問３　迷路の探索処理に関する次の記述を読んで，設問に答えよ。

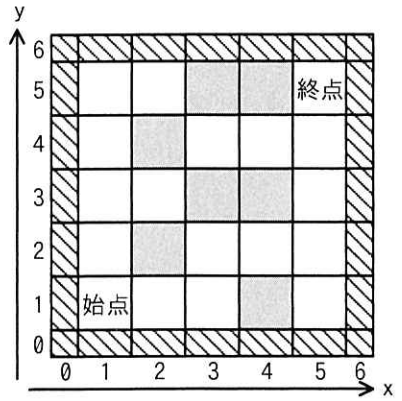
始点と終点を任意の場所に設定する n×m の 2 次元のマスの並びから成る迷路の解を求める問題を考える。本問の迷路では次の条件で解を見つける。

・迷路内には障害物のマスがあり，n×m のマスを囲む外壁のマスがある。障害物と外壁のマスを通ることはできない。

・任意のマスから，そのマスに隣接し，通ることのできるマスに移動できる。迷路の解とは，この移動の繰返しで始点から終点にたどり着くまでのマスの並びである。ただし，迷路の解では同じマスを 2 回以上通ることはできない。

・始点と終点は異なるマスに設定されている。

5×5 の迷路の例を示す。解が一つの迷路の例を図 1 に，解が複数（四つ）ある迷路の例を図 2 に示す。



注記　▨は外壁，□は障害物を表す。

図 1　解が一つの迷路の例

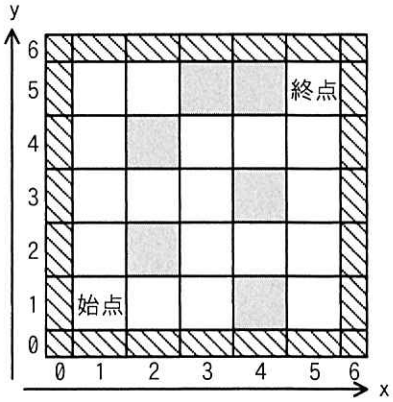


図 2　解が複数ある迷路の例

〔迷路の解を見つける探索〕

迷路の解を全て見つける探索の方法を次のように考える。

迷路と外壁の各マスの位置を x 座標と y 座標で表し，各マスについてそのマスに関する情報（以下，マス情報という）を考える。与えられた迷路に対して，障害物と外壁のマス情報には NG フラグを，それ以外のマス情報には OK フラグをそれぞれ設定する。マス情報全体を迷路図情報という。

探索する際の“移動”には，“進む”と “戻る”の二つの動作がある。“進む”は，

現在いるマスから① y 座標を 1 増やす，② x 座標を 1 増やす，③ y 座標を 1 減らす，④ x 座標を 1 減らす，のいずれかの方向に動くことである。マスに“進む”と同時にそのマスのマス情報に足跡フラグを入れる。足跡フラグが入ったマスには“進む”ことはできない。“戻る”は，今いるマスから“進んで”きた一つ前のマスに動くことである。マスに“移動”したとき，移動先のマスを“訪問”したという。

探索は，始点のマスのマス情報に足跡フラグを入れ，始点のマスを“訪問”したマスとして，始点のマスから開始する。現在いるマスから次のマスに“進む”試みを①～④の順に行い，もし試みた方向のマスに“進む”ことができないならば，次の方向に“進む”ことを試みる。4 方向いずれにも“進む”ことができないときには，現在いるマスのマス情報を OK フラグに戻し，一つ前のマスに“戻る”。これを終点に到達するまで繰り返す。終点に到達したとき，始点から終点まで“進む”ことでたどってきたマスの並びが迷路の解の一つとなる。

迷路の解を見つけた後も，他の解を見つけるために，終点から一つ前のマスに“戻り”，迷路の探索を続け，全ての探索を行ったら終了する。迷路を探索している間，それまでの経過をスタックに格納しておく。終点にたどり着いた時点でスタックの内容を順番にたどると，それが解の一つになる。

図 1 の迷路では，始点から始めて，(1,1)→(1,2)→(1,3)→(1,4)→(1,5)→(2,5)→(1,5)→(1,4)のように“移動”する。ここまででマスの“移動”は 7 回起きていて，このときスタックには経過を示す 4 個の座標が格納されている。さらに探索を続けて，始めから13回目の“移動”が終了した時点では，スタックには［ ア ］個の座標が格納されている。

〔迷路の解を全て求めて表示するプログラム〕

迷路の解を全て求めて表示するプログラムを考える。プログラム中で使用する主な変数，定数及び配列を表 1 に示す。配列の添字は全て 0 から始まり，要素の初期値は全て 0 とする。迷路を探索してマスを“移動”する関数 visit のプログラムを図 3 に，メインプログラムを図 4 に示す。メインプログラム中の変数及び配列は大域変数とする。

表1　プログラム中で使用する主な変数，定数及び配列

名称	種類	内容
maze[x][y]	配列	迷路図情報を格納する2次元配列
OK	定数	OKフラグ
NG	定数	NGフラグ
VISITED	定数	足跡フラグ
start_x	変数	始点のx座標
start_y	変数	始点のy座標
goal_x	変数	終点のx座標
goal_y	変数	終点のy座標
stack_visit[k]	配列	それまでの経過を格納するスタック
stack_top	変数	スタックポインタ
sol_num	変数	見つけた解の総数
paths[u][v]	配列	迷路の全ての解の座標を格納する2次元配列。添字のuは解の番号，添字のvは解を構成する座標の順番である。

```
function visit(x, y)
  maze[x][y] ← VISITED                          //足跡フラグを入れる
  stack_visit[stack_top] ← (x, y)               //スタックに座標を入れる
  if(x がgoal_x と等しい かつ y がgoal_y と等しい)   //終点に到達
    for(k を0 からstack_top まで1 ずつ増やす)
      [ イ ] ← stack_visit[k]
    endfor
    sol_num ← sol_num+1
  else
    stack_top ← stack_top+1
    if(maze[x][y+1]がOK と等しい)
      visit(x, y+1)
    endif
    if(maze[x+1][y]がOK と等しい)
      visit(x+1, y)
    endif
    if(maze[x][y-1]がOK と等しい)
      visit(x, y-1)
    endif
    if(maze[x-1][y]がOK と等しい)
      visit(x-1, y)
    endif
    stack_top ← [ ウ ]
  endif
  [ エ ] ← OK
endfunction
```

図3　関数visitのプログラム

```
function main
  stack_top ← 0
  sol_num ← 0
  maze[x][y]に迷路図情報を設定する
  start_x, start_y, goal_x, goal_y に始点と終点の座標を設定する
  visit(start_x, start_y)
  if( [ オ ] が 0 と等しい)
    “迷路の解は見つからなかった”と印字する
  else
    paths[][]を順に全て印字する
  endif
endfunction
```

図4　メインプログラム

〔解が複数ある迷路〕

図2は解が複数ある迷路の例で，一つ目の解が見つかった後に，他の解を見つけるために，迷路の探索を続ける。一つ目の解が見つかった後で，最初に実行される関数 visit の引数の値は [カ] である。この引数の座標を基点として二つ目の解が見つかるまでに，マスの“移動”は [キ] 回起き，その間に座標が（4,2）のマスは [ク] 回“訪問”される。

設問1　〔迷路の解を見つける探索〕について答えよ。

(1)　図1の例で終点に到達したときに，この探索で“訪問”されなかったマスの総数を，障害物と外壁のマスを除き答えよ。

(2)　本文中の [ア] に入れる適切な数値を答えよ。

設問2　図3中の [イ] ～ [エ] に入れる適切な字句を答えよ。

設問3　図4中の [オ] に入れる適切な字句を答えよ。

設問4　〔解が複数ある迷路〕について答えよ。

(1)　本文中の [カ] に入れる適切な引数を答えよ。

(2)　本文中の [キ]，[ク] に入れる適切な数値を答えよ。