

平成30 (2018) 年度夏入試

東京大学大学院情報理工学系研究科創造情報学専攻

プログラミング

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. 解答用紙および下書き用紙が1枚ずつ配られる。それぞ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. プログラミング言語のマニュアルは1冊に限り試験中に参照してもよい。ネットワーク接続をしてはいけないが、各自のPCに入っているライブラリやプログラム断片を使用・流用することは自由である。
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、USBメモリ、解答用紙、下書き用紙を回収する。
9. 午後のプログラミングの口頭試問中にプログラムの動作をより精密に確認する。PC上でプログラムが出来ただけすぐに実行できるようにしておくこと。
10. 試験監督の指示に従って、PCと問題冊子を残し、部屋から退出すること。

受験番号 _____

このページは空白.

このページは空白.

プログラミング

以下、行列の要素は非負整数で主メモリに格納されていると仮定する。

(1) $m \times n$ 行列 A と $n \times m$ 行列 B の積を次のようなアルゴリズムで計算したとき、これらの行列 A と B の要素を主メモリから何回読むか。読む回数の合計を解答用紙に書け。同じ要素を2回読んだら2回と数える。行列 C やその他の変数の読み書きは考えないとする。

```
var i = 0
while i < m begin
  var j = 0
  while j < m begin
    var d = 0
    var k = 0
    while k < n begin
      d = d + ai,k * bk,j
      k = k + 1
    end
    ci,j = d
    j = j + 1
  end
  i = i + 1
end
```

(2) $m \times n$ 行列をファイルに保存するとき、行列の各要素は空白文字1文字で区切り、行と行の間はカンマで区切り、最後の行の最後の要素に続けてピリオドを書くとする。例えば次の 3×4 行列

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 8 & 9 & 10 & 11 \end{pmatrix}$$

は、次のようにファイルに保存する。

0 1 2 3,4 5 6 7,8 9 10 11.

USB メモリ中のファイル mat1.txt の中に保存された行列の行数と列の数を答えよ。答えは解答用紙に書け。ファイル中のピリオドの後ろの文字は全て無視せよ。

(3) USB メモリ中のファイル mat1.txt と mat2.txt の中に保存された行列 A, B の行列積のトレース (対角成分の和) を計算せよ。答は解答用紙に書け。

(4) 一度主メモリから読み出した行列の要素はキャッシュメモリに保存され、再び同じ要素が必要になったときには、キャッシュメモリに保存されている限り主メモリを読まないとする。キャッシュメモリには最大 s 個の要素が保存でき、LRU (Least Recently Used) 方式で管理されているとする。つまり、キャッシュメモリ内に s 個の値が保存されているときに、キャッシュメモリ内に無い新たな要素が必要になると、最も長く使われていない要素の値がキャッシュメモリ内から破棄される。次にその新しい要素の値が主メモリから読み出され、キャッシュメモリに保存される。

このとき、(1) のアルゴリズムで行列積を計算したとき、 $m \times n$ 行列 A と $n \times m$ 行列 B の各要素を主メモリから何回読むか。その回数の合計を与えられた m, n, s から計算するプログラムを書け。

(5) m と n は公約数 p をもつとする。(4) のキャッシュメモリを用いて計算したとき、行列の要素の主メモリからの読み出し回数が少なくなるように、行列積のアルゴリズムを次のように変える。空欄 1 から 6 それぞれの中を変数名で埋めよ。答は解答用紙に書け。

```

var u = 0
while u < m begin
  var v = 0
  while v < m begin
    var w = 0
    while w < n begin
      var i = u
      while i < [1] + [2] begin
        var j = v
        while j < [3] + [4] begin
          var d = 0
          var k = w
          while k < [5] + [6] begin
            d = d + ai,k * bk,j
            k = k + 1
          end
          ci,j = ci,j + d
          j = j + 1
        end
        i = i + 1
      end
      w = w + p
    end
    v = v + p
  end
  u = u + p
end

```

(6) 行列積を (5) のアルゴリズムで (4) のキャッシュメモリを用いて計算したとき、行列 A と行列 B の各要素を主メモリから何回読むか。読む回数の合計を与えられた m, n, p, s から計算するプログラムを書け。

(7) 行列積を (6) のように計算するとき、行列 A と行列 B の各要素を主メモリから読む回数の合計を最小にする m と n の公約数 p は何か。それ (そのような p が複数ある場合は最大の p) を m, n, s から計算するプログラムを書け。また、 $m = 200, n = 150, s = 600$ のときの計算結果を解答用紙に書け。

このページは空白.

このページは空白.

