本节内容

选择语句

机器级表示

程序中的选择语句（分支结构）

每取出一条指令，PC自动+“1”，指向下一条即将执行的指令

PC

程序计数器

地址	主存
…	…
100	指令1
104	指令2
108	指令3
112	指令4
116	指令5
120	指令6
124	指令7
128	指令8
132	指令9
136	指令10
…	…

```
if (a>b){
   c=a;
} else {
   c=b;
}
```

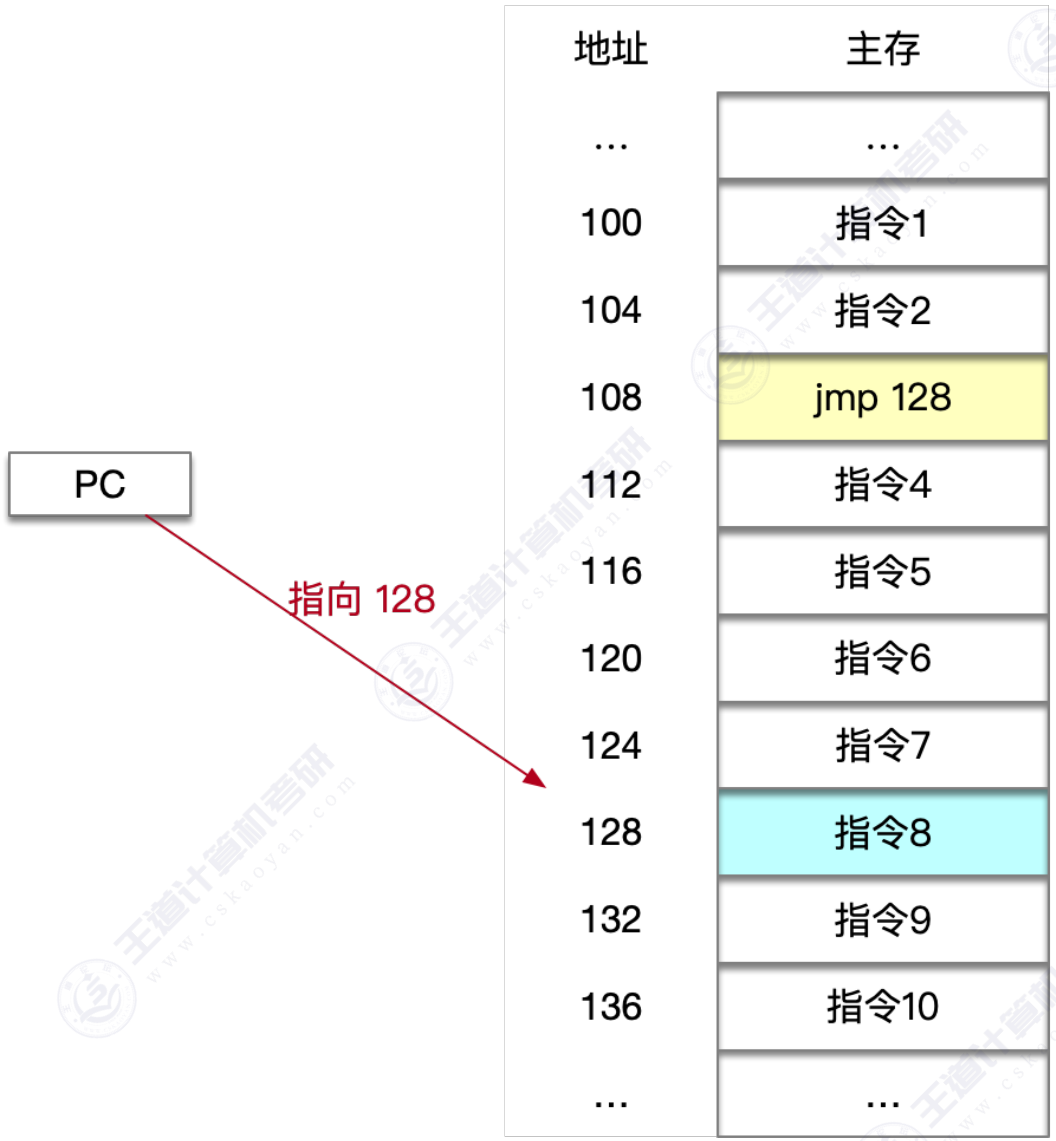
分支结构可能改变程序的执行流

注：Intel x86 处理器中

程序计数器 PC （Program Counter）
通常被称为 IP（Instruction Pointer）

程序中的选择语句（分支结构）

无条件转移指令——jmp



当前执行的指令

eax寄存器 128

主存地址999里的内容 128

很难受对吧

无条件转移指令

jmp <地址>	#PC 无条件转移至 <地址>
jmp 128	#<地址>可以用常数给出
jmp eax	#<地址>可以来自于寄存器
jmp [999]	#<地址>可以来自于主存

无条件转移指令——jmp

无条件转移指令，类似与C语言里的 goto 语句

```
地址
…
100   mov eax,7
104   mov ebx,6
108   jmp 116
112   mov ecx,ebx
116   mov ecx,eax
120
```

```
mov eax,7
mov ebx,6
jmp NEXT
mov ecx,ebx
NEXT:          #用“标号”锚定位置
mov ecx,eax
```

特征——有冒号，名字可以自己取

无条件转移指令

```
jmp <地址>      #PC 无条件转移至 <地址>

jmp 128         #<地址>可以用常数给出
jmp eax         #<地址>可以来自于寄存器
jmp [999]       #<地址>可以来自于主存
jmp NEXT        #<地址>可以用“标号”锚定
```

条件转移指令——jxxx

```
cmp a,b          #比较a和b两个数
```

a、b两个数可能来自寄存器/主存/常量

```
je <地址>        #jump when equal, 若a==b则跳转
jne <地址>       #jump when not equal, 若a!=b则跳转
jg <地址>        #jump when greater than, 若a>b则跳转
jge <地址>       #jump when greater than or equal to, 若a>=b则跳转
jl <地址>        #jump when less than, 若a<b则跳转
jle <地址>       #jump when less than or equal to, 若a<=b则跳转
```

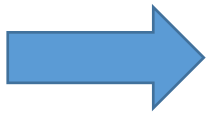
条件转移指令一般要和 cmp 指令一起使用

```
cmp eax,ebx      #比较寄存器eax和ebx里的值
jg NEXT          #若 eax > ebx, 则跳转到 NEXT:
```

正确套路

示例：选择语句的机器级表示

```
if (a>b){
   c=a;
} else {
   c=b;
}
```



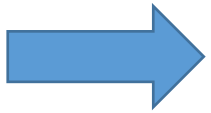
else 部分的逻辑

if 部分的逻辑

```
mov eax,7        #假设变量a=7,存入eax
mov ebx,6        #假设变量b=6,存入ebx
cmp eax,ebx      #比较变量a和b
jg NEXT          #若a>b，转移到NEXT:
mov ecx,ebx      #假设用ecx存储变量c，令c=b
jmp END          #无条件转移到END:
NEXT:
mov ecx,eax      #假设用ecx存储变量c，令c=a
END:
```

示例：选择语句的机器级表示

```
if (a>b){
   c=a;
} else {
   c=b;
}
```



if 部分的逻辑

else 部分的逻辑

```
mov eax,7        #假设变量a=7,存入eax
mov ebx,6        #假设变量b=6,存入ebx
cmp eax,ebx      #比较变量a和b
jle NEXT         #若a≤b，转移到NEXT:
mov ecx,eax      #假设用ecx存储变量c，令c=a
jmp END          #无条件转移到END:
NEXT:
mov ecx,ebx      #假设用ecx存储变量c，令c=b
END:
```

历年真题

2.【2019 统考真题】已知 $f(n)=n!=n\times(n-1)\times(n-2)\times\cdots\times2\times1$，计算 $f(n)$的 C 语言函数 f1 的源程序（阴影部分）及其在 32 位计算机 M 上的部分机器级代码如下：

```
int   f1(int n){
  1     00401000    55          f1: push  ebp
      ...          ...              ...
      if(n>1)
  11    00401018    83 7D 08 01      cmp  dword ptr [ebp+8],1
  12    0040101C    7E 17            jle  f1+35h (00401035)
      return n*f1(n-1);
  13    0040101E    8B 45 08         mov  eax, dword ptr [ebp+8]
  14    00401021    83 E8 01         sub  eax, 1
  15    00401024    50               push  eax
  16    00401025    E8 D6 FF FF FF   call  f1 ( 00401000)
      ...          ...              ...
  19    00401030    0F AF C1         imul  eax, ecx
  20    00401033    EB 05            jmp  f1+3Ah (0040103a)
      else return 1;
  21    00401035    B8 01 00 00 00   mov  eax,1
}
      ...          ...              ...
  26    00401040    3B EC            cmp  ebp, esp
      ...          ...              ...
  30    0040104A    C3               ret
```

其中，机器级代码行包括行号、虚拟地址、机器指令和汇编指令，计算机 M 按字节编址，int 型数据占 32 位。请回答下列问题：

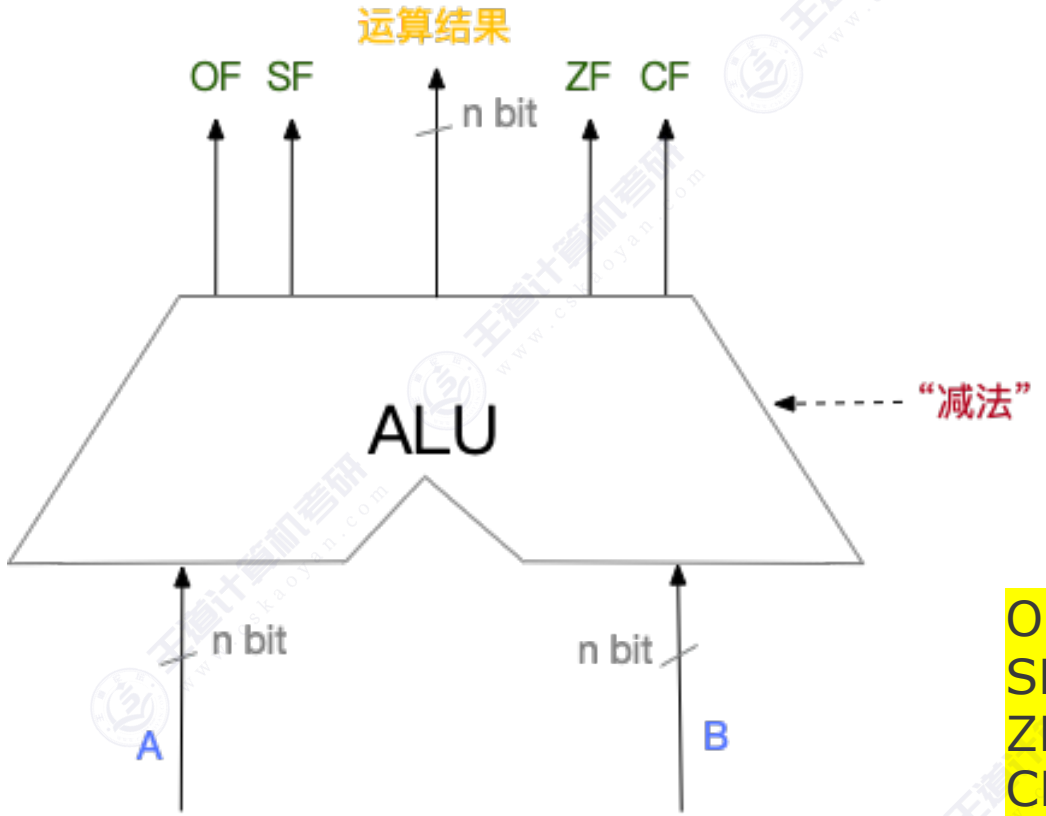
写汇编语言代码时，一般会以函数名作为“标号”，标注该函数指令的起始地址

扩展：cmp 指令的底层原理

本质上是进行 a-b 减法运算，并生成标志位OF、ZF、CF、SF

ALU每次运算的标志位都自动存入
PSW 程序状态字寄存器（Intel 称其为“标志寄存器”）

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
				OF				SF	ZF						CF




```
cmp a,b          #比较a和b两个数
```

条件转移指令根据相应标志位进行条件判断

```
je <地址>      #若a==b则跳转，ZF==1 ?
jne <地址>     #若a!=b则跳转，ZF==0 ?
jg <地址>      #若a>b则跳转，ZF==0 && SF==OF ?
jge <地址>     #若a>=b则跳转，SF==OF ?
jl <地址>      #若a<b则跳转，SF!=OF ?
jle <地址>     #若a<=b则跳转，SF!=OF || ZF==1 ?
```

OF（Overflow Flag)溢出标志。溢出时为1,否则置0。
SF（Sign Flag）符号标志。结果为负时置1,否则置0.
ZF（Zero Flag)零标志，运算结果为0时ZF位置1,否则置0.
CF（Carry Flag)进位/借位标志，进位/借位时置1,否则置0.

公众号：王道在线

b站：王道计算机教育

抖音：王道计算机考研