

プログラミング言語論 2021 年度 小テスト

問1 Little Quilt 言語の以下の各式 (1), (2), (3) が表すキルトを図示せよ。a, b, turn, sew の意味は以下の通りである。その他の Little Quilt 言語の構文要素 (let 式、val 宣言、fun 宣言) の意味は講義で説明したものとする。

- a, b は図1, 図2のキルトを表す。

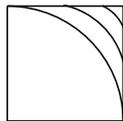


図 1: a が表すキルト

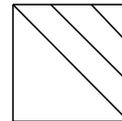


図 2: b が表すキルト

- turn (e) : キルト e を 90 度右回転させたキルトを表す。
- sew (e₁, e₂) : 高さが同じキルト e₁, e₂ を左右に並べ、縫い合わせたキルトを表す (左が e₁、右が e₂)。

(1) sew (a, a)

```
(2) let
    val x = turn (turn (b))
  in
    sew (sew (x,x), x)
  end
```

```
(3) let
    fun unturn (x) = turn (turn (turn (x)))
    fun pile (x,y) = unturn (sew (turn (y), turn (x)))
    val aa = sew (a, a)
    val bb = sew (b, b)
    val aaaa = pile (aa, aa)
  in
    sew (aaaa, turn (bb))
  end
```

問2 命令型言語の制御フローについて以下の各問に答えよ。

(1) 以下のプログラム断片の制御フローを図示せよ。

```
if x>0 then x := x - 1
else if y>0 then y := y - 1
```

(2) 以下のプログラム断片の制御フローを図示せよ。

```
L: x := x - 1;
   if x>0 then goto L;
   y := 1
```

(3) 以下のプログラム断片の制御フローを図示せよ。

```
while x>0 do
  begin
    if x=3 then
      begin
        x := x - 1;
        continue
      end;
    y := y + 1
  end
```

(4) 以下のプログラム断片の制御フローを図示せよ。

```
while x>0 do
  begin
    while y>0 do
      begin
        if x=3 then
          break;
        y := y - 1
      end;
    end
  end
```

(5) (4) のプログラム断片における if 文 (if x=3 then break) の入口、出口はそれぞれいくつか答えよ。

問3 以下の Hoare triple(1), (2) を講義中に提示した規則を使って導け。

(1) $\{a = 40\} a := a - 20 \{a = 20\}$

(2) $\{a = 3\} a := a + 1; a := a + 3 \{a = 7\}$

(3) $\{a = 4\} \text{if } a = 4 \text{ then } a := a + 3 \text{ else } a := a - 3 \{a = 7\}$

(4) $\{a = 2\} \text{while } a < 5 \text{ do } a := a + 1 \{a = 5\}$

問4 以下のように Pascal 言語で関数 sum が宣言されている状況下において、関数呼び出し式 sum(5) の値を書け。

```

function sum(n:integer):integer;
begin
  if n=0 then sum:=0 else sum:=n+sum(n-1);
end;

```

問5 以下の Pascal プログラムを実行したときの出力結果を示せ。手続きの仮引数に var がついている場合、call by reference であることを表す。writeln は引数の値を出力後改行する。

```

program test;
var x : integer;
var y : integer;
procedure swap
  (var x: integer;
   var y : integer);
var z : integer;
begin
  z := x; x := y; y := z
end;
begin
  x := 3;
  y := 4;
  swap (x,y);
  writeln (x);
  writeln (y)
end.

```

講義中に提示した規則

Hoare 論理

$$\frac{\{P\} S_1 \{Q\} \quad \{Q\} S_2 \{R\}}{\{P\} S_1; S_2 \{R\}} \text{ (composition rule)}$$

$$\frac{\{P \wedge E\} S_1 \{Q\} \quad \{P \wedge \neg E\} S_2 \{Q\}}{\{P\} \text{ if } E \text{ then } S_1 \text{ else } S_2 \{Q\}} \text{ (conditional rule)}$$

$$\frac{\{P \wedge E\} S \{P\}}{\{P\} \text{ while } E \text{ do } S \{P \wedge \neg E\}} \text{ (while rule)}$$

$$\frac{}{\{Q[E/x]\} x := E \{Q\}} \text{ (assignment axiom)}$$

$$\frac{P \Rightarrow P' \quad \{P'\} S \{Q'\} \quad Q' \Rightarrow Q}{\{P\} S \{Q\}} \text{ (consequence rule)}$$