

计算机系统与网络

王行刚
(第一册)

中国人民解放军
工程技术学院一系印

一九八一年一月

目 录

第一章 概论	1
§ 1 系统分类	2
1.1 以“代”分类	2
1.2 以“型”分类	4
1.3 以“流”分类	5
1.4 其他分类	7
1.5 计算机系统组织概貌表	8
§ 2 系统设计	12
2.1 寻址方法	15
2.2 微程序设计	23
2.3 LSI和VLSI对系统组织的影响	25
2.4 相容性	29
2.5 分布式方法	30
2.6 性能评价	32
第二章 单指令流单数据流系统	36
§ 1 以CPU为中心的系统	36
1.1 基本的五部件计算机	36
1.2 直接的存储器访问机构	37
1.3 输入/输出通道	38
1.4 流水线结构	38
§ 2 面向外围的系统	43

2 · 1	单总线系统	4 6
2 · 2	双总线系统	4 9
2 · 3	三总线系统	4 9
§ 3	以存储器为中心的系统	5 0
3 · 1	交错工作存储模块	5 1
3 · 2	加宽数据通路	5 2
3 · 3	高速缓存	5 2
3 · 4	多寄存器组	5 3
3 · 5	阶层存储体系	5 4
§ 4	流水线计算机性能分析的概率模型方法	5 5
4 · 1	状态转移矩阵	5 6
4 · 2	序列分析	5 8
4 · 3	“分布”分析	6 2
第三章	单指令流多数据流系统	6 6
§ 1	发展S I M D系统的原因	6 6
1 · 1	应用	6 6
1 · 2	系统	6 7
§ 2	向量机	6 8
2 · 1	纵向加工向量机	6 8
2 · 2	纵横向加工向量机	7 3
§ 3	阵列机	7 7
3 · 1	紧邻相连结构—— I L L I A C T V	7 8
3 · 2	正交总线结构 —— D A P	8 3

3 · 3	阵列部件	86
§ 4	相联处理机	87
4 · 1	相联处理机特点	87
4 · 2	实现相联存储阵列的方法	89
4 · 3	STARAN	93
§ 5	集合机	96
第四章	多指令流多数据流系统	98
§ 1	主机-外围机系统	99
1 · 1	独立外围系统	100
1 · 2	松散耦合系统	101
1 · 3	紧密耦合系统	102
1 · 4	外围机的功能和特点	104
§ 2	多小型/微型计算机系统	106
2 · 1	小型机的发展	106
2 · 2	多小型机系统	108
2 · 3	微型机的发展	111
2 · 4	多微型机系统	114
§ 3	匀质型多处理机系统	116
3 · 1	分时或公共总线系统	117
3 · 2	网络开关系统	117
3 · 3	多访问口存储系统	120
3 · 4	匀质型多处理机特点	122
§ 4	功能分散型多处理机系统	132

4 · 1	高级语言处理机	132
4 · 2	操作系统处理机	138
4 · 3	通信处理机	142
4 · 4	高可靠性系统	144
4 · 5	数据库管理机引言	146
4 · 6	其他	150
§ 5	数据库管理机	152
5 · 1	为什么要发展 D B M	152
5 · 2	D B M 体系结构特点	155
5 · 3	D B M 的发展情况	161
§ 6	数据流多处理机	167
6 · 1	数据流表示法	167
6 · 2	数据流多处理机	170
第五章	远程计算机通信网	177
§ 1	综合信息网络系统	177
1 · 1	视觉通信为中心	178
1 · 2	计算机信息处理为基础	183
1 · 3	信息化前景	186
§ 2	分层方法	189
2 · 1	网络的逻辑构成	190
2 · 2	网络的物理构成	192
§ 3	容异方法	195
3 · 1	资源虚拟方法	195

3 · 2	建立进程间通信联系的统一方法	197
3 · 3	过程控制方法	199
3 · 4	用户使用功能的相容方法	200
§ 4	远程通信技术	203
4 · 1	交换技术	204
4 · 2	差错控制方法	205
4 · 3	流控制方法	206
4 · 4	路径控制方法	207
4 · 5	传输控制信息的形成方法	209
§ 5	接口方法	210
5 · 1	硬件接口	210
5 · 2	软件接口	212
5 · 3	用户接口	213
§ 6	网络性能分析	215
6 · 1	通信子网开销	215
6 · 2	主机的网络开销	216
6 · 3	测量中心	216
第六章	近程计算机通信网	219
§ 1	特点	219
1 · 1	传输	219
1 · 2	构形	222
1 · 3	传输协议	223
1 · 4	网络应用	224

§ 2 方法	226
2.1 通道存取方法	226
2.2 接口方法	232
2.3 容异方法	235
§ 3 实现	237
3.1 LCN分类	237
3.2 典型实例	239
3.3 问题讨论	250
第七章 混合交换方式计算机通信网	255
§ 1 公用交换体系	256
1.1 结合型	256
1.2 专用交换型	256
1.3 公用交换型	257
§ 2 混合交换方式	259
2.1 信息源特性	259
2.2 交换方式比较	261
2.3 混合交换方式结构	262
§ 3 分层动态结构	265
3.1 分层结构	265
3.2 集中器功能	266
3.3 动态电路集合	267
3.4 虚拟电路	269
3.5 专用电路与交换电路的选择	270

§ 4 面向公用低速 C S 网的试验	271
4 · 1 公用低速 C S 网	271
4 · 2 通信处理机	273
4 · 3 通信软件	275
4 · 4 结语	276
第八章 分布式数据库系统	280
§ 1 表征分布的尺度	280
1 · 1 硬件组织	280
1 · 2 控制组织	281
1 · 3 数据库组织	281
1 · 4 综合	282
§ 2 分布式数据库分类	283
2 · 1 复制式数据库	283
2 · 2 分区式数据库	285
2 · 3 综合式数据库	285
§ 3 当前技术水平	286
3 · 1 I B M	286
3 · 2 D E C	287
3 · 3 Burroughs	287
3 · 4 Cincom	288
3 · 5 Cullinane	288
3 · 6 Hewlett-Packard	288
3 · 7 其他	289
§ 4 问题讨论	290
4 · 1 分布式数据库的复杂性	290
4 · 2 研制方法	291

第一章 概 论

在人类生活中，离不开日光、空气、水，不可想象在一个没有能源的世界上生活，也不可思议没有“信息”的伴随。

现代计算机的出现和远程通信的发展，引起信息加工（概指信息的获取、变换、传输、存储、处理、显示和识别）与利用方法发生了全面而深刻的革命，开创了信息时代的新纪元，使信息加工与利用迈入自动化、高速化和社会化的新阶段。

工业化国家花费在信息化方面的费用不断增长，占国家生产总值的比率在1975年时一般已达2~3%，其中美国最高，为3.2%。预计，1980年时工业化国家的这个比率将增加到4~5%，美国可达5.5%。

目前，计算机最发达的美国，平均每百万人口拥有的计算机已超过二千台，日本也达五百台（均不计微处理机）。在八十年代，随着第四代超大规模集成电路计算机的大量推向社会，以及卫星通信、光纤通信等取得长足的进展，还将进一步掀起社会信息化的浪潮。

为了比较全面地了解和研究计算机系统与网络的发展概貌，掌握各种计算机系统与网络的特点和组织方法，实有必要对计算机系统和网络进行分类，并逐一加以剖析。本书正是在这方面而进行的初步尝试。笔者极愿与志同者共同研讨，以正谬误。推进对计算机系统与网络的研究与发展。

§ 1 系统分类

迄今为止，已问世的计算机种类繁多，就象在万花丛中如果不从植物分类学观点研究它们，便很难掌握它们的属性一样，计算机系统的分类研究无疑是一种重要的系统研究方法。它将有助于了解各类系统的演变、属性和相互关系，深化对任一特定系统的了解，启发对新系统的探索途径。

计算机系统分类方法主要有三大类：(1)按基本器件分类为“代”；(2)按系统成本分类为“型”，(3)按系统组织分类为“流”，分述于后。

1.1 以“代”分类

根据计算机采用的基本器件将计算机分为第一代至第四代计算机。也反映了计算机发展的时间顺序，这是最普遍采用的分类法。各代计算机的主要兴旺时期、使用方式、硬件和软件特点，简列如表 1—1。

表 1—1

年 代	处理方式	硬 件	软 件
第一代 (至 60 年)	手 工	电子管	汇编程序。 FORTRAN。
第二代 (至 64 年)	本地处理	晶体管	作业连续处理。 ALGOL(科学计算用) COBOL(事务处理用)。 I/O 控制系统

第三代 (至70年)	多道程序 处理	集成电路	作业多重处理(多个作业的 并行处理)。 分时处理。 PL/I(通用语言)。 数据管理(多种多样I/O 设备的控制)。
第三代半 (目前)	联机处理	中、大规 模集成电路	作业调度管理(作业处理顺 序等的管理)。 联机管理(多种多样的终端 设备的控制)。 虚拟存储管理。
第四代 (今后)	面向终端 用户的复 合分散处 理。	超大规模 集成电路	RASIS 功能(可靠性、可 用性、可维性、完整性、安 全性功能)。 网络管理。 数据库管理(大量数据的集 中管理)。 文字、图形、语声和物景处 理(从“数据”处理到“情 报”处理)。 超高级语言处理功能(谁也 能高度利用计算机)。

1.2 以“型”分类

通常将计算机从大到小分为巨型、超大型、大型、大中型、中型、小型、超小型和微型计算机。随着技术突飞猛进的发展，各种类型的性能不断提高，成本不断下降，因此用性能指标划分界限常常比较困难。例如当前的超小型机 (*mini computer*) 的性能已达到过去小型和中型机的水平，而微型机 (*micro computer*) 的性能正在覆盖前几年超小型机的性能。

一般根据计算机系统的售价大致划分各型的范围，当然这也是随年代而异的。值得注意的是，同一种计算机可因系统配置不同而不止属于一型。

表 1—2 给出日本计算机型号分类之一例，售价单位为亿日元。

表 1—2

型号	大型 A	大型 B	中型 A	中型 B	小 型	超小型
售价	> 5	2.5~5	1~2	0.4~1	0.1~0.4	<0.1

在世界上运行着的计算机中，用于办公室等通常事务领域的小型机和超小型机占有很大数量。因此常常把这一类计算机单独分为一类，称为办公室计算机 (*office computer*)，美国有时称为小型事务计算机 (*small Business Computer*)。办公室计算机的特征是：

- (1) 以十进制运算为基本运算的事务处理专用数字计算机。
- (2) 操作员能进行直接操作。

(3)能与别的系统连接作为其外围设备,能通过通信控制器进行脱机处理和联机处理。

(4)能完成销售管理、库存管理、生产管理、会计财务业务等处理。

(5)作为事务处理用的最小系统构成(包含CPU、存储器、I/O设备)在0.2亿日元以下。

典型的办公室计算机是IBM System32,王安公司的2200等。在日本“机电法”中指定了办公室计算机为合理化机种,特别提倡和促进其发展。

1.3 以“流”分类

根据计算机系统中的信息流特征分类系统,是反映系统组织特点的方法,也是更深入地剖析计算机系统属性的方法。M. J. Flynn 经过多年研究,按照计算机系统中指令流与数据流的相互关系提出将系统分为四类:

一、单指令流—单数据流(SISD)系统

此即基本的单处理机(图1—1),例如IBM 370系统单处理机。

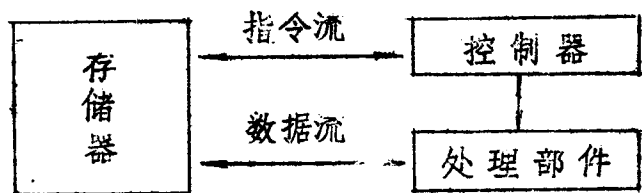


图 1—1

二、单指令流—多数据流(SIMD)系统

阵列机、相联处理机属此类（图 1—2），主要实例是 ILLIAC IV，STARAN，PEPE。

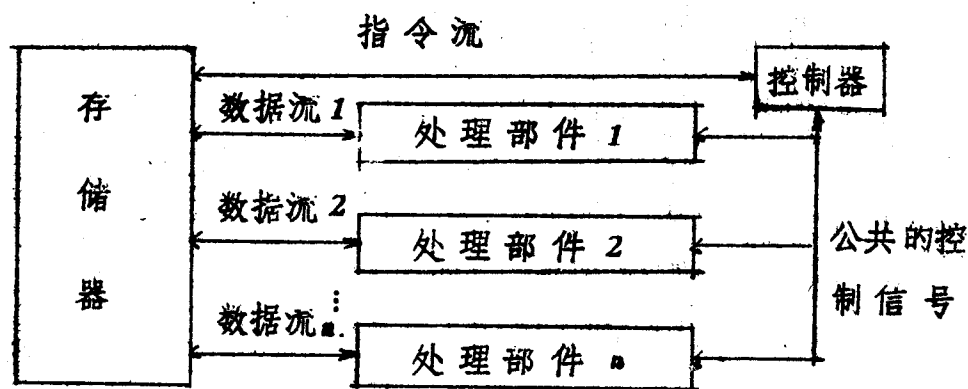


图 1—2

三、多指令流—单数据流（MISD）系统

Flynn 把 CDC 6600 和 7600 的外围处理机，以及 Texas 仪器公司的 ASC 分类为这一类系统。从严格的意义看，并不存在这类系统，本书把向量机列为 SIMD 系统。

四、多指令流—多数据流（MIMD）系统

不止一个程序在对其自己的数据进行处理，存在着多个处理机和多存储器多个独立的单处理机的集合也可以说属于此类。

典型的 MIMD 系统（图 1—3）是多处理机系统，例如 IBM 370/168MP。

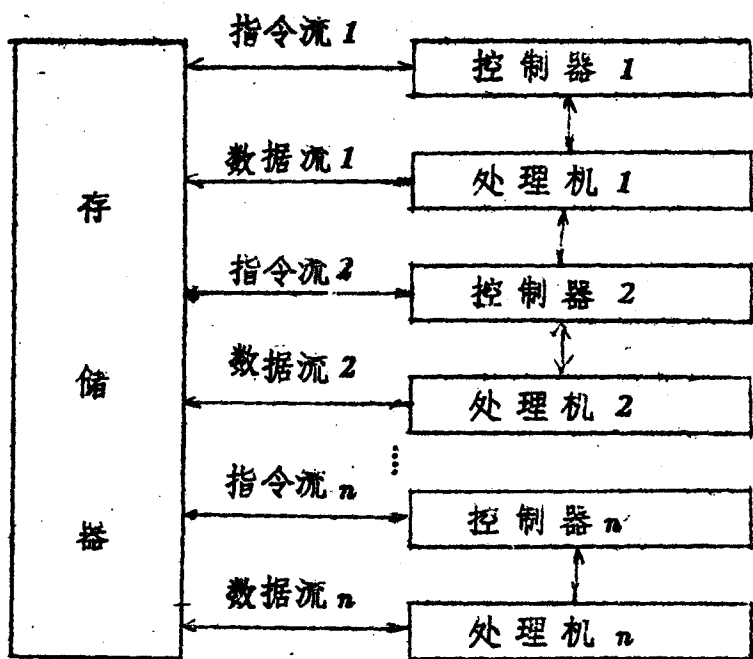


图 1—3

1.4 其他分类

一、根据主要部件的排列与互连方式分类

1. 单机系统。

2. 多计算机系统。

3. 多处理机系统。

4. 流水线系统。

5. 阵列处理机系统。

6. 计算机网络。

二、基于并行度特性分类

(一) 通用网络计算机

1. 具有集中的公共控制的通用网络。

2. 具有相同的处理机构成的，但指令执行的动作是独立的通用网络。

(二) 具有全局性并行度的专用网络

1. 模式或图象处理机。

2. 相联处理机。

(三) 具有局部并行度的非全局性、半独立的网络。包括不属上述两类的的所有其他机器。

这种分类法的目的是要区分多处理机和高度并行的系统结构。

三、从单处理机描述推导出一般机器描述的分类法

(一) 机器 I，一个单处理机。

(二) 机器 II，一个位片 (bit-slice) 相联处理机。它是在机器 I 中加上位片处理和存取能力而构成的，如 STARAN。

(三) 机器 III，一个正交计算机。它是在机器 II 中加上并行的字处理和存取能力而构成的。如 OMEN。

(四) 机器 IV，通过重复配置处理部件由机器 I 推导得出的一种机器，如 PEPE。

(五) 机器 V，由机器 IV 的各处理机间加上相互连接得到，如 ILLIAC IV。

(六) 机器 VI，在机器 I 的各存储单元中加上处理逻辑得到的，如 Kantz 的逻辑做入存储器计算机。

为了描述计算机系统组织的发展和当前状况, 我们基于信息流分类法提出了一个计算机系统组织概貌表, 列示如表 1—3。

计算机系统

— 一、SISD 系统

— (一) 以 CPU 为中心的系统

- 1. 基本的五部件计算机
- 2. 直接的存储器访问机构
- 3. 输入/输出通道
- 4. 流水线结构

— (二) 面向外围的系统

- 1. 单总线系统
- 2. 双总线系统
- 3. 三总线系统

— (三) 以存储器为中心的系统

- 1. 交错工作存储模块
- 2. 宽数据通路
- 3. 高速缓存
- 4. 多寄存器组
- 5. 阶层存储体系