hw3

李晨昊 2017011466

2019-9-27

目录

1 Exercise 9.3.3

我们说如果框架单调且具有有限高度, 那么算法 9.25 收敛。这里给出一个框架的例子, 它说明单调性很重要，有穷高度不足以保证算法收敛。这个框架的域 V 是 $\{1, 2\}$，交汇运算是 min，而函数集只有单元函数 ($f1$) 和“替换” 函数 ($f_s(x) = 3 - x$)，它的功能是使值在 1 和 2 间互换。

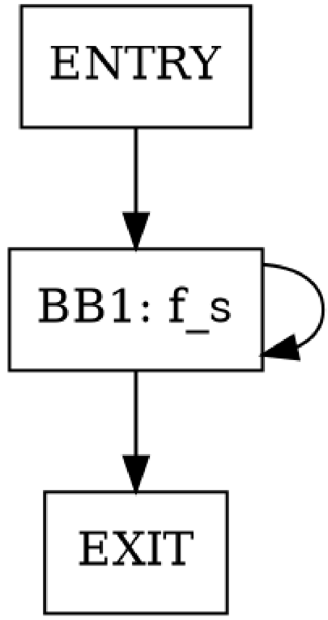
1. 说明这个框架具有有限高度，但是不单调
2. 给出一个流图的例子，并给每个节点赋予一个传递函数，使得算法 9.25 对这个流图不收敛

1.1

有限高度：集合 V 只有有限元素，故只有有限高度。

不单调：由交汇运算 min 定义的偏序关系即整数的大小关系。注意到 $1 \leq 2$，但是 $f_s(1) = 2 > f_s(2) = 1$，故不单调。

1.2



设在前向的数据流中，初始值为 $OUT(ENTRY) = 2$，$OUT(BB_1) = 2$。容易证明算法 9.25 在此条件下不会收敛。

2 Exercise 9.3.4

令 $MOP_i(B)$ 为所有从程序入口节点到达基本块 B 的长度不大于 i 的路径的交汇运算结果值。证明算法 9.25 迭代 i 次后，$IN(B) \le MOP_i(B)$。同时证明，作为上面结论的推论，如果算法 9.25 收敛，它必然收敛于某个和 MOP 解具有 $\le$ 关系的值。

这里假定 $i \ge$ 从程序入口节点到达基本块 B 的长度最短的路径的长度，因为 0 条路径的交汇运算的结果值没有定义。

基础：$i = 1$。$MOP_i(B)$ 中的 B 必然是从 $ENTRY$ 节点直接可达的，所以 $MOP_1(B) = v_{entry}$(初始值)。同时 $IN_0(B) = v_{entry}$，所以 $IN_0(B) \le MOP_1(B)$。

归纳：假设对 $i = n (n \ge 1, n \in \mathrm{N})$ 成立。$i = n + 1$ 时：

$IN_{n+1}(B) = \bigwedge_{p \in prev(B)} OUT_n(p) = \bigwedge_{p \in prev(B)} f_p(IN_n(p)) \le \bigwedge_{p \in prev(B)} f_p(MOP_n(p))$

到 B 的长度 $\le n + 1$ 的路径包括到 B 的长度 $\le n$ 的路径和到 B 的长度 $= n + 1$ 的路径，后者一定由到 B 的前驱的长度为 n 的路径和由 B 的前驱到 B 的边组成。

$MOP_{n+1}(B) = MOP_n(B) \bigwedge (\bigwedge_{p \in prev(B)} f_p(MOP_n(p))) \ge IN_n(B) \bigwedge (\bigwedge_{p \in prev(B)} f_p(MOP_n(p))) \ge IN_{n+1}(B) \bigwedge (\bigwedge_{p \in prev(B)} f_p(MOP_n(p))) = IN_{n+1}(B)$

(利用了课本上的结论：IN 和 OUT 在迭代过程中只能下降)

因此，当算法在任意有限轮迭代后收敛时，必然有 $IN(B) \leq$ 某个 MOP 解。

3 Exercise 9.4.1

假设我们希望检测一个变量是否有可能在尚未初始化的情况下到达某个使用它的程序点。你将如何修改本节中的框架来检测这种情况?

将半格的值集修改为 $V = \{DEF, UNDEF\}$。交汇运算定义为 $UNDEF \bigwedge UNDEF = UNDEF$，$UNDEF \bigwedge DEF = UNDEF$，$DEF \bigwedge DEF = DEF$。

将单条语句 s 的传递函数 f_s 修改为：

1. 如果 s 不是一个赋值语句，那么 $f_s = id$
2. 如果 s 是一个赋值语句，那么除了赋值目标外其余变量的函数值不变，赋值目标的函数值为 DEF

在解出数据流方程后再次扫描所有语句，计算出语句前的数据流值，在这条语句中任何对函数值为 $UNDEF$ 的变量的使用都可以认为是一个变量有可能在尚未初始化的情况下到达某个使用它的程序点。