


2019~2020 学年第 二 学期 课程代码 0529812B/0529630x 课程名称 计算机体系结构 学分 3 课程性质: 必修 考试形式: 闭卷 系主任: 
专业班级: 17 级计算机、物联网 考试日期: 2020/6/29 命题教师: 李建华 学号: _____ 姓名: _____ 成绩: _____

注意: 所有答案一律写在 A4 纸上, 考试结束前请拍照 (尽量清晰), 并导入到 Word

文档中, 然后转成 PDF。(文件命名格式: 计 17x_学号_姓名.pdf 或者 物 17x_学号_姓名.pdf, “计”表示计算机, “物”表示物联网, “x”表示几班)

一、简答题 (共30分)

- 指令流水线的段数是不是越多性能越好? (2 分) 为什么? (4 分)
- 请简述牺牲缓存 (Victim Cache) 的工作原理, 并解释其有效性。 (6 分)
- 请简述前瞻执行 (Speculative Execution) 中重定序缓冲 (ROB, Re-Order Buffer) 的主要功能。 (6 分)
- 相比较于 RAID 3, RAID 4 的优点是什么? (3 分) RAID 5 的优点是什么? (3 分)
- 请画出 MIPS 指令集中 JR 指令的单周期数据通路。JR rs 的语义为: PC =GPR[rs] (6 分)

采用ALUop: 多控制, 减小主控制单元的规模, 减小延迟, 优化时钟周期的长度

二、综合应用题 (70分)

- 对于没有旁路机制 (Data Forwarding) 的 MIPS 5 阶段流水线, 找出下面代码中的数据相关, 并将相关的情况 (相关指令对的编号以及相关的类型) 列出来。 (8 分)

编号	指令
1.	add \$3, \$1, \$2
2.	lw \$1, 0(\$4)
3.	and \$5, \$3, \$4
4.	and \$6, \$1, \$2
5.	or \$1, \$3, \$6
6.	sw \$1, 4(\$4)
7.	lw \$2, 4(\$4)
8.	sub \$3, \$5, \$6

1 & 2: 反相关
1 & 3: 真相关
2 & 4: 真相关
1 & 5: 反相关 真相关
4 & 5: 反相关 真相关
2 & 6: 真相关
4 & 6: 反相关
5 & 6: 真相关
1 & 7: 反相关
4 & 7: 反相关
1 & 8: 输出相关
3 & 8: 反相关 真相关
4 & 8: 真相关
5 & 8: 反相关

RAW-真相关/流相关
WAR-反相关
WAW-输出相关

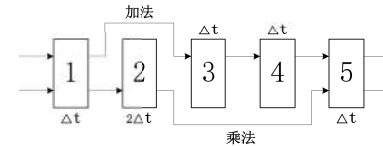
- Amdahl 定律:

描述了提升某个部件性能后总体性能的提升, 整体性能的提升与可加速部分运行时间占比有关, 只对部分进行改进, 提升越多, 最终所获得的加速比越高, 最终会趋向于1/(1-f), 表明了性能提升的上限, 对资源分配提升性能有启发意义。

- 请用自己的语言阐述下 Amdahl 定律。 (2 分)
- 一个程序的 75% 的运行时间花费在乘法运算上面。如果将乘法单元加速 3 倍, 可以获得的总的加速比为多少? (3 分)
- 若乘法单元可以获得无限的加速比, 请问该程序能获得的最大的加速比为多少? (3 分)


有一条动态多功能流水线由 5 段组成 (如下图所示), 加法用 1、3、4、5 段, 乘法用 1、2、5 段, 第 2 段的时间为 $2\Delta t$, 其余各段时间均为 Δt , 而且流水线的输出可以直接返回输入端或

暂存于相应的流水寄存器中。若在该流水线上计算 $\sum_{i=1}^4 (A_i \cdot B_i)$, 试计算其吞吐率、加速比和效率。 (10 分)



- 假设你是一个工程师, 目前有一个流水线处理器, 其时钟周期长度为 10ns。在该处理器上, 你最喜爱的基准程序的平均 CPI 为 1.6。此外, 你知道该基准程序中 10% 的指令为分支指令, 且该处理器中分支预测的精度为 90%。每个错误的分支预测, 会造成处理器暂停 2 个时钟周期。现在你希望通过增加流水线的深度使得时钟周期长度变为 9ns, 但该优化措施会使得错误的分支预测的开销变为 7 个时钟周期。假定其它方面不受影响, 请回答如下问题: 在新的处理器中你喜爱的基准程序能够获得的 CPI 是多少? (4 分) 对于该基准程序, 新的处理器与旧的相比哪个更好? (2 分)
- 对于 CPU 中的缓存, 请回答: 当采取下面的改变时, 强制性失效以及冲突失效分别会发生什么样的变化? 并给出原因。
 - 将相联度增加一倍, 缓存的容量和块大小不变; (3 分)
 - 将缓存块大小减半, 缓存的相联度和缓存中组的数量不变; (3 分)
 - 将缓存中组数量增加一倍, 缓存容量和缓存块大小不变。 (3 分)

考试纪律: 自觉做到公平、公正, 不作弊, 不抄袭。努力做一个正直的人。

2019~2020 学年第 二 学期 课程代码 0529812B/0529630x 课程名称 计算机体系结构 学分 3 课程性质: 必修 考试形式: 闭卷 系主任: 
专业班级: 17 级计算机、物联网 考试日期: 2020/6/29 命题教师: 李建华 学号: _____ 姓名: _____ 成绩: _____

6. 一个具有一层缓存系统并支持虚拟存储器 (virtual memory) 的 MIPS 机器的配置说明如下:

- 1MB 物理地址空间
- 4GB 虚拟地址空间
- 4KB 页面大小
- 16KB 8路组相联缓存, 写直达, LRU替换算法
- 1KB 缓存块大小
- 2个条目的TLB, LRU替换算法

假设下面的代码在该系统上单独运行, 且进程上下文切换被关闭。

```
#define NUM_INTS 8192  
int *A = (int *)malloc(NUM_INTS * sizeof(int)); // malloc 返回地址: 0x100000  
int i, total = 0;  
for(i = 0; i < NUM_INTS; i += 128) A[i] = i;  
for(i = 0; i < NUM_INTS; i += 128) total += A[i]; // 目标代码
```

请根据上面的假设回答如下问题:

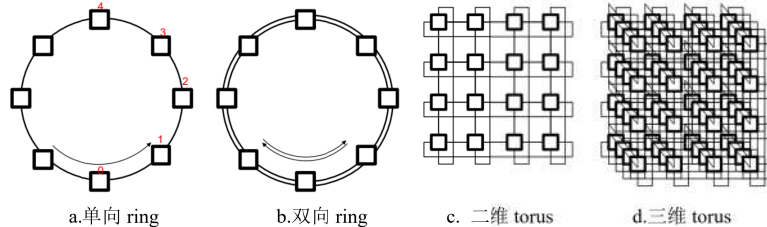
- (1) 假定采取字节寻址, 请给出访问缓存的地址划分方案? Tag:Index:Offset (3分) 9: 1: 10
- (2) 假定采用字节寻址, 请给出虚拟存储器的地址划分方案? VPN: Page Offset (3分) 20: 12

对于下面三个问题, 仅考虑标注 “目标代码” 的行:

- (3) 计算缓存的命中率 (3分)
- (4) 计算TLB的命中率 (3分)
- (5) 计算页表的命中率 (3分)

7. 下图给出了 4 种网络拓扑, 基于如下假设回答后面的问题: (8 分)

假设: 1) 一个 packet 从某个节点移动到其邻居节点需要 1 个周期; 2) 假设路由算法采取从源到目标的最短路径进行路由。



问题:

- (1) 基于 uniform random 流量模型且没有流量冲突, 对于图 a 中的单向 ring 来说, packet 传输的平均延迟是多少? (假定 ring 中有 n 个节点, 并且 n 为奇数。) $(0+1+\dots+n-1)/n = (n-1)/2$
- (2) 基于与 (1) 中同样的条件, 双向 ring 的平均延迟为多少? $(1+\dots+(n-1)/2)/n = (n+1)(n-1)/(4n)$
- (3) 基于相同的条件, $n \times n$ 的二维 torus 的平均延迟为多少?
- (4) 基于相同的条件, $n \times n \times n$ 的三维 torus 的平均延迟为多少?

8. 针对当前美国封锁华为的事件, 谈谈你的想法和见解。(3 分) 什么原因导致芯片设计这个领域这么难以突破? 也可以谈谈你的看法。(3 分)

该事件背后一方面可见国内的科技实力日益强大, 让美国感受到了威胁, 另一方面, 我国仍有很多的技术受到了他国的压制, 很难脱离他国技术进行独立研发, 关键技术仍存在于卡脖子的情况, 只有发展自己的核心技术, 才能不被卡脖子, 我国并不一定要从事某一具体职业, 即使是在基础科研领域, 做好每一项都是值得尊重的人, 芯片设计领域需要高端的设备和高端的人才, 而我国尽管人数众多, 但是相关技术起步较晚, 很多先进的技术被他国垄断, 又被他国压制, 使得芯片领域难以突破。