

九十年代计算机技术和产业发展的 趋势与对策*

王 行 刚

(计算技术研究所 北京 100080)

提要 本文从当代计算机技术与产业发展的两大结构变化和四大导向技术,即:产业结构变化,产品结构变化;大规模并行处理技术,高速网络技术,多媒体技术和人工智能等方面阐述了该领域在九十年代的发展趋势和对策。



90 年代以来,受西方经济不景气的直接影响,计算机世界市场出现了少有的不景气现象,不少计算机生产厂商利润减少,甚至亏损,一再减员。另一方面,计算机产业结构也正在发生着重大的变化。

在上述计算机产业和市场发生动荡的环境中,计算机技术却在孕育着新的突破和更加迅速的发展。与此相伴随的将是计算机应用更大规模的大众化,以及应用水平的更大提高,最终导致计算机市场的再度兴旺。

为了突出说明 90 年代计算机科学技术与计算机产业发展大趋势,本文简记为两大结构变化和四大导向技术。两大结构变化,指产业结构变化和产品结构变化。四大导向技术,指大规模并行处理技术,高速网络技术,多媒体技术和人工智能。自然,计算机科学技术的领域相当广泛,热点很多,本文不拟一一涉及。

一、 产业结构:软件与服务业上升

计算机产业可分为两大部分:(1)计算机制造业,(2)信息服务业,或称软件与服务业。

1991 年由于世界经济不景气的影响,全世界计算机市场仅增长 4%。其中,软件与服务业却增长了 14%,销售额首次占了全世界计算机市场的一半,成为与计算机制造业鼎足而立的新兴产业。

软件与服务业不仅市场规模不断扩大,而且利润也不断增长,与硬件市场销售额增长速度下降、利润越来越薄的景象形成鲜明对照。例如,美国 IBM 公司以往的营业收入主要来自硬件,80 年代硬件营业额年增长率平均为 8%,预计 90 年代将下降为 1%,进入所谓的“硬件零增长时代”。IBM 软件与服务方面的收入近年来却迅速增长,1992 年上半年服务收入比上一年

* 参加本课题研究的还有陈厚云、王树林、秦志斌研究员。

同期增长 41%,软件收入增长 8%。在整个 IBM 营业额中,硬件和软件、服务收入之比,1990 年为 65:36,1992 年 6 月底为 52:48,预计 90 年代中期将为 40:60。再如,日本硬件与软件、服务业营业额之比,目前为 60:40,预计 1996 年时将上升为 40:60。可见,在 90 年代软件与服务业在整个计算机产业中的地位越来越突出,并将上长为计算机产业的主导。

市场变化牵引着产业结构的调整。世界上一些著名的计算机公司宣称,它们正处于变革时期,最根本的变革就是从以硬件为主的公司转变为提供解决方案的厂商(Solution supplier)。一些有影响的评论指出:“决定计算机如何制造并不能创造真正的价值,唯有决定计算机如何使用才能创造真正的价值,”主张把重心转向附加价值高的软件与服务上来,使计算机应用更富成效。

软件与服务业务的业务范围很广,包括软件产品、专业服务、网络服务、集成产品、系统集成等。目前一些国家(如日本)继硬件、软件之后确定把服务作为第三种商品体系。所谓服务商品化就是把各种服务项目的内容与价格明确化,服务体系化则指按不同的服务对象、不同的系统类型、不同的服务内容分门别类地提供系统化的服务商品。

在各种信息服务业中,引人瞩目的是系统集成服务业的发展。这种高级形态的新服务,是根据用户的需求,提出一个完整的解决方案(Solution),包括从经营战略的分析研究到信息系统需求定义、系统设计、开发、测试与维护,提供全套服务。系统集成服务厂商要对所承包的整个系统的功能、实效、完成时间负全面责任。目前,系统集成服务业已具相当规模。例如,美国系统集成服务业的营业额 1990 年为 72 亿美元,预计 1995 年将达到 212 亿美元,平均年增长率高达 24%,将居信息服务业之首。因此,有的评论声称:“以硬件导向正走向末路,系统集成与服务决定胜负的时代已经到来。”

自然,强调软件与服务的重要性和上升的发展趋势,并不是主张放弃硬件或容忍硬件落后于人。以自家之毛附别家之皮,也难免不出现进退失据的局面。而要振兴计算机硬件则必需振兴微电子技术和半导体工业。实际上,作为整个高技术发展核心的半导体工业已成为一个国家生死攸关的战略工作,其发展趋势与对策是另一个值得专门研究的大课题

二、 产品结构:开放系统占据引导地位

计算机系统可以有多种多样的分类方法。例如,按系统结构可分为“单指令流—单数据流”(SISD)系统、“单指令流—多数据流”(SIMD)系统、“多指令流—多数据流”(MIMD)系统。或者按系统规模大体上划分为巨、大、中、小、微型。或者按系统用途分为通用与专用,或科学计算、事务处理、过程控制等用途,或军用与民用等等。然而,值得重视的一种分类方法是,从用户的观点来观察计算机系统产品,则可分为两大类:封闭系统(专有系统)和开放系统。

开放系统(open system)概念是由计算机用户、独立的软件厂商和计算机工业中、小厂商共同掀起的变革之风,求助于标准化来改变软件的开发和运行环境,以有利于保护用户的软件投资。

开放系统的概念和具体规定,特别是标准,对任何人都是公平的,而且欢迎不同的厂商、个人参与其概念的形成、标准的制定。这与某些公司控制的封闭系统概念是迥然不同的。开放系统与具体的硬件环境无关,从发展角度和可扩充性上看它也是“开放”的,而从市场角度看,它使原先被封闭系统占领的市场重新“开放”,让计算机工业界的“后来者”有机会去占领“先登

者”的领地,也为用户提供了选择产品的更多机会。因此,这种从根本上会受到用户欢迎的产品类型,近十几年来越来越多地面市,正在占据引导地位,成为计算机产品发展的大趋势。

由于“开放”具体体现在“标准”,实际上标准将引导潮流,因此围绕着标准的制订,国际上各种集团、联盟(如 X/OPEN 组织、“开放系统基金会”(OSF)、UNIX 国际公司(UI)、“开放系统用户联盟”等)一直进行着激烈的竞争。这种竞争既是技术之争,更是商业利益之争。

用户不仅着眼于单一的计算机系统应当开放,并且希望多厂商设备能够实现开放系统互连(open system interconnection, OSI),从而实现开放大系统。正如单一计算机系统产品经历着从封闭系统向开放系统发展一样,多计算机互连的计算机网络也正在经历着从封闭网络向开发网络发展的过程。目前,大大小小的计算机和通信厂商都在致力于研究开发实现多厂家设备互连、互操作的网络产品。

三、并行处理:MPP 巨型机地位迅速上升

在计算机技术与产品的发展过程中,历来存在着向“一大一小”两头发展的趋势。“大”的方面追求无止境的高速度、高性能、强功能、大系统、巨系统。“小”的方面则不断的缩小化,从大到小,从小到微,从台式 PC 到笔记本型、掌上型 PC,无止境地向一切可能的应用领域渗透。

当前,在这“一大一小”两端业已形成两种产业、两个市场,即巨型机和微型机的产业与市场。在一些国家,发展巨型机产业一直是政府行为;发展微型机,特别是 PC 机主要靠企业行为。目前,世界 PC 机市场规模约 500 亿美元,巨型机市场为 20—30 亿美元。PC 机是有钱便可买到,巨型机则有钱也难买,特别是属于当时最高或较高性能的巨型机根本禁止向中国出售。

巨型机(Supercomputer)与 PC 机市场的规模之比尽管有一、二十倍之差,但是巨型机技术却是计算机技术发展的先导技术,并且是整个高技术领域的关键技术,乃至是国家综合国力的表征!

90 年代以来,美、日之间展开了巨型机大战。美国的“高性能计算与通信(HPC&C)计划”(1992—1996 年),目标是每秒万亿次浮点运算(TFLOPS)的计算机系统和千兆比特/秒(Gbps)计算机网络等。日本则提出了投资为 HPC&C 计划的 3 倍的巨型计算机发展计划,开展高技术基础设施建设(发展 10 个巨型计算中心),推行高技术全球进攻战略,并宣称这就是日本的“生存之路”。此外,欧洲在 1991 年也制订了 Tera-FLOPS 计划,也要在 1995 年前推出 TFLOPS 计算机。

要达到上述的甚高性能,取决于系统中单元处理机性能及其数量、并行算法、并行处理支撑软件等诸多因素。按计算机系统结构分类,目前巨型机世界市场实际上只有两大类:

(1)SIMD 流水线控制的巨型机(或称向量巨型机)。这类系统中单元处理机的个数较少(1—8 个),但每个单元处理机都有较高的处理速度。自 1976 年 CRAY—1 问世以来,这种传统的巨型机市场规模 1990 年为 9 亿美元,预计 1995 年可达 15 亿美元,年增长率 12%。

(2)大规模并行处理(massively parallel processing, MPP)巨型机。这类系统又分 SIMD 和 MIMD 两种结构。在 SIMD 结构 MPP 巨型机系统中,单元处理机个数成千上万。在 MIMD 结构巨型机系统中,单元处理机个数和性能均居于向量巨型机和 SIMD 结构 MPP 巨型机之间。MPP 巨型机自 80 年代末问世以来,其市场规模 1990 年为 1.65 亿美元,1991 年为 2.71 亿美元,增长了 65%,预计 1995 年将迅速增长到 7 亿美元以上。虽然目前 MPP 巨型机只占巨型机

销售额的 27.7%,但它已开始取代传统向量巨型机和大中型主机,在计算机的高层次部分引起了革命性的变化。

过去,巨型机用户一向是政府机构,现在已发生明显的变化,在企业部门的应用范围日益扩大。又由于 MPP 巨型机与向量巨型机相比,有更容易实现高速运算且成本较低等特点,因此近年来一些计算机公司及时转向 MPP 技术的研究和产品开发。在围绕美国 HPC&C 计划而展开的巨型机奥林匹克竞赛中,第一个目标是 1995 年前达到每秒万亿次浮点运算;第二个目标是 2000 年达到每秒百万亿次浮点运算,这些目标甚至可能提前达到。

巨型机在向 TFLOPS 数量级迈进的过程中,必将进一步成为高技术产业的支柱、国防上的重要武器以及模拟自然和人类社会现象等科学研究的先进工具。

四、 计算机通信:网络高速化进程加速

计算机通信是计算机技术与通信技术相结合而产生的。它既是计算机系统技术中的基本技术,特别是组织大系统的基本技术;也是通信技术中的新技术,通信网的新业务。

计算机通信网在 50 年代至 70 年代首先是从广域网(WAN)领域起步的,计算机通信速率一般在低速范围(几至几十 Kbps)。80 年代局域网(LAN)迅速发展和应用,计算机通信速率上升至 1—10Mbps,使原来计算机间的“松散”联系变得“紧密”多了。90 年代以来,无论是 LAN 还是 WAN,计算机通信技术都加速了其高速化的进程:100Mbps 的“光纤分布数据接口”(FDDI)已作为商品上市并应用。一些国家范围的计算机通信网络的数据速率已从 1.544Mbps 上升至几十 Mbps(如 45Mbps)。随着通信网从模拟网向数字网的换代改造的进程,特别是向 B-ISDN 的方向发展,计算机通信的物理网将面临千兆比特/秒(Gbps)的数据速率。

在实现计算机网络的高速化的过程中,需要克服当前高速传输媒体与低速通信软件之间的矛盾,开展新的高速协议(可谓之“轻型”协议)、网络协议的高速实现(如引用并行处理技术)以及计算机通信与 B-ISDN 的结合方式等的研究。

在计算机网络更大范围、更大规模推广应用的过程中,需要更好地解决实现多厂商设备互连、互操作的产品技术,这不仅要进一步制订和完善 OSI 各层次、特别是高层网络协议的“基本标准”,还应研究制订网络协议的“实施标准”,特别是“国际标准化的轮廓集”(ISP),并且加强网络协议一致性测试等协议工程的研究与实践。

五、多媒体技术:导向世界电子市场的融通化

90 年代世界电子市场出版的最显著、最重要的新景观是融通(merger)现象,即计算机、通信设备和消费类电子产品之间互相融汇贯通,出现了以多媒体技术产品为核心的大市场。这种现象的科学技术背景是,各学科的发展日益走向综合化。事实上,进行多学科综合研究反映了人类认识、研究世界能力的提高,也充满着科学技术创新的机遇。

计算机原来以处理数据为主,后来增加了文字、图形和声音处理能力,而其功能的关键性扩展在于与数字频视(Video)技术的结合,从而具有处理图象、特别是处理活动图象的能力。这样就使计算机朝着人类接受和处理信息的最自然的方式发展,即声图文一律化,视听一体化,彻底解决人机界面的友好性。多媒体计算机将随着硬件成本的降低、应用软件的增加以及标准化的进展,迅速推广至销售、演示、印刷、仿真、教育、医疗、娱乐等诸多方面。

多媒体通信将是继电报、电话、数据等通信业务之后的一种新通信业务。其特点是:用户通

过一次呼叫,即可进行具有多个连接(实连接或虚连接),多用户(人、计算机或数据库)参加,支持时间、空间上有同步关系的多种信息媒体(声音、数据、文本、图形、图象),而且在一次通信会晤中可以增、删资源和用户。

90 年代初期,国际上在发展多媒体通信技术方面主要致力于:制定各种图象、语声压缩的国际标准,研制能实现这些国际标准的 LSI 器件。一些有名的半导体厂家现在已经能提供这类专用芯片,例如实现 MPEG 标准的芯片能对带有伴音的全活动图象进行具有录相质量的满屏(分辨率在 352×240 左右)、实时(25—30 帧/秒)编码。

目前,多媒体计算机与多媒体通信技术尚处新兴发展阶段,两者的结合更是一个激发人们探索的新领域。多媒体技术的发展和运用无疑是充满生机的,甚至可能出现多媒体技术主宰信息时代的前景。

六、人工智能:攀登信息领域高技术的制高点

人工智能(artificial intelligence, AI)经过 30 多年发展,已经从实验室走向市场,对社会、经济、科技的发展和人民生活质量的提高产生了重大影响,并将进一步给社会带来深刻变革。

AI 是研究将人类智能机械化,并设计制造出脱离人们的装置,用其模拟人类智能行为的学科。在尚未弄清人脑工作机理的现实情况下,正采用仿生、模拟、模型的方法,研制一些软、硬件,解决一些当前亟待解决的重大课题。

AI 的理论基础尚不成熟,但已取得了一些进展,其中比较活跃的领域有:专家系统与知识工程、工业机器人、机器学习、自然语言处理、分布式人工智能、虚拟现实、智能计算机和人工神经网络等。在 AI 的应用方面,最富有成效的是专家系统和工业机器人,例如专家系统已在几千个领域中得到了应用。

发达国家的科学家们在 80 年代就已展开了 AI 极大地提高生产力以后将给社会带来深刻变革的讨论。讨论的内容涉及劳动就业、财富分配、思想观念、民主程度和军事应用等方面。主要讨论的是发达国家内部的社会影响,也涉及到南北关系。40 年前当计算机进入实用阶段以后,从来没有展开过类似的讨论。而今天在 AI 开始进入实用阶段的时候,这种讨论便及时地展开了。这说明,人们已经预感到 AI 是一门开拓未来的关键技术,意识到它的发展必然引起社会的深刻变革。正因为如此,AI 一直受到许多国家的高度重视,不仅信息技术等自然科学工作者,而且包括哲学等社会科学工作者都对 AI 深感兴趣。

七、问题与议论

1. 政府行为与企业行为

面对冷战结束后的世界新格局,各国都在探索科技新路线,积极调整或大幅度调整科技发展的方针政策。西方各国为复苏经济正千方百计加强政府对科技发展的干预力度,并且制定了引世人瞩目的大型科技发展计划,如在信息技术领域里有美国的 HPC&C 计划、日本的“现实世界计算”(RWC)计划等。这些以导向技术为主体的大型综合计划,主要体现了政府行为,而不是企业行为。通常企业行为只能取得“局部”成功,而许许多多“局部”成功并不一定意味着“全局”的成功。政府行为正在于保护“全局”的胜利,即对国家综合国力而言的全局利益上的成功。

中科院的存在本身主要是政府行为。在进行深入的结构性调整时有必要审度自己担负的

政府行为的范畴,着力建立在此范畴内新的研究体系、组织结构与运行机制。信息技术领域许多重大的高技术项目,对经济发展有重要影响,它必须既有“长线”计划,也有“短线”安排,即使是“短线”项目也应当有政府行为而不只靠企业行为,才有利于保证长远的、全局的利益。

2. 正向发展策略与逆向发展策略

信息技术和信息产业可以划分为三个层次,从内向外依次是:(1)基础层,以微电子集成电路、光纤为代表;(2)设备层,以计算机、交换机、磁盘、光盘为代表;(3)应用与服务层,以计算机与通信应用系统和信息服务业为代表。发展信息技术和信息产业大体上有两种发展策略。(1)正向发展策略。起点和重点放在基础层,逐步地、有节奏地推向设备层和应用层,层层都发展扎实,相互间形成良性循环;(2)逆向发展或并行发展策略。各个层面的技术和产业不必依靠国内下一层的基础和条件,各自寻求在国际条件下可能的最佳发展,在积累资金、技术和取得适度规模的同时,再促进各层间依存关系的形成与发展。

在 50 年代至 70 年代中期,中科院在计算机科学技术的发展策略可谓正向发展策略,从基础、设备到应用全面发展,通过研制国内领先水平的计算机来促进国家计算技术水平的提高。这一时期的主要问题是,缺乏建立计算机产业的思想,计算机科学技术的发展和计算机产业的形成实际上完全脱钩。

70 年代后期以来,中科院上述计算机技术发展模式和结构被计算机引进洪流冲击得不成形了。根据当前的国情和院情,可考虑作以下一些结构性调整:(1)从整个国家信息产业的三层结构来看,中科院的机构宜主要定位在“应用与服务层”,并且在有选择的若干“基础层”和“设备层”领域着力发展。(2)在信息服务业中,中科院又宜重点发展知识密集和技术密集的“系统集成”服务业。这类机构或企业具有技术水平高、成就显示度大等特点,与中科院的地位比较相称。(3)以“系统集成”单位为龙头,聚合已经松散的各种研究、开发、生产力量,重新组合,形成新的技术、经济共同体。在建立上述“总体部”性质的龙头单位的同时,还应着力形成和发展各种专业化的、相对小型的软件和服务业实体。前者好比“金线”,后者好比“珍珠”,金线串珍珠才能光彩夺目。

3. 以导向技术为主体的大型综合计划。

有远见的政府行为,集中体现在制订大型的综合研究计划或规划,特别是制定前后有序的发展计划系统。虽然我国不乏各种科学技术计划,中科院也不乏重大、重点项目,但在计算机领域缺乏堪称大型、综合、在国内外有重大影响的、前后有序的科学技术与产业结合的系列计划,这实在是一大缺陷。

今后十年是跨世纪时期,也是冷战结束后世界格局的转换期。在这个重要的历史时期,中科院尤有必要注视、深入分析国内外计算机市场的竞争态势,从实际出发,立足国内,抓住几项导向技术,挤出必要的经费,制定相关的学科与产业发展紧密结合的综合发展计划,首先通过争夺这些新领域的本国市场,而在信息技术世界市场上占领一席之地。

王行刚 1957 年毕业于清华大学,长期从事计算机系统、网络、应用的研究与总体设计。现任中国科学院计算技术研究所研究员,中国科学院计算机与通信应用系统总体部主任,国家高技术计划通信技术领导小组成员,中国太平洋经济合作全国委员会科技分委员会委员,香港工业及科技发展局 Technology Review Board 成员,《计算机学报》副主编,《中国计算机用户》杂志编委会主任等。