

東京大学情報理工学系研究科
創造情報学専攻

Department of Creative Informatics
Graduate School of Information Science
and Technology
The University of Tokyo

プログラミング

Programming

注意事項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. この表紙の下部にある受験番号欄に受験番号を記入すること。
3. 解答用紙が1枚配られる。それに受験番号を記入すること。
4. 受験者に配られたUSBメモリにファイルが含まれている。**試験開始前に、USBメモリからファイルを自分のPCにコピーしなさい。**ファイルの中身を確認し、PCから手を離しなさい。ファイルにアクセスできないなどの場合は試験監督に申し出なさい。
5. プログラミング言語は何を使ってもよい。
6. **PC内に保存された文書、ライブラリ等の使用やソースプログラム等の流用を認める。試験中のネットワーク接続は認めない。**
7. 試験終了時まで、自分のPC上に受験番号名のディレクトリ/フォルダを作成し、作成したプログラムおよび関連ファイルをその下にコピーすること。作成したディレクトリ/フォルダを渡されたUSBメモリにコピーすること。
8. 試験終了時に、問題冊子、USBメモリ、解答用紙を回収する。

INSTRUCTIONS

1. Do not open this problem booklet until the signal to begin is given.
2. Write your examinee's number below on this cover page.
3. An answer sheet accompanies this booklet. Write down your examinee's number on the sheet.
4. You should have received a USB flash drive. **Before the examination starts, copy the files from the USB flash drive to your PC.** Verify that you can see its contents and then take your hands off your PC. If you have some problems, consult the proctor.
5. You may choose any programming language to answer.
6. **You can use or copy any libraries or program fragments stored in your PC, but you must not connect to the Internet.**
7. By the end of the examination, make a directory/folder on your PC, whose name is the same as your examinee ID number, and put your program files and related files into the directory/folder. Copy the directory/folder onto the USB flash drive that you received.
8. At the end of the examination, this booklet, the USB flash drive, and the answer sheet will be collected.

受験番号 / Examinee's number _____

このページは空白.

This page is blank.

このページは空白.

This page is blank.

プログラミング

以下の問いにプログラムを書いて答えよ。解答に必要なファイルは USB メモリの中にある。プログラムは試験終了前に USB メモリに保存すること。

問題

1×1 の大きさの正方形のマスを格子状に置いたキャンパスに図形を描画することを考える。左上を 0 行 0 列とし、 y 行 x 列のマスをも (x, y) と表す ($0 \leq x$ かつ $0 \leq y$)。これをマスの座標と呼ぶ。最初は全てのマスが白であり、いくつかのマスをも指定された色で塗ることで図形を描画する。描画する図形は 3 種類で、それぞれ以下の形式の数値で表す。塗る色は黒か灰色で、それぞれ色番号 0 と 1 で表す。

長方形: $0, c, x_1, y_1, x_2, y_2$

整数 x_1, x_2, y_1, y_2 ($0 \leq x_1 < x_2$ かつ $0 \leq y_1 < y_2$) について、4 つのマス (x_1, y_1) , (x_2, y_1) , (x_2, y_2) , (x_1, y_2) を四隅とする長方形の内部のマスをも色番号 c で塗った図形。

円: $1, c, x, y, r$

整数 x, y, r ($1 \leq r$ かつ $r \leq x$ かつ $r \leq y$) について、中心がマス (x, y) の左上の頂点で半径が r である円とマスの内部 (境界は含まない) が共通部分を持つようなマスをも色番号 c で塗った図形。

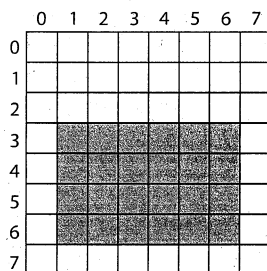
線分: $2, c, x_1, y_1, x_2, y_2$

非負の整数 x_1, x_2, y_1, y_2 ($x_1 \neq x_2$ かつ $y_1 \neq y_2$) について、マス (x_1, y_1) と (x_2, y_2) のそれぞれの左上の頂点を結ぶ線分とマスの内部 (境界は含まない) が共通部分を持つようなマスをも色番号 c で塗った図形。

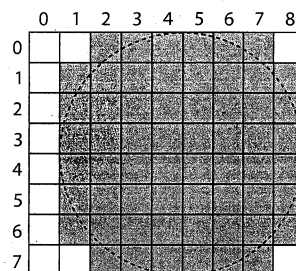
3 つの数値の例 (a) から (c) と、それらが描く図形をも図 1 に示す。なお、図の点線は参考のためのもので、数値によって描かれた図形の一部ではない。

図形を描く数値をも 1 つ以上連結して、それらの図形をも列の先頭から順に描画する。同じマスをも 2 回以上塗ると、そのマスは最後に塗った色になる。例えば図 1 の (a) と (c) を連結した次の数値をも描画すると図 2 の画像が得られる。

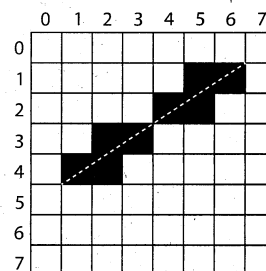
0, 1, 1, 3, 6, 6, 2, 0, 1, 5, 7, 1



(a) 0, 1, 1, 3, 6, 6



(b) 1, 1, 5, 4, 4



(c) 2, 0, 1, 5, 7, 1

図 1: 数値が描く図形

(次ページへ続く)

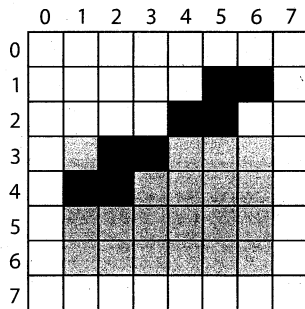


図 2: 描画された画像

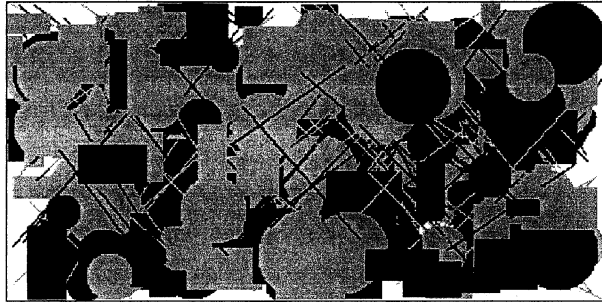


図 3: sample.txt の画像

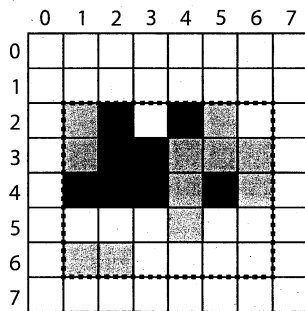


図 4: バウンディングボックス

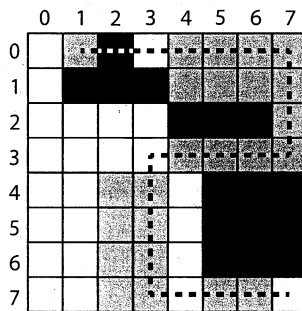


図 5: 経路

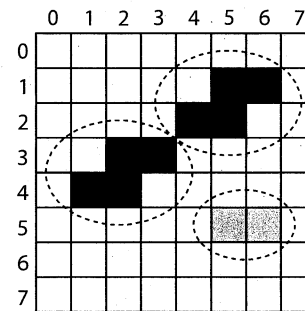


図 6: 連結成分

以下の問題では、1 個以上の図形を描く数列の要素を並べた文字列を保存したファイルが与えられる。要素はカンマで区切られている。図 3 はファイル sample.txt に格納された数列が描く画像である。

- (1) 次のファイルに格納された数列について、それが描く長方形、円、線分の個数をそれぞれ解答用紙に書け。

(a) data1a.txt (b) data1b.txt (c) data1c.txt

- (2) 白でないマス全てを覆い辺が水平か垂直な最小の長方形をバウンディングボックスと呼ぶ。例えば、図 4 の画像のバウンディングボックスは左上が (1, 2) で右下が (6, 6) である長方形である。

次のファイルに保存された数列が描く画像について、バウンディングボックスの右下のマスの座標を解答用紙に書け。

(a) data2a.txt (b) data2b.txt (c) data2c.txt

- (3) 次のファイルに保存された数列が描く画像について、黒と灰色のマス数をそれぞれ解答用紙に書け。

(a) data3a.txt (b) data3b.txt (c) data3c.txt

(次ページへ続く)

- (4) マスの列 $P = c_0, c_1, \dots, c_n$ ($0 \leq n$) について, P 上の各マスの組 c_i と c_{i+1} ($0 \leq i \leq n-1$) が辺を共有するとき, P をマス c_0 から c_n に至る経路と言う. 図5に $(1,0)$ から $(7,7)$ に至る経路の例を示す. マス a と b について, a と b が同色で, それらと同じ色のマスだけで構成された a から b に至る経路が存在するとき, a と b は互いに連結すると言う. 互いに連結するマスの極大な集合を連結成分と言う. 他のマスと連結していない一つのマスも一つの連結成分である. 連結成分の大きさは, それに属するマスの数である. 例えば, 図6には, 大きさ4の黒の連結成分が二つと, 大きさ2の灰色の連結成分が一つある. 図4には三つの黒の連結線分と三つの灰色の連結成分がある.

次のファイルに保存された数列が描く画像について, 黒と灰色それぞれの最大の連結成分の大きさを求め, それを解答用紙に書け. ある色の連結成分が存在しなければ, その色については0と答えよ.

(a) data4a.txt

(b) data4b.txt

(c) data4c.txt

- (5) 次のファイルに保存された数列が描く画像について, バウンディングボックスの左上と右下のマスをそれぞれ a と b とする. a から b に至る経路のうち a と異なる色のマスが最も少ない経路を求めよ. その中で最短の経路の長さを解答用紙に書け. ここで経路の長さは両端を含めた経路上のマスの数である. 例えば, 図5で点線で示した経路の長さは22である.

(a) data5a.txt

(b) data5b.txt

(c) data5c.txt

(d) data5d.txt

このページは空白.

This page is blank.

Programming

Answer the following questions by writing programs. The files needed for answering the questions are found in the USB flash drive. Store the programs in the USB flash drive before the examination ends.

Problem

Suppose that we draw figures on a canvas with a grid of 1×1 square cells. Let the upper left corner be row 0 and column 0, and denote the cell at row y and column x as (x, y) , where $0 \leq x$ and $0 \leq y$. We call it the coordinates of the cell. All the cells are initially white. We draw figures by painting several cells with specified colors. There are three kinds of figures to draw, each of which is represented by a number sequence in the following forms. The color for painting is either black or gray. It is represented by color code 0 or 1, respectively.

Rectangle: 0, c , x_1 , y_1 , x_2 , y_2

The figure drawn by painting the cells in the rectangle with four cells (x_1, y_1) , (x_2, y_1) , (x_2, y_2) , and (x_1, y_2) at its four corners for integers x_1 , x_2 , y_1 , and y_2 ($0 \leq x_1 < x_2$ and $0 \leq y_1 < y_2$). The cells are painted with color code c .

Circle: 1, c , x , y , r

The figure drawn by painting the cells whose inside (excluding the borders) intersect with the circle with the center at the upper left corner of the cell (x, y) and radius r for integers x , y , and r ($1 \leq r$ and $r \leq x$ and $r \leq y$). The cells are painted with color code c .

Line Segment: 2, c , x_1 , y_1 , x_2 , y_2

The figure drawn by painting the cells whose inside (excluding the borders) intersect with the line segment connecting the upper left corners of cells (x_1, y_1) and (x_2, y_2) for non-negative integers x_1 , x_2 , y_1 , and y_2 ($x_1 \neq x_2$ and $y_1 \neq y_2$). The cells are painted with color code c .

Figure 1 shows examples of number sequences (a) to (c) and the figures that these number sequences draw. Note that the dotted lines in the figures are guidelines; not part of the figures drawn by the number sequences.

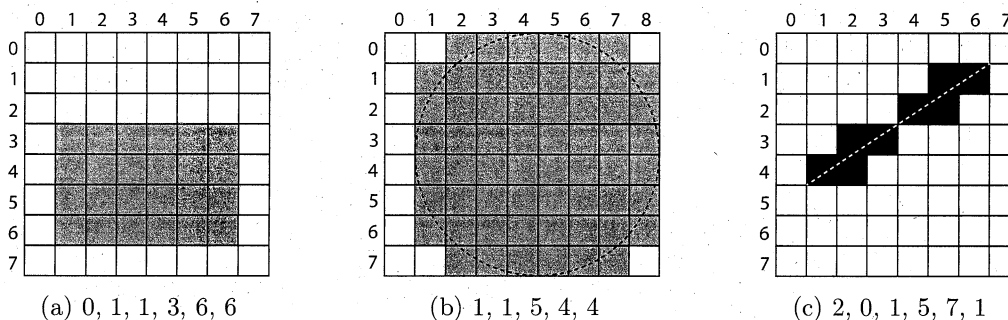


Figure 1: Figures drawn by the number sequences.

(continued on next page)

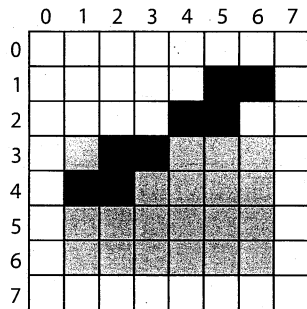


Figure 2: Drawn image.

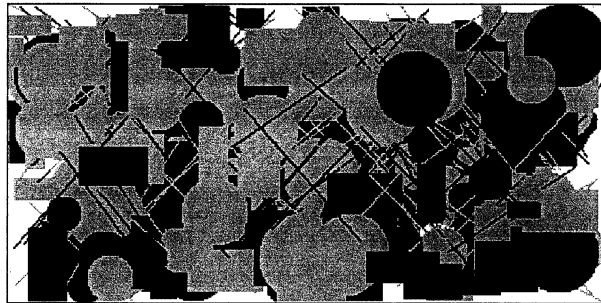


Figure 3: Image for sample.txt.

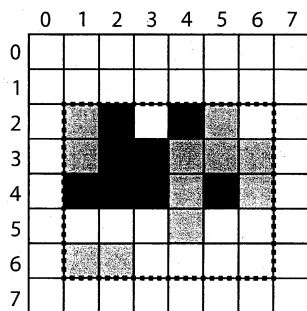


Figure 4: Bounding box.

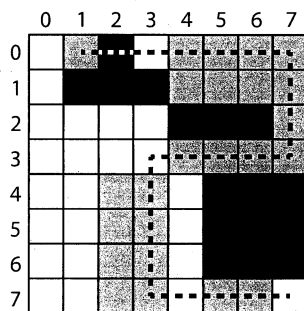


Figure 5: Path.

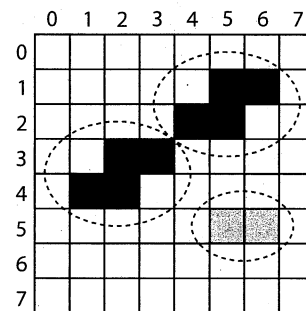


Figure 6: Connected components.

By concatenating number sequences for drawing figures, we draw these figures in the order from the beginning to the end of the concatenated sequence. When we paint the same cell multiple times, the cell ends up with the last color. For example, the following number sequence formed by concatenating (a) and (c) in Figure 1 draws the image in Figure 2.

0, 1, 1, 3, 6, 6, 2, 0, 1, 5, 7, 1

In the following questions, you are given files, each of which contains a character string of the elements of a number sequence drawing one or more figures. The elements are separated by commas. Figure 3 shows the image drawn by the number sequence in file `sample.txt`.

- (1) For the number sequence in each of the following files, write the numbers of rectangles, circles, and line segments drawn by that sequence on the answer sheet, respectively.

(a) `data1a.txt`

(b) `data1b.txt`

(c) `data1c.txt`

- (2) The minimum rectangle with horizontal and vertical edges that covers all the non-white cells is called the bounding box. For example, the bounding box for the image in Figure 4 is the rectangle with (1,2) at the upper left corner and (6,6) at the lower right corner.

For the image drawn by the number sequence in each of the following files, write the coordinates of the cell at the lower right corner of its bounding box on the answer sheet.

(continued on next page)

(a) data2a.txt (b) data2b.txt (c) data2c.txt

- (3) For the image drawn by the number sequence in each of the following files, write the numbers of black and gray cells on the answer sheet, respectively.

(a) data3a.txt (b) data3b.txt (c) data3c.txt

- (4) For a sequence of cells $P = c_0, c_1, \dots, c_n$ ($0 \leq n$), when every pair of cells c_i and c_{i+1} ($0 \leq i \leq n-1$) shares an edge, we call P a path from c_0 to c_n . Figure 5 shows an example of a path from $(1,0)$ to $(7,7)$. For cells a and b , when a and b share the same color and there exists a path from a to b that consists of only the cells with the same color as a and b , we say that a and b are connected to each other. A maximal set of cells that are connected to each other is called a connected component. A single cell that is not connected to other cells is also a connected component. The size of a connected component is the number of cells in it. For example, Figure 6 has two black connected components with size four and one gray connected component with size two. In Figure 4, there are three black connected components and three gray connected components.

For the image drawn by the number sequence in each of the following files, find the sizes of the largest connected components of black and gray, respectively, and write them on the answer sheet. If there are no connected components of a color, answer 0 for the color.

(a) data4a.txt (b) data4b.txt (c) data4c.txt

- (5) For the image drawn by the number sequence in each of the following files, let the cells at the upper left corner and the lower right corner of the bounding box be a and b , respectively. Find the paths that are from a to b and contain the minimum number of cells with different color from a , and write on the answer sheet the length of the shortest path(s) among those paths. Here, the length of a path is the number of cells on the path, including both ends. For example, the length of the path indicated with a dashed line in Figure 5 is 22.

(a) data5a.txt (b) data5b.txt
(c) data5c.txt (d) data5d.txt

このページは空白.

This page is blank.

このページは空白.

This page is blank.

このページは空白。
This page is blank.

