

IBM大学合作项目书籍出版资助

教育部-IBM高校合作项目
精品课程系列教材



Web技术在主机系统中的 应用与案例分析

唐剑锋 陈瑞青 张夏宁 庄磊 编著



清华大学出版社

IBM大学合作项目书籍出版资助

教育部-IBM高校合作项目
精品课程系列教材

Web技术在主机系统中的 应用与案例分析

唐剑锋 陈瑞青 张夏宁 庄磊 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是大型主机系列课程的主干教材,全书共分12章,主要从应用的角度探讨了Web技术在主机系统应用程序中实现的理论知识与完整案例,并在此之前论述了相关的大型主机技术基础作为铺垫。

本书的第1章对IBM主机系统进行了介绍,第2章对比了IBM主机系统和开放平台的差异,第3章简要介绍了新一代主机开发环境,第4章对DB2 for z/OS进行了简要介绍,包括它与DB2 for LUW和VSAM进行的比较,第5章主要论述了主机交易管理软件CICS的基本概念,第6章从样例的角度论述了COBOL应用的开发,包括COBOL+CICS、COBOL+CICS+VSAM和COBOL+CICS+DB2的程序样例,第7章论述了应用CICS Web Support实现以及IP直连访问主机应用的理论知识和案例,第8章论述了应用CTG实现J2EE应用与CICS互连的理论知识,第9章论述了应用CTG实现J2EE应用与CICS互连的完整案例,第10章论述了应用CICS Web服务实现CICS程序的Web服务封装的理论知识,第11章论述了应用CICS Web服务实现CICS程序的Web服务封装的完整案例,第12章论述了应用服务流建模将基于3270的CICS应用发布成Web服务的理论知识和案例。

本书可作为高等院校计算机学院、软件学院大型主机研究方向的本科和专科教材,也可作为从事大型主机系统应用程序Web化的相关技术人员的参考书,还可以用作希望了解和学习大型主机系统应用程序Web化的人员培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Web技术在主机系统中的应用与案例分析/唐剑锋等编著. —北京:清华大学出版社,2012.4
ISBN 978-7-302-27901-3

I. ①W… II. ①唐… III. ①互联网络—程序设计—职业教育—教材 IV. ①TP393.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第008902号

责任编辑:龙啟铭 顾 冰

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁 毅

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13.75

字 数:328千字

版 次:2012年4月第1版

印 次:2012年4月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00元

产品编号:044370-01

FOREWORD



当今时代 IT 技术一个最突出的特点就是 Web 技术的普及，几乎任何一项技术服务的实施都离不开 Web 技术的支持。大型机技术作为一种最古老的 IT 技术，由于产生的年代较早，那个时代并没有 Web 技术，所以大型机技术主要集中在其强大的交易处理功能以及海量的数据处理能力，而 CICS（Customer Information Control System，客户信息控制系统）是运行在大型机之上的实现这种功能的主机中间件产品之一。

由于互联网的出现给传统的 IT 技术产业带来了一场前所未有的革命，随之而来的就是大量的 Web 开发平台、Web 技术架构的出现。显然，原有相对“封闭”的主机技术面对现代 Web 技术的冲击必然要做出“随需应变”的改革，特别是 CICS 技术对于 Web 技术的支持显得尤为重要。在较早的 CICS 1.3 版本中已经加入了诸如对 HTTP、IIOP、ECI 等网络传输协议的支持，并提供了一套完整的 Web 服务接口用于实现对于网络请求和响应的处理。随后的 2.3 版本完善了原有的 Web 接口功能，推出了 CICS Web 接口，并且为了支持开放平台的应用程序与 CICS 的通信互联使用了 CICS Transaction Gateway 这一中间互联网关。同时为了更好地对 J2EE 架构进行支持，提出了 Java Connector Architecture 架构。随着 Web 2.0 技术的出现，在 CICS 3.1 版本中还加入了对 Web 服务的支持，对 Web 服务的支持意味着 CICS 可以同其他异构平台进行更好的跨平台访问和互操作，同时可以作为 SOA（面向服务架构）的一个组件同其他平台上的应用进行集成。

本书根据现有的主机应用系统在 Web 时代存在的一些问题提出了一些解决方案，并以主机中间件系统 CICS（客户信息控制系统）为平台，选取了 CICS Web Support、CICS Transaction Gateway、CICS Web Services 以及 CICS Service Flow 技术作为解决方案中 CICS Web 技术应用的代表，深入分析了 CICS 如何处理 Web 请求，如何通过 HTTP、TCP 方式访问 CICS 中的应用；讨论了 Web 应用（J2EE 应用）如何与 CICS 进行交互，如何实现异构平台应用的集成以及应用面向服务架构（SOA）的思想，通过业务流建模方式，将已有的主机应用发布成 Web 服务，这样就可以通过 Web 服务进行系统的集成。同时本书对每种技术给出了相应的实现方法和案例，从实际出发验证了 Web 技术在主机应用中的可行性。

本书结合现有主机应用中存在的问题，以 CICS 为研究平台，利用 CICS 提供的 Web 功能，提出了一些较为完整的解决方案与实现案例：

1. 以 IP 直连的方式访问 CICS 应用，不需要在 SNA 与 TCP 协议之间转换。用户可以通过浏览器以 HTTP 的方式调用 CICS 的应用，或者通过 TCP 方式以发送数据包的方式

式同 CICS 进行通信。

2. 通过建立一个中间桥接适配器,使得基于 Web 架构的应用(J2EE 应用)对 CICS 应用进行 CTG 调用,而不需要对已有的 CICS 应用进行任何的改动,实现平台之间的互操作。

3. 将 CICS 应用作为 Web 服务进行发布,提供给外部调用者一个标准化的接口,通过调用 Web 服务对 CICS 应用进行访问,同时 CICS 应用也可以以 Web 服务的方式去调用其他应用,从而实现不同平台应用的集成。

4. 从业务逻辑的角度出发,利用业务流建模的方式将已有的 CICS 应用发布成 Web 服务,服务请求者可以将此服务作为一个组件集成到新的应用中。

本书是大型主机系列课程的主干教材,全书共分 12 章,主要从应用的角度探讨了 Web 技术在主机系统应用程序中实现的理论知识与完整案例,并在此之前论述了相关的大型主机技术基础作为铺垫。

本书的第 1 章对 IBM 主机系统进行了介绍,第 2 章对比了 IBM 主机系统和开放平台的差异,第 3 章简要介绍了新一代主机开发环境,第 4 章对 DB2 for z/OS 进行了简要介绍,包括它与 DB2 for LUW 和 VSAM 进行的比较,第 5 章主要论述了主机交易管理软件 CICS 的基本概念,第 6 章从样例的角度论述了 COBOL 应用的开发,包括 COBOL+CICS、COBOL+CICS+VSAM 和 COBOL+CICS+DB2 的程序样例,第 7 章论述了应用 CICS Web Support 实现以及 IP 直连访问主机应用的理论知识和案例,第 8 章论述了应用 CTG 实现 J2EE 应用与 CICS 互连的理论知识,第 9 章论述了应用 CTG 实现 J2EE 应用与 CICS 互连的完整案例,第 10 章论述了应用 CICS Web 服务实现 CICS 程序的 Web 服务封装的理论知识,第 11 章论述了应用 CICS Web 服务实现 CICS 程序的 Web 服务封装的完整案例,第 12 章论述了应用服务流建模将基于 3270 的 CICS 应用发布成 Web 服务的理论知识和案例。

本书可作为高等院校计算机学院、软件学院大型主机研究方向的本科和专科教材,也可作为从事大型主机系统应用程序 Web 化的相关技术人员的参考书,还可以用作希望了解和学习大型主机系统应用程序 Web 化的人员培训教材。

本课程是同济大学软件学院大型主机专业方向的八门主干课程之一。本课程要求的先修课程较多,包括 Java 程序设计、J2EE 程序设计(包括 Servlet、JSP、JavaBean、EJB,所用工具包括 RAD 和 WAS)、主机操作系统 z/OS、C 程序设计、COBOL 程序设计、主机数据库 DB2、主机中间件 CICS、VSAM、软件工程等。

本书主要面向软件学院和计算机应用相关专业本科生,也适合作为硕士研究生的参考书。

由于大型主机应用程序的 Web 化教学和研究在我国起步还没有多少年,很多相关问题都还有待研究,再加上作者的水平有限,书中存在不足甚至错漏之处在所难免,敬请各位专家、读者批评指正。

作 者

2011 年 9 月于同济大学

CONTENTS



第 1 章	IBM 主机系统简介	/1
1.1	IBM 主机发展历史	/1
1.2	IBM 主机技术上的大改进	/2
1.3	大型机服务器的特点	/4
第 2 章	IBM 主机系统和开放平台的对比	/7
2.1	IBM 主机系统的特点	/7
2.1.1	封闭性	/7
2.1.2	成本	/8
2.1.3	结构体系	/9
2.2	IBM 主机系统的优势	/10
2.3	开放平台特点	/10
2.4	本书基于的主机系统及开放系统基本配置	/11
第 3 章	新一代主机开发环境简介	/14
3.1	zLinux 简介	/14
3.2	z/OS USS 简介	/16
3.3	基于 Java 的主机应用开发——RDz 简介	/17
第 4 章	DB2 for z/OS 和 VSAM 简介	/18
4.1	DB2 for z/OS 与 DB2 for LUW 的比较	/18
4.2	关系型数据库 DB2 与 VSAM 的比较	/20
第 5 章	主机的交易管理	/24
第 6 章	COBOL+CICS+VSAM 和 COBOL+CICS+DB2 程序开发	/29
6.1	COBOL+CICS 程序编写规范	/29
6.2	COBOL+CICS 样例程序开发	/34
6.2.1	样例程序的 CICS MAP 代码及执行	/35

6.2.2	样例程序的源代码及执行	/38
6.2.3	CICS Region 里各资源创建、安装及程序执行	/45
6.3	COBOL+CICS+VSAM 样例程序开发	/46
6.3.1	VSAM 数据集定义及数据导入	/46
6.3.2	CICS MAP 生成及 VSAM 数据集的 COPY BOOK 编写	/48
6.3.3	样例程序源代码编写及执行	/49
6.3.4	CICS Region 里各资源创建、安装及程序执行	/50
6.4	COBOL+CICS+DB2 样例程序开发	/52
6.4.1	表创建及数据结构生成	/52
6.4.2	样例程序的 CICS MAP 代码及执行	/53
6.4.3	样例程序源代码编写及执行	/55
6.4.4	CICS Region 里各资源创建、安装及程序执行	/59
第 7 章	应用 CICS Web Support 实现以及 IP 直连访问主机应用	/61
7.1	CICS Web Support 概述	/61
7.1.1	为什么要使用 CICS Web Support	/61
7.1.2	CICS Web Support 中的组件	/62
7.1.3	业务逻辑接口	/62
7.2	CICS Web Support 对 HTTP 请求的处理	/63
7.2.1	CICS 如何处理 HTTP 的请求	/63
7.2.2	CICS Web 绑定处理	/65
7.2.3	CICS Web Support Analyzer	/66
7.2.4	基于 HTTP 处理请求的实现	/67
7.3	CICS Web Support 对非 HTTP 请求的处理	/74
7.3.1	TCPIPSERVICE 的定义	/75
7.3.2	非 HTTP 请求 Analyzer 的实现	/75
7.3.3	用户程序的改变——应用 BLI 接口获得请求数据	/77
7.3.4	CWS 非 HTTP 请求的应用实现	/77
第 8 章	应用 CTG 实现 J2EE 应用与 CICS 的互连	/79
8.1	为什么要使用 CTG	/79
8.2	CICS Transaction Gateway 中的基本组件	/79
8.3	CICS Transaction Gateway 接口	/80
8.3.1	External Call Interface	/80
8.3.2	External Presentation Interface	/81
8.4	TCP/IP 到 CICS 的连接	/82
8.4.1	TCP/IP 在 CICS 中的定义	/82
8.4.2	TCP/IP 在 CTG 中的定义	/82

8.5	应用 JCA 构建 J2EE 应用与 CICS 应用之间的连接	/83
8.5.1	方案一：J2EE 连接架构的 CCI 接口	/83
8.5.2	方案二：Web 服务调用框架	/84
8.6	基于 CTG JCA 的应用实现	/86
第 9 章	应用 CTG 实现 J2EE 应用与 CICS 互连的案例分析	/89
9.1	测试 CTG 与 CICS 服务器的连接	/89
9.2	使用 CTG 实现 Java 客户端应用程序与 CICS 的互连	/93
9.3	使用 CTG 实现 WAS 应用程序与 CICS 的互连	/104
第 10 章	应用 CICS Web Service 实现 CICS 程序的 Web 服务封装	/134
10.1	案例背景	/134
10.1.1	概述	/134
10.1.2	互联网发展状况及其应用	/135
10.1.3	本章研究内容的意义	/136
10.2	SOA 与 Web 服务	/136
10.2.1	SOA 简介	/136
10.2.2	Web 服务技术	/139
10.2.3	Web 服务标准协议	/140
10.2.4	SOA 与 Web 服务之间的关系	/148
10.3	CICS 与 Web 服务	/148
10.3.1	CICS 简介	/148
10.3.2	CICS 中的 Web 服务	/148
第 11 章	应用 CICS Web Service 实现 CICS 样例应用程序 Web 服务封装的案例分析	/160
11.1	案例背景介绍	/160
11.2	实现主机端样例应用程序	/165
11.3	建立并安装 CICS Web Service 支持环境	/172
11.4	在 RAD 中测试 CICS Web Service	/181
11.5	在 WAS 中测试运行 CICS Web Service 程序	/184
第 12 章	应用服务流建模将基于 3270 的 CICS 应用发布成 Web 服务	/204
12.1	为什么要使用服务流建模	/204
12.2	Service Flow Modeler 介绍	/204
12.3	应用 Service Flow Modeler 构建简单的 SOA 应用	/205
12.3.1	原始的 CICS 3270 应用	/206
12.3.2	导入屏幕定义，建立屏幕识别特征	/206

12.3.3	录制 SFM 流	/207
12.3.4	生成部署属性文件	/208
12.3.5	将生成的业务流代码部署到 CICS	/208
12.3.6	测试运行场景	/210

参考文献	/211
------	------

IBM 主机系统简介

1.1 IBM 主机发展历史

IBM 主机系统发展年表如下所示：

- 1948 年，IBM 开发制造了基于电子管的计算机 SSEC。
- 1952 年，IBM 公司生产的第一台用于科学计算的大型机 IBM 701 问世，IBM 701 字长 36 位，使用了 4000 个电子管和 12 000 个锗晶体二极管，运算速度为每秒 20 000 次。
- 1953 年，IBM 又推出了第一台用于数据处理的大型机 IBM 702。
- 1956 年，IBM 继续推出 701 与 702 的后继产品 704 和 705。
- 1958 年，IBM 推出了大型科学计算机 7090，并实现了晶体化。
- 1960 年，IBM 将 7000 系列全部晶体化，并制造了 7094-1 大型科学计算机和 7040、7044 大型数据处理机。
- 1961 年，IBM 完成了第一台流水线计算机 STRETCH (IBM7030)。
- 1964 年 4 月 7 日，IBM 发布了 System/360 (简称 S/360) 系统，成为计算机发展史上的一个重要里程碑；System/360 是 5 种不同型号计算机的统称（也就是系列机的思想）。

总之，在 1955~1965 年这 10 年间，美国名牌大学与大公司使用的计算机大多数是 IBM 704 到 IBM 7094 这些机器。

- 1970 年 6 月，IBM 正式发布了 System/370 的 155 和 165 两种型号。
- 1972 年 8 月，IBM 推出的 S/370-158 和 168 系统采用了虚拟存储器技术和多处理技术。所谓多处理技术是指两个以上的处理器装在一个计算机系统中共同工作。
- 1981 年，IBM 公布了扩展的 S/370 体系结构 (370-XA)，将地址线位数从 24 位增加到 31 位，大大增强了 S/370 的寻址能力。
- 1988 年，IBM 对 S/370 的体系结构作了进一步的改进，发布了 ESA/370。
- 1990 年 9 月，IBM 开发了 ESA/390，ES/9000 和 S/390 系列计算机系统，采用 ESCON 等新技术。
- 1994 年，在扩展 ES/9000 产品系列的基础之上，IBM 发布了 System/390 (简称 S/390 系统)，引进了并行复合系统环境下的并行处理和 CMOS 技术的应用。

IBM eServer 子系列更开放，更可靠。

- 2000 年, IBM 推出 z/900 (2064), 主存最多支持 64GB。
- 2003 年, IBM 推出 z/990 (2084), 主存最多支持 256GB。
- 2005 年, IBM 推出 z9-109 (2094), 主存最多支持 512GB。
- 2007 年, z11 诞生。

1.2 IBM 主机技术上的大改进

本节介绍 IBM 大型主机在技术上的大改进。

1. S/360 系统

(1) 从应用角度来看, S/360 系统克服了第二代计算机性能单调的弱点, 集科学计算、数据处理和实时控制功能于一身, 确立了通用性。

(2) 从生产角度来看, 实现了系列化。

(3) 从发展角度来看, 既采用了新的技术 (微程序和通道等), 又留有继续发展的余地。

(4) 从使用角度来看, S/360 在建立计算机系统的继承性上起了开创性的作用。

2. 虚拟存储器技术

主机系统中虚拟存储体系的组成如图 1-1 所示。

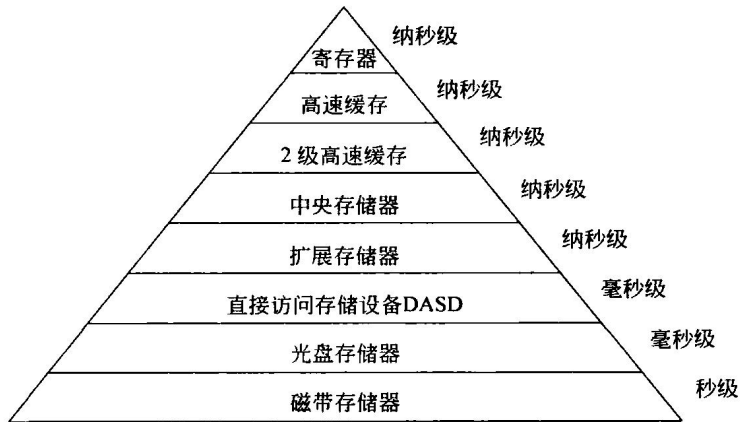


图 1-1 主机系统中虚拟存储体系的组成

在主机系统中整个虚拟存储体系由 8 层组成, 分别如下:

(1) 寄存器: 是速度最快的存储介质, 但数量较少, 用于存放当前正在执行的指令和正在使用的各类数据。它位于 CPU 内部, 其中通用寄存器为 32 位, 浮点寄存器则为 64 位。

(2) 高速缓冲器: 位于 CPU 内部, 由高速半导体存储线路组成, 其中存放的是下一批待执行的指令。

(3) 2 级高速缓存: 不在 CPU 内部, 主要功能是自动地从它的下一层存储器获取信

息并传送到上一层的缓存中，其目的是更快地将信息从主存提出送到缓存。

(4) 中央存储器：是整个存储系统的主角，位于 CPU 外部，所有经过 CPU 和 I/O 通道的信息都必须存放于此，其容量远远大于以上各层存储器，但访问速度仍然很快。

(5) 扩展存储器：其目的是降低整个存储系统成本的同时又不降低太多的性能，它由超大规模的半导体存储线路矩阵组成，作为主存的补充。

在 S/390 的有些型号中，扩展存储器实际上是主存的一部分。一些还要使用但不是马上要用的信息都会自动地存入扩展存储器中。一旦这些信息又要被使用时，它们将立即被送回到主存，以便 CPU 随时使用。

(6) 直接访问存储设备 (DASD)：即磁盘存储器。在 S/390 中，磁盘存储器一般可以分为两类：一类是带有高速缓存的，另一类则不带高速缓存。磁盘存储器同 I/O 设备一样，也是通过 S/390 的 I/O 通道或系统总线与系统相连的。由于它利用磁介质存储信息，即使在关掉电源后信息也不会丢失，因此也称为永久性存储器。

(7) 光盘存储器：利用光技术获得极高的记录密度，是一种比磁盘速度低的随机存储器，也可以长期保存信息。

(8) 磁带存储器：磁带存储器通常是作为磁盘存储器的备份，是一种低成本高速度的存储媒体，非常适合存储一些档案文件。

3. 多处理器技术

多处理器技术是指两个以上的处理器装在一个计算机系统中，共同工作。

主机系统的体系结构如图 1-2 所示，图中的 CPU 代表中央处理器。

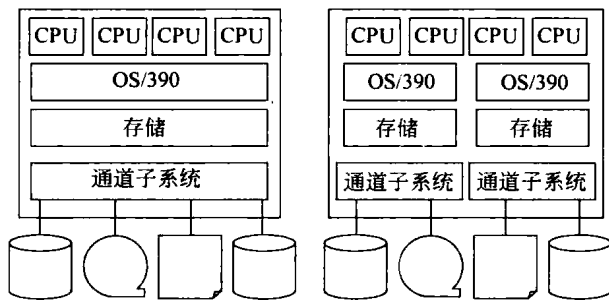


图 1-2 主机系统体系结构图

4. CMOS 技术

CMOS 技术即互补金属氧化物半导体技术。与双极型技术相比，CMOS 技术有了显著的提高，一个芯片中可以容纳 450 000 个电路。其他优势在于：

- 散热的优越性；
- 成本的降低；
- 体积的减少。

5. 并行复合系统

并行复合系统 (Parallel System Complex) 是指在一个或者多个处理器中运行两个或两个以上的 OS/390 操作系统。并行复合系统中有一个核心部件叫 XCF (Cross-System

Coupling Facility), 它允许一个系统中的特许程序与该系统中的其他程序或者其他系统中的程序进行通信。

S/390 并行复合系统应用新的结构设施, 可以充分利用至多 32 台计算机, 而且今后利用的台数还可以增加。

S/390 并行复合系统可以使得许多计算机协作工作, 如同一台完整的计算机系统一样。它们有统一的时标参考系, 将所有数据作为一个整体来对待, 随时可以共享, 并且在进行这些工作时, 它的这种结构对用户、网络、应用程序乃至操作管理程序来说都是透明的。

在并行复合系统中, 似乎只有一个计算机系统在工作而不是多台计算机系统在协同工作, 所以它的优点十分明显。例如原有的应用程序可以不经任何的修改即可以在上面运行。它可以连续不断地运行, 能进行动态的工作负载平衡以及数据的整体共享等等。

6. 体系结构的改进

- ESCON (Enterprise Systems CONnection, 企业系统连接结构): 这是一种新的输入输出结构, 应用光缆, 利用光通信而不是传统的电子信号。
- 加密结构: 在 S/390 中, 计算机通过集成密码特征来实现对计算机中的信息进行加密或解密, 以防止信息被非法访问。
- 子系统存储保护: 防止诸如 CICS 等子系统对存储器的干扰, 这个功能由操作系统和子系统共同提供。
- 数据压缩: 是指 S/390 在硬件级上提供数据压缩, 其速度是软件压缩的 5 倍以上。
- 异步数据转移结构 (ADMF): 利用 I/O 处理器更有效地实现中央存储器与扩展存储器之间的信息移动, 以空出处理器来完成其他任务。
- DB2 排序增强: 允许使用硬件完成 DB2 的排序算法。

1.3 大型机服务器的特点

1. 正向兼容

正向兼容是指原有 S/370 的软件可以在 S/390 中运行。这包括汇编级用户程序, 高级语言开发的软件产品, 数据库和操作系统, 通信和联网的标准、规范、操作方式等。

2. 向量处理

过去 IBM 的大中型机没有专门的向量处理指令, 但有健全的浮点和整数运算, 因此可用软件的办法解决向量运算。

为了在大中型通用机系统上有效地解决向量运算, IBM 在通道上加接数组处理器 (Array Processor, AP), 和 CPU 组成松散的协同关系, 这种方法已使用近二十年, 对处理 FFT 等问题十分方便。

S/390 系列有多种机型, 其中多数机型均可配置向量运算装置。例如中档机器 320 型 (相当于 4381) 就可以在中央处理机增配向量运算部件。在最高档的 900 型则可同时

配置 6 个向量运算装置，一个向量装置的处理能力为 23 MFLOPS。

3. ESCON 通道

IBM 大型机采用了新的通道体系结构 ESCON。其实最早在大型机中使用光纤的并非 IBM，日立公司在 1987 年前就开始用光纤连接大型机系统，只是没有形成光纤通道为基础的体系结构。

IBM 在 S/390 中采用了 ESCON，已远远超过使用光纤技术，而是在通道结构上做了较大的变革。

这是一种新的输入输出结构，它定义了一套规则，使存储器子系统、控制部件、通信控制部件等 I/O 设备都通过这套规则与处理器相连接。

ESCON 使用光缆通信，而不再使用电信号。使用光纤通信后，不仅大大提高了 I/O 设备和通道之间的信号传输速度，而且还可以把 I/O 设备放置在远离处理器几十千米以外的地方。

4. 保密硬件措施

在 S/370 系统中，加密和解密均由系统软件解决，速度慢并且增加系统开销。在 S/390 中则提供了密码特性件（Cryptographic Feature）。

保护企业内部信息资源，保证信息在传送和存放中不受破坏或被外界盗用是十分重要的。在企业内部由大型机，中小型机以及各基层部门使用的工作站等连成一个庞大的体系中，安全保护就更为重要。

当然，仅仅提高机器本身的可靠性还不够，还需在 S/390 中采取抗干扰，抗病毒侵入的硬件安全装置。

当各个部件之间交换数据时，对于发送方，由其硬件密码装置将信息加密后再发送（在企业内可通过光纤）。而对于接收方，则在接收后由主机的密码装置解密。

这种密码装置效率非常高，每秒可处理 1000 笔交易，密码装置涉及个别专用指令或固化操作逻辑和中断等。

系统软件也有相应模块，例如 RACF 软件产品，则可以进行用户认证和资源授权检查。

5. 64 位地址编码

在 S/370 的 XA 体系结构中已使用 31 位编码地址，S/390 则规定所有机型都是 31 位地址结构，直接寻址范围可达 2GB，大大增加了用户程序及数据的可用虚存空间。

2000 年 IBM 发布了 z/Architecture 的 z900，开始支持 64 位地址，地址空间从 2GB 到 16EB，最大 64GB 内存空间。

其实 S/390 的应用矛盾不在于单个的虚存空间有多大，主要矛盾在于需要解决多个虚存空间同时使用和工作，强调多个虚存空间的横向关系。

6. 高速缓存技术的改进

使用高速缓存（Cache）的目的是为了缓解中央处理器指令执行周期和主存速度的匹配矛盾。Cache 技术首先在 IBM 360/85 型计算机中使用，后来在巨型机中又使用了 2 级

Cache 技术。

由于通道数目的增加,大大增加了访问主存的频率,特别是在多个 CPU 结构中,各 CPU 同时访问主存带来的速度矛盾,多路竞争矛盾和信息副本的矛盾,使得过去那种以主存为中心辅之以单级 Cache 的存储体系无法满足大型机的性能要求。为此在 S/390 中高档的机型都使用了两级 Cache 技术。每一个中央处理机使用一个 256KB 的 1 级 Cache,但是把数据和指令分开,二者并行工作。在多机结构中,1 级 Cache 的信息由 2 级 Cache 提供,2 级 Cache 的容量高达 4MB,2 级 Cache 再和主存交互。

7. 供电系统的改进

S/390 系列各型号均采用 50/60Hz 市电直接供电方式。气冷柜架式的多个机型使用了电池备份供电,一旦电源切断,电池可以继续工作 5 分钟。其他机型则使用一种新的可靠性高的电源。

8. 提高存储器检测/纠正功能

在 S/390 中,不仅主存部分和高速缓存部分普遍使用海明码,而且在扩存部分使用了检测三位错并纠正两位错的装置。

此外,还在机器信息存取装置上、传递通路上、信息转换装置甚至运算部件上安置了上千个自动纠错装置。这样做的目的不仅可以克服偶然出现的随机性错误的干扰,从硬件角度看又起了冗余作用,不会因某个硬件器件的损坏而影响系统正常运行。

9. 关键部件的备份工作

在 S/390 中,许多关键部件都实行双部件冗余工作,其中一个部件出现故障,另一个立即自动切换上去。例如一个电源出现故障,系统立即使用另一个电源维持工作。其他的冗余设计方法在中央处理器内部也有采用。

10. 外部设备的动态再配置功能

如果要增加或更换外部设备,可以不必停机,而是在系统运行中进行。IBM 为此将 MVS 的某些控制程序以微码形式固化,以保证这种动态再配置工作不影响系统正常运行。

在一个大企业内部由多台机器构成一个整体时,这种自动再配置功能的优越性会显著地体现出来。

IBM 主机系统和开放平台的对比

2.1 IBM 主机系统的特点

大型机的绰号有恐龙、铁盒子、暴龙等。相对于其他系统平台（银河巨型机之类的除外），大型机是一个古老封闭的平台。

2.1.1 封闭性

TCP/IP 网络技术是当今网络的主流。TCP 协议 1973 年被提出，大型机当时已经诞生 9 年了。而当 UNIX 4.2 BSD 正式采用 TCP/IP 协议的时候，已经是 1983 年了。在 TCP/IP 培育出 Internet 之前，大型机采用的网络结构是特有的 SNA（System Network Architecture）结构。由于 Internet 将世界连接成一片，SNA 网络无法与 TCP/IP 兼容，无法融入 Internet 构架。从网络层面来说，TCP/IP 的普及使得曾依赖 SNA 的大型机显得比较封闭。SNA 与 TCP/IP 协议使各个方面都存在很大差异：

SNA 协议与 TCP/IP 协议的对比如表 2-1 所示。

表 2-1 SNA 协议与 TCP/IP 协议的对比

SNA 协议	TCP/IP 协议
包在网络内保留顺序	在网络内可能会失去封包的顺序，必须在目的终端重组顺序
每位使用者的包使用相同的网络	同一位使用者的包可能采用不同路径（或通路）
提供整个传送设备的通路信息，有利于调整、问题判断、网络控制及网络管理	由于缺乏通路信息，因此对网络的控制和网络的管理造成了很大的阻碍。同时，也使得问题判断与调整的操作变得非常困难
有时可以运用端到端的流量及拥塞控制	有信息包层无法执行拥塞控制
必须设定初始路径，但增加一些价值，如可保留传送设备资源以加强服务；每个包可能只有一个虚拟线路编号；能够有效地设定传送设备的优先路径	此法不必设定初始路径，但失去一些特性，如整个路径都无法保留传送设备的资源；每个包都有完整的网络目的地址；无法设定传送设备的优先路径
通常会执行错误侦测与修正	执行错误修正时通常需要源地址重新传送
利用虚拟线路的状态信息，可以以最少的成本完成账户结算	账户结算通常会占用极高的成本，且结算工作也很困难

续表

SNA 协议	TCP/IP 协议
符合高速网络的趋势及方向	在处理操作受限制的高速网络环境下,难以执行动态性传送设备选择路径等类似的操作
没有重新设定路径,就不能轻易适应变动的流量模式	可轻易适应低速网络下变动的网络流量
可根据个别的协议需求,规划、保留带宽	无法根据个别的协议需求,规划、保留带宽
范例:电话系统的拨号	范例:邮局的信件
主要用于:大型机	主要用于:开放平台

SNA 协议与 TCP/IP 协议的模型对比图示如图 2-1 所示。

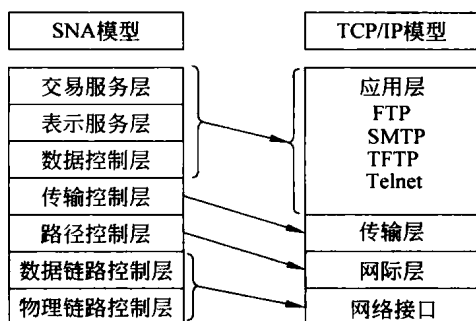


图 2-1 SNA 网络模型与 TCP/IP 模型的对比

由于 IBM 最初没有在大机上使用 TCP/IP 服务,因此对比开放平台(全部支持 TCP/IP 协议)的 TCP/IP 网络,大机平台受到了很大的阻碍。

网络的独特性是一个例子,大机正在加强对 TCP/IP 的支持。z 系列大机虽然被认为是服务器,但其实与其他那些基于 Intel 芯片或 Power 芯片的服务器不同。大机有基于 IBM 自己的芯片,有自己的 z/OS 系列操作系统,有自己独特的组件,与其他平台很不同,独特的处理器、独特的操作系统、独特的文件系统以及独特的磁盘格式,这些都使得大机与其他平台差别很大。

2.1.2 成本

大机一直是价格高昂的代名词。不过这种情况正在逐步改变。

z900 价格最高为 1000 万美元左右。z9 系列一般价格为 100 万美元以上。对大部分公司来说,是无法接受的。而最新推出的 z9 BC (Business Class) 价格最初为 10 万美元。而笔者所知道的最廉价的成交价格是 2007 年发生的,一台 z9 BC 以硬件免费的价格向某公司提供,只是所附带的软件是额外计算的。

事实上大机购买成本始终缺乏一个统一的衡量标准,不管是以 MIPS 为单位还是以单个的机器为单位。大机的购买并不是发生在价格固定的超市,我们不可能寻求精确的数据,因为这是属于每个大机客户(全世界上万个大型企业部门)的商业机密。

维护成本:维护成本是一个很难计算的部分。一般看来,对于数据量极大的数据中