



华北电力大学
NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY

代码优化习题

2020年11月





基本概念

- 优化目的：
 - 减少空间
 - 压缩时间；
- 优化时机：
 - 中间代码生成以后；
 - 目标代码生成以后；
- 优化范围：
 - 局部优化；
 - 循环优化；
 - 全局优化；
- 优化策略方法：
 - 局部优化依据基本块；
 - 循环优化依据控制流；
 - 全局优化依据数据流；



基本方法

- 基本快划分：
 - 入口语句；
 - 划分基本快；
- 局部优化：
 - DAG图；
- 循环优化：
 - 控制流图——三元组（节点集合、有向边集合、首节点）；
 - 必经节点集合；
 - 回边；
 - 循环
- 数据流方程：



- ```
void quicksort(m,n)
{
 int m,n;
 {
 int i,j;
 int v,x; if (n<=m) return;
 /* fragment begins here */
 i = m-1;
 j = n;
 v = a[n];
 while(1) {
 do i = i+1;while (a[i]<v);
 do j = j-1; while (a[j]>v);
 if (i>=j) break;
 x = a[i];
 a[i] = a[j];
 a[j] = x;
 }
 x = a[i];
 a[i] = a[n];
 a[n] = x;
 /* fragment ends here */
 quicksort (m, j);
 quicksort (i+1, n);
 }
}
```



(1)  $i := m - 1$

(2)  $j := n$

(3)  $t_1 := 4 * n$

(4)  $v := a[t_1]$

(5)  $i := i + 1$

(6)  $t_2 := 4 * i$

(7)  $t_3 := a[t_2]$

(8) if  $t_3 < v$  goto (5)

(9)  $j := j - 1$

(10)  $t_5 := 4 * j$

(11)  $t_5 := a[t_4]$

(12) if  $t_5 > v$  goto (9)

(13) if  $i \geq j$  goto (23)

(14)  $t_6 := 4 * i$

(15)  $x := a[t_6]$

(16)  $t_7 := 4 * i$

(17)  $t_6 := 4 * j$

(18)  $t_9 := a[t_8]$

(19)  $a[t_7] := t_9$

(20)  $t_{10} := 4 * j$

(21)  $a[t_{10}] := x$

(22) goto (5)

(23)  $t_{11} := 4 * i$

(24)  $x := a[t_{11}]$

(25)  $t_{12} := 4 * i$

(26)  $t_{13} := 4 * n$

(27)  $t_{14} := a[t_{13}]$

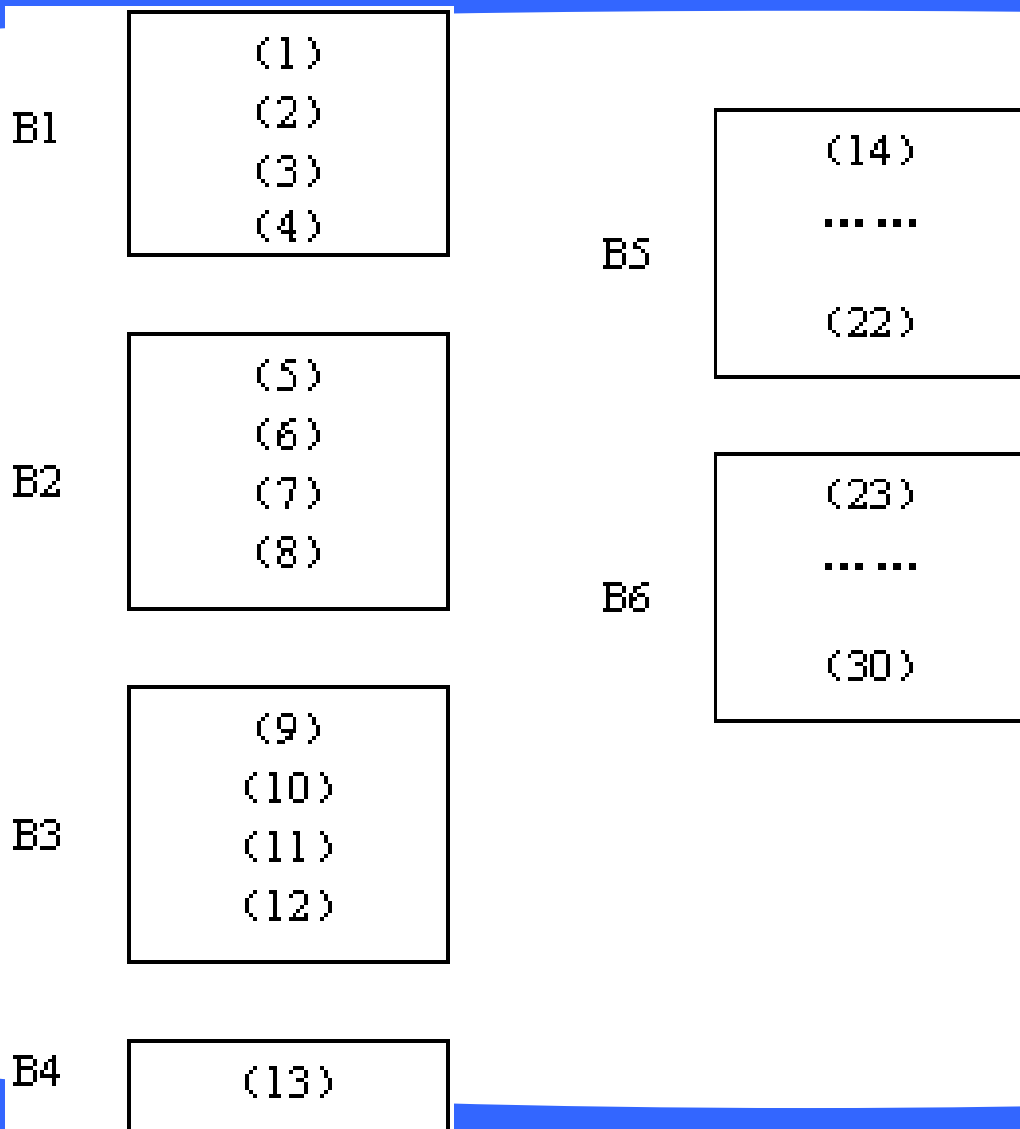
(28)  $a[t_{12}] := t_{14}$

(29)  $t_{15} := 4 * n$

(30)  $a[t_{15}] := x$



## (1) 请将四元式代码序列划分为基本块并做出其流图



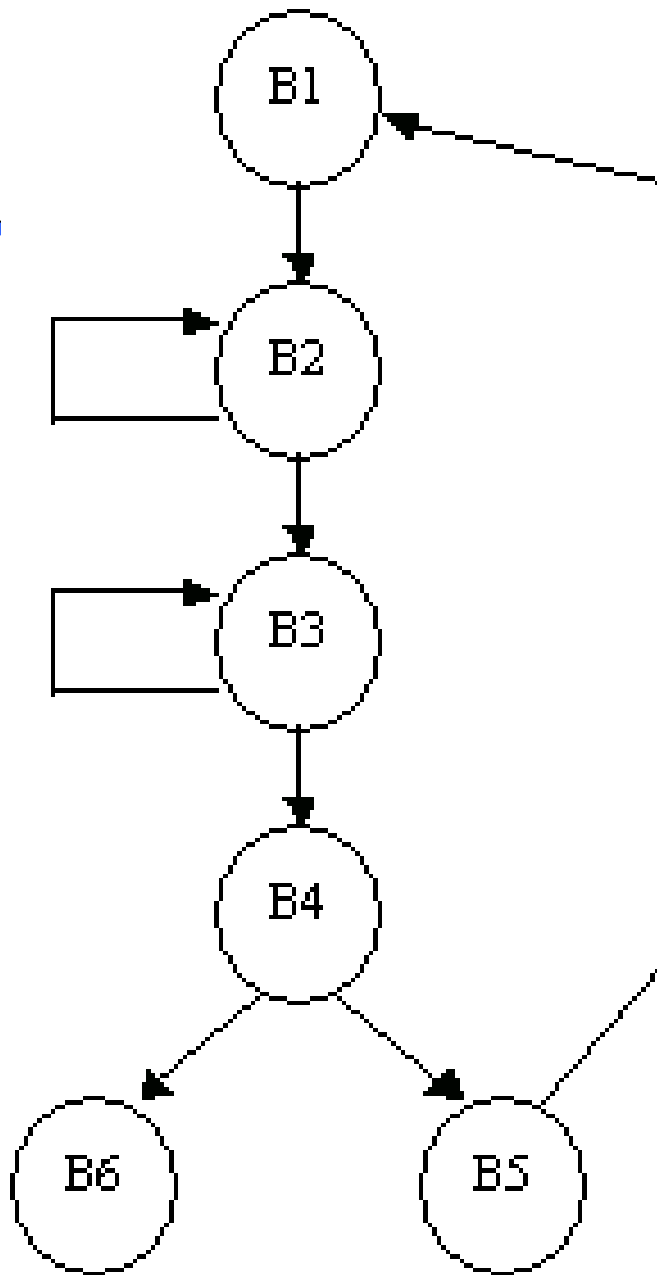
首先，求出四元式的入口语句；然后，根据算法，求出6个基本块。



## 基本块流图

注意三元组：

- 1、首节点
- 2、节点集合
- 3、有向边





## (2) 将每个基本块的公共子表达式删除

- B5中 (14) 和 (16) 是公共子表达式、(17) 和 (20) 是公共子表达式, B5 变为
  - (14)  $t6:=4*i$
  - (15)
  - (16)  $t7:=t6$
  - (17)  $t8:=4*j$
  - ...
  - (20)  $t10:=t8$
  - (21)
  - (22)
- B6中 (23) 和 (25) 是公共子表达式、(26) 和 (29) 是公共子表达式, B6 变为
  - (23)  $t11:=4*i$
  - (24)
  - (25)  $t12:=t11$
  - (26)  $t13:=4*n$
  - ...
  - (29)  $t15:=t13$





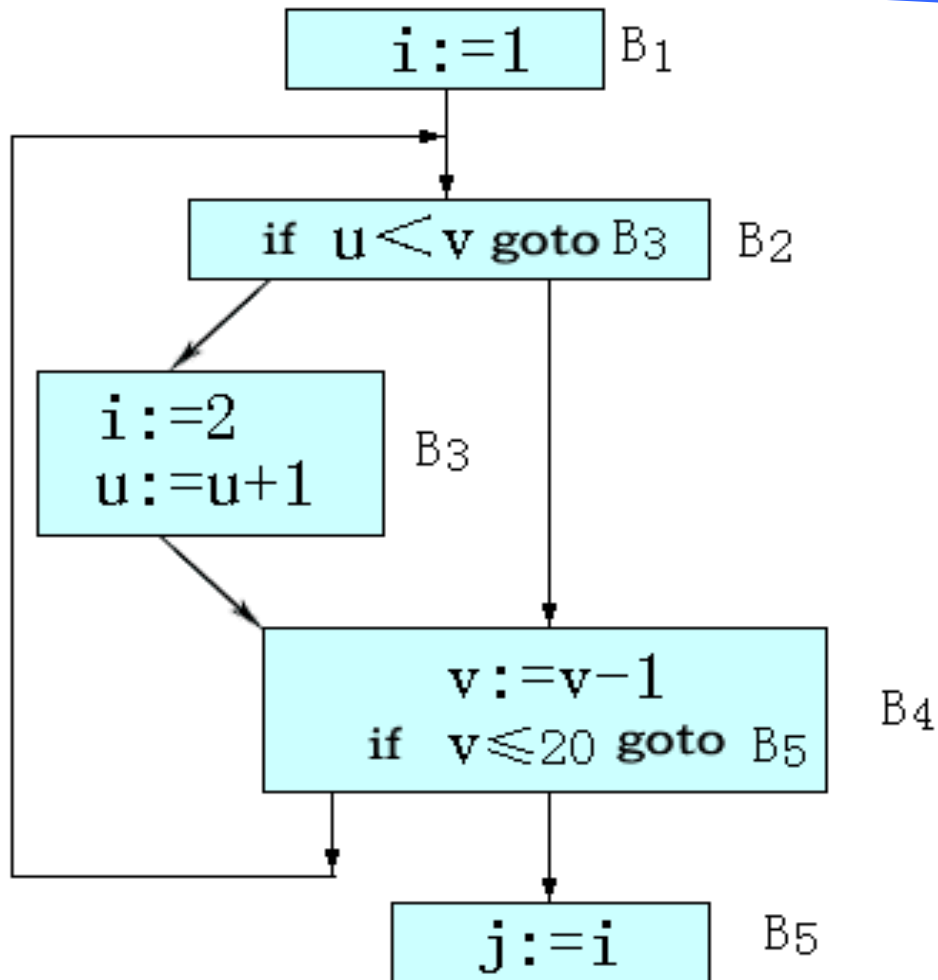
### (3) 找出流图中的循环, 将循环不变量计算移出循环外

- 循环有三:
  1.  $\{B2\}$
  2.  $\{B3\}$
  3.  $\{B2, B3, B4, B5\}$



如下程序流图中，B3中的 $i := 2$ 是循环不变量，可以将其提到前置结点吗？

- 不能。因为B3不是循环出口B4的必经结点。



对如下图的流图：

(1) 求出流图中各结点 $n$ 的必经结点集 $D(n)$ ；

(2) 求出流图中的回边；

(3) 求出流图中的循环。

- 各节点必经节点集合

- $D(1)=\{1\}$

- $D(2)=\{1,2\}$

- $D(3)=\{1,2,3\}$

- $D(4)=\{1,2,3,4\}$

- $D(5)=\{1,2,3,5\}$

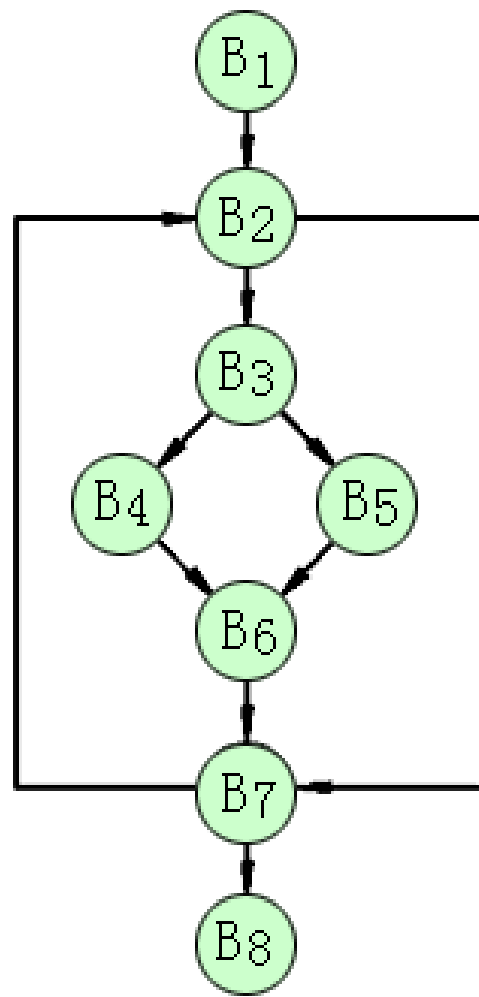
- $D(6)=\{1,2,3,6\}$

- $D(7)=\{1,2,7\}$

- $D(8)=\{1,2,7,8\}$

- 回边  $7 \rightarrow 2$  (注意: 2 是 7 的必经节点)

- 循环  $\{2, 3, 4, 5, 6, 7\}$





- 各节点必经节点集合
  - $D(B1) = \{1\}$
  - $D(B2) = \{1, 2\}$
  - $D(B3) = \{1, 2, 3\}$
  - $D(B4) = \{1, 2, 3, 4\}$
  - $D(B5) = \{1, 2, 5\}$
  - $D(B6) = \{1, 2, 5, 6\}$
- 回边  $B4 \rightarrow B3$  和  $B5 \rightarrow B2$
- 循环  $\{3, 4\}$  和  $\{2, 3, 4, 5\}$

