

软件工程

CASE

信息工业

6

26-30 计算机科学1995 Vol. 22 No. 2

对计算机辅助软件工程的若干看法

黄日日 杨美清

(北京大学计算机科学与技术系 北京100871)

TP311.5

A

摘要 本文从国家经济信息化角度出发,讨论了计算机辅助软件工程(CASE)的实质、发展过程、技术分类及其现状与未来研究方向。

关键词 计算机辅助软件工程(CASE), 软件产业, CASE 平台, CASE 环境, 集成机制, “青鸟”系统。

一、引言

现代科学技术作为推动经济社会发展的巨大力量,已经为世界各国所关注,几乎所有的国家都在努力地抓住世纪转换的关键时刻,大力推进高技术的研究及其商品化的产业化。二十世纪九十年代,国际上出现了六大技术领域(信息、生物、新材料、新能源、空间和海洋)、九大技术产业(软件、生物工程、生物医药、光电子信息、智能机械、超导、太阳能、空间和海洋),这就是所谓的高技术。在六大技术领域中,信息技术是至关重要的,它对社会经济的繁荣起到了关键作用。在本世纪60年代至70年代,美国信息业的从业人员超过了就业人员总数的一半,信息业产值也超过了国民生产总值的一半,这就使得美国的经济从传统的工作经济转化成信息经济。如今美国信息业从业人员占就业人员总数的2/3。显然,信息业对美国的强大综合国力起到了无可厚非的作用。为了进一步提高信息交流的速度和利用效率,克林顿政府又提出了建设“信息高速公路”计划,并从立法和财政上予以支持。所有这一切都说明了信息业对国家利益的重要性。我国也加快了信息业的建设,成立了“全国电子信息系统推广办公室”,旨在推广电子信息技术的应用和整个国民经济的信息化,“三金”工程就是推进国民经济信息化的一大举措,其中“金桥”工程就是要建设我国社会经济信息网络平台和国家公用经济信息网络(亦称为“信息国道”)。“金卡”工程是一项电子货币工程,目的是使金融电子化;“金关”工程是建立国家对外经济贸易信息网,实现电子资料交换(EDI)和无纸贸易。三金工程以至

国民经济信息化的实现,必须依靠软件产业和电子信息产业的发展,据估计,实施“三金”工程需要系统软件16.5万套,支撑软件22万套,工具类软件2千套,应用类软件12.4万套,价值估计在27.7亿元人民币左右。有专家认为,以软件为核心的电子信息技术是最先进的生产力,软件将成为未来世界经济、科技发展的制高点。

目前,我国已形成了一定的软件开发和产品小规模生产能力,软件的应用、服务也有了蓬勃发展,但作为一个产业来说还处于初级阶段。软件产业建立的主要标志是应用社会化、开发工程化、产品商品化和经营企业化。与先进国家相比,我国有明显的差距,除去社会、经济、教育、国际竞争等原因,在软件产业技术和规模上没有达到产业化标准和要求是问题所在。软件开发手段、工具、环境等基础设施落后,导致商品化软件少、软件生产方式落后。在目前实施经济信息化战略的形势下,对软件生产工程化、标准化和现代化的要求已经非常迫切了。

要实现现代化、工程化的软件生产规模,就必须发展一套方法论和支持实现这套方法论的手段,这便是计算机软件领域的一个分支——CASE(计算机辅助软件工程)的研究范畴和目标。总的说来,CASE就是要为工程化的软件生产提供计算机化的支持,以期提高软件生产率和最终软件产品的质量。

就CASE的研究和开发而言,我国起步于八十年代,至今已形成了一定的研究和开发力量。以杨美清教授为代表的北京大学计算机科学与技术系在国家六·五、七·五、八·五期间对CASE理论、技术和产品进行了集中的研究,取得了多项成果,并推出了商

黄日日 博士研究生,主要研究方向是软件工程、数据库,杨美清 教授,博士生导师、学部委员。

品化的 JB1 型 CASE 平台,它有工作站、微机 and 便携机三个版本,能够支持软件开发过程的全生命周期的各个阶段。目前 JB2 型 CASE 产品即将推出,其在方法、技术和所支持的目标上都已达到国际先进水平,为我国 CASE 产品的国产化以及行业的发展作出了贡献,并已建立起一支从事 CASE 产业的 RDC (研究、开发、商业)队伍,具有相当的研究、开发实力和商业潜力,预计于九·五期间能开发出更好的 CASE 产品,并推入市场。

二、生产技术、协调技术和组织技术

在关于什么是 CASE 以及 CASE 能力的问题上历来有不同看法。例如 J. Sodi 认为“CASE 包括一些自动化工具和方法,能辅助软件开发生命周期中各阶段的软件工程活动”,CASE 看作仅仅是一种生产技术。R. S. Pressman 认为“用于软件工程活动的工场(workshop)被称为是一个集成化的项目支撑环境(IPSE),其中的工具集就是 CASE”,这里进一步扩充了 CASE 的范围,将它与 IPSE 相关联。G. Forte 和 K. McCulley 把 CASE 看作是“由自动工具所加强的软件工程,对我们来说,它是协调软件系统设计、生产和最终产品的一种方法”,这种观点已经看到了 CASE 能作为一种协调技术。I. Sommerville 认为“是一个支持软件工程过程的软件工具的术语”,他把 CASE 与软件过程联系了起来。K. Lyytinen 等人认为 CASE 是一种有助于信息系统开发的技术,它不但是一种生产技术和协调技术,而且还是一种组织技术。以上这些观点实际上只看到了 CASE 能力的某些方面和表象。我们认为 CASE 应该是以计算机支持软件开发的整个生命周期自动化的一整套方法、技术和工具,旨在提高软件生产率和软件产品质量,最终尽可能地实现软件生产自动化。我们认为“方法”是 CASE 定义中的一个极重要的因素,而且这儿所指的“方法”是指贯穿于软件开发各阶段的一种一致的“方法”,“技术”和“工具”两方面是围绕着“方法”而存在。看待一个 CASE 是否成功的关键就是看它所支持的“方法”是否真正可用,是否真正受欢迎。结构化方法是否真正好?O-O 方法是否能彻底解决问题?结论都尚不明确,也许它们对生命周期中的某些阶段是合适的,但对另一些阶段该如何用还有待完善与发展。此外,现有的不同方法之间的转换也将是有待深入研究的课题。

三、发展过程

对 CASE 的进化过程有不同的观点,但比较典

型的是 P. Mair 的观点(见图1)。他把 CASE 分成四

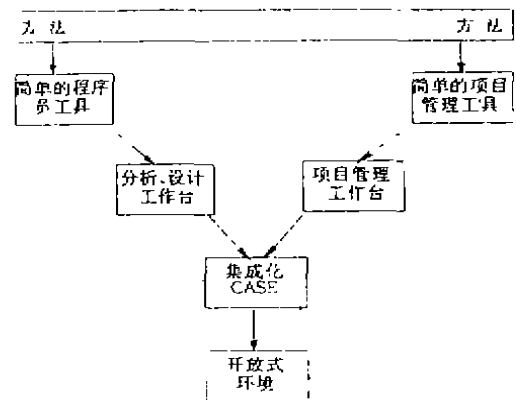


图1 CASE的发展

- (1)简单工具(从七十年代早期开始)
 - 单一功能,支持生命周期中某个阶段的单一活动,
 - 基于文件系统。
- (2)工作台(从八十年代早期开始)
 - 支持生命周期中的某个阶段,
 - 某种特定方法的自动化,
 - 使用一个内部数据库去存储项目信息,
 - 提供了用数据库中的规则去检查方法应用(技术)的设施。
- (3)集成化CASE(从八十年代后期开始)
 - 支持生命周期中的多个阶段,
 - 包括了基于一种“方法”的多工作台,
 - 有限的工具集,
 - 所有工具都能共享同一个专用数据库,
 - 提供了有限的设施,用以检查工具之间数据一致性。
- (4)开放式环境(从九十年代中期开始)
 - 支持所有的角色和阶段,
 - 多种方法的自动化,
 - 可以集成“第三方”工具,
 - 所有工具共享一个公共的、开放式数据库,
 - 提供了复杂的设施,用以检查工具之间数据一致性。

我们基本上持 P. Mair 的这种观点,但是这种划分方式只是近似的,不可能是绝对的。例如,JB1 型 CASE 平台就同时具有“工作台”和“集成化 CASE”中所涉及的一些特点。特别要指出的是在 JB2 中尤其强调“平台”的概念,因为 JB2 作为一种集成化

CASE 环境其特色在于支持了数据集成、控制集成和表示集成,这是通过一个 CASE 基础结构来提供的,而工具等插入其上的“工具槽”中,为了强调 CASE 的这种支持集成的基础结构(亦称为“集成平台”),故将 JB2 称为“集成化 CASE 平台”(见图 2)。

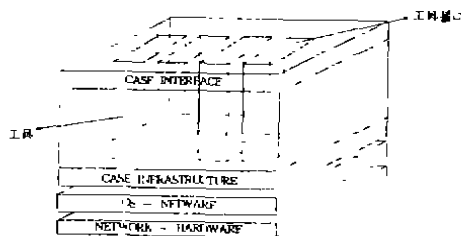
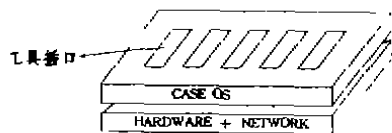


图2 JB2集成化 CASE 平台示意

我们的理想是将 CASE 基础结构(集成化平台)和工具集成机制以及 CASE 接口支持一起“向下压”,即把它们做到 OS 中去(见图 3)。



在“开放式 CASE 环境”中,集成机制只不过是其中的一个要素而已,所以提环境更合适些,图 4 也许是未来 JB3 所应支持的一些特征。

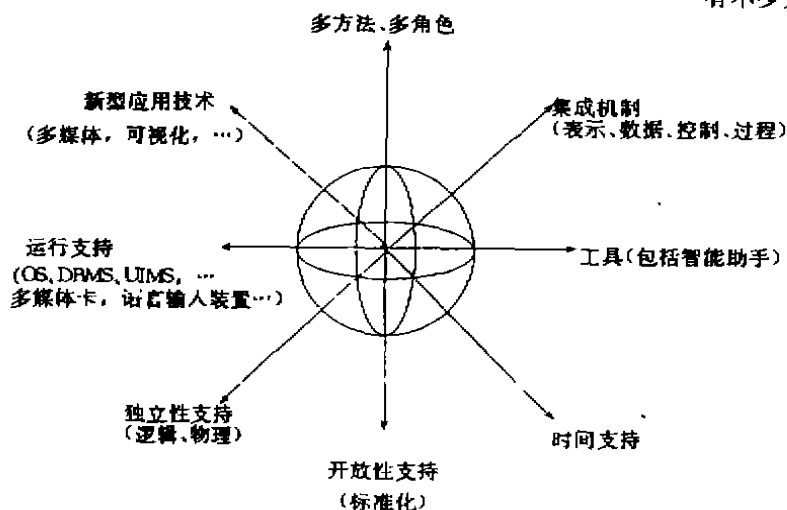


图4 未来 CASE 环境应支持的特征

四、分类

CASE 技术自萌发之日起至今,已经得到了飞速发展,市场上产品令人眼花缭乱,因此有必要对它们作一分类。

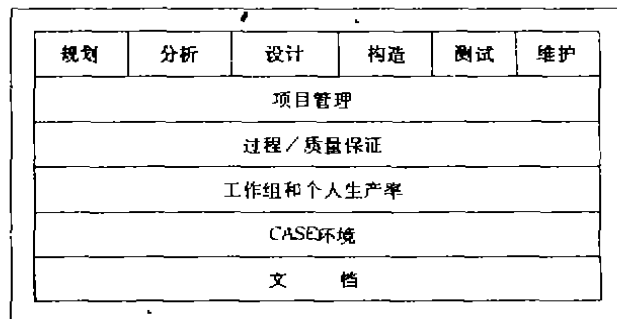


图5 Forte 和 McCulley 的分类

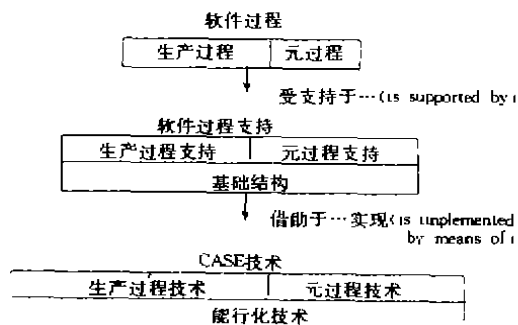


图6 R. Conradi 等人的参考框架

有不少人提出了一些框架作为分类的基础,比较有影响的例如有 G. Forte 和 K. McCulley 的分类框架(见图 5)。他们强调按“开发任务”来分,把支持自“规划”到“维护”的 CASE 称为“下层 CASE”(Lower CASE),把支持垂直方向的自“项目管理”到“文档”的 CASE 称为“上层 CASE”(Upper CASE),更值得一提的是最近 A. Fuggetta 在 R. Conradi 等人提出的一个 CASE 参考模型(见图 6)的基础上给出了一个比较全面的 CASE 分类,他把 CASE 按“工具”、“工作台”、“环境”和“能行化技术”这几个层次来划分,这与我们早先的从“工具”、

“工作台”到“集成化 CASE 平台”和“开放式 CASE 环境”的思想是完全一致的。

在图6所示的 CASE 框架中,显式指出了 CASE 是用来支持“软件过程”的,其次是“元过程支持”。所谓“元过程”在这儿乃是指与建立、维护和进一步改进“生产过程”有关的活动、过程、角色和计算机化的辅助手段。“基础结构”在这儿是指对操作系统的一些标准扩充,它往往是些支持了高级特征的运行时间库实现,例如 DEC Cohesion Platform、HP Soft-Bench 和 Athern Software Backplane 以及 PCTE 的“集成平台”等等。A. Fuggetta 在这个参考模型的基础上把 CASE 产品分成三类:

(A) 工具类 CASE 产品(支持软件过程中特定任务)

编辑器;图形编辑器;文本编辑器。

程序设计;编码和调试器(汇编解释器、编译器、交叉汇编解释器、交叉编译器、调试器、解释器、链接编辑器、预编译/预处理器);代码生成器(编译器生成器);代码重构器。

正确性与有效性验证;静态分析器(交叉引用生成器、数据流图生成器、标准检测器、语法检查器);动态分析器(程序测试器、跟踪/绘图);文件比较器;符号执行器;模拟器;正确性检查助手;测试实例生成器;测试管理工具。

配置管理;配置和版本管理工具;配置构造器;修改控制监视器;库管理员。

度量 and 测量;代码分析器;执行监控器/时间分析器。

项目管理;代价评价工具;项目规划工具;会议桌;电子邮件;布告栏;项目记事册;项目笔记。

其它工具;超文本系统;便笺簿。

(B) CASE 工作台(支持一项或几项活动)

商务规划与建模 PC Prism, ...
分析与设计 Excelsator, Statemate, Software Through Pictures, ...

用户接口开发 HP Interface Architect, DEC, VUIT, ...

程序设计 CodeCenter, ...

正确性与有效性验证 Battlemap, Logiscope, ...

维护和逆工程 Recorder, Rigi, Hindsight, SmartSystem, ...

配置管理 PCMS, CCC, SCLM, DSEE, ...

项目管理 Coordinator, DEC Plan, Synchronize, ...

(C) CASE 环境(支持大部分软件过程)

工具箱	Unix Programmer Work Bench, ...
以语言为中心的环境	Interlisp, Smalltalk, Rational, KEE, ...
集成化环境	IBM AD/Cycle, DEC Cohesion, ...
第四代环境	Informix 4GL, Focus, ...
以过程为中心的环境	East, Enterprise I, Process Wise, Process Weaver, Arcadia, ...

在这个分类中特别值得注意的是集成化平台被归入环境一类,例如 DEC Cohesion,以支持软件过程模型为核心的 CASE 环境将是新一代 CASE 环境的重点,它包含完成以下两个功能的所有 CASE 部件,即(1)过程模型的执行;(2)过程模型的生产。

代表我国 CASE 行业先进水平的“青鸟”系统应属于“CASE 环境”这一类,它不仅包含“集成化 CASE 平台”,还包含有支持生命周期中各阶段软件生产活动所需的工具。“青鸟”系统正在走向国际。

五、现状

CASE 作为一种有望提高软件生产率和软件质量的手段已越来越为世人所接受,据统计,CASE 技术市场已从1990年的20亿美元增长到1993年的50亿美元,在今后几年中 CASE 工具的增长率将达到20%—30%。

在我国推广和使用 CASE 也正在被人们所接受,“青鸟”系统也已进入市场。过去的那种不利于 CASE 事业发展的陈旧的思想观念也正在被打破。但是活跃、繁荣的 CASE 市场尚未形成,原因有:①起步较晚、②人员素质不够、③初始资金投入高、④项目管理者的见识、⑤CASE 本身的技术因素,等等。在我国还缺乏专用 CASE 平台,往往各项目/企业自身为各自的项目开发投入资金、人力建立专用开发平台,造成资金和人员的极大浪费。所以形成全国一盘棋的研究、开发战略和发展 CASE 市场已经是当务之急了。

另外,据美国的一项调查表明,许多企业在引入 CASE 工具一年后,其中有70%根本没用,25%的 CASE 工具只有一个项目组使用,只有5%的 CASE 工具得到较为广泛的使用。我国也有这种现象,所以必须加强 CASE 能力的宣传,加速培养这方面的专门人才,同时在 CASE 技术本身找原因,例如结构化方法从理论上讲是一种好方法,但真正用到实际系

统开发中好吗?结果并不乐观,往往长达几百页的数据流图,加工说明和数据字典令人望而生畏,可操作性实在是有些问题,O-O方法到底怎么样呢?它对软件重用的支持到底有多大,效果如何,这些都有待于详细考察,从技术角度讲,这些是CASE生存和发展的关键因素。但不管怎么讲,当前CASE在我国已是破土而出,对于所有CASE领域的工作者而言,这是一个很好的机遇,应该抓住机遇,迎接挑战。

六、对下一步研究与发展的思考

我们认为应该首先展开对软件工程方法的研究,是否能找到一种比较合适的方法能真正适合于实际应用,而且能被广泛接受是我们软件工程研究者的当务之急。此外,我们认为未来的CASE环境应该尽可能地向人们认识规律和解决问题的实际方法靠拢,具体地说就是支持软件过程模型或者是某种高层次抽象的行为模型,并且引入对领域知识的表示和处理能力,使得用户感到CASE是他的有用的助手。智能化、集成化和开放性也许是下一代CASE的重要特征。软件重用技术、面向对象技术、领域知识表示和推理技术以及新型应用技术(多媒体,超文本,可视化……)也许是下一代CASE的核心技术。根据这些想法,我们感到下一代CASE也许具有图7所示的结构。

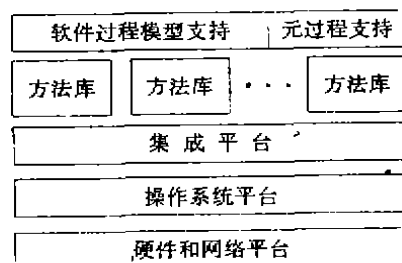


图7 新型CASE环境的构想
对CASE的研究应该把它的可用性放在第一

位,这一点无论是对现在的CASE环境还是对未来的CASE环境都是一样成立的,CASE的成败关键在于它是否真正适用,是否能被广泛接受,这一点已愈来愈受到CASE研究者和开发者的重视。K. Lyytinen在谈到下一代CASE的特征时指出以下几点:

- (1)改善了可用性,
- (2)在方法上的改进,
- (3)加强对不同类型的表示的管理和它们之间的转换,
- (4)强化协调多用户工作的能力,
- (5)改善灵活性和适应性,
- (6)加强CASE系统的分析能力。

在CASE的发展战略上,除了加强通用CASE平台的开发以外,应适时积极开拓专用CASE平台市场,值此国民经济信息化的大好时机,努力开发政府管理与决策部门、大中型企业、乡镇企业以及三资企业的应用软件及其开发平台的市场,以应用软件带动专用CASE平台的发展,以专用CASE平台推动通用CASE平台的研究、开发和商品化。

参考文献

- [1] P. Mair, 《The Strategic Procurement of CASE Tools》, NCC Blackwell Ltd, England, 1993
- [2] K. Lyytinen, 《Next Generation CASE Tools》, IOS Press, Finland, 1992
- [3] M. R. Lowry, "Software Engineering in the Twenty-First Century", AI Magazine, Fall, 1992
- [4] A. Fuggetta, "A Classification of CASE Technology", Computer, Vol. 26, No. 12, December 1993
- [5] R. R. Huang, 《Object Base Support for Process-driven CASE Environment》, Draft of Ph. D. Thesis, Department of Computer Science and Technology, Peking University, October 1994

(上接第42页)

- [2] Hai ZhuGe and S. X. Hu, On Software Reconstruction, AMSE, Hangzhou, China, 1991
- [3] Hai ZhuGe and S. X. Hu, A High-Level Specification Language for the Development of Management System, AMSE, Hangzhou, China, 1991
- [4] 诸葛海 著, 信息系统与类比方法论, 浙江大学出版社, 1992

出版社, 1992

- [5] 诸葛海, 对象的类比推理研究, 软件学报, 1994, 9:1-8
- [6] 诸葛海, 面向对象的MIS开发方法, 软件学报, 1995, 2:1-10
- [7] 诸葛海, 面向对象概念和对象库的语义研究, 计算机学报, 送复审