情報学専攻入学者選抜試験

情報科学

問題冊子

注意事項

以下の指示にしたがって解答してください。

５分野から ３分野を選択	数学・数理系
	ソフトウェア系
	ハードウェア系
	ＯＳとネットワーク
	ヒューマンサイエンス系

１．　試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

２．　問題冊子は、表紙を含めて全部で１３ページあります。試験開始後に問題冊子のページ数を確認して、落丁又は印刷が不鮮明な場合は直ちに申し出てください。

３．　解答は解答用紙に記入してください。問題冊子に記入しても採点されません。

４．　問題冊子、解答冊子は切り離さずにすべて提出してください。

５．　５分野から３分野を選んで解答してください。

受験番号	

数学・数理系

（問１）

ON 状態と OFF 状態を持つランダムな事象が独立に複数個発生する場合を考える。

ここで、

・ON 状態と OFF 状態の事象のトータルの個数：N

・ON 状態の事象の個数：n

・事象の ON 状態の確率：p

・事象の OFF 状態の確率：$q = 1 - p$

とするとき、ON 状態の事象が n 個存在する確率は二項定理より

$$P_N(n) = \frac{N!}{(N-n)!\,n!} p^n q^{N-n}$$

となる。以下の（１）～（３）に答えよ。

（１）n の期待値を求めよ。

（２）n の分散値を求めよ。

（３）ON 状態の確率が極度に小さいとき（$p \ll q$）、（１）の n の期待値の平方根と（２）の n の分散値が一致することを示せ。

（問２）

$GF(2)$ を係数とする既約多項式 $x^4 + x + 1 = 0$ の解の一つを α とする。

この既約多項式による拡大体を $GF(16)$ として、ガロア体 $GF(2^4)$ の各要素の

α^3，α^2，α，1（べき元）による展開式を使い、

$\alpha^{12} + \frac{\alpha^9+\alpha^3}{\alpha^{10}+1}$ を計算せよ。

ソフトウェア系

（問１）

表１にあるデータは哺乳類と非哺乳類の全体世界の属性の出現分布を表しているものとする。このとき、属性値リスト X = {飛行 = Yes, 水中生息 = Yes, 足 = Yes} を持つ未知の動物が哺乳類と非哺乳類のどちらのクラスであるか推定する問題を考える。ただし、クラスの値（哺乳類もしくは非哺乳類）が与えられたとき任意の２属性は条件付き独立であるとする。

（１） 哺乳類クラスにおける X の各属性値の条件付き確率 Pr(飛行 = Yes | 哺乳類)、Pr(水中生息 = Yes | 哺乳類)、Pr(足 = Yes | 哺乳類) をそれぞれ求めよ。

（２） 条件付き確率 Pr(X | 哺乳類)、Pr(X | 非哺乳類) をそれぞれ求めよ。

（３） 条件付き確率 Pr(哺乳類 | X)、Pr(非哺乳類 | X) を比較し、属性値リスト X を持つ未知の動物のクラスを推定しなさい。また導出過程も簡潔に示せ。

表１．哺乳類と非哺乳類の全体世界[1]

哺乳類クラス

名前	飛行	水中生息*	足
人	No	No	Yes
コウモリ	Yes	No	Yes
猫	No	No	Yes
ヤマアラシ	No	No	Yes
イルカ	No	Yes	No

*注：主たる生息圏に水中を含むかどうかを表す

非哺乳類クラス

名前	飛行	水中生息*	足
ヘビ	No	No	No
鮭	No	Yes	No
カエル	No	Yes	Yes
ペンギン	No	Yes	Yes
頬白鮫	No	Yes	No
トカゲ	No	No	Yes
鷲	Yes	No	Yes

[1] P.-N. Tan et al., “Introduction to Data Mining,”
https://www-users.cse.umn.edu/~kumar001/dmbook/index.php 内の資料より改変

ソフトウェア系

（問２） 次の設問（１）、（２）に答えよ。

アルファベットだけからなる文字列を ASCII 文字コードの昇順に並び替えるプログラムを、クイックソートのアルゴリズムにより C 言語で実装した。プログラムの主要部分を以下に示す。この言語では、「=」は右辺の値を左辺へ代入する操作を表し、「while (条件式) { ブロック }」は、条件式が成立する間、ブロック内部を反復実行する構文である。

```
/* 文字型配列 s[start]～s[end] を枢軸(pivot)により分割し、枢軸の添字を返す関数
   である。先頭の文字 s[start]を枢軸に設定し、枢軸より前に並ぶべき文字を配列の
   前半に、枢軸より後に並ぶべき文字を配列の後半に移動する */
int division(char s[], int start, int end){
   int i, j;
   char pivot=s[start], tmp;

   /* 配列走査用の変数を初期化 */
   i=start+1; j=end;

   /* 配列の先頭から枢軸より後に並ぶべき文字、末尾から枢軸より前に並ぶべき文字を
      それぞれ探し、両者を交換する、という操作を交換する要素がなくなるまで繰り返す */
   while(1){
      while(i<=end && s[i]<=pivot) i++;
      while(j>start && s[j]>pivot) j--;
      if(i>=j) break;
      [ s[i] と s[j] の値を交換 ]
   }
   [ s[start] と s[j] の値を交換 ]   /* （ア） */
   return j;
}

/* クイックソートを行う関数 */
void quick_sort(char s[], int start, int end){
   int v; /* 枢軸の添字 */

   /* 整列する要素が１つ以下なら、何もせずリターン */
   if(start >= end) return;

   /* 枢軸を基準にデータを分割 */
   v = division(s, start, end);

   /* 枢軸より前のデータを整列 */
   quick_sort( [（あ）] , [（い）] , [（う）] );
```


図１．文字列並べ替えプログラム

```
    /* 枢軸より後のデータを整列 */
    quick_sort( (え) , (お) , (か) );
}
```

ソフトウェア系

（1） プログラムのコーディングに関して、以下の問いに答えよ。

① （ア）におけるデータの交換は、以下の６つの文から３つを選び、それらを適切な順番で実行することにより実現される。プログラムを正しく動作させるための３つの文の実行順序をＡ～Ｆの記号を用いて回答せよ。

Ａ： `s[j] = tmp;`
Ｂ： `s[j] = s[start];`
Ｃ： `s[start] = tmp;`
Ｄ： `s[start] = s[j];`
Ｅ： `tmp = s[j];`
Ｆ： `tmp = s[start];`

② このプログラムでは、クイックソートを行う関数を再帰呼び出しによって実現している。２つの再帰関数呼び出しがコメントどおりの動作となるように、空欄（あ）～（か）に入れるべき関数の引数を下記の枠線内から選んで回答せよ。同じものを何回用いても構わない。

s	v	v+1	v-1
start	start+1	start-1	
end	end+1	end-1	

（2）クイックソートの計算量は整列対象のデータの並び方によって変化する。
そこで、`division` 関数の呼び出し回数に注目して定量的に計算量を考察しよう。

① 異なる N 文字を１回ずつ用いて作られる N 文字の文字列 `s` をこのプログラムにおいて `quick_sort(s, 0, N-1)` で呼び出して整列するとき、`division` 関数の呼び出し回数が**最も多くなる**文字列のパターンはどのようなものか説明せよ。また、そのときの呼び出し回数を N の式で示せ。

② `'A', 'B', 'C', 'D', 'E'` を１回ずつ用いて作られる５文字の文字列 `s` を `quick_sort(s, 0, 4)` で呼び出して整列する場合に、`division` 関数の呼び出し回数が**最も少ない**文字列のパターンを１つ挙げ、関数の呼び出し回数とともに示せ。

ハードウェア系

（問１）

２つの２ビット符号なし二進数 A, B に対して、$A < B$ が成り立つときに 1、そうでないときに 0 となる出力 N、および $A + B \geq (100)_2$ が成り立つときに 1、そうでないときに 0 となる出力 C、の２つの出力信号を出す回路を考える。ただし、$(100)_2$ は符号なし二進数 100 のことを示す。

（１）この回路の真理値表を書け。ただし、入力は A を示す２ビット $\{A_1, A_0\}$（添字が大きいほうを上位ビットとする）および B を示す２ビット $\{B_1, B_0\}$ の計４ビットとする。

（２）N および C を出力する各論理関数をカルノー図を用いてそれぞれ最適化し、最小積和形を示せ。

（３）（２）で求めた N および C の各論理関数を２入力および３入力のＮＡＮＤゲート（図１）のみを用いて回路図に示せ。ただし、ＮＡＮＤゲート数の最小化をする必要はない。

図１．ＮＡＮＤゲート（左：２入力ＮＡＮＤ、右：３入力ＮＡＮＤ）

ハードウェア系

（問２）

コンピュータアーキテクチャに関する以下の問いに答えよ。

（１）仮想メモリとはどのような技術か述べよ。また、そのメリットを１つ挙げよ。説明の際に、主記憶装置、補助記憶装置、レジスタ、キャッシュメモリのうち適切な用語を用いること。

（２）一般的なノイマン型コンピュータのアーキテクチャにおいて、図２に示すような関数を実行するためのサブルーチン分岐を実現するための呼び出し時（①）、リターン時（②）のそれぞれの処理手順を下記の枠線内の用語の中から３つ以上用いて説明せよ。なお、サブルーチンへ渡す引数および返り値はないものとする。

ＰＣ（プログラムカウンタ）		ＩＲ（命令レジスタ）
汎用レジスタ	ＡＬＵ	無条件分岐（ジャンプ）
条件分岐	スタック	キュー
ハッシュ	割り込み	

```
#include <stdio.h>


/* サブルーチン（関数）の宣言と定義 */

void print_message(void) {

    printf("プログラムを実行しました。¥n");

    return;             /* <- ②サブルーチンからのリターン */

}



int main(void) {            /* プログラムの開始地点 */

    /* ... 何らかの処理を実行 ... */
```

```
    print_message();        /* <- ①サブルーチンの呼び出し */

    return 0;               /* プログラムの終了地点 */

}
```

図２．サブルーチンを含むプログラムの例（C言語）

ハードウェア系

（問３）

コンピュータで数値を表す方式の一つである半精度浮動小数点数について以下の問いに答えよ。ここで、半精度浮動小数点数は基数を 2 とし、符号 1 ビット、指数部 5 ビット、仮数部 10 ビットの 16 ビットの二進数で表現される。指数部のバイアスは十進数で 15（二進数で 1111）であり、仮数部にはその先頭の“1”を省略した 10 ビットを格納するものとする。例えば

0 10000 0100000000

は、符号が正、指数が $16-15=1$、仮数の絶対値は二進数で 1.0100000000、すなわち十進数で 1.25 であるので、この半精度浮動小数点数を十進数で表すと $1.25\times 2^1=2.5$ となる。

（１）半精度浮動小数点数表現 1 01101 1000000000 を十進数で表せ。

（２）次の４つの十進数のうち半精度浮動小数点数で正確に表せない値をすべて答えよ。

（ａ）7.5　（ｂ）0.75　（ｃ）0.075　（ｄ）0.0075

（３）（２）で回答した十進数のうち最も大きいものを x とするとき、次の２つの値を半精度浮動小数点数で表せ。ただし、以下で “10倍”とは十進数の 10 倍（二進数で 1010 倍）のことをいう。

① x の 10 倍の値。

② x を半精度浮動小数点数で近似して表し、その値を 10 倍した値。ただし、近似して表す際の丸め方式は切り捨てとする。

ＯＳとネットワーク

（問１）

図 1 は、とある大学のネットワーク構造の一部を示したものである。ネットワーク 133.70.0.0/16 はいくつかの部分に分割されており、工学部には 133.70.128.0/17 が，情報学部には 133.70.0.0/18 が，総務部には 133.70.96.0/19 が割り当てられている。このネットワークについて以下の問いに答えよ。

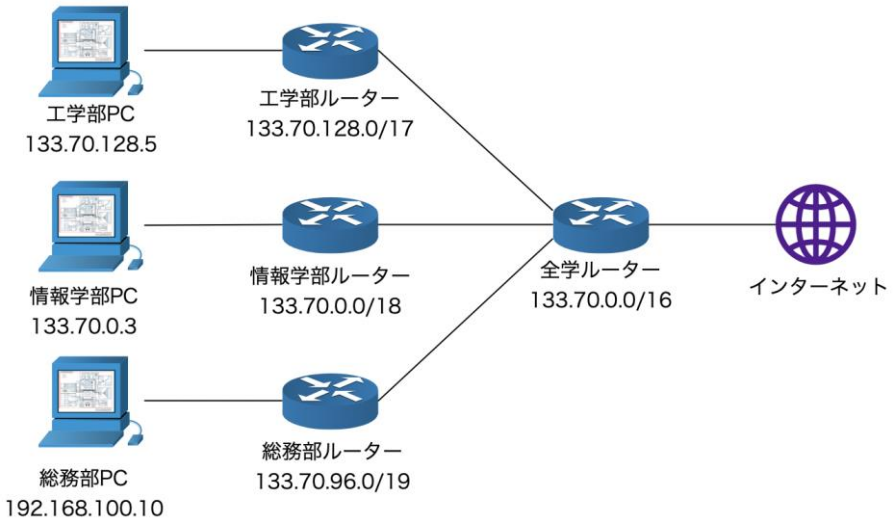

図１．とある大学のネットワーク構造の一部

（１）133.70.100.1は「工学部」「情報学部」「総務部」のうちどの部門に割り当てられたＩＰアドレスであるか答えよ。

（２）サブネット 133.70.128.0/17，133.70.0.0/18，133.70.96.0/19 で定義される全てのＩＰアドレスを割り当て済ＩＰアドレスとして考える。この時、133.70.0.0/16 に割り当てられたＩＰアドレスのうち，何%のＩＰアドレスが未割り当てとなっているか答えよ。

（３）総務部のＰＣ（192.168.100.10）がインターネットのページを表示するためにはある工夫を総務部ルーターで行う必要がある。この工夫は情報学部ＰＣや工学部ＰＣがインターネットに接続する際には不要である。どのような工夫が必要か述べよ。情報学部ＰＣや工学部ＰＣと総務部ＰＣのＩＰアドレスの違いに注意して解答すること。

ＯＳとネットワーク

（問２）

キャッシュメモリ、メインメモリ（ＲＡＭ)、ディスクを持つコンピュータシステムを想定せよ。更に、同コンピュータシステム上で動作する仮想メモリを使用するＯＳがあるとする。各リソースへのアクセスに要する時間とヒット率は表 1 の通りとする。各リソースへのアクセスに要する時間の平均時間を求めよ。

表１．各リソースへのアクセス条件

アクセス対象	所要時間	ヒット率
キャッシュ	4 nsec	95％
ＲＡＭ	100 nsec	99％（キャッシュミス後）
ディスク	10 msec	100％（ＲＡＭミス後）

ＯＳとネットワーク

（問３）

以下はプログラムのロードに関する説明文である。以下の空欄に最も適した記述を枠線内の選択肢から選択せよ。

一般的に高級言語に分類されるプログラミング言語では、プログラム記述を（　　Ａ　　）等により機械語に変換した後、（　　Ｂ　　）において、プログラム記述の中で用いられたライブラリ関数を統合し、（　　Ｃ　　）形式のファイルに変換する。プログラム実行時には、（　　Ｃ　　）形式のファイルが主記憶にロードされ実行される。しかしながら、多くのプログラムで必要になる関数が存在し、そのような関数を複数のプログラムで共有することができれば、主記憶の効率的な利用を実現できる。このような共有関数は、複数のプログラムから同時に利用可能である必要があり、そのような性質を（　　Ｄ　　）と呼ぶ。（　　Ｄ　　）を満たさない関数の例としては、関数の中で（　　Ｅ　　）に値を保存する処理を行った場合がある。また、主記憶の効率的な利用を実現するためには、コンパイル時にプログラム記述の中で用いられたライブラリ関数を統合した（　　Ｃ　　）形式のファイルを作成することは適切ではない。プログラムを実行する前に必要なライブラリ関数を主記憶にロードし（あるいは既にロード済であることを確認し）、プログラムからこれらの関数のアドレスを参照するようにリンク操作を行い、実行することが必要となる。このように実行時にリンク操作を行う方式を（　　Ｆ　　）と呼ぶ。

ローダ	リンケージエディタ（リンカ）	コンパイラ	
リエントラント性	リロケータブル	スタティックリンク	
ダイナミックリンク	アトミック性	スレッドフリー	
静的ライブラリ	共有ライブラリ	プリエンプション	
割り込み	グローバル変数	ローカル変数	再帰
バイナリ	即時実行可能	オブジェクト	

ヒューマンサイエンス系

（問１）

次の文章に基づいて以下の設問に解答せよ。

※著作権への配慮から内容は削除しています

[1] 田坂定孝：健常日本人腋窩温の統計値について，日新醫學，44(12)，pp. 633-638，1957

（１）朝 10 時頃の平熱が 36.6℃の日本人 20 代女性の健康状態を推測する解釈として妥当なものは次のうちどれであるか選択せよ。尚、体温は全て朝 10 時頃に測定したものとする。

（ア）冬の室外で温かい飲み物を飲んだ直後に口腔の接触体温計で 37.1℃あるため発熱している

（イ）炎天下で移動をした後に脇下の接触体温計で 36.9℃あるが平熱である

（ウ）夏に屋外で激しい運動した直後に非接触体温計で 37.2℃あるので発熱している

（エ）冷房の効いた室内で作業をしている際に非接触体温計で 37.0℃あるが平熱である

（２）発熱の状態を評価するために、サーモグラフィや皮膚赤外線等の非接触型検温器を使った体温計測が多く行われており、感染症法に基づき 37.5℃で発熱しているとアラートを出す仕様になっている。非接触型検温器と発熱基準に基づいて、実際に発熱していることを検知できる（もしくは、できない）と考える根拠は何か、人間の生体特性、体温の変動要因、発熱の定義、計測器が何を測定しているのかの観点を含めて説明せよ。

ヒューマンサイエンス系

（問２）

次の文章に基づいて以下の設問に解答せよ。

禁止薬物 X を使用しているかどうかを判定する検査 T について、次のことがわかっている。この禁止薬物 X を使用したことが明らかになった場合、競技者は今後一切の競技会に出場することができない罰則が課せられる。

- X を使用している人（薬物使用者）に対して検査 T を適用すると、99.90% の確率でその薬物を使用している（陽性）と正しく判定される。
- X を使用していない人（非薬物使用者）に対して検査 T を適用すると、8.00% の確率でその薬物を使用している（陽性）と誤って判定される。

なお、母集団全体では、その薬物 X の使用者は 0.08% である。

（１）母集団より無作為に抽出されたある１人の青年に対して検査 T を適用したところ、陽性反応（禁止薬物 X を使用していると判定）が出た。しかし、この青年は競技会から追放される可能性を一向に気に留める様子はなかった。この青年の行動を説明する<u>科学的根拠を数理的に説明</u>せよ。なお、この青年はベイズ統計学に興味をもって勉強中である。

（２）（１）の青年が、検査 T の判定結果（陽性）を自分自身の競技者人生において深刻な問題として捉えるようにするためには、検査 T の検出精度をどのように改善すればよいか、計算例を示して説明せよ。