络连接的标准,打破了广域网与局域