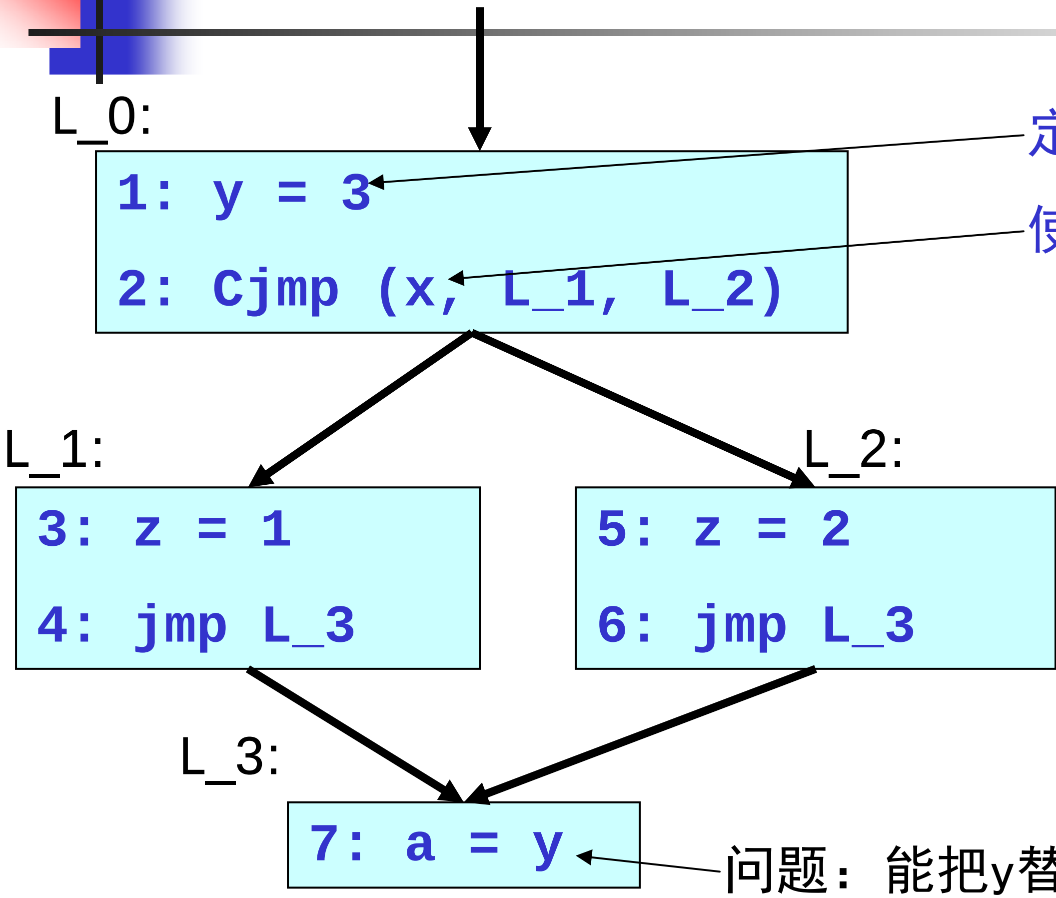
中间表示：到达定义分析

编译原理

华保健
bjhua@ustc.edu.cn

定义、使用



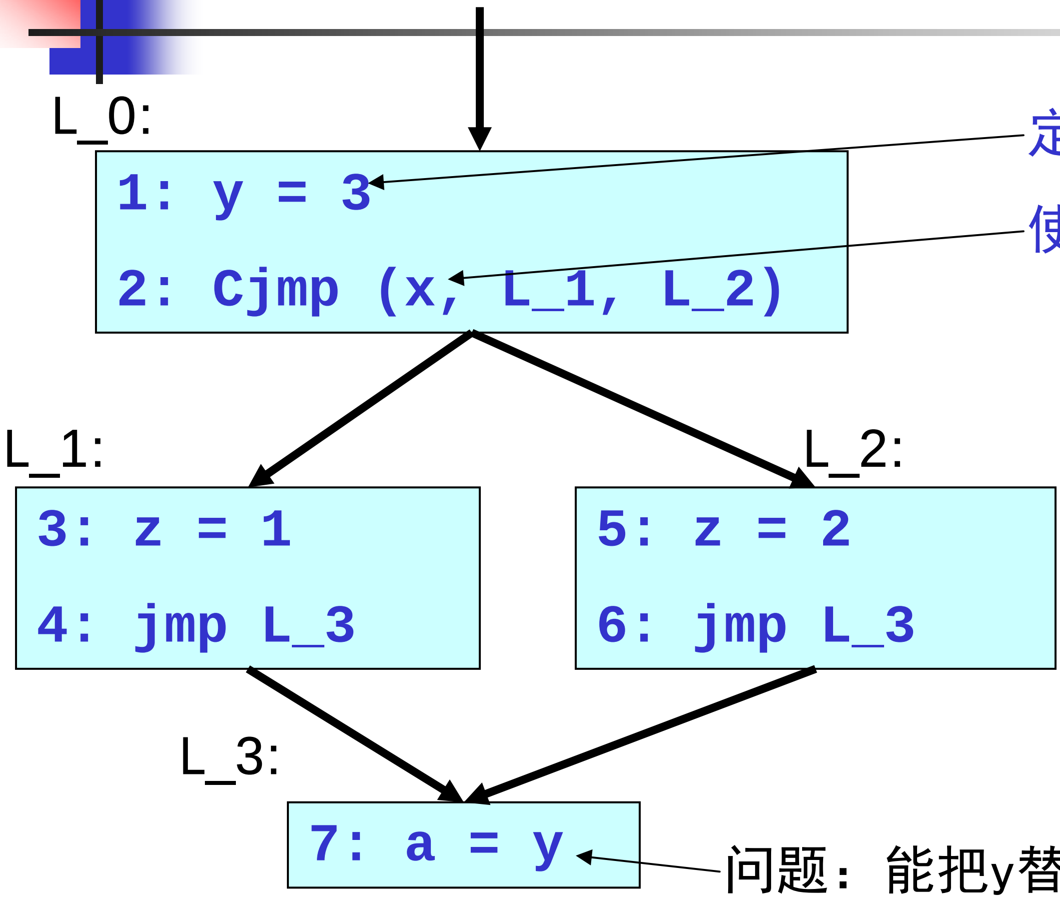
定义(def)：对变量的赋值

使用(use)：对变量值的读取

需要回答的问题是：有哪些对变量y的定义能够到达语句7?

问题：能把y替换成3么？如果能，这称为“常量传播”优化。

到达定义



定义(def)：对变量的赋值

使用(use)：对变量值的读取

到达定义：对每个变量的使用点，有哪些定义可以到达？（即：该变量的值是在哪儿赋值的？）

问题：能把y替换成3么？如果能，这称为“常量传播”优化。

数据流方程

对任何一条定义：

```
[d: x = ...]
```

给出两个集合：

```
gen[d: x= ...]  = {d}
kill[d: x= ...] = defs[x]-{d}
```

```
1: y = 3
2: z = 4
3: x = 5
4: y = 6
5: y = 7
6: z = 8
7: a = y
```

数据流方程

对任何一条定义：

```
[d: x = ...]
```

给出两个集合：

```
gen[d: x= ...]  = {d}
kill[d: x= ...] = defs[x]-{d}
```

数据流方程：

$$in[s_i] = out[s_{i-1}]$$
$$out[s_i] = gen[s_i] \cup (in[s_i]-kill[s_i])$$

```
1: y = 3
2: z = 4
3: x = 5
4: y = 6
5: y = 7
6: z = 8
7: a = y
```

从数据流方程到算法

```
// 算法：对一个基本块的到达定义算法
// 输入：基本块中所有的语句
// 输出：对每个语句计算in和out两个集合
List_t stms;          // 一个基本块中的所有语句
set = {};             // 临时变量，记录当前语句s的in集合
reaching_definition ()
  foreach (s ∈ stms)
    in[s] = set;
    out[s] = gen[s] ∪ (in[s]-kill[s])
    set = out[s]
```

示例

	1	2	3	4	5	6	7
in	{}	{1}	{1,2}				
out	{1}	{1,2}	{1,2,3}				

```
1: y = 3
2: z = 4
3: x = 5
4: y = 6
5: y = 7
6: z = 8
7: a = y
```

$$in[s_i] = out[s_{i-1}]$$

$$out[s_i] = gen[s_i] \cup (in[s_i] - kill[s_i])$$

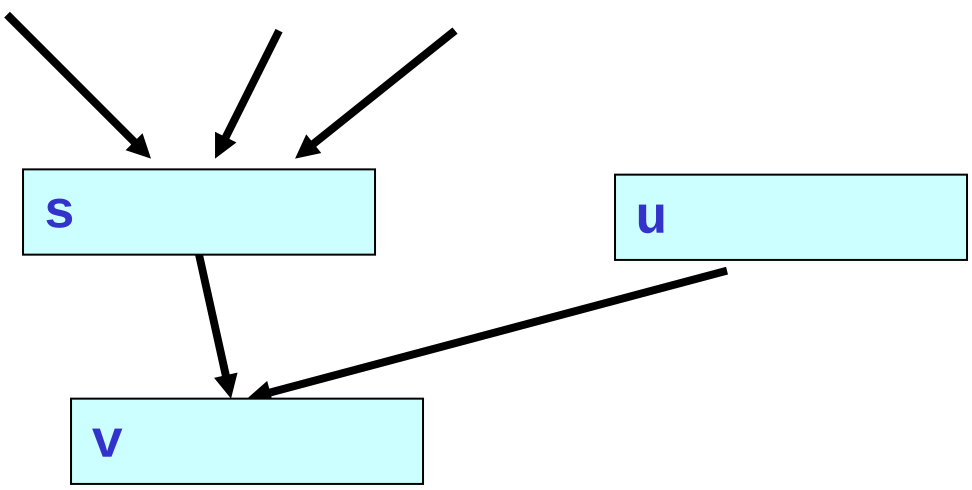
语句	1	2	3	4	5	6	7
gen	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
kill	{4,5}	{6}	{}	{1,5}	{1,4}	{2}	{}

对于一般的控制流图

- 前向数据流方程：

$$in[s] = \cup_{p \in pred(s)} out[p]$$

$$out[s] = gen[s] \cup (in[s]-kill[s])$$



从数据流方程到不动点算法

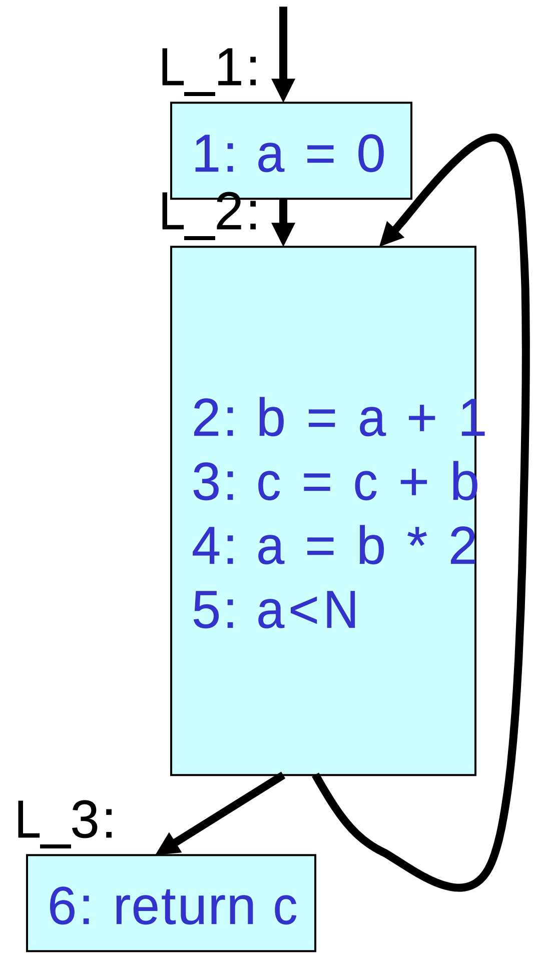
```
// 算法：对所有基本块的到达定义算法
// 输入：基本块中所有的语句
// 输出：对每个语句计算in和out两个集合
List_t stms;          // 所有基本块中的所有语句
set = {};             // 临时变量，记录当前语句s的in集合
reaching_definition ()
  while (some set in[] or out[] is still changing)
    foreach (s ∈ stms)
      foreach (predecessor p of s)
        set ∪= out[p];
      in[s] = set;
      out[s] = gen[s] ∪ (in[s]-kill[s]);
```

示例

$$in[s] = \bigcup_{p \in pred(s)} out[p]$$

$$out[s] = gen[s] \cup (in[s]-kill[s])$$

	in/out	in/out	in/out	in/out
1	{} {}	{} {1}		
2	{} {}	{1} {1,2}		
3	{} {}	{1,2} {1,2,3}		
4	{} {}	{1,2,3} {2,3,4}		
5	{} {}	{2,3,4} {2,3,4}		
6	{} {}	{2,3,4} {2,3,4}		



语句	1	2	3	4	5	6	7
gen	{1}						
kill	{4}						