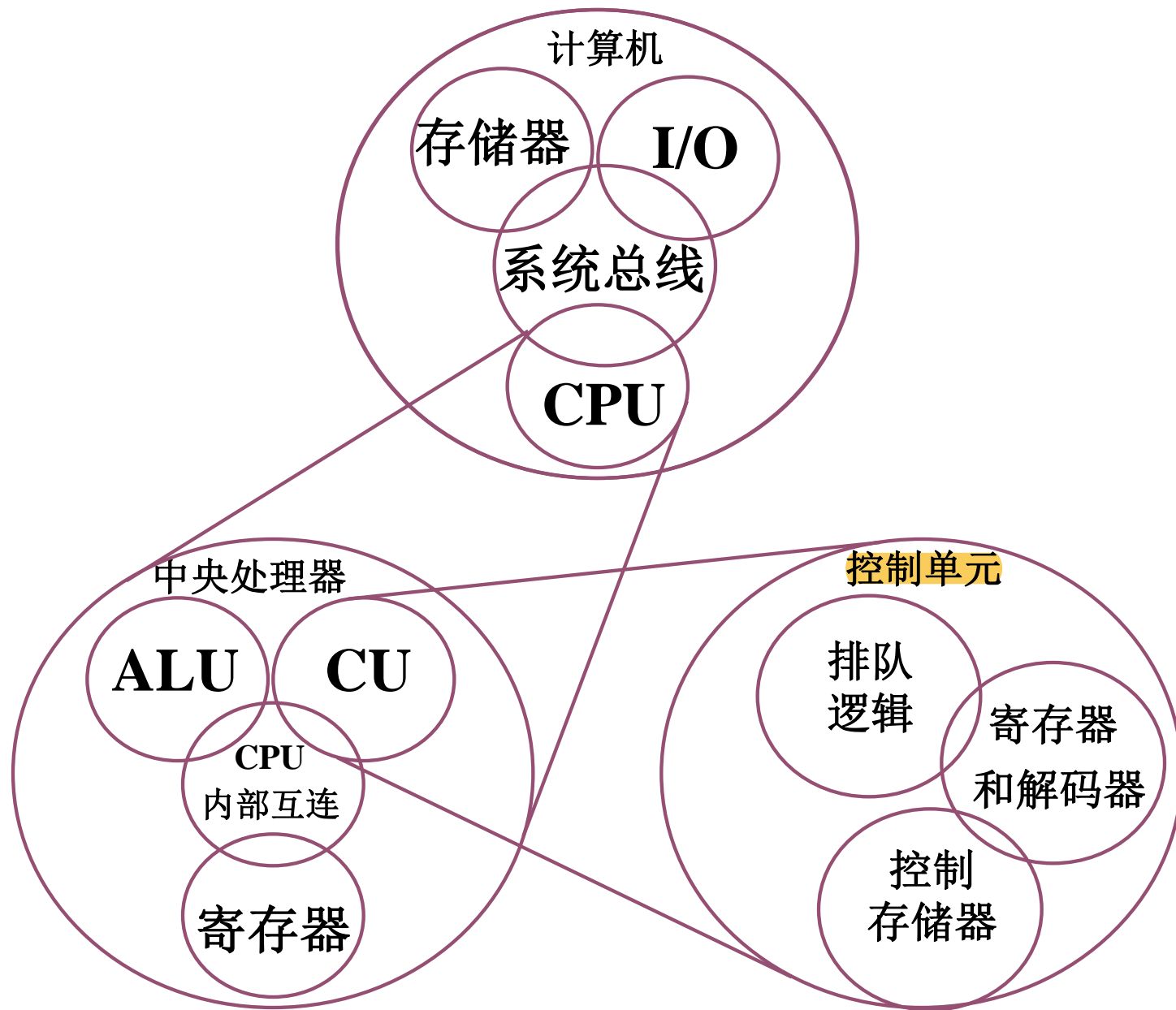


计算机组成原理——CPU

刘宏伟

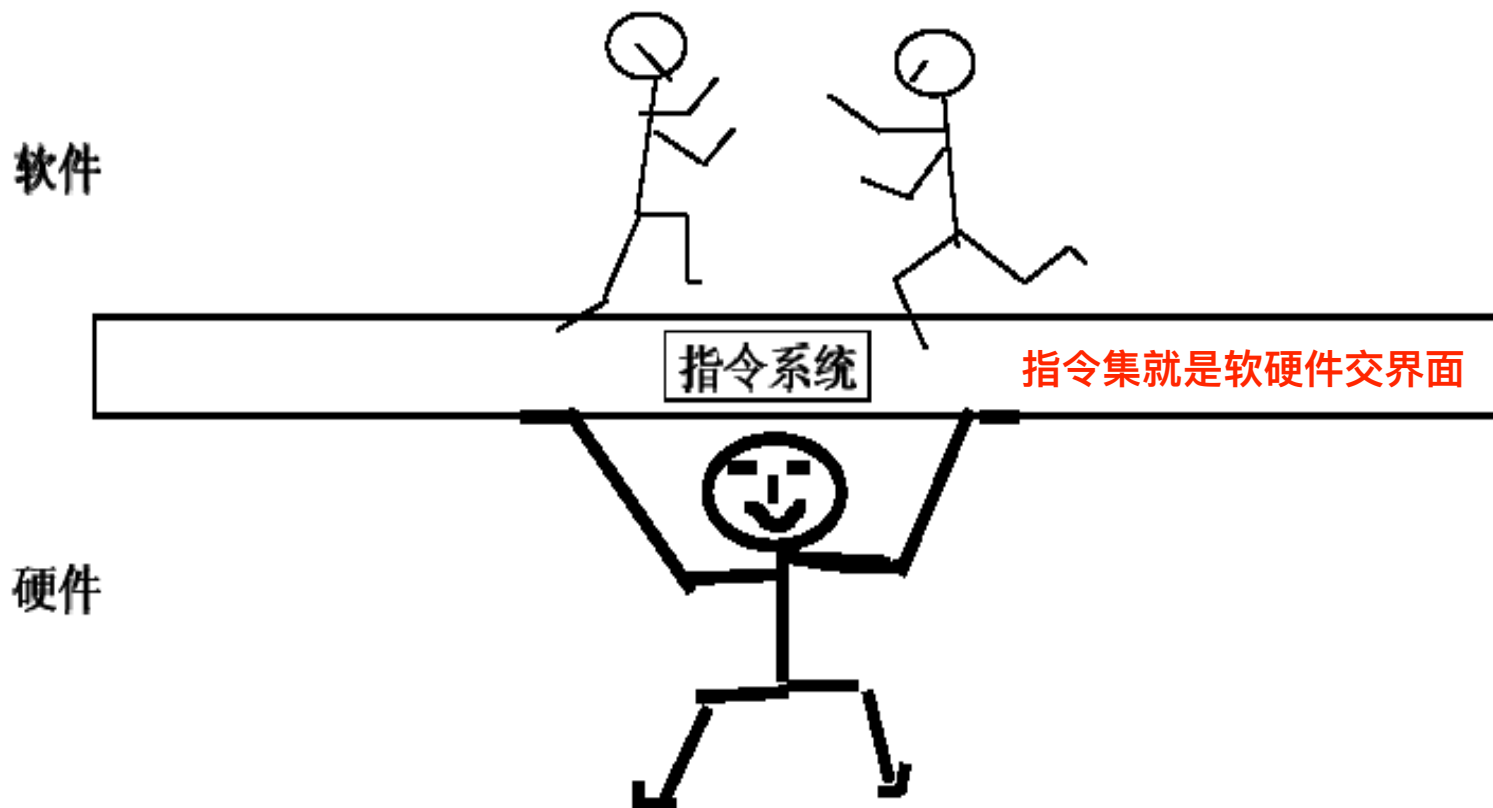
哈尔滨工业大学
计算机科学与技术学院

我们现在在哪里 ——这部分我们将介绍什么



第7章 指令系统

✓指令系统在计算机中的地位



第7章 指令系统

7.1 机器指令

7.2 操作数类型和操作类型

7.3 寻址方式

7.4 指令格式举例

7.5 RISC 技术

7.1 机器指令

- 指令的格式是什么
 - 操作码 地址码 寻址方式
 - 什么操作 对谁操作
- 指令的字长
 - 固定字长、可变字长

7.1 机器指令

一、指令的一般格式



1. 操作码 反映机器做什么操作 还包含被操作数据的类型etc

(1) 长度固定

用于指令字长较长的情况，RISC

如 IBM 370 操作码 8 位

(2) 长度可变 如x86

操作码分散在指令字的不同字段中

(3) 扩展操作码技术

“保留码点”

7.1

操作码的位数随地址数的减少而增加

	OP	A ₁	A ₂	A ₃	
4 位操作码	0000 0001 ⋮ 1110	A ₁ A ₁ ⋮ A ₁	A ₂ A ₂ ⋮ A ₂	A ₃ A ₃ ⋮ A ₃	最多 15 条三地址指令
8 位操作码	1111 1111 ⋮ 1111	0000 0001 ⋮ 1110	A ₂ A ₂ ⋮ A ₂	A ₃ A ₃ ⋮ A ₃	最多 15 条二地址指令
12 位操作码	1111 1111 ⋮ 1111	1111 1111 ⋮ 1111	0000 0001 ⋮ 1110	A ₃ A ₃ ⋮ A ₃	最多 15 条一地址指令
16 位操作码	1111 1111 ⋮ 1111	1111 1111 ⋮ 1111	1111 1111 ⋮ 1111	0000 0001 ⋮ 1111	16 条零地址指令

让计算机能够知道操作码的位数：
短操作码不能是长操作码的前缀

(3) 扩展操作码技术

7.1

操作码的位数随地址数的减少而增加

4 位操作码

OP	A ₁	A ₂	A ₃
0000	A ₁	A ₂	A ₃
0001	A ₁	A ₂	A ₃
⋮	⋮	⋮	⋮
1110	A ₁	A ₂	A ₃

如果在这里把1110也当作扩展码的话...

三地址指令操作码

每减少一种最多可多构成

2⁴ 种二地址指令

8 位操作码

1111	0000	A ₂	A ₃
1111	0001	A ₂	A ₃
⋮	⋮	⋮	⋮
1111	1110	A ₂	A ₃

经常出现的高频操作短操作码

二地址指令操作码

每减少一种最多可多

构成2⁴ 种一地址指令

12 位操作码

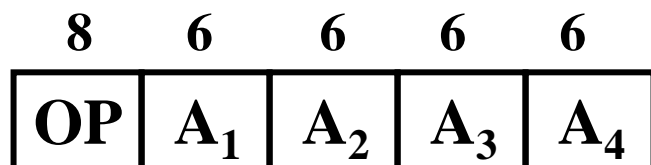
1111	1111	0000	A ₃
1111	1111	0001	A ₃
⋮	⋮	⋮	⋮
1111	1111	1110	A ₃

16 位操作码

1111	1111	1111	0000
1111	1111	1111	0001
⋮	⋮	⋮	⋮
1111	1111	1111	1111

2. 地址码

(1) 四地址



A₁ 第一操作数地址

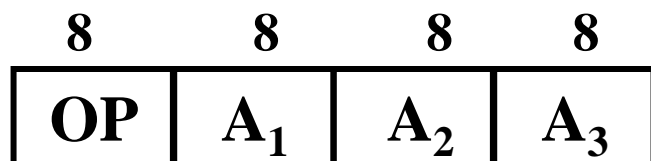
A₂ 第二操作数地址

A₃ 结果的地址

A₄ 下一条指令地址

(A₁) OP (A₂) → A₃

(2) 三地址



(A₁) OP (A₂) → A₃

7.1

设指令字长为 32 位

操作码固定为 8 位

4 次访存 取指令的访存: OP和A4一起进行

寻址范围 $2^6 = 64$ 可访问的内存空间非常小

若 PC 代替 A₄

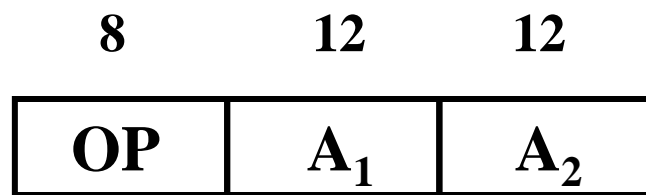
4 次访存

寻址范围 $2^8 = 256$

若 A₃ 用 A₁ 或 A₂ 代替

(3) 二地址

7.1



或 (A₁) OP (A₂) → A₁

(A₁) OP (A₂) → A₂

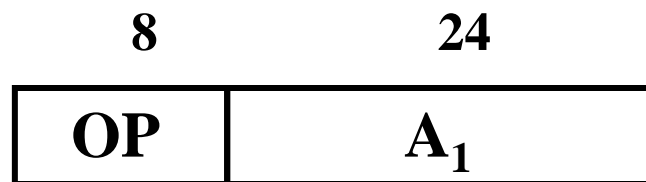
4 次访存 保存结果也需要访存一次

寻址范围 $2^{12} = 4 \text{ K}$

若结果存于 ACC 3次访存 若ACC 代替 A₁ (或A₂)

不保存在内存中, 存在寄存器中

(4) 一地址



一个操作数在ACC中

(ACC) OP (A₁) → ACC

2 次访存

寻址范围 $2^{24} = 16 \text{ M}$

(5) 零地址

无地址码 对ACC中数据进行一元操作

二、指令字长

7.1

指令字长决定于 { 操作码的长度
操作数地址的长度 地址码的长度
操作数地址的个数

1. 指令字长 固定

指令字长 = 存储字长 或者短于存储字长

2. 指令字长 可变

按字节的倍数变化

➤ 当用一些硬件资源代替指令字中的地址码字段后

- 可扩大指令的寻址范围
- 可缩短指令字长 指令字长=操作码+地址码长度
- 可减少访存次数

➤ 当指令的地址字段为寄存器时

三地址 OP R_1 , R_2 , R_3

二地址 OP R_1 , R_2 直接把寄存器编码

一地址 OP R_1

- 可缩短指令字长
- 指令执行阶段 不 访存