

CS110 Discussion

RISC-V Datapath

Yuxuan Li

VSPLab@SIST

2026.04.24

liy22025@shanghaitech.edu.cn

目录

1 RISC-V 单周期处理器的设计

2 RISC-V 的数据通路分析

1 RISC-V 单周期处理器的设计

四个状态单元

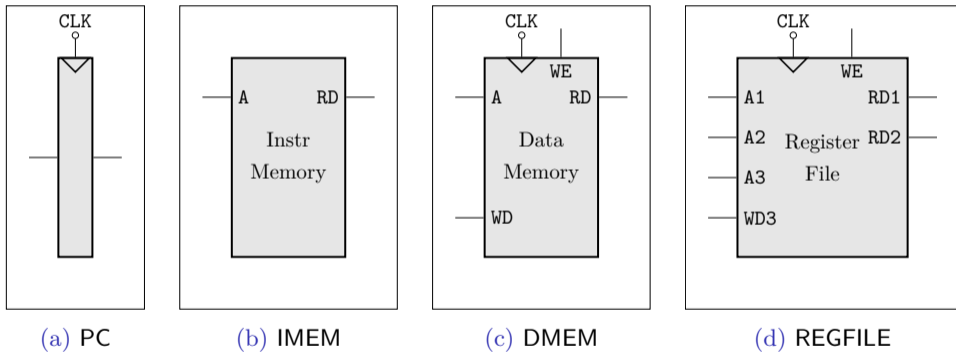
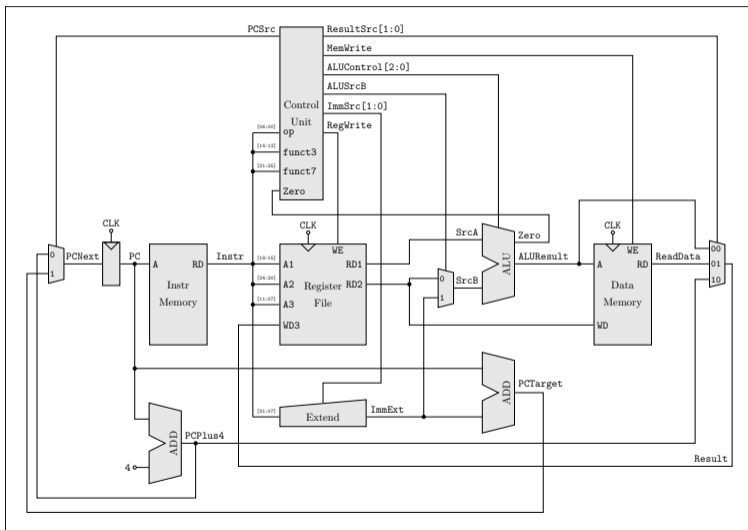


图 1: RISC-V 处理器的四个状态单元



处理器的关键：1 个 ALU，2 个 ADD，3 个 MUX

尽管处理器电路看起来相当复杂，但理解其原理，只需要把握住

- 1 个 ALU
- 2 个 ADD：即 PCPlus4ADD、PCTargetADD
- 3 个 MUX：即 PCNextMUX、SrcBMUX、ResultMUX

1 个 ALU

ALU 的作用是完成处理器中最核心的计算，在不同指令中

- 寄存器算术指令：计算 $rs1 + rs2$ 或 $rs1 \& rs2$ 这样的各类算术运算。
- 立即数算术指令：计算 $rs1 + imm$ 或 $rs1 \& imm$ 这样的各类算术运算。
- 读写指令：计算 $imm(rs1)$ 即 $rs1 + imm$ 的 DMEM 地址偏移。
- 分支指令：计算 $rs1 - rs2$ 以判断是否要进行跳转。
- 跳转指令：无需进行任何计算！

2 个 ADD

ALU 无法完成所有的计算，有两个专用的 ADD 辅助完成指令地址的计算

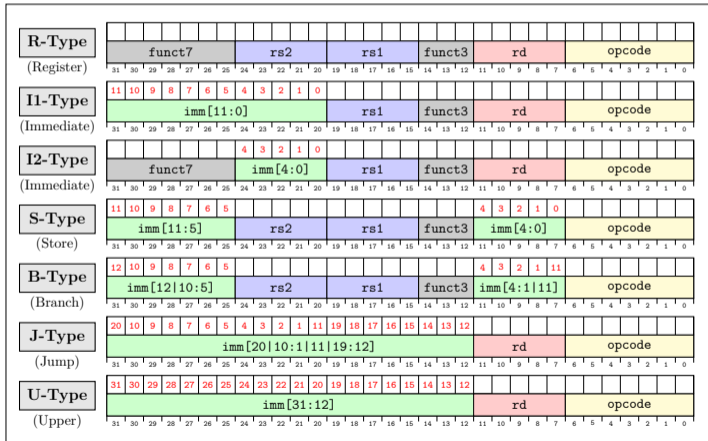
- PCPlus4ADD：完成顺序执行下指令地址 $pc + 4$ 的计算。
- PCTargetADD：完成跳转执行下指令地址 $pc + imm$ 的计算。

3 个 MUX

MUX 是多路选择开关，它是实现处理器能处理多样指令的关键

- PCNextMUX: 决定写入 PC 寄存器的指令地址是 $pc + 4$ 还是 $pc + imm_0$ 。
- SrcBMUX: 决定参与 ALU 计算的操作数是 $rs1, rs2$ 还是 $rs1, imm_0$ 。
- ResultMUX: 决定写回 REGFILE 的数据来源: ALU、MEM, PCPlus4ADD?

指令编码



2 RISC-V 的数据通路分析

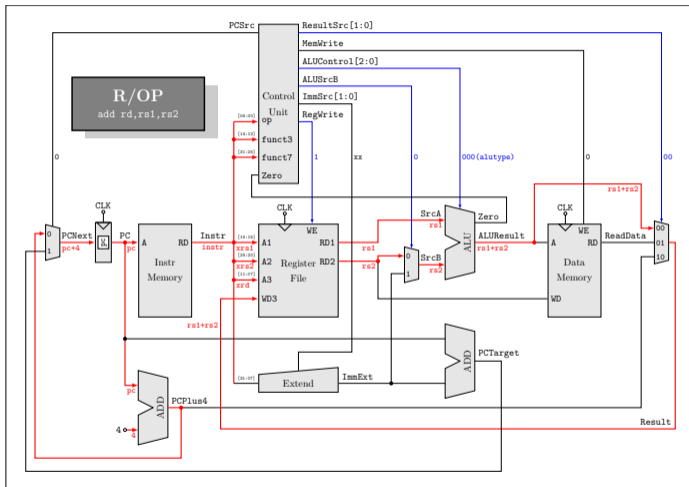


图 2: 寄存器算术指令的数据通路

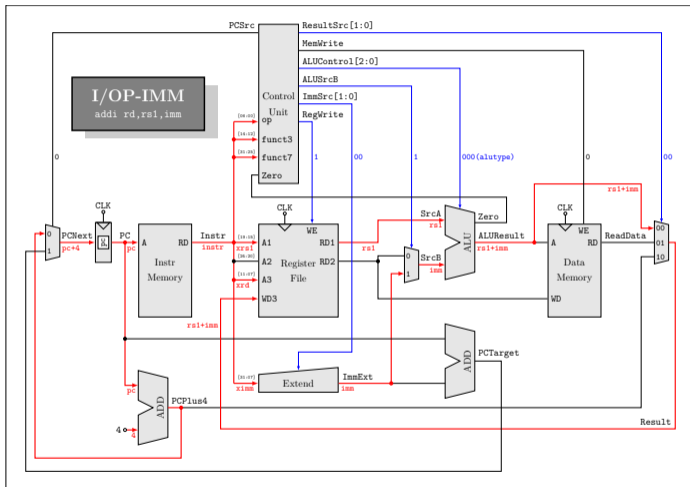


图 3: 立即数算术指令的数据通路

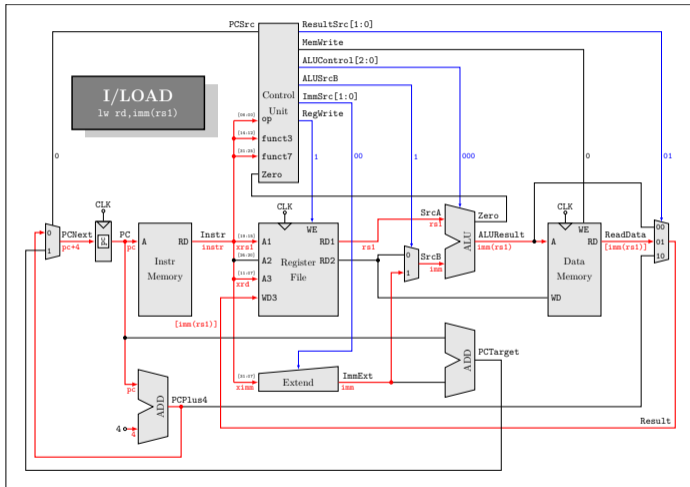


图 4: 读指令的数据通路

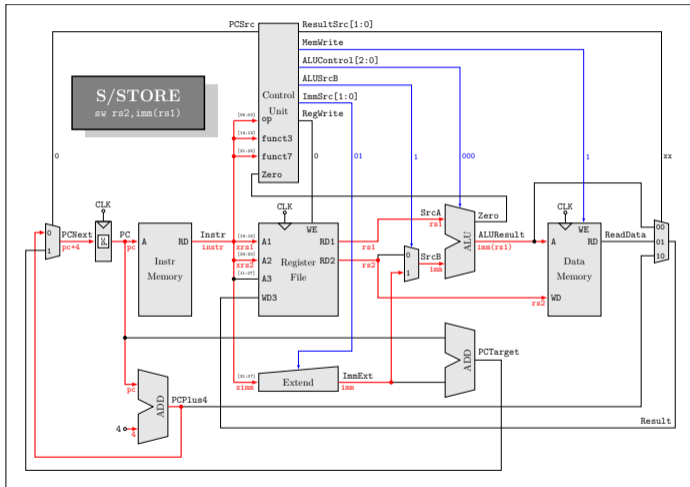


图 5: 写指令的数据通路

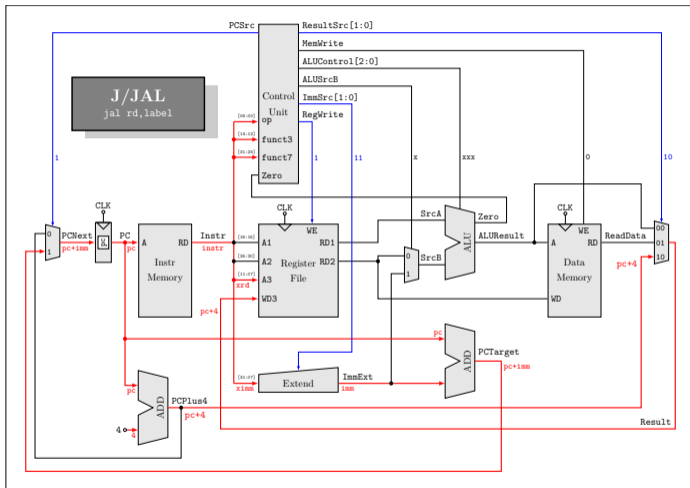


图 7: 跳转指令的数据通路

谢谢大家!