

# 华中科技大学

# 课程实验报告

课程名称： 计算机系统基础

实验名称： ARM 指令系统的理解

院 系： 计算机科学与技术

专业班级： 图灵 2301

学 号： U202311239

姓 名： 刘星佳

指导教师： 王多强

2024 年 11 月 5 日

## 一、实验目的与要求

通过在 ARM 虚拟环境下调试执行程序，了解 ARM 的指令系统。

实验环境：ARM 虚拟实验环境 QEMU

工具：gcc, gdb 等

## 二、实验内容

任务 1、C 与汇编的混合编程

任务 2、内存拷贝及优化实验

程序及操作方法 见 <ARM 实验任务.pdf>

## 三、实验记录及问题回答

### (1) 实验任务的实验结果记录

#### 1. C 语言调用汇编实现累加和求值

```
[root@localhost arm_lab]# gcc sum.c add.s -o sum
[root@localhost arm_lab]# ./sum
100
sum=5050
```

#### 2. C 语言内嵌汇编

```
[root@localhost arm_lab]# gcc builtin.c -o builtin
[root@localhost arm_lab]# ./builtin
100
sum is 5050
```

#### 3. 循环展开优化

原始代码：

```
[root@localhost arm_lab]# gcc time.c copy.s -o m1
[root@localhost arm_lab]# ./m1
memorycopy time is 376290434 ns
```

2 倍展开循环优化：

```
[root@localhost arm_lab]# gcc time.c copy121.s -o m121
[root@localhost arm_lab]# ./m121
memorycopy time is 313813280 ns
```

4 倍展开循环优化：

```
[root@localhost arm_lab]# gcc time.c copy122.s -o m122
[root@localhost arm_lab]# ./m122
memorycopy time is 292205934 ns
```

#### 4. 内存突发传输方式优化

```
[root@localhost arm_lab]# gcc time.c copy21.s -o m21
[root@localhost arm_lab]# ./m21
memorycopy time is 79089569 ns
[root@localhost arm_lab]#
```

#### (2) ARM 指令及功能说明

查阅《ISA\_A64\_xml\_A\_profile-2023-09.pdf》，指出 10 条不同指令（存数、取数、算术运算、转移指令、函数调用等都应覆盖）的功能。

1. LDR X0, [X1]

将内存地址 X1 中存储的值加载到寄存器 X0 中。

2. LDP X0, X1, [X2]

从 X2 的内存地址连续加载两个值存储到寄存器 X0 和 X1 中。

3. STR X0, [X1]

将寄存器 X0 的值存储到内存地址 X1 中。

4. STP X0, X1, [X2]

将寄存器 X0 和 X1 的值分别存储到 X2 指定的内存地址及其下一个地址中。

5. ADD X2, X0, X1

将寄存器 X0 和寄存器 X1 相加的值存储到寄存器 X2 中。（无符号加法）

6. SUB X2, X0, X1

将寄存器 X0 和寄存器 X1 相减的值存储到寄存器 X2 中。（无符号减法）

7. B label

无条件跳转到标签 label 的地址。

8. BL label

跳转到标签 label 的地址并保存返回地址到 X30 寄存器。（用于实现类似函数调用的功能）

9. CMP X0, X1

比较寄存器 X0 和 X1 的值并更新条件标志。

10. MOV X0, X1

将一个寄存器 X0 的值复制到另一个寄存器 X1。

## 四、体会

通过本次实验，我对 ARM 指令系统及其应用有了更直观的认识。通过在 QEMU 环境中调试程序，深入理解了 ARM 指令的功能及其优化策略，特别是指令级优化对性能提升的重要性。在 C 与汇编混合编程的尝试中，我感受到底层编程的灵活性，熟悉了寄存器操作与内存管理的细节。内存拷贝及循环展开的优化让我明白高效代码编写不仅依赖算法，还需要针对体系结构特点精心设计。在完成实验的过程中，我的动手能力和问题分析能力也得到了提升。这

次实验让我体会到理论与实践结合的重要性，进一步激发了我对底层系统开发的兴趣。