

计算机硬件组成架构

乔 斌

(芜湖职业技术学院 信息工程系, 安徽 芜湖 241006)

摘 要: 首先阐述了计算机硬件架构组成及其功能, 基于冯·诺依曼型计算机体系结构, 对现代计算机硬件组成架构进行了对比分析, 分别分析了并行计算机和量子计算机的硬件组成架构。

关键词: 计算机硬件; 硬件组成; 架构分析

中图分类号: TP 368.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-1374(2013)05-0596-05

Computer hardware architecture analysis

QIAO Bin

(Department of Information Engineering, Wuhu Institute of Technology, Wuhu 241006, China)

Abstract: The composition and function of computer hardware architecture is described first. Considering Von Connaught clothing Man-type computer architecture, we compare the current architectures and analyze the structures of the parallel computers and quantum computer.

Key words: computer hardware; hardware components; architecture analysis.

0 引 言

随着社会的进步和信息时代的发展, 计算机已成为人们生活和工作中不可缺少的一部分, 人们对计算机性能的要求也越来越高。得益于高集成度的微处理器芯片和大容量的存储器芯片技术的不断提高, 计算机硬件的整体水平取得了快速发展。计算机硬件作为计算机技术的重要组成部分, 其体系架构也越发先进和复杂, 这对人们掌握计算机硬件知识的要求也越来越高; 不仅需要人们了解计算机的基本组成硬件及功能, 更需要人们对现有的计算机硬件组成架构及组成原理

有一定理解。

文中从计算机硬件的基本组成部分及功能开始, 对经典的和现有的计算机硬件组成架构进行深入的分析 and 探讨, 以完整阐述计算机的硬件组成架构。

1 计算机基本硬件及其功能

计算机的硬件系统是由基础硬件按照一定的设计框架所组成的, 主要可分为中央处理器、存储器、输入设备、输出设备。各个组成部分的基本功能如下:

1) 中央处理器是由运算器和控制器组成的,

收稿日期: 2013-07-15

作者简介: 乔 斌(1968—), 男, 汉族, 安徽芜湖人, 芜湖职业技术学院讲师, 安徽工程大学硕士研究生, 主要从事嵌入式技术、信息技术教育方向研究, E-mail: 312594195@qq.com.

是计算机系统中必备的核心部件。运算器是主要用来对数据进行加工处理的部件,负责进行各种基本的逻辑计算、算术计算和其它操作;控制器作为整个计算机系统的运行指挥中心,负责分析指令,并根据指令的要求有序、有目的地向系统的各个部件发出控制信号,使整个系统各部件协调一致地工作。

2)存储器是计算机系统内最主要的记忆装置,它既能接收计算机内的数据和程序,又能保存数据和程序,还可以根据命令读取已保存的数据和程序。根据与 CPU 的接近程度,存储器可以划分为内存储器与外存储器,简称内存与外存。内存储器又常被称为主存储器(简称主存),属于计算机系统的组成部分;外存储器又常被称为辅助存储器(简称辅存),属于外部设备。

3)输入设备用来向计算机输入数据和信息,是用户和计算机进行人机交互的桥梁,主要设备

有:键盘、鼠标、摄像头、扫描仪、光笔、手写输入板、语音输入装置等。计算机主要是通过输入设备来获取原始数据和处理这些数据的程序。

4)输出设备作为计算机的终端设备,主要对系统中的数据进行输出,即是将计算机中的各种数据或信息以数字、字符、图像、声音等形式表示出来。常见的输出设备有:显示器、打印机、绘图仪、影像输出系统、语音输出系统等。

2 计算机硬件组成架构原型

计算机硬件组成框架的原型为冯·诺依曼型计算机体系结构。根据冯·诺依曼的存储程序控制原理,计算机硬件主要有控制器和运算器、存储器、输入、输出设备,对应于现实生活中常见的 CPU、内存、主板、鼠标、键盘等。冯·诺依曼计算机体系结构如图 1 所示。

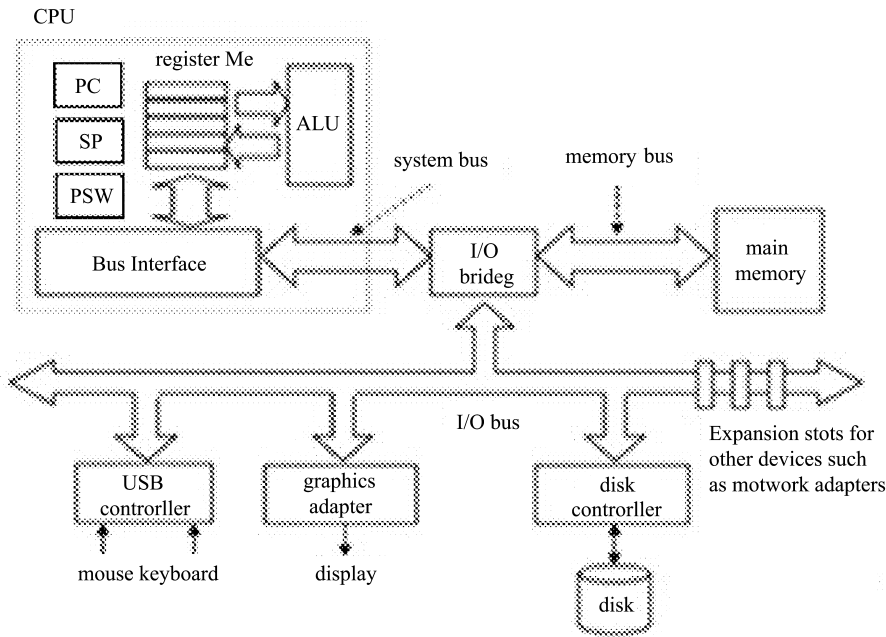


图 1 典型的计算机硬件系统架构图

当然,冯·诺依曼型计算机体系结构存在着一定的优缺点,如各计算机组成部件便于局部升级、单元条例化可以局部删除重排列、二进制运算速率快等均属于其优点,而因其体系结构属串行方式,因此导致了延长计算机数据输入和处理的时间,限制电脑的计算处理速度的明显缺点。因此,随着时代的进步,人们对冯·诺依曼型计算机体系结构进行了发展,其发展成果主要包括数据流计算机 DFM 和智能计算机^[1-2]。

3 现代的计算机硬件组成架构分析^[3-5]

由于经典的冯·诺依曼体系结构存在性能上的瓶颈,而时代的快速发展对计算机的处理数据能力提出了越来越高的要求。因此,计算机硬件组成架构朝着并行计算机体系结构和量子计算机体系结构等方向发展。

3.1 并行计算机体系架构

并行计算机是由多个处理器组成的计算机系

统,通过一定设计使这些处理器能够相互通信并协作,从而快速、高效地求解大型复杂问题。5 种

并行结构模型如图 2 所示。

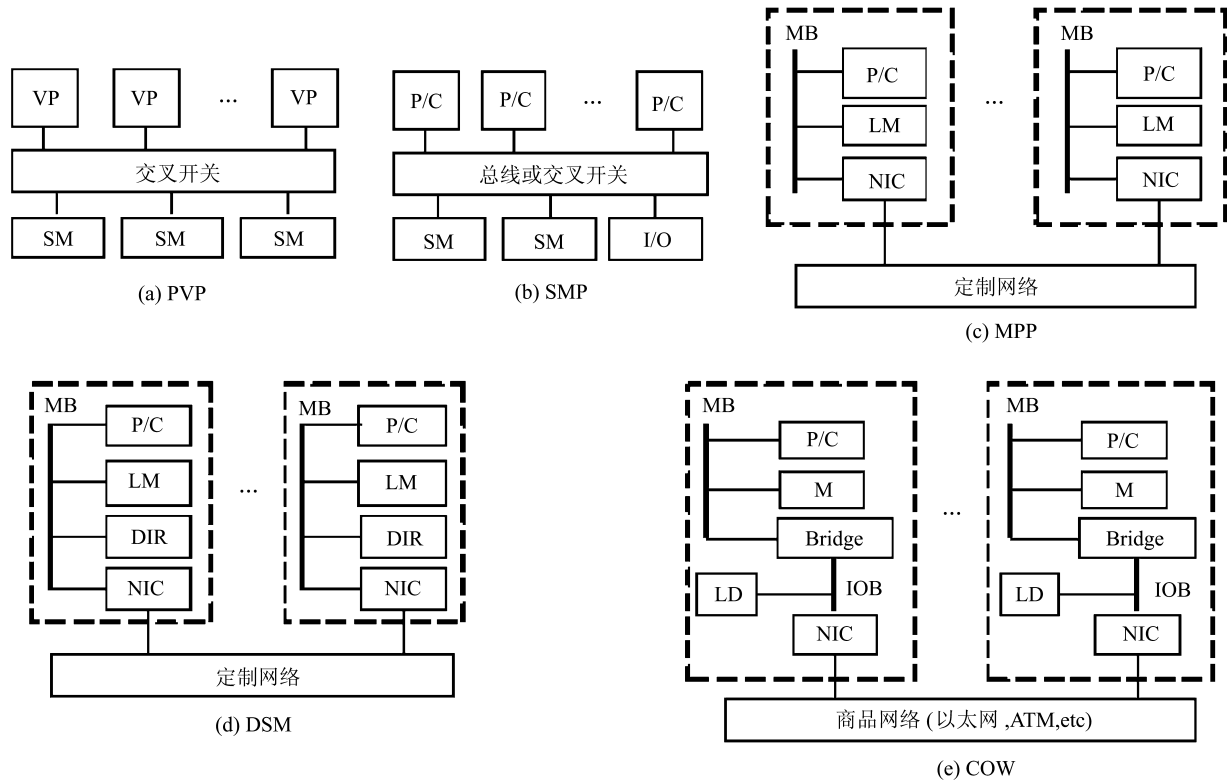


图 2 5 种并行机结构模型

3.1.1 并行向量处理机(PVP)^[6-8]

典型的并行向量处理机的结构见图 2(a),该典型机器有银河 1 号、Cray T-90、NEC SX-4 和 Cray C-90 等。该系统中包含了一定量的向量处理器 VP,它们中的每一个至少具有 1 G flops 的处理能力。

3.1.2 对称多处理机(SMP)

对称多处理机的结构见图 2(b),该典型机器有曙光 1 号、EC Alpha 服务器 8400S、IBM R50 和 DGI Power Challenge 等。对称多处理机系统中使用了具有片上或外置高速缓存的通用微处理器,它们连向共享存储器采用的方式是高速总线或交叉开关。

3.1.3 大规模并行处理机(MPP)

图 2(c)为大规模并行处理机结构示意图,该典型机器有我国的曙光-1000、IBM SP2、英特尔公司的 TFLOPS 和英特尔公司的 Paragon 等。MPP 一般具有以下特性:处理节点采用通用 CPU;系统中有物理上的分布存储器;采用专门设计和定制的高通信带宽和低延迟的互连网络;能同时容纳成百上千个 CPU;程序系由多个进程

组成,是一种异步的 MIMD 机器,每个程序都有其私有地址空间,进程间通过传递消息来进行交互。

3.1.4 分布共享存储多处理机(DSM)

分布共享存储多处理机结构见图 2(d),采用此类结构的计算机有 SGI/Gray Origin2000、Cray 公司的 T3D 和 Stanford DASH。该种结构的计算机在物理上分布在各节点中的存储器,从而形成了一个共享的存储器,因此它相对于规模并行处理机而言编程较容易。

3.1.5 工作站机群(COW)

工作站机群结构见图 2(e),此结构类型的计算机包括 Berkeley NOW、Alpha Farm 等,其主要特征是:每个节点都是“无源工作站”,一个节点也可以是一台 PC 或 SMP;各节点通过一种低成本的以太网、FDDI 和 ATM 开关等商品网络互连接;各节点内都有本地存储磁盘;节点内的网络接口都分布在松耦合到 I/O 总线上的;操作系统是工作站 UNIX,为了支持单一系统映像、并行度、通信和负载平衡等,另外添加了一个附加的软件层。

文中比较了上述 5 种结构的特性,见表 1。

表 1 CANopen 节点通信对象

属性	结构类型	处理器类型	互连网络	通信机制	地址空间	系统存储器	访存模型	代表机器
PVP	MIMD	专用定制	定制交叉开关	共享变量	单地址空间	集中共享	UMA	Cray C-90 , Cray T-90 , 银河 1 号
SMP	MIMD	商用	总线、交叉开关	共享变量	单地址空间	集中共享	UMA	IBM R50 , SGI Power Challenge , 曙光 1 号
MPP	MIMD	商用	定制网络	消息传递	多地址空间	分布非共享	NORMA	Intel Paragon , IBMSP ² , 曙光 1000/2000
DSM	MIMD	商用	定制网络	共享变量	单地址空间	分布共享	NUMA	Stanford DASH , Cray T 3D
COW	MIMD	商用	商用网络 (以太 ATM)	消息传递	多地址空间	分布非共享	NORMA	Berkeley NOW , Alpha Farm

3.2 量子计算机(quantum computer)

量子计算机是一类遵循量子力学规律进行逻辑运算、高速数学计算和存储及处理量子信息的物理装置。量子计算机可以解决目前很多通用计算机无法解决的问题,如对量子物理系统的模拟和进行大数据处理。

量子计算机由量子器件组成,量子器件的工

作基础是量子效应。常规器件的信息位处于 0 态/1 态,而量子器件的量子位除了 0 态/1 态外,还有叠加态。叠加态是 0 和 1 的叠加,它们出现的概率相等。例如:常规计算机的 8 位寄存器只能存放一个 8 位数,而 8 位量子寄存器则可以存放 256 个数。量子计算机的架构如图 3 所示。

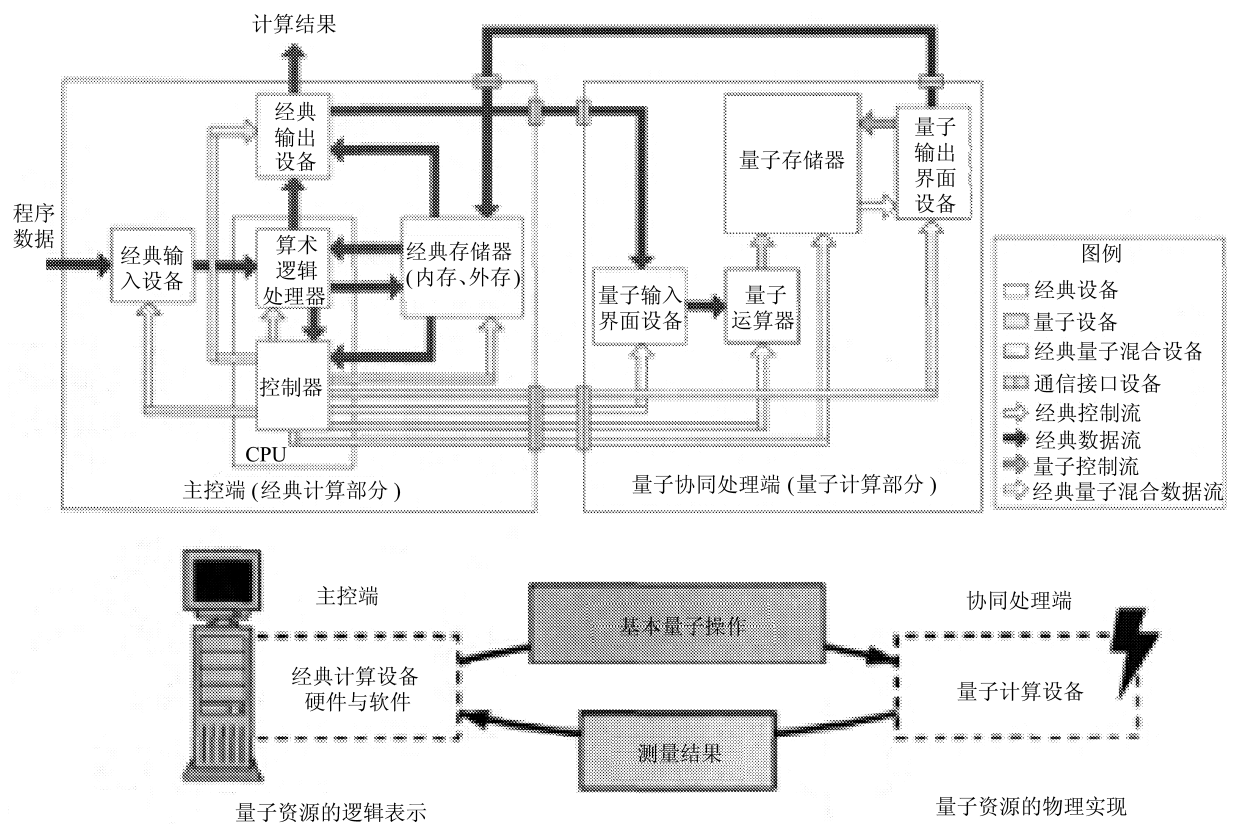


图 3 通用量子计算机体系结构示意图

量子计算机组成架构为:通用计算机为主控端,负责量子计算中的算术计算和逻辑计算,并对量子计算部分进行控制;量子计算设备为协同处理端,其主要功能是处理以量子态形式所表示的数据。

文中将上述基本框架与冯·诺依曼型计算机组成架构进行类比,从以下5个方面进行分析:

1)运算器。通用量子机体系结构中,量子运算器受主控端控制,专门用来处理量子计算。量子运算器负责对指定量子位进行一些基本量子门的操作,这些量子门操作可作为该体系结构下的基本量子指令,量子运算器在量子存储器内的量子态产生作用。

2)控制器。通用量子计算机的控制器对应于主控端冯·诺依曼型计算机的控制器。控制器不仅量子协同处理端的各个部件,通常在相应系统软件的操纵下通过主控端、量子计算部分的接口和通信设备对部件进行控制,还控制着经典计算部分的运算。所以该体系结构中起控制作用的核心部件是控制器,它与量子存储器、ALU、经典存储器、子运算器以及经典输入/输出设备和量子输入设备/接口交互。

3)存储器。存储器主要用来储存量子计算中所涉及的数据,可谓量子数据的中间结果或最终结果,也可以是经典数据。这里存储器分为两类:一类是量子存储器,负责储存量子计算所产生的量子态,包括运算中间结果和最终结果;一类是经典存储器。与冯·诺依曼型计算机体系结构不同的是,不管是在量子存储器还是在量子运算发生的场所,量子数据是不流动的。由于量子计算的特殊物理背景,这样设计量子存储器可以有效避免“计算”中,并可以提高量子计算的性能和容错性。

4)输入设备。量子计算部分的输入设备,其主要功能是把通用计算所用的数据转换为量子计算所用数据。它接受主控端的指令,并把通用数据信息转换为量子计算所需要的概率幅信息。特别需要关注的是,量子输入界面设备仅受控于产生量子态的概率幅信息,需要通过量子运算器把概率幅信息转换为量子数据的物理态并置入量子存储器。量子运算器与量子输入界面设备之间存在单向数据流,并通过通信接口与控制器进行控制流交互。

5)输出设备。量子计算部分的输出设备,其功能是把量子态转换为经典数据。它既具有量子物理属性,又具有经典物理属性。量子输出界面属于量子设备,设备中内置一个量子测量器件。量子输出界面设备直接根据地址访问量子存储器中的某个量子位,由主控端控制它;由量子测量器件对其进行投影测量,测量造成该量子位的状态向其本征值坍缩,坍缩导致反映量子态的某个物理量发生可测的变化。测量器件探测到这个变化,并根据其相位或者矢量的正负,把它映射为经典数值1或者0,然后将它以比特的形式输出。

4 结 语

随着计算机硬件包括处理机、主存等部件的发展,器件的集成度越来越高且运算速度越来越快,信号传输技术、电源、冷却及装配等工艺技术也越来越精湛,因此,计算机的硬件组成架构也将不断突破技术瓶颈,为人们的生活和工作提供更好的帮助。

只有在对经典计算机硬件组成框架和现有的计算机硬件组成框架有深入的了解和掌握后,才能掌握计算机未来硬件组成框架的发展方向。在未来的计算机中,计算机硬件组成框架将继续获得发展,计算机的性能也将得到进一步的提高。

参考文献:

- [1] Brent R P. The parallel evaluation of general arithmetic expressions [J]. J. of ACM, 1972, 21(2): 201-206.
- [2] Bouknight W J. The illiac IV system [J]. Proc. of the IEEE, 1972, 60(4): 369-388.
- [3] 陈国良. 并行计算: 结构·算法·编程[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [4] 唐志敏. 高性能计算机体系结构[C]//香山科学会议第94次学术讨论会. 北京: [s.n.], 1998(4): 21-23.
- [5] 刘超, 胡彩萍, 胡全连. 计算机硬件知识体系的结构框架研究[J]. 电气电子教学学报, 2009(5): 13-16.
- [6] 易法令, 谢云. 计算机硬件教学的系统性与实践性探讨[J]. 理工高教研究, 2005(1): 47-50.
- [7] 李丽娜, 邵敏权, 马庆峰. 浅谈嵌入式系统的现状及发展[J]. 长春工业大学学报: 自然科学版, 2004, 25(2): 19-23.
- [8] 黄先元. 浅析计算机硬件故障与维护[J]. 信息与电脑: 理论版, 2009(9): 52-54.