

言語処理工学 A 期末テスト

2018 年 12 月 7 日

井上克郎

ノート教科書持ち込みなし。[1]は解答用紙表紙、[2]は折りたたんだ内側 2 枚に、[3] は裏表紙に解答を書くこと。間違った場所を書いた場合は減点する。

[1] Pascal の駆動レコード (フレーム) の中にはいろいろなデータが格納される。以下のプログラムの@行の実行終了時点における大域変数やスタック上のフレームの様子を書け。また、フレームポインタ、スタックポインタが指す場所も明示せよ。具体的にどのような変数と値がどこに保持されているか分かりやすく書くこと。スタック外を挿すポインタは X と、また、不定値は?と書くこと。

```
program main(input, output);
var d, q: integer;

function fl(i, j: integer): integer;
var k: integer;
    begin
        k:= i+j; ←----- @
        ...
    end;

begin {of main}
    d := 4 ;
    q := fl(3, 10)+ d ;
    ...
end.
```

問題は裏面に続く

[2] 次の 3 番地コードに関して答えよ。(解答用紙 2 - 3 ページに答えを書くこと)

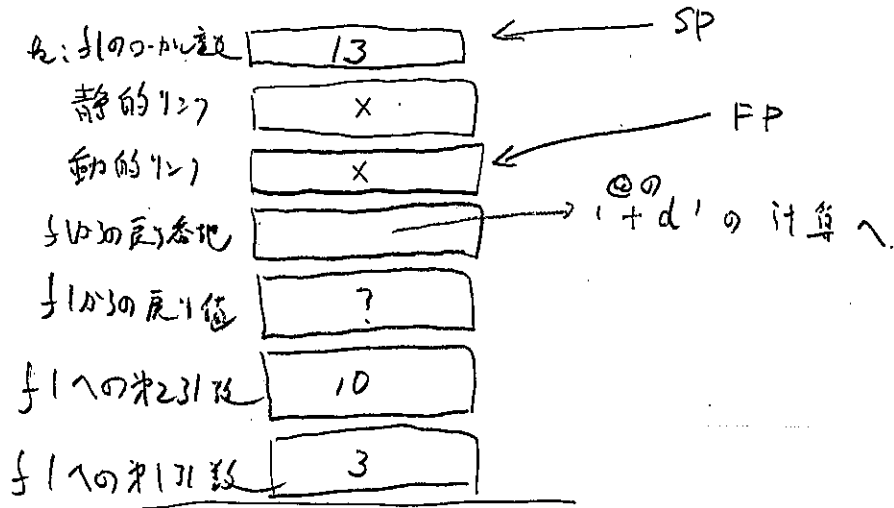
```
1 L1: i = 1
2     t1 = 4*i
3 L2: i = i+1
4     t2 = 4*i
5     if t2<3 goto L2
6 L3: j = i-1
7     if t1>3 goto L2
8     if i>=j goto L5
9 L4: goto L2
10 L5: exit
```

(注:print は引数を入力するマクロで、引数を参照するのみで変更しない)

- (1) このプログラムの基本ブロックに分け、フローグラフを書け。プログラムの上から順に、各ブロックに番号 B1~をつけ、各ブロックに入るコードを行番号で明示せよ。
- (2) 得られたフローグラフの支配木 (dominator tree) を書け。
- (3) フローグラフ中の各バックエッジを挙げ、それぞれが構成するループの各頂点を示せ。
- (4) 各基本ブロックの Gen 集合、Kill 集合を求めよ。
- (5) 各基本ブロックの入り口 (IN)、出口 (OUT) で出現しうる変数定義の行番号の集合 (データフロー方程式の解) を示せ。データフロー方程式を立てて、それを漸近的に解く途中経過も示せ。

[3] 上記 [2] の結果から、最適化が適用できる箇所を 2 つ示し、どのような最適化ができるか、また、なぜそれが可能か、それぞれ説明せよ。(4 ページに書くこと)

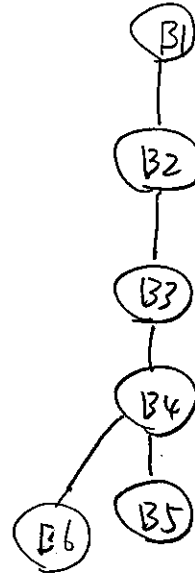
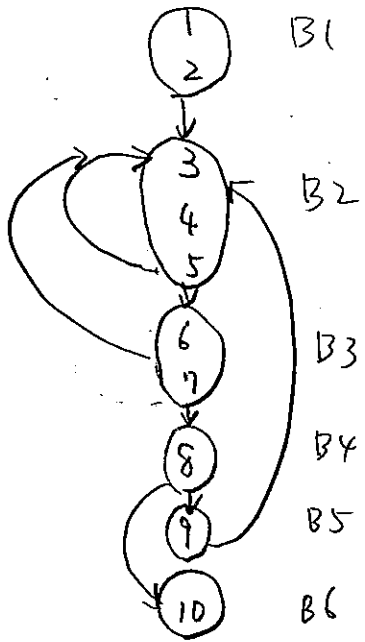
[1]



d [4]

e [?]

[2]



B2 → B2 : B2

B3 → B2 : B2, B3

B5 → B2 : B2, B3, B4, B5

	Gen	Kill
B1	1, 2	3
B2	3, 4	1
B3	6	-
B4	-	-
B5	-	-
B6	-	-

Block	Step 0		Step 1		Step 2		Step 3		Step 4	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
B1	∅	{1, 2}	∅	{1, 2}	∅	{1, 2}	∅	{1, 2}	∅	{1, 2}
B2	∅	{3, 4}	{1, 2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{1, 2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{1, 2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{1, 2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}
B3	∅	{6}	{3, 4}	{3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}
B4	∅	∅	{6}	{6}	{3, 4, 6}	{3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}
B5	∅	∅	∅	∅	{6}	{6}	{3, 4, 6}	{3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}
B6	∅	∅	∅	∅	{6}	{6}	{3, 4, 6}	{3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}	{2, 3, 4, 6}

[3] ① 2行目の $t1 = 4 * i \Rightarrow t1 = 4$

これは B1 の IN が \emptyset で B1 の GEN が 1行目の i を含んでいるので i の唯一の定義であり、よって 2行めでは $i = 1$ が成り立つ。

② 7行目の $\text{if } t1 > 3 \text{ goto } L2 \Rightarrow \text{if } 4 > 3 \text{ goto } L2 \Rightarrow \text{goto } L2$

B3 の IN $\{2, 3, 4, 6\}$ のうち $t1$ の定義は 2行目のみ、2行目は ① により $t1 = 4$ とする、これより $4 > 3$ となる。

この結果を評価すると常に真なるので条件節を取って無条件 Jump の $\text{goto } L2$ とする。