

USTB

计算机组成原理实验指导书附录

2024, Fall

作者

计算机组成原理课程组

USTB, 2024 年 11 月 6 日

目录

A	LA 组评分细则	2
A.1	任务要求	2
A.1.1	写在开头	2
A.1.2	个人任务 60 分	2
	实验报告——个人部分 10 分	2
A.1.3	团队任务 40 分	2
	创新基础部分	2
	创新扩展部分	3
	实验报告——团队部分 10 分	3
B	MIPS 组评分细则	4
B.1	任务要求	4
B.1.1	写在开头	4
B.1.2	个人任务 60 分	4
	CG 测评任务 20 分	4
	虚拟仿真实验平台 10 分	4
	扩展指令任务 20 分	4
	实验报告——个人部分 10 分	6
B.1.3	团队任务 40 分	6
	创新基础部分	6
	创新扩展部分	6
	实验报告——团队部分 10 分	6

A | LA 组评分细则

A.1 | 任务要求

A.1.1 | 写在开头

个人任务需要个人独立完成验收，创新扩展部分在答辩环节进行展示，需要在答辩中展示创新扩展的正确性。

- 关于答辩会提的问题：
 - 主要会围绕着创新内容部分进行考察，考察原理和实现思路。
- 关于评分与难度的非线性关系：
 - 之所以存在这种非线性关系，主要是为了一般的同学能够拿到分数，对此感兴趣的同学可以深入。不喜欢这个方向就没必要卷计组课设了，抓紧时间学好其他专业课。
- 关于分数分布
 - 本课程的总分 100 分，难度最大的部分其实在创新扩展部分，而其他的部分都只要认真把握课程原理，即可实现，请同学们重点把握这部分知识，充分理解；
 - 不建议大家死磕创新扩展的实现，**更禁止通过抄袭的方式获得这一部分分数**，请大家实事求是。

A.1.2 | 个人任务 60 分

根据给出的实验指导书完成前五个章节：

- 不考虑冲突的简单五级流水划分；
- 指令相关和流水线冲突；
- 算术逻辑转移类指令的添加；
- 访存指令的添加；
- 乘除法指令的添加。

实验报告——个人部分 10 分

A.1.3 | 团队任务 40 分

创新基础部分 异常相关指令扩展（根据指导书的最后一章，实现异常和中断的支持）：

- 第一阶段：
 - 增加 csrrd、csrwr、csrxchg 和 ertn 指令；
 - 为 CPU 增加控制状态寄存器 CRMD、PRMD、ESTAT、ERA、EENTRY、SAVE0-3；
 - 为 CPU 增加 syscall 指令，实现系统调用异常支持。
- 第二阶段：

- 增加取指地址错 (ADEF)、地址非对齐 (ALE)、断点 (BRK) 和指令不存在 (INE) 异常的支持;
- 增加中断的支持, 包括 2 个软件中断、8 个硬件中断和定时器中断;
- 增加 rdentvl.w、rdentvh.w 和 rdentid 指令;
- 增加控制状态寄存器 ECFG、BADV、TID、TCFG、TVAL、TICLR。

创新扩展部分 给出多个选项参考, 并不需要大家全部完成, 如有其他自行设计的创新扩展不在本范围内也可。

■ AXI 总线接口设计:

- 将 CPU 顶层接口修改为 AXI 总线接口。

■ 缓存模块设计:

Cache 是现代计算机中不可缺少的技术。

- Cache 基本实现为一路直接映射 Cache, 二者都实现时取 DataCache 成绩;
- Cache 指令实现;
- 多路组相连 Cache;
- Cache 流水化。

■ 外设功能扩展

- 通过汇编语言代码对 SoC 上已经提供实现了的外设进行操控;
- 集成串口外设, 并能通过汇编语言代码操纵外设。

实验报告——团队部分 10 分

B | MIPS 组评分细则

B.1 | 任务要求

B.1.1 | 写在开头

个人任务需要个人独立完成验收，创新扩展部分在答辩环节进行展示，需要在答辩中展示创新扩展的正确性。

- 关于答辩会提的问题：

- 主要会围绕着创新内容部分进行考察，考察原理和实现思路。

- 关于评分与难度的非线性关系：

- 之所以存在这种非线性关系，主要是为了一般的同学能够拿到分数，对此感兴趣的同学可以深入。不喜欢这个方向就没必要卷计组课设了，抓紧时间学好其他专业课。

- 关于分数分布

- 本课程的总分 100 分，难度最大的部分其实在创新扩展部分，而其他的部分都只要认真把握课程原理，即可实现，请同学们重点把握这部分知识，充分理解；
 - 不建议大家死磕创新扩展的实现，**更禁止通过抄袭的方式获得这一部分分数**，请大家实事求是。

B.1.2 | 个人任务 60 分

CG 测评任务 20 分 完成 CG 上评测题，需要提交的代码已经在 CDE 工程中给出。请阅读实验指导书《计算机组成原理课程设计实验指导书下》，学习 TinyMIPS 的基本结构。并提交相应代码。

虚拟仿真实验平台 10 分

- 完成虚拟仿真实验平台上的四个实验。包括模拟器运行和代码运行；
- 本部分实验重点在于解决流水线的前递与暂停问题，与实验指导书的第二章结尾和第三章结尾有关。请注意体会其原理，在进行乘除法器的扩展过程中，同样需要利用到前递和暂停的知识。

扩展指令任务 20 分

- 要求选择 TinyMIPS CPU 中未扩展的 22 条指令中的若干条进行扩展，具体包含的指令在表 B.1，对于 ADD，SUB 等涉及异常的指令，暂时可以不用扩展异常处理的内容。
- 对于每一条指令，都有若干其所属的分组和一个基础分值。
- 每个指令的基础分值根据扩展该指令时的工作量进行设置，具体见表 B.1。
- 如果选择了多条同分组的指令，自第二条起，其计算分值减少为基础分值的 1/2。
- 要求最终同学们完成计算分值总计 10 分的指令扩展。多做不加分。
- 个人任务需要到现场进行验收，演示对指令的测试过程。验收现场会进行提问，提问内容不仅涉及下面的指令扩展的思路过程，也包括 Trace 机制，测试用例，MIPS 指令集架构相关的知识。

表 B.1: 指令分值

序号	指令名称	指令分值	指令分组
1	ADD	2	R 型运算指令/加法指令
2	SUB	2	R 型运算指令
3	NOR	2	R 型运算指令
4	ADDI	2	I 型运算指令/加法指令
5	ANDI	2	I 型运算指令
6	ORI	2	I 型运算指令
7	XORI	2	I 型运算指令
8	SLTI	2	I 型运算指令
9	SLTIU	2	I 型运算指令
10	SRL	2	Shamt 移位指令
11	SRA	2	Shamt 移位指令
12	J	2	直接跳转指令
13	JR	3	直接跳转指令
14	LH	3	内存载入指令
15	LHU	3	内存载入指令
16	SH	3	内存存储指令
17	BGEZ	3	条件分支指令/BGE 跳转
18	BGTZ	3	条件分支指令
19	BLEZ	3	条件分支指令
20	BLTZ	3	条件分支指令/BLT 跳转
21	BGEZAL	3	条件分支指令/BGE 跳转
22	BLTZAL	3	条件分支指令/BLT 跳转

例如一个同学选择了 ADD 指令, ORI 指令, ANDI 指令, JR 指令, LH 指令, 其总分为 2, 2, 1, 3, 3 共计 11 分, 可以达到验收要求。

实验报告——个人部分 10 分

B.1.3 | 团队任务 40 分

创新基础部分 创新部分基础实现包括《计算机组成原理课程设计指导书补充内容》所介绍的全部内容:

■ 乘除法指令扩展:

- 通过乘除法测试点, 包括 n44_div, n45_divu, n46_mult, n47_multu, n48_mfhi, n49_mflo, n50_mthi, n51_mflo;
- 乘除法模块可以采用 IP 核实现。

■ 异常相关指令扩展:

- 第一阶段:
 - 实现特权指令 ERET, MTC0, MFC0
 - 自陷指令 BREAK, SYSCALL
 - 实现 A02 文件中规定的所有 CP0 寄存器
- 第二阶段:
 - 继续扩展异常, 通过完整 89 个功能点的测试

创新扩展部分 给出多个选项参考, 并不需要大家全部完成, 如有其他自行设计的创新扩展不在本范围内也可。

■ 缓存模块设计:

Cache 是现代计算机中不可缺少的技术。

- Cache 基本实现为一路直接映射 Cache, 二者都实现时取 DataCache 成绩;
- Cache 指令实现;
- 多路组相连 Cache;
- Cache 流水化。

■ 外设功能扩展

- 通过汇编语言代码对 SoC 上已经提供实现了的外设进行操控;
- 集成串口外设, 并能通过汇编语言代码操纵外设。

实验报告——团队部分 10 分