

コンピュータサイエンス第1—期末試験—

答案用紙は各問ごとに1枚使用して書くこと。

答案用紙には各枚ごとに学籍番号と氏名を書くこと。

問1. (配点15点)

2つのチーム(aチームとbチーム)が、毎回0点から4点までを獲得できるゲームを7ラウンド行った。その結果が配列a, bに格納されており、高い得点から見て、高い得点をより多くの回数得たチームを勝ちとなる。たとえば、

$$\begin{aligned} a &= [1, 3, 3, 3, 4, 3, 1] \\ b &= [2, 2, 2, 3, 3, 3, 4] \end{aligned} \quad \text{--- (*)}$$

だったとすると、得点4を得た回数が同じなので、次に高い得点3を得た回数が、より多いaチームが勝ちである。このようなゲームのために、得点の得た回数を比較するプログラムを言語Rubyで以下のように作った。このプログラムについて以下の問いに答えよ。(プログラムは配列a, bの値が格納されたところから書かれている。また、問いを明確にするため、途中まで左に行の番号をつけてあるが、実際のプログラムには含まれないものとする。)

```
0   配列 a, b に得点が格納されているものとする
1   ca = Array.new(5,0)
2   cb = Array.new(5,0)
3   for i in 0..6
4       ca[ a[i] ] = ca[ a[i] ] + 1
5       cb[ b[i] ] = cb[ b[i] ] + 1
6   end
7   t = 4
   stop = 0
   while t >= 0 && stop == 0
       if ca[ t ] != cb[ t ]
           stop = 1
       end
       t = t - 1
   end
   if stop == 1
       (A)
   else
       (B)
   end
```

- (1) 配列 a, b の値が (*) だったとする。この時、このプログラムを実行して7行目まで計算が進んだときに、配列 ca, cb の値がどうなっているかを示せ。

- (2) 試合の結果が引き分けだと断定するのは、このプログラムの (A), (B) のどちらに進んだ場合だろうか？
- (3) 上記の問いの答えと逆に進んだ場合には、チーム a と b のどちらかが勝ちのはずである。それでは勝敗を決めるには、そこでどのような計算をすればよいだろうか？具体的には、次のようなプログラムで勝敗を決めるとすると、(C) の部分は、どのような条件式になるだろうか？(答えは Ruby の文法に正確に従ってなくてもよい。)

```
if (C)
  a が勝ちと答える
else
  b が勝ちと答える
end
```

【解説】プログラムをある程度読むことができるかを聞く問題。これについては、適宜、プログラムを変えて類題を作れると思いますので、皆さんで工夫をお願いします。

問 2 . (配点 10 点)

インタープリタとコンパイラの (1) 共通点、(2) 異なる点を各々簡潔に述べよ。

【解説】これは教科書 45 ページに書いてあるので、講義のまとめのところでふれてあり (学生諸君がそれをうる覚えでも覚えていれば) 簡単だと思います。なお、私は、教科書、配布プリント、参考書などすべて持ちこみ可 (ただし電子的なデバイスは使用不可) とするつもりです。

以上が基本です。以下はバリエーションです。適宜お使い下さい。なお、私は満点は 35 点と考えています。

問 3 . (配点 10 点)

デジタル化では、すべてのデータを数 (2 進列) で表現する。たとえば、文書も画像も 2 進列で表される。さらには、こうしたデータを複数集めたものを 1 つの 2 進列データとして処理することも多い。たとえば、メールシステムでは、文書に複数の画像を添付したものを 1 つのデータとして送受信する。このようなときには、複数のデータを 1 つの 2 進列データにする方法が重要である。以下では、複数の数を 1 つ数として表す方法について考えてみよう。

- (1) 講義でも学んだように、ASCII という符号化では英文字は 255 までの自然数で表わされる。そのやり方では、abc のような文字列は 3 つの数の列で表わすことになる。でも、このような文字列も 1 つの数として表したい場合がある。また、それは可能である。その方法を 1 つ考え、たとえば abc という 3 文字からなる文字列を 1 つの数として表す方法を述べよ。(注 : 提案する方法は、変換した数から元の abc を復元できる方法でなければならない。なお、説明では、a, b, c は ASCII では 97, 98, 99 という数に符号化されることを使ってもよい。)
- (2) 同様に、一般に自然数の組 (x, y) を 1 つの自然数に表わす方法を述べよ (注 : 与えられた自然数 x, y の桁数に特に上限がない場合にも使える方法を示して欲しい。)

【解説】課題2のまとめ（もしくは講義のまとめ）などで、文字列の符号化のことを話した場合には、(1) は知識として解くことができると思います。つまり、ASCII だけならば、8 ビットの列を並べても一意に符号化できる、一方、仮名漢字が入った場合には、たとえば、shift jis だとうやうや符号化するので、やはり一意に符号化できるし、復号もきちんとできる、などの解説を受けた後であれば (1) は簡単だと思います。たとえば解答例としては、「一文字はつねに 3 桁（十進）以内なので、97098099 と表わす」というようなものがあります。

一方、(2) は、ちょっと勘がよくないと難しいかもしれません。私は、この講義のまとめで、実際は「配列」も 1 つの数字で表わされるので、原理的には四則演算で処理できる対象ではある、というような話をしておいて、「じゃあ、どうやって 1 つの数にするかを考えておいて下さい」などと言っておきます。答えはいろいろな方法がありますが、たとえばエスケープ文字 / を導入して、123/345 のように表わす方法があります。実際には、各桁を 2 桁で表わして、01 というような現れない列を作り、11223301334455 と表わす、など、いろいろな方法があると思います。複数のファイルをエスケープシーケンスを使ってつなげる、という話も、よい導入になります。計算の理論ではゲーデル数というやり方がありますが、個人的には、あれはゲーデルの重要な発見の 1 つだと思っています。

問4．（配点5点）

対面でしかできないようなコミュニケーションも、工夫をすればインターネット通信で実現することができる。たとえば、A 君と B さんとで「コイン投げ」をメールでしたい。A 君がコインを投げて、B さんが表か裏かを当てるゲームである。目標はどちらも、公平にほぼ 50% の勝率となるようにすることだ。その方法を 1 つ述べよ。A 君が何をして、B さんが何をすればよいかは明確にわかるようにやり方を示すこと。（注：授業でも、素因数分解の計算の難しさを使う 1 つのやり方を示したが、それにはとらわらずに 自分流の方法 を提案して欲しい。ユニークな方法の方を高く評価する。）

【解説】私の講義では、公開鍵暗号系を説明する際、素因数分解の計算の一方向性を説明しました。その応用としてメールでコイン投げを説明しました。この問題は、その講義をまじめに聞いていたかをチェックする程度の問題です。

問 5 . (配点 10 点)

数学では、関数 $f(x)$ を定義するには、 x に何を対応させるかの対応関係を決めればよい。一方、Ruby で関数 (サブルーチン) を定義する場合には、その計算方法も含めて決めなければならない。

- (1) Ruby で以下のように定義されたサブルーチン `sum` を、数学の関数とみた場合、 $\text{sum}(x)$ は、 x を何に対応させる関数になっているだろうか？

```
def sum( k )
  s = 0
  for i in 0..k
    s = s + i
  end
  return s
end
```

- (2) 同じ関数を計算するとしても、計算方法が異なればサブルーチンとしては異なるものになる。数学の関数として $\text{sum}(x)$ と同じ関数を別の方法で計算するサブルーチン `sum2` を 1 つ示せ。

問 6 . (配点 5 点)

数学で考える関数と Ruby で出てくる関数 (講義や教科書ではサブルーチンと呼んでいた) の違いを、対数関数 $\log_2(x)$ を例に説明せよ。

【解説】問 5 , 6 は、関数 (要求仕様) と、その実現であるサブルーチンの違いを聞く問題。私の講義では、暗号化関数を説明するときに少ししつこく解説した。

問 7 . (配点 10 点)

次に示したのは言語 Ruby で書かれたプログラムの一部 (サブルーチンの定義の部分) である。このプログラムについて以下の問いに答えよ。

```
def f(x, y)
  # assume: x > 0, y > 0
  res = 1
  while y > 0
    if y % 2 == 1
      res = res * x
    end
    y = y / 2
    x = x * x
  end
  return res
end
```

- (1) このサブルーチンを用いて $f(2,2)$, $f(4,3)$, $f(2,9)$ を計算したときの値を示せ．
- (2) 一般に, 正の自然数 x, y に対して, $f(x, y)$ は, どのような関数を計算するかを述べよ．
- (3) $f(3,1000)$ の計算では, while の繰り返しが何回行われるか?

【解説】 Defago 先生に頂いた問題．

問 8 . (配点 5 点)

つぎの問に答えよ．計算の過程も解答用紙に残すこと． $(n)_m$ は n が m 進表記であることを表すものとする．

1. $(18)_{10}$ を 2 進表記に変換せよ．
2. $(10100)_2$ を 10 進表記に変換せよ．

問 9 . (配点 5 点)

(1),(2),(3) の各部の名称を答えよ．

