1. **计算机系统结构的基本概念**

**计算机系统结构含义(p10)，透明性(p12)**

**计算机系统结构**：指机器语言程序的设计者或是编译程序设计者所看到的计算机系统的概念性结构与功能特性。**透明性**：一种本来存在，有差异的事物和属性，从某种角度上看又好像不存在的现象，被称为是“透明性”。例如，高级程序员看不到各种不同类型机器的差异性，就是一个明显的例证。

**计算机系统结构、组成、实现之间关系(p13)**

1.计算机系统结构 -机器语言级的程序员所了解的计算机的属性，即外特性 。2.计算机组成 -计算机系统结构的逻辑实现。3.计算机的实现 -指其计算机组成的物理实现。

**分类（FLYNN）(p17)：**单指令流、单数据流( SISD )结构；单指令流、多数据流( SIMD )结构；多指令流、单数据流( MISD )结构；多指令流、多数据流( MIMD )结构

**计算机系统设计的原则（三条）(p24)，阿姆达尔（Amdahl）定律**

1. 加速那些使用频率高的部件——提高整个计算机性能

**1**

1. **Amdahl定律：Sp = Te / T0 = ————————-**

**（1 - fe）+ fe / re**

fe：可改进部分在原系统计算时间中所占的比例，总是小于1；

re：性能提高的倍数（T部件改进前/ T部件改进后），总是大于1。

1. 程序访问局部性原理：程序往往重复使用它刚刚使用过的数据和指令。

**计算机系统的层次结构(p9)**

虚拟机=应用软件+系统软件；应用软件=应用语言级（6）；系统软件=高级语言级（5）+汇编语言级（4）+操作系统级（3）；物理机=硬件+固件；硬件=传统机器级（2）；固件=微程序机器级（1）+电子线路（0）

**性能评价结果数据的处理方法(p48)：**算术平均值，几何平均值，调和平均值，加权平均值

**第二章 指令系统**

**软件兼容性要求(p4)：**软件向后兼容和向上兼容。

**数据类型(p9)和数据表示(p11)：数据类型**：指一组数据值的集合，还定义了可作用于这个集合上的操作集。

**数据表示**：指在计算机中能由硬件直接辩认，指令系统可以直接调用的数据类型。数据表示实质上是一个软、硬件取舍的问题。

**自定义数据表示定义、分类及优,缺点(p19)**

**自定义数据表示**：由数据本身来表明数据类型，使计算机内的数据具有自定义能力。**分类**：带标志符的数据表示+数据描述符**带标志符的数据表示**：描述简单数据，标志符是和每个数据值相连，存在同一存贮单元内。

优点：（1）简化了指令系统。（2）容易检出程序编制中的错误。（3）简化了编译程序。（4）支持数据库系统 。

（5）简化了程序设计 。（6）便于软件测试，支持应用软件开发 。

缺点：（1）数据字长增加。（2）降低了指令的微观执行速度 。（3）与其他计算机的兼容性差，硬件复杂。

**数据描述符**：用来描述复杂和多维数据，如向量、数组、记录等，描述符专用来描述所要访问数据的特性，它和数据字分开存储，机器经描述符形成访问每个元素的地址及其他信息，增加一级以上寻址，（描述符或数据字）而数据字本身又是带标志符数据表示。

**指令系统编码方法(p29)：**（1）正交法（2）整体法（3）混合法

**程序定位方式(p35-36)：**

**直接定位方式**：直接使用实际主存物理地址来编写或编译程序，目前大多不用这种方式。

**静态定位方式**：专门用装入程序来完成，一旦装入主存就不能再变动了，这种方式实现简单，不需要增加硬件设备，但不够灵活，主存利用率不高，多个用户不能共享主存。

**动态定位方式**：利用类似变址寻址方法，由硬件支持完成。只把主存的起始地址装入该程序对应的基址寄存器中，指令的地址不需全部修改。

**优点**：在程序执行时由硬件形成主存物理地址，主存利用率高，多个用户可以共享同一个程序段，支持虚拟存储器实现。**缺点**：需要硬件支持，实现的算法比较复杂。

**两种指令系统风格，特点（RISC、CISC）(p7)**

(一)复杂指令集计算机（CISC）

特点：1.指令的控制执行是采用微程序控制技术，有专用的寄存器。2.控制器十分复杂，占用了大量CPU芯片面积，有些复杂指令用的很少，难以用优化编译生成高效目标代码。3.处理器的执行效率不高。4.指令系统与软件之间语义差别越来越大，软件设计任务十分繁重，整个设计风格不是十分经济有效的。

缺点：指令系统庞大，硬件复杂，执行速度低，编译程序复杂、长，部分指令使用效率低。

(二) 精简指令系统计算机（RISC）

基本思想：通过减少指令总数和简化指令的功能来降低硬件设计的复杂程度，提高指令执行速度，使指令简单，有效可行。

**简述RISC的设计思想起源(p45)和主要技术(p55)**

**设计思想起源**：1.20%-80%定律2.系统设计中硬件和软件之间折衷3.VLSI工艺技术发展

**主要技术**：

1. 流水线结构和指令调度：RISC主要特点之一是充分提高流水线效率。
2. 寄存器窗口：就是把整个寄存器组分成很多小组，每个过程分配一个寄存器小组，当发生过程调用时，自动地把CPU转换到不同的寄存器小组使用，不再需要作保存和恢复的操作，这个寄存器小组就叫做寄存器窗口，相邻的寄存器窗口间有部分是重叠的，便于调用参数传送。
3. 优化编译技术：一是如何最佳分配寄存器堆中的寄存器，使数据有效地减少对存储器的访问；二是设法对程序中的指令序列在保持原来语义 基础上进行重新排序和调度，进行并行性的开发。

**第三章 存储系统**

**存储系统三个特性（局部性、一致性、包含性）(p5)**局部性：一致性：副本修改，以保持同一信息的一致性。

包含性：在容量大的存储器中，一定能找到上层存储信息的副本。

**存储层次结构概念和性能参数（T，S，C）(p3)**

T：存储器访问周期，与命中率有关。S：以字节数表示，单位为B、KB、MB、GB、TB等。C：表示单位容量的平均价值单位为＄C/bit或＄C/KB。

**提高存储器频带宽度方法(p7)**

多个存储器并行工作，并用并行访问和交叉访问等方法；设置各种缓冲存储器；采用Cache存储系统。

**CACHE引入目的、特点（和虚拟存储器比）、需解决的问题(p68)**

目的：提高CPU对存储器的访问速度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Cache** | **虚拟存储器** |
| 功能 | 提高了主存储器的速度 | 扩大了主存储器的容量 |
| 实现技术 | 硬件 | 以软件为主 |
| 透明性 | 透明 | 不透明 |
| 地址转换 | 简单 | 复杂、速度慢 |

**CACHE写操作的更新策略(p52-53)，CACHE的性能（命中率，加速比，平均访问时间）(p55-)**

（1）全写法：在对Cache进行写操作的同时，也对主存该内容进行写入 。（2）写回法：在CPU执行写操作时，只写入Cache，不写入主存；需要替换时，把修改过的块写回主存。（3）写不命中：将数据写入主存。

等效访问周期

加速比

命中率越高，加速比越大。

**CACHE命中率影响因素(p56)**

1. Cache的容量对命中率的影响：容量越大则命中率越高。2. Cache块的大小对命中率的影响：当块的容量加大命中率明显的增加，但增加到一定值后反而出现块增加命中率下降的现象。

3. 地址映像方式对命中率的影响：（1）直接相联法命中率比较低。（2）全相联方式命中率比较高。

（3）组相联方式中，组数越多，命中率越低。

**存储保护(p69)**

1. 加界保护方式：在CPU中设置了多个界限寄存器，由系统软件经特权指令指定，禁止越界。这种保护方式是对存储区的保护、运用于段式管理。

(二) 键保护方式：每次访问主存，首先进行键号比较，如果键号相等才允许访问。

(三) 环保护方式：将系统程序和各用户程序按其功能的性质和要求分为几个级别，各级之间如同心环的关系由内层向外层级别逐渐降低，各层的环号由操作系统给定，每个程序都具有一个环号，此环号说明该程序只能访问它的同级或低级的程序，不可访问级别比它高的程序。

**CACHE-主存地址映象变换概念？几种主要方式（全相联、直接、组相联）特点计算**

地址映像是指某一数据在主存中的地址与在缓存中的地址两者之间的关系。地址映像与转换是在两个不同的时间进行的，在数据由主存调入缓存时，按照地址映像规则建立地址映像表，即目录表; 在CPU访问该数据时，根据地址目录表的记录，进行地址转换。

**常用替换算法特点及相关计算**

RAND, FIFO, LRU, LFU

LRU(最近最少使用)法是记录近期使用次数的多少，而LFU(最久没有使用)法是记录最久有没有使用过。

**第四章 流水线技术**

**一次重叠、流水概念(p4)，流水分级(p8)，分类(p9)**

**流水线技术**：将一个重复的时序过程分成若干个子过程，每个子过程都可有效的在其专用功能段上和其它子过程同时执行的一种技术。流水线的基本结构中主要包括三大部分：锁存器、时钟、功能段（站）。

**流水线特点**： 1）流水一定重叠，比重叠更苛刻。2）一条流水线通常由多个流水段组成。 3）每段有专用功能部件，各部件顺序连接，不断流。 4）流水线有建立时间、满载时间、排空时间， 5）各段时间尽量短、一致，不一致时最慢子过程为瓶颈。 6）给出的最大吞吐率等指标，为满负载最佳指标。

**按功能分类**：单功能流水线、多功能流水线**按工作方式分类**：静态流水线、动态流水线**按连接方式（流水线中是否有反馈回路）分类**：线性流水线、非线性流水线。

**流水线三种冲突（资源，数据，控制相关）的概念和处理方法(p45)**

**资源相关**：有多条指令进入流水线后在同一机器周期内争用同一功能部件。

**解决方法**：（1）使i+3指令停顿一拍进入流水线，以解决访存相关。（2）重复设置一个存储器。

**数据相关**：一条指令需要用到前面指令的执行结果，而前面的指令均在流水线中重叠执行，还未产生相应的结果。（WR, RW, WW）**解决方法**：（1）时间推后法（2）定向技术

**控制相关：主要由无条件转移和条件转移引起**

解决方法：（1）加快和提前形成条件码（2）静态转移预测技术

**流水机器的中断处理(p58)**

**不精确断点法**(同外部设备中断处理一样)：不论第i条指令在流水线的哪一段发出中断申请，都不再允许那时还未进入流水线的后续指令再进入，允许已流入的指令执行完；现场是最后一条指令的。

**精确断点法**：不论第i条指令是在流水线中哪一段发的中断申请，给中断处理程序的现场全都是对应第i条的，在第i条之后进入流水线的指令的原有现场都能恢复(增加设备，增加后援R，保存流水线内各条指令的原有状态）。

**一个周期能完成多条指令的计算机（多发射结构的RISC）、三种超级计算机(p74)**

超标量计算机：每个时钟周期内能同时发射（启动）多条指令的计算机。

超流水计算机：每个时钟周期内能分时发射（启动）多条指令的计算机。

超长指令字计算机VLIW：由编译程序在编译时找出指令间潜在的并行性，进行适当调度安排，把多个能并行执行的操作组合在一起，成为一条具有多个操作段的超长指令字。

**向量的处理方法(p87)，向量处理机的结构分类(p89,92)**

1. 水平处理法(横向)2.垂直处理法(纵向)——适合于流水处理3.分组纵横处理法

**增强向量处理功能的方法，特别是链接技术**

**Vi冲突**：并行工作的各向量指令的源向量或结果向量，使用了相同的Vi。

**功能部件冲突**：同一个功能部件被一条以上要求并行工作的向量指令所使用。

**链接技术**：利用向量指令间存在的先写后读的数据相关性，把向量寄存器Vi既作为源R，又作为结果R；将两条或多条向量指令链成一条链子，来加快向量指令序列的执行速度、提高向量操作的并行性和功能部件流水效能的技术。

**第五章 并行处理机和多处理机**

**并行性概念(p2)、粒度(p4)并行性**：在同一时刻或同一时间间隔内完成多个性质相同或不同的任务。

**粒度**G=TW/TC：衡量软件进程所含计算量的尺度。测量方法是数一下颗粒（程序段）中的指令数目。一般用细、中、粗来描述，决定并行处理的基本程序段。

**单机并行发展的3条技术途径(p9)**时间重叠：让多个处理过程在时间上相互错开，轮流重叠地使用同一套硬件设备的各个部分，以加快硬件周转而赢得速度。资源重复：在并行性概念中引入空间因素。通过重复设置的硬件资源来提高系统可靠性或性能。资源共享：利用软件的方法让多个用户按一定时间顺序轮流地使用同一套资源，以提高其利用率，这样相应地提高整个系统的性能。

**阵列处理机分类(p13,p15)**

1. 分布存贮的阵列处理机

各个处理单元PE设有局部存贮器存放分布式数据，只能被本处理单元直接访问，此种局部存贮器称为处理单元存贮器PEM。在控制部件CU内设有一个用来存放程序的主存贮器CUM。整个系统在CU统一控制下运行系统程序的用户程序。执行主存中的用户程序指令播送给各个PE，控制PE并行地执行。处理器阵列一般是通过CU接到一台管理处理机SC上，SC一般是一种通用计算机。

1. 集中式共享存贮的阵列处理机每个PE没有局部存储器，存储模块以集中形式为所有PE共享，互连网络ICN受CU控制。互连网络ICN的作用不同

**常用基本互联函数计算方法(p31-7种)**

1. 恒等置换：I(Xn-1Xn-2…X1X0) = Xn-1Xn-2…X1X0
2. 交换置换：E(Xn-1Xn-2…X1X0) = Xn-1Xn-2…X1X0

3、 方体置换：Cubek(Xn-1Xn-2…Xk+1XkXk-1…X1X0) = Xn-1Xn-2… Xk+1XkXk-1 … X1X0

4、 均匀洗牌置换：

逆均匀洗牌置换：

5、蝶式置换：β(Xn-1Xn-2…X1X0) = X0Xn-2…X1 Xn-1

6、移数置换：a(X)=(X+k) mod N, 0≤X≤N

7、加减2i（PM2I）置换：

PM2+i（j）=j+2 i （mod N）

PM2-i（j）=j-2 i （mod N） 式中，0≤j≤N-1，0≤i≤n-1，n=log2N