

第五代计算机系统译文集

中国科学院沈阳计算技术研究所
第十研究室

前 言

国外第五代计算机系统的研究工作已日趋热门。该系统由知识库机、推理机、智能接口等硬件和Prolog语言等软件组成。它集中反映了当前国外计算机技术的发展水平。

为了使读者能系统地了解第五代计算机系统的全貌，我们从不同的角度，按着系统各个部分的构成，精选了有关文章，翻译成了一本比较完整的《第五代计算机系统译文集》。全文八万多字，通俗、简明。既可作为知识了解，又可供有关研究人员参考。

在审校过程中，董良成、刘希明同志做了部份校对工作；魏宝林同志通审了全部译文。

在翻译过程中，由于原文中一些新词汇的译法在国内尚无定论，加上我们对原文的理解水平有限，译文中难免会出现不确切或错误之处，恭请批评指正。

1984年7月

目 录

1、更接近人体功能的第五代计算机.....	1
2、知识库机构的新体系结构.....	12
3、知识库系统的建立与实现方法.....	22
4、推理机的新体系结构.....	28
5、第五代计算机解题及推理功能.....	38
6、智能人一机接口.....	42
7、第五代计算机结构分析.....	51
8、Prolog入门.....	61

更接近人体功能的第五代计算机

日本通商产业省为促进第五代计算机的开发,自1982年起,计划用三年时间,配合第五代计算机基础技术的开发进行必要准备和探讨。90年代将出现的第五代计算机是具有能适应多样化社会需要的功能,并面向知识处理的计算机。这种计算机与以前的系统相比,在人和系统接口方面,更接近人的功能。第五代计算机的开发计划是以上述功能为目标的、具有新技术内容的开发研究计划。

本文概要介绍第五代计算机

在以能源为中心的国内外形势变化中,克服能源资源的限制、提高低生产率及部门的生产效率、解决医疗等复杂而多样的社会问题等,对力求实现具有雄厚经济实力社会的日本来讲促进信息化是最重要的课题之一。所以,在某种意义上说,社会投资必须对信息化及其支援行业实行优惠政策。推动信息化核心的计算机,已经在工业、教育、社会、行政等各个领域得到广泛应用。社会对计算机需要正向纵深扩展。即,计算机的操作人员,已从专家、企业单位扩大到全社会乃至个人。既使不懂计算机的人也能方便地使用,更不用说象专家那样高水平的人了,另外,在使用形式上,也从批次处理系统向联机处理系统、网络系统过渡,所以要求计算机的功能、性能相当广泛而又高度复杂。

过去,满足对计算机的这种要求,并使之成为可能,主要靠计算机技术的飞跃发展,特别是半导体技术的发展起了重要作用。因此,说计算机时代的划分是依据它所采用的电子元件也不过分。即第一代(电子管)、第二代(晶体管)、第三代(集成电路IC)、第三代半(大规模集成电路LSI)和所采用的新技术进行时代交替,现在已迎来了以VLSI为元件的第四代计算机。

但是这些计算机几乎都是根据1946年冯·诺依曼提出的理论研制的诺依曼型计算机。这种理论和结构对将来要更大幅度地扩充功能有局限性(所谓诺依曼窄路),即,诺依曼型计算机的理论和结构是因硬件成本高,以用不太复杂的硬件就可以实现为前提,因此,随着计算机应用向庞大化、复杂化发展,产生了生产效率不易提高的问题(软件危机),到90年代将开发出能适应多种高级要求的、采用新理论、新技术、硬软结为一体的新式计算机系统(第五代计算机系统)。基于上述观点,日本通商产业省,根据1979~1980年,日本信息处理开发协会的予研调查结果和1981年通商产业省现在正进行的调查(委员长:元冈达东京大学工学部教授,调查内容:(1)设定研究开发指标,(2)落实研究开发课题,(3)制定研究开发计划等)的结果,在国家强有力的支持下,自1982年开始进行第五代计算机研究开发的各项准备工作。

下面介绍研究开发的概况,如前所述,81年开始的调查,现在尚未结束,这里所介绍的内容不一定是调查的最终结果,只是预测的内容。

1 第五代计算机开发的背景

(1) 现在计算机存在的问题

近年来,随着计算机外围技术的进步和用户要求的变化,现有计算机系统存在如下

问题:

(i) 不利于非数值的数据处理

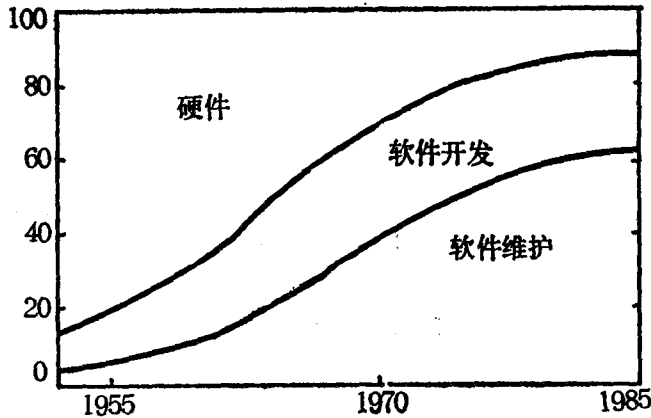
现在的计算机不管在技术, 还是在事务方面的应用情况如何, 仍是以数值计算为主, 它还不具备处理作为人们日常传送信息手段的文章、声音、图形等非数值数据的功能。

(ii) 运算处理速度、存贮检索速度有限

现在计算机的设计思想是因硬件成本高, 以采用不太复杂的硬件就能实现的想法为前提的。这种结构是按时间顺序逐个执行程序指令的处理方式和串行地址存贮方式, 所以它具有简化硬件的特点。但在用这种结构实现知识信息处理系统中的推理功能、知识库功能时, 受处理速度、存贮检索速度的限制, 很难成为实用的系统。

(iii) 软件存在的问题

随着软件的成本逐年增加, 它在信息处理成本中所占的比例也越来越大, 如果继续下去, 到1985年将占全部成本的80—90% (第1图)。软件成本提高的原因是: 人事费的上升; 软件的庞大化及其生产效率低等。造成软件庞大化的原因是由于现在计算机的结构尽量采用简单的硬件, 而又不断扩大应用领域所要求的功能, 这些功能大部分是利用软件来实现的, 这就是软件庞大化的主要原因。



第1图 在信息处理成本中软件所占的比例

另外, 软件生产效率低, 原因是现有计算机结构对程序设计方法有各种限制, 还缺少可以判断程序正确性的语言。

(2) 基础技术成熟和对新技术的期待。

计算机的外围技术, 以LSI为代表, 近十年来在很多领域都取得了划时代的发展, 预计今后十年将会获得更大的进步。

(i) VLSI技术

全面采用VLSI是今后计算机迅速发展不可缺少的重要部分。由于技术进步和硬件成本下降, 对以前认为不可能实现的、不在考虑之列的各种功能的配置方式做了重新评价, 将来, 它们有可能成为具有优异功能和性能的新型计算机。

(ii) 高速器件技术

约瑟夫结或砷化镓等器件速度比硅元件提高了一个数量级, 采用这种高速器件也是重

要课题,这种发展动向,对第五代计算机的开发工作是很重要的。

(iii) 分散处理技术

VLSI技术的进步,使得大量采用VLSI片子成为可能,又使得依赖小型化的负载分散和功能分散成为可能。通过网络的应用,进一步发展完善最适合任务分散、数据库分散的分散处理技术是很重要的。

(iv) 并行处理技术

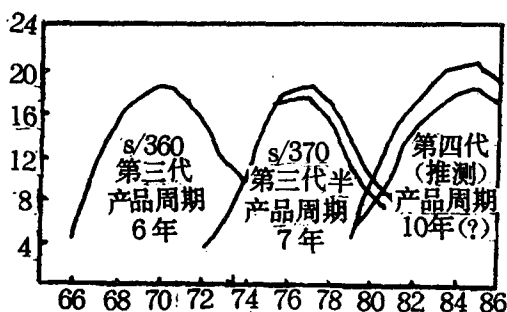
通过器件发展实现高速化,与光速相比还有距离。为此,需要研究多个处理机同时工作的并行处理技术。人们对可进行分散控制的数据流方式寄予很大希望。这是因为数据流方式不仅适合广泛应用,而且可用自然形式实现并行处理,所以被认为是具有强大生命力的技术。

(V) 实现人工智能的主要技术和图形识别技术

随着计算机性能的提高,推理学习机构的研究、自然语言的分析、图形、声音等的模式识别、理解技术的研究也逐渐活跃起来,这些研究不仅是使人工智能迅速发展的条件,也是操作人员实现自然人机接口的重要技术。

(3) 计算机世代的变迁

计算机有关技术发展十分迅速,在制成实用计算机后约三十五年的时间里,已迎来了第四代计算机,通过总结以前计算机的更新换代周期及预测对计算机的需求,认为90年代初将出现第五代计算机,以社会信息化为支柱、以技术立国为目标的日本,必须立足长远观点,从现在起,做好各种准备工作(第二图)。



第2图 从IBM通用机看世代变迁

2. 第五代计算机的概貌

为适应90年代计算机愈来愈多样化的发展趋势,必须解决计算机现在存在的各种问题,要求第五代计算机具有多种高级功能,现归纳如下:

(1) 提高计算机的智能化,使它成为人类进行各项活动的良好助手,从而密切了与人类的关系。

①具有能简单地输入输出多种形式信息的功能,这些信息形式包括人们在日常生活中作为传送信息手段的声音、图形、图象、文章等。

②用接近自然语言的形式,与计算机进行对话处理的功能等。

(2) 进一步提高支援人们工作的能力

①根据询问从数据库中简单而迅速地查出有关信息的功能

②以所存的数据为基础,可自动推理得出结论的功能

③有把求出的数据、解等作为知识加以整理,并存储的学习功能。

(3) 可适应多种业务的灵活结构

①根据业务变化,以简便的积木块方式进行扩充的功能。

②能适应多种系统结构的功能

③在各种应用方式中发挥高速处理的能力。

(4) 简化程序设计

①计算机本身有编制和修改程序的功能

②对常识性业务，人们不一一指示，也能自行处理的功能。

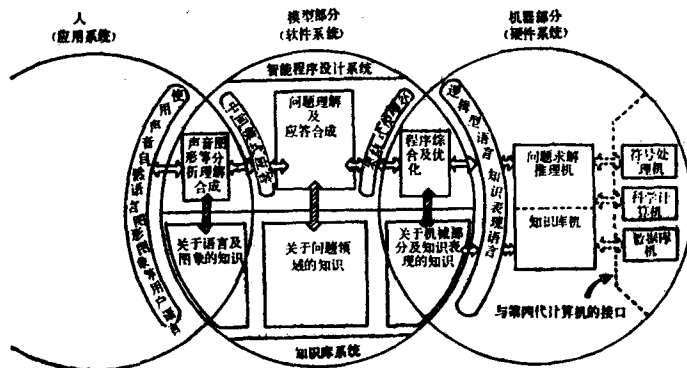
③易于适应机种变更和扩充的功能，

(5) 可靠并便于使用

①进一步提高性能价格比和高度分散处理的功能。

②有把故障影响控制在最小限度的自动修复功能等。

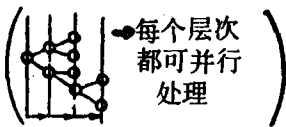
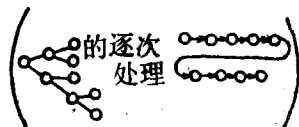
第五代计算机是采用新理论和新技术的、面向知识信息处理的计算机系统。系统的人工智能大幅度地提高，这与过去的计算机比，人机接口更接近人的功能，这是该系统最大特点和目的之一（第1表）。第3图是第五代计算机系统的概念图，这种系统可用包括声音、自然语言等在内的用户语言向系统输入，在一般情况下，这种形式的输入允许存在模糊、不完整的内容，但用普通的计算机不能执行这种输入内容。而第五代计算机可用它自身知识库的信息弥补其模糊或不完整性，尔后变换成能够处理的形式。在尚未作为知识存贮的场合，当然要对用户进行询问，再根据需要将用户回答的内容作为新知识贮存起来。这就是第五代计算机软件系统所起的作用。经过若干转换之后，才能变成硬件系统（机器系统）能理解的语言。当要构筑能执行比以往描述逻辑语言等更高级语言的新系统时，其主要部分是推理机和知识库。该系统可以把由硬件处理得到的结果、再次通过软件系统变换成用户容易理解的形式，并作出回答。



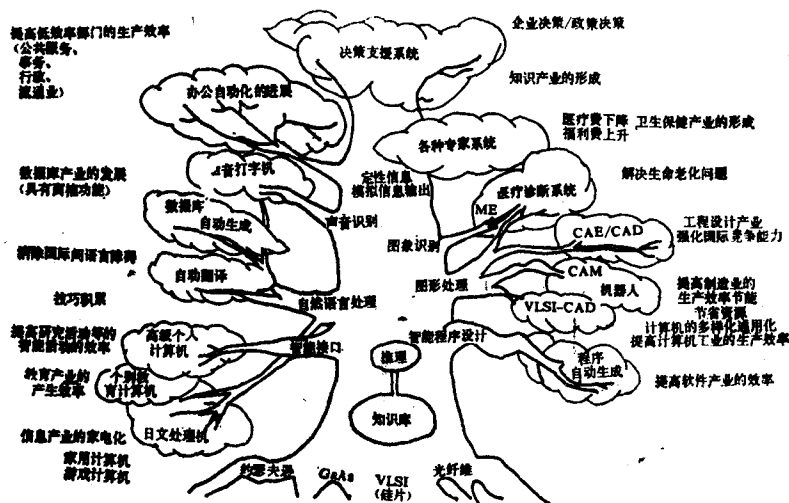
第3图 第五代计算机系统概念

构造该系统的部件有，与以前计算机中央处理机相对应的推理机和存贮器、与文件系统对应的知识库机、与输出输入通道等对应的智能接口机以及每种机器的系统软件。由于要求每种机器都具有较强的处理能力，所以必须采用数据流形式的高度分散、并行结构，在组装系统时需采用VLSI。

第1表 第五代计算机的特点

功 能	第五代 计算机	以前的计算机	人
存 贮	- 在维持与其他信息关系的同时可存贮信息 - 只要不消除命令, 就不能消除信息 - 对应多种形式的存贮方式	- 只存贮信息 - 只要不消除命令, 就不能清除信息 - 存贮以数值信息为中心的存贮方式	- 人常常是以周围环境或前后事宜等连锁性记忆 - 虽曾记起过, 但有时忘掉 - 可记忆情景、动作、声音等多种信息
运 算 (处理)	- 具有很强的运算能力 - 可并行处理 	- 具有强的运算能力 - 逐次处理 (串行) 	计算能力低
	- 通过推理机构能保存最低需要的常识 - 理解指示的内容后进行工作 (当有错误指示时, 可以发问) - 有适应能力	- 无创造能力 (只能根据指示进行工作) - 几乎没有适应能力	- 有丰富的创造能力 (听1知10) - 有很强适应能力
	- 通过图案信息的应用, 发展了声音、文章、图形、图象的识别技术 - 可进行推理	可能进行部份而低级的识别, 没有直感	具有视觉、听觉、味觉、触觉的五感和直感

第五代计算机是以提高易使用性 (既使不懂计算机的人, 也能容易地使用) 和提高专职程序员的软件生产效率为目的进行研制的, 所以通过第五代计算机的开发, 可以象 CAE/CAD 和经营战略决策支援系统那样, 有效地解决低生产率部门的效率问题、能源问题、人员老化问题等社会关键问题, 如生活水平提高等随着上述问题的解决, 将促使信息化进一步发展, 所产生的社会效果是无法估计的 (图 4)。



第4图 第五代计算机所涉及的效果树

3. 第五代计算机的开发计划

第五代计算机的有关技术是支援多种工业的基础技术，对其它产业有很大影响，而以技术立国为目标的日本，从长远的观点出发，必须通过开发世界上最先进的技术，来确立独立自主技术。第五代计算机的研究开发，将实现有划时代意义的功能，并迅速扩大应用领域，取得有重要影响的效果但由于要开发尖端、又广泛的技术，所以第五代计算机的开发又有很大的冒险性，因此，只有在政府的大力支持下，才能推进第五代计算机的研究开发，而计算机工业的开发，又能进一步促进日本经济社会的发展。

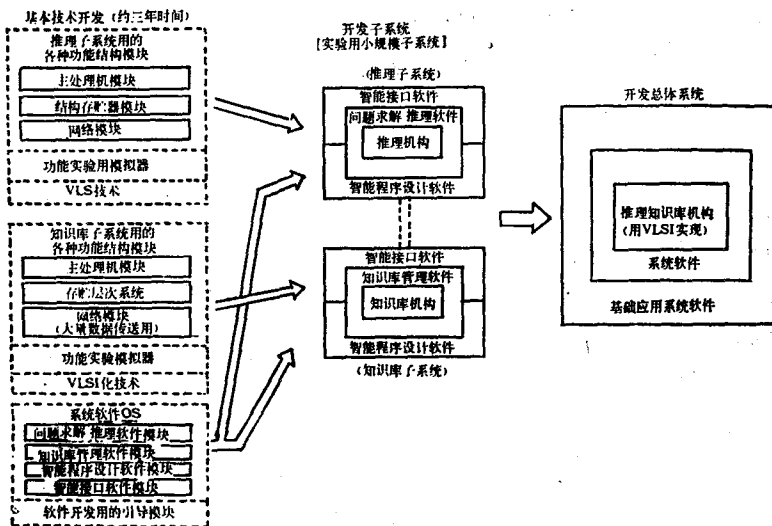
开发一种采用新技术的计算机，通常，从着手研究开始，大约需要十年的时间，所以90年代初将研制出第五代计算机的样机。为确立基础技术，必须根据有关正在实施中的技术课题、开发计划、开发体制等基础调查结果尽早地开始具体的研究开发。基于上述观点，通商产业省，于1982年首先开始了用三年时间，在政府的支持下，进行有关第五代计算机基础技术开发的准备工作（1982年预算为5亿日元）。究竟怎样，还有待于上述调查结果。但目前所考虑的第五代计算机的开发次序以及主要技术课题如下：

(1) 开发顺序

开发第五代计算机大约需要十年时间，分三个阶段：第一个阶段1982—84年，进行功能结构模块（子系统的组成部件）和系统软件模块的设计、试制等基础技术开发；第二个阶段约用四年的时间，试制推理机构和知识库机构实验用的子系统以及系统软件等；第三个阶段用三年时间进行第五代计算机的总体系统开发，（试制样机系统）（图5、图6）。本计划是预计十年时间的新技术开发计划，计划中的技术开发步骤，恰反映了国外的动向，在每一个研制阶段，都要进行充分的研讨，再转入下一个阶段，这一点是基本而且重要的。

年度	82—84	85—88	89—91
开 发 顺 序	基本技术开发 (预算额约105亿日元) 82年度预算约 为5亿日元	开发子系统	开发总体系统

第5图 研究开发一览表



第6图 第五代计算机研究开发步骤的概况

(2) 主要的技术开发课题

由于第五代计算机是以如前所述, 既使不懂计算机技术的人也能使用的“易使用性”和提高专职程序员生产效率为目的, 并面向知识信息处理的计算机系统。①计算机根据所给出的信息或从已存贮的信息, 具备边推测解决问题的方法, 边得出结论的功能(推理处理功能), ②具有可把要处理领域的信息、法则以及概念等, 作为“知识”以可高度利用的形式, 有规律地进行存贮、检索的功能, 和把与新问题对应的内容以可高度利用形式存贮起来的知识获得功能(知识库功能), ③可用自然语言、声音输入输出、图形、

图象等灵活而又自然地进行人机对话的功能（智能接口功能），而且必须以这种接口功能为开发核心。

各主要研究开发课题概况如下：

(i) 推理处理系统

- ①以数据流结构为基础，开发分散控制型的并行处理机
- ②开发面向VLSI的处理机间的连接网
- ③开发适于推理处理的描述语言
- ④开发有利用推理处理操作的等价检索、置换等用的系统软件（OS）

(ii) 知识库系统

- ①开发多维存贮器（结构存贮器）的知识库机
- ②开发层次结构方式的存贮器和存贮器件
- ③开发用于高速数据检索和获得有关知识的知识库管理用系统软件（OS）

(iii) 智能接口系统

- ①开发由声音用的VLSI处理机和符号处理机组成的智能接口机
- ②开发具有灵活的会话功能的接口管理用的系统软件（OS）

另外第五代计算机的总体系统，可以说是在样机上实现咨询响应、机器翻译等各种应用的基本系统，也可以说是开发“基础应用系统”和可高度利用的“高功能人机接口机”。

(3) 基本技术开发的内容

如前所述，自1982年起，计划用三年时间，开发第五代计算机的基本技术，下面简单介绍予计开发研究的主要内容：

(i) 硬件及结构基础技术

①设计、试制各种功能结构模块

设计试制作为第五代计算机中枢的推理机构、知识库机构的主要模块（处理机模块、结构存贮器模块、网络模块等）。

②设计试制功能实验用模拟器

设计试制模拟器，这种模拟器主要用于确定连接各种功能结构模块的模式系统，予测工作处理机个数、存贮容量、处理能力以及探讨、修改各种模块结构连接方式等。

③开发实验VLSI技术

为使各种功能结构模块有效地实现VLSI化，开发实验模块化技术

(ii) 软件的基本技术

开发试制第五代计算机的核心软件模块，

具体有以下几种：

①设计试制适于推理的第五代计算机的核心语言及实现推理算法的软件

②知识库管理模块

设计试制实现知识表示语言、获得和管理知识数据算法的软件，以及面向日语咨询响应的知识库。

③设计试制智能接口软件模块

设计试制为实现灵活会话功能和各种应用系统所需要的软件

④设计试制智能程序软件模块

设计试制为实现格式描述语言、程序自动生成的主要软件及其证明软件。

另外,为了更有效地开发软件,同时还设计、试制开发软件用的引导格式。

5西方各种新型计算机开发动向

西方各国为克服以前计算机结构上的限制在大学的研究室、企业的研究所一级机构都在试验各种新型计算机。表4给出了各国开展新计算机技术的实例。但这些试验都还停留在小规模研究阶段,到90年代还不一定得到确定的结果,这是西方各国的现状。

1981年10月19日到22日,在东京由日本信息处理学会主持召开了第五代计算机国际会议。参加会议的有来自日本、美国、英国、法国、西德、加拿大、意大利等十五个国家的政府代表、政府部门的研究所、机关、大学、企业等各方面的专家约300人,会议热烈讨论了第五代计算机有关技术的展望和现在存在问题,并对日本第五代计算机开发计划给予高度评价和极大关注。各国代表对第五代计算机的国际协作问题也很关心。日本有关信息技术的领域,从为国际作贡献观点,也积极探讨在国际协作中应起的作用。

表2 第五代计算机的核心技术

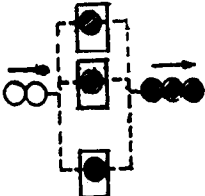
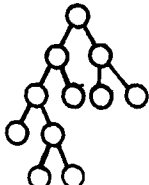
系统基本功能	软 件	硬 件 结 构	与现有的对应关系
推理处理功能 机器本身能根据存贮的知识进行判断处理的系统。	系统软件(OS)的等价检索、置换功能(推理操作功能)(例)若给出A=(B, C)的指令,则机器从存贮器中算出B=(D, E), C=(F, G)并处理成A=(D, E, F, G)	并行处理方式通过数据流结构实现推理机 	中央处理机
知识库功能不仅能对简单的单个数据集合,而对像人们知识那样的相关信息也能进行存贮和检索	系统软件(OS)的知识库管理功能获得高速检索知识数据,并进行相关存贮的知识	用多维存贮器(结构存贮器)实现的知识库机自动查出有关处理数据的数据结构 	存贮器和文件系统
智能接口功能通过自然语言、声音、图形等实现灵活的会话功能的系统。	系统软件(OS)的接口管理功能 灵活的对话功能	由声音用VLSI处理机和符号处理机组成的智能接口机	输入/输出通道和输入/输出装置

表3 国外计算机新技术开发实例

(1) 问题求解推理系统

项 目		开 发 单 位	备 注
问题求解推理算法		卡内基梅隆大学 (美) 斯坦福大学 (美) 爱丁堡大学 (英)	研究中 研究中 用PROLOG推理系统
面 语 向 言 问 题 求 解	函数型语言 例如根据 $Y=f(X)$ 等 构成的语言 *	马萨诸塞工大 (美) 加利福尼亚大学 (美) IBM	LISP, VAL LISP, ID APL
	逻辑型语言 (具有最接近自然语言 描述功能的描述逻辑 型语言)	爱丁堡大学 (英) 马尔秀I大学 (法)	PROLOG PROLOG
	* 抽象数据型语言 可以根据目的定义存 取数据的方式的数据 类型的语言	国防部 (美) 马萨诸塞工大 (美) 卡内基梅隆大学 (美)	ADA CLU AIPhard
推 理 机	数据流机	ONERA—CERT (法) (政府研究机关) 曼彻斯特大学 (英) 犹他大学 (美) 犹他大学 (美) 马萨诸塞工大 (美) 加利福尼亚大学 (美)	样机No. 0 1980年完成 试制中 实验中 (Brough机器的改进型) 研制中 (用VLSI组装系统) 试制中 试制中
符 理 号 机 处		马萨诸塞工大 (美) 卡内基梅隆大学 (美)	LISP机 (个人计算机) LISP机 (个人计算机)

(2) 知识库机

项 目	开 发 单 位	备 注
知识表 现语言	xerox (美) 斯坦福大学 (美)	KRL RLL MRS
知识库 开发系统	斯坦福大学 (美) rotega大学 (美)	EMYCIMAGE EXPERT
数据库机	IBM (美) 佛罗里达大学 (美) 多伦多大学 (加) 贝尔研究室 (美) UNINAC (美)	DBC CASSM RAP XDMS CBP

(3) 智能接口机

项 目	开 发 单 位	备 注
自然语言 解释系统	斯坦福大学 (美) IBM (美) 爱丁堡大学 (英)	基础技术开发实验中 计划中 计划中 (以Prolog为基础)
咨 询 应答系统	伊利诺依 (美) IBM (美) SRI (美)	空军数据库 询应答系统 对应数据库的咨询应答系统 相应数据库的咨询应答系统
图形图象 解释系统	国防部 (美) 斯坦福大学 (美) 马萨诸塞工大 (美) 卡内基梅隆 (美)	MIT CMU大学生参加 三维模式的物体识别系统 由明暗信息转换成图形 机器眼

马凤芝 译自《OHM》 1982.1

徐向辉 校

知识库机构的新体系结构

为了使第五代计算机系统成为具有高性能的知识信息处理装置,知识库管理机构的硬件实现是一个非常重要的问题。本文将讨论有关知识库机构新的体系结构的研究与开发方面的问题。首先,从它与推理机的关系这个观点出发,论述知识库机的定义及其在第五代计算机中的作用。然后,从关系数据库机的体系结构及其对知识库机的扩充和知识库存贮系统中相联存取控制机构的实现这两种观点来论述知识库机新体系结构的研究项目。最后,介绍研究与开发计划。其开发进度分三个阶段。第一阶段,以改进的冯·诺依曼型计算机的体系结构为基础,开发关系数据库机。第二阶段,以非冯·诺依曼型的并行机体系统结构为基础,开发高度并行的知识库机子系统。第三阶段把知识库机子系统和推理机子系统合并到第五代计算机系统中。

1. 前 言

在大量通用化了的(常识)和专用化的知识数据的基础上,第五代计算机将被设计成知识信息处理系统(KIPS),这种系统将实现一种高级而且灵活的人机接口。另外,第五代计算机还应设计成能提供高性能和可存贮大量知识数据的系统。因此,第五代计算机最重要的研究项目之一便是能够有效管理数量如此庞大的知识数据的机构。

知识库管理机构应从软件和硬件的实现两个方面来理解。知识管理机构作为专门进行有效存贮和检索知识数据的硬件系统来实现尤为重要,这是因为知识库机构的效率将直接影响作为知识信息处理系统的第五代计算机的性能。尽管硬件设计在理论上是通过知识库管理机构的软件设计来确定的,但事实上,某些这类设计却应从硬件实现的角度来考虑。

本文便是从硬件实现的观点出发,论述了有关知识库管理机构的研究与开发方面的问题。

首先,论述了知识库管理机构的概念和结构,其硬件称为知识库机,并讨论了知识库机的定义及其在第五代计算机中的作用。

然后,从下列两个方面,论述了知识库机开发的问题。其一是在关系数据库机的基础上,通过扩充其功能使之能支持某些推理机构,来开发知识库机。其二用这样一种结构来实现知识库管理功能,即,知识库机接口直接与推理机相连,这种结构,通过利用知识库机提供的信息只在解题中控制推理过程。

最后,介绍知识库机的研究与开发计划。此项研究与开发计划分三个阶段进行。第一个阶段,开发关系数据库机。在第一阶段开发关系数据库机的原因乃是希望为知识库机的开发提供一种体系结构基础。开发了的关系数据库机还可以用作通用数据库机系统。

以改进的冯·诺依曼型计算机的体系结构为基础,在第一个阶段开发第五代计算机的初型。它包括推理机部分和关系数据库机部分。推理机部分可高效地执行用核心语言所写的程序,而这种语言将被设计成PROLOG的某种扩充版本。关系数据库机部分将

作为存贮管理部分来设计，并附属于推理机部分。这个关系数据库机部分由若干个专门操作关系代数函数的处理模块组成。

第二个阶段，设计知识库机以实现高水平、高功能的知识库管理功能。这种知识库机具有可存贮有意义 (intentional) 数据 (法则) 和扩充 (extensional) 数据 (事实) 的分级存贮结构。通过模式配对操作，使它具有存贮和检索法则与事实的功能。要实现对大批量知识数据进行高性能管理的高级管理，并行和流水线处理技术是关键的因素。而最重要的问题是如何在知识库机中实现数据流的概念。实验系统是由大约上百个知识操作模块和几乎以相同数量的结构存贮器组成。每一个知识操作模块和结构存贮器模块的控制机构都是建立在能够高效地进行并行处理的数据流控制概念上。全部模块都采用VLSI技术构成。

在最后阶段，把知识库机和推理机并成一个系统，这个系统便是第五代计算机的模型机。推理控制模块高度分布在知识库存贮系统中，在知识库存贮系统内执行知识操作。该系统大约由上千个推理控制模块、知识操作模块和相联存贮器模块组成，通过若干个连接网络把它们全部互连成一个系统。

2. 什么是知识库机

就其基本软件接口看，第五代计算机系统的硬件由下列三种主要功能部件组成：

- (a) 问题求解和推理部分
- (b) 知识库管理部分
- (c) 智能人一机接口部分

这些部分都紧密相关，很难清楚地分出各自的功能界面。尤其在最后定型的硬件结构中，推理部分和知识库管理部分是相互结合在一起的。但是弄清楚知识库管理部分的

功能是重要的，它包括检索和存贮知识数据的机构及与这些功能相适应的存贮器结构。因为第五代计算机的开发是以下列概念为起点的，即在逻辑和物理两个方面，推理控制机构和知识库管理机构都是按着模仿处理机和存贮器的传统方式分别来处理的。

知识库管理部分和推理控制部分分别称为知识库机和推理机。从推理机和知识库机两间功能分布的观点来看，知识库机的作用归纳如下：

(1) 知识库机保存着大量的知识数据，并有很好的结构以便有效地存取每个知识项。

(2) 知识库机接到推理机发出的请求后，便立刻查寻和检索知识项，并将其送至推理机。

(3) 知识库机收到推理机的知识数据项

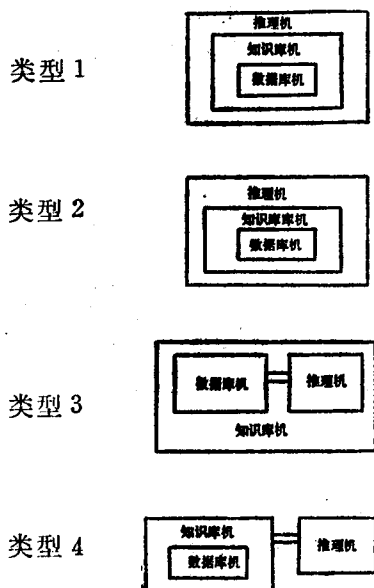


图1 第五代计算机硬件结构

后,便对其进行编译、合并到知识库中去。

尽管从模仿传统的机器结构,即中央处理机和存贮器之间的关系为出发点,把这种机器结构看作逻辑结构的观点是可以接受的,但在知识库机和推理机的定义及它们之间的关系方面仍然存在一些根本问题。这种结构取决于知识库系统的软件模式的要求,如知识表现语言和知识数据结构。例如,推理机和知识库机的结构及两者间的关系可能在生成系统模式、语义网络模式、框体理论模式、原动模式等模式中进行变化,这要根据软件系统的实现模式作为基础而定。

系统的结构类型可分多种,现将其中几种示于图1。既然关系模式有着可靠的理论基础,如关系算法和关系代数等,所以在任何情况下,知识库机都可以根据关系数据库的概念及其硬件实现技术来构成。

在类型1模式中,第五代计算机可以看作是推理机的本身。通过增加更高级的推理装置,如,元推理机构,在知识库机上构成推理机。知识库机具有几种低级的推理装置,如相联模式检索和可变连接。所以,这些知识库机构是建筑在关系数据库机上的。类型2模式把第五代计算机概念化为知识库机。是通过在关系数据库机上实现推理机功能,如可变连接、演绎推理、上下文生成、相容性校验等,在这个知识库机上实现知识库管理机构。就推理机和关系数据库机是作为独立的硬件模块来建立的,从这一点来看,类型3模式不同于类型2模式。在类型4模式中,第五代计算机系统则由推理机和知识库机构成,并且每个部分都作为独立的硬件模块来装建。在从知识库操作控制模块和带有相联存取控制装置的知识存贮模块两者间的概念关系这个意义上,模式4较其它模式更容易被接受。

但是,如类型4模式所示,产生了一个知识库机是否能从推理机中截然地分离出来的问题,由此引出了类型5模式,如图2所示。图2中,在推理机和知识库机两者间留下了一个相关部分作为“黑盒”未加详细说明。在第五代计算机的研究期间将阐述这部分。从推理机和知识库机这两方面出发,主体结构推出将使这个“黑盒”部分明瞭。

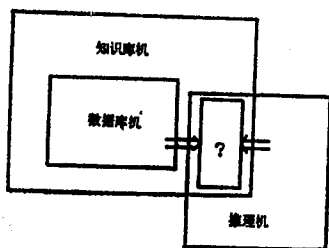


图2 知识库机和推理机间的接口部分

3. 关于知识库机的论点

从以下两个立足点来考虑知识库机体系结构的基础;在关系数据库模式的基础上,有效支持数据库系统的机构,并与求解和推理机构协调工作。前者意味着关系数据库机的实现问题,它包括对大量数据进行关系代数操作。后者提出了与推理机的接口问题,已在第二部分作了论述。

实现关系代数机是知识库机开发计划的起点。它所涉及的问题将在后几年内解决。由于数据库机体系结构的几个研究项目一直在进行,所以要从主要研究课题便是评价作为计划提出的或在实验室开发的体系结构,并从数据库机体系结构的实验中选择和/或建立新的计划。基于上述想法,现将实现关系代数机(或关系数据库机)的几种论点归纳如下: