

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、本表紙・空白を含めて全部で17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

以下の各問に答えなさい。

(問1)

以下において、 \wedge 、 \vee 、 \rightarrow 、 \neg はおのおの論理積、論理和、含意、否定を意味する論理結合子である。また、 \forall 、 \exists はおのおの全称記号と存在記号とする。このとき以下の問いに答えよ。

(1) A を自由変数 x を含む論理式とする。このとき、 $\exists xA$ は、「 A をみたす x が存在する」ことを意味する。それでは、次を意味する論理式を求めよ。ただし、 $=$ (等号) を用いてもよい。また、 y を A に含まれない対象変数として、 A の中の x に y を代入して得られる論理式を $A[y/x]$ と書くこととし、 $A[y/x]$ を用いてもよい。

1) A をみたす x がたかだか1つ存在する。

2) A をみたす x がちょうど1つ存在する。

(2) 論理式 $\forall y\exists xD \rightarrow \exists x\forall yD$ が、一般的には恒真にはならないことを、具体例を挙げることにより示せ。ただし、 D は自由変数 x 、 y を含む述語記号とする。

(問2)

2変数関数 $f(x, y) = x^2 + xy + y^2 - 4x - 2y + 3$ について、次の問いに答えよ。

(1) $f(x, y)$ を偏微分せよ。

(2) $f(x, y)$ の2次偏導関数をすべて求めよ。

(3) $f(x, y)$ の極小値を求めよ。

ソフトウェア系

以下の各問に答えなさい。

(問1)

AさんとBさんは自身の英語学習のための単語帳を持っている。単語帳に登録されているAさんとBさんの単語リストをそれぞれ L_A と L_B とする。このとき、 L_A と L_B に共通して含まれている単語を全て取り出したい。

- (1) L_A に含まれる単語と L_B に含まれる単語をそれぞれアルファベット順に高速ソートし、 L_A と L_B の双方のリストを走査しながら照合する解法を考える。 L_A と L_B に含まれる単語数のうち大きい方を n とするとき、この解法の平均時間計算量はどのように表されるか n を用いて答えなさい。その際、使用するソートアルゴリズムもあわせて明記しなさい。
- (2) L_A と L_B に含まれる単語のアルファベット順のソートをせずに平均時間計算量が $O(n)$ となる解法を1つ示しなさい。また(1)の解法と比較したときの利点と欠点をそれぞれ簡潔に答えなさい。

ソフトウェア系

(問2)

次の漸化式で与えられる数列 $f_i(n)$ を考える。ただし n は非負整数、 i は自然数とする。

$$f_i(n) = \begin{cases} n & \text{if } 0 \leq n \leq i - 1 \\ \sum_{j=1}^i f_i(n-j) & \text{otherwise} \end{cases}$$

- (1) $i = 3$ のとき、 $n = 0, 1, 2, \dots, 7$ における各 $f_3(n)$ の値を具体的に示しなさい。
- (2) 図1の手続きにより $f_i(n)$ を求める。 $f_2(6)$ を求めるとき、図1の関数 F は何回呼び出されるか具体的に示しなさい。
- (3) 関数 F の呼び出し回数を減らすことで効率的に $f_i(n)$ を求める工夫について簡潔に説明しなさい。またその改良によって(2)の回数がどうなるか論じなさい。

```
int F(int n, int i){
    if(n <= i-1){
        return n;
    }
    else{
        int x = 0;
        for(int j = 1; j <= i; j++){
            x += F(n-j, i);
        }
        return x;
    }
}
```

図1. 再帰計算により $f_i(n)$ を求める手続き

ソフトウェア系

(問3)

以下は、機械学習手法の1つであるサポートベクトルマシンについて述べたものである。

- (1) サポートベクトルマシンとは、学習データが線形識別可能な状況で、学習データからのマージンが最大となる識別面を求める手法である。そこで、2次元平面上で、クラスAとクラスBの2クラスを識別する境界線を求め、2つのクラスのデータを境界線によって分離できる様子を図で示せ。その際、クラスAのデータを○、クラスBのデータを×で表し、境界線、マージン、サポートベクトルがどれかが明確にわかるように図示しなさい。また、マージンとサポートベクトルとは何か説明しなさい。

- (2) 識別面は超平面を仮定するので、特徴空間上では以下の式で表現される。ここで、識別面の重みベクトルを \mathbf{w} 、データのベクトルを \mathbf{x} 、バイアス値を w_0 とする。なお、これらのベクトルの次元数は d とする。

$$\mathbf{w} \cdot \mathbf{x} + w_0 = 0$$

このとき、データ \mathbf{x} とこの識別面との距離は、点と直線の距離の公式を用いて、どのように表されるか数式で示しなさい。

- (3) 識別面に最も近いデータを識別面の式に代入したときに、その絶対値が1になるように重みベクトル \mathbf{w} 、バイアス値 w_0 を調整したとすると、以下の式が得られる。

$$\min_i |\mathbf{w} \cdot \mathbf{x}_i + w_0| = 1$$

このとき、データ \mathbf{x} と識別面との最小距離はどのように表されるか数式で示せ。その結果、マージンを最大にする識別面を求める問題は、何を最小化する問題になるのか答えなさい。

ソフトウェア系

(4) マージンを最大化する識別面の計算には、ラグランジュの未定乗数法が用いられる。

ラグランジュの未定乗数法を用いると、マージンを最大化する識別面は、以下の式により求められる。ここで、 α_i は i 番目のデータのラグランジュ乗数、 y_i は i 番目のデータの正解情報（正例 1、負例 -1）、 N はデータ数を表す。

$$L(\mathbf{w}, w_0, \alpha) = \frac{1}{2} \|\mathbf{w}\|^2 - \sum_{i=1}^N \alpha_i \{y_i(\mathbf{w} \cdot \mathbf{x}_i + w_0) - 1\}$$

関数 L が最小値をとるのは関数 L の勾配が $\mathbf{0}$ になるときであることを踏まえて、 \mathbf{w} と w_0 に対する L の勾配を求めることで導かれる数式を求めなさい。

(5) サポートベクトルマシンではカーネルトリックという方法が用いられるが、なぜカーネルトリックが用いられるのか説明しなさい。また、カーネルトリックに用いられるカーネル関数にはどのようなものがあるか答えなさい。

ハードウェア系

以下の各問に答えなさい。

(問1)

下記の特性を持つ4対1マルチプレクサについて以下の問に答えなさい。

表1. 特性表

入力		出力
S1	S0	Z
0	0	D0
0	1	D1
1	0	D2
1	1	D3

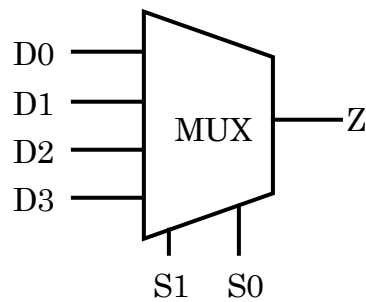


図1. マルチプレクサ (MUX) のシンボル図

- (1) 表1に示すマルチプレクサの特性の出力 Z を表す論理式を示しなさい。
- (2) 表1, 図1に示すマルチプレクサの最簡形論理回路図（使用するゲート数が最も少なくなる回路図）を設計根拠または設計過程とともに示しなさい。ただし、使用できる論理ゲートはNOTゲート、2入力ANDゲート、2入力ORゲートの3種類とする。
- (3) 上記のマルチプレクサを用いて、以下の論理関数 $f(A, B, C)$ を実現しなさい。ただし、マルチプレクサのシンボル図以外に用いてよいものはNOTゲートと論理定数0と1のみとする。

$$f(A, B, C) = \bar{A} + \bar{B} \cdot \bar{C}$$

ハードウェア系

(問2)

表2のようなアセンブリ命令セットを考える。以下の各問に答えなさい。

表2. アセンブリ命令セット

命令操作	命令の意味
mv \$0, \$1	$\$0 \leftarrow \1
li \$0, imm	$\$0 \leftarrow \text{imm}$
add \$0, \$1, \$2	$\$0 \leftarrow \$1 + \$2$
sub \$0, \$1, \$2	$\$0 \leftarrow \$1 - \$2$
lw \$0(imm), \$1	$\$1 \leftarrow \text{mem}[\$0 + \text{imm}]$
sw \$0(imm), \$1	$\text{mem}[\$0 + \text{imm}] \leftarrow \1
beq \$0, \$1, imm	\$0 の値と\$1 の値が等しいとき、プログラムカウンタの値に $\text{imm} \times 4$ を加える
bne \$0, \$1, imm	\$0 の値と\$1 の値が異なるとき、プログラムカウンタの値に $\text{imm} \times 4$ を加える
br imm	プログラムカウンタの値に $\text{imm} \times 4$ を加える

- ※ アセンブリコード中の数値は 10 進表記とする。
- ※ 1 命令は 32 ビットで表現されるものとする。
- ※ レジスタは \$ 記号を用いて表す。レジスタとして \$0~\$15 の 16 個が使用できるものとする。
- ※ ←記号は代入を意味する。例えば、命令「mv \$0, \$1」はレジスタ\$1 の値をレジスタ \$0 に代入する命令である。
- ※ imm は即値を示す。即値は 16 ビットで表現できる符号付きの整数とする。例えば、命令「li \$0, 123」はレジスタ \$0 に即値 123 を代入する命令である。レジスタ長と比してビット数が不足する場合、適宜符号拡張が行われる。
- ※ mem[n] は主記憶の n 番地を意味する。例えば、命令「lw \$0(123), \$1」はレジスタ \$0 が保持する値と即値 123 を加算した値を読み出しメモリアドレスとし、当該アドレスから読み出した値をレジスタ \$1 に格納する命令である。
- ※ 各命令の読込完了時にはプログラムカウンタの値が自動的に 4 加算される。このため、以下のような命令列において、1000 番地の beq 命令実行時にレジスタ \$0 の値とレジスタ \$1 の値が等しいときは次に 1008 番地の命令を、異なるときは次に 1004 番地の命令を実行することになる。

```

1000: beq $0, $1, 1
1004: add $0, $1, $2
1008: sub $0, $1, $2

```

ハードウェア系

- ※ 上記以外の命令は使用できないものとする。
- ※ 解答において、手続き呼び出し時のレジスタの退避について考慮する必要はない。
- ※ 以下の各問において、1つの int 型変数は 32 ビットで表現されるものとする。

- (1) 以下のC言語プログラムをコンパイルした結果のアセンブリ・コードの空欄 A～Fを適宜埋めよ (図2)。ただし、変数 i、j、k はそれぞれレジスタ \$0、\$1、\$2 に対応するものとする。また、与えられた命令セットに含まれる命令以外は使用できないものとする。

【C言語プログラム】

```
int i=10, j=20, k=0;
while(i != j){
    j--;
    k++;
}
```

【アセンブリ・コード】

```
li $0, 10
li $1, 20
li $2, 0
li $3, 1
( A ) $0, $1, 3
sub ( B ), ( C ), ( D )
add $2, $2, ( E )
br ( F )
```

図2. C言語プログラムとコンパイルした結果のアセンブリ・コード

ハードウェア系

- (2) 以下のC言語プログラムをコンパイルした結果のアセンブリ・コード中の空欄 A～F を適宜埋めよ (図3)。ただし、変数 i 、 s 、 a はそれぞれレジスタ $\$0$ 、 $\$1$ 、 $\$2$ に対応しているものとする。 $\$2$ には配列 a の先頭アドレスが格納されていることに注意すること。配列 a の初期化に相当するコードは省略している。また、与えられた命令セットに含まれる命令以外は使用できないものとする。

【C言語プログラム】

```
int i, s, a[]={0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};

s = 0;
for(i=0; i!=10; i++){
    s += a[i];
}
a[0] = s;
```

【アセンブリ・コード】

```
li $1, 0
li $3, 10
li $4, 1
li $5, 0
li $0, 0
( A ) $0, $3, ( B )
add $6, $0, $0
add $6, $6, ( C )
add $6, $2, $6
lw ( D ), $6
add $1, $1, $6
add $0, $0, $4
br ( E )
sw ( F ), $1
```

図3. C言語プログラムとコンパイルした結果のアセンブリ・コード

OSとネットワーク

以下の各問に答えなさい。

(問1)

トランスポート層の通信プロトコルであるTCPとUDPについて、それぞれのプロトコルの特徴について、以下のキーワードを使用しながら、その違いを説明せよ。加えて、それぞれのプロトコルがどのようなアプリケーションでの利用に適しているかについても述べること。

キーワード： 信頼性、シーケンス番号、フロー制御、送達確認、遅延、再送処理

(問2)

公開鍵暗号とはどのような暗号方式か。共通鍵暗号との違いを明確にして説明せよ。説明に際しては以下のキーワードを使用すること。

キーワード： 公開鍵、秘密鍵、暗号化、復号、共有

OSとネットワーク

(問3)

プリエンプション方式の優先度順スケジューリングを行うOSを想定する。各タスクの優先度、処理時間、タスク到着時刻の条件を表1の通りとした場合に、各タスクの終了時刻を解答せよ。プリエンプション等のOSの処理に伴うオーバーヘッドは存在しないものとして考えてよい。ここでプリエンプションとは、実行中のタスクを一時的に中断させる動作である。

表1. タスク条件

タスク名	優先度	処理時間[秒]	タスク到着時刻[秒]
A	1	20	15
B	3	15	5
C	2	10	25

※ 優先度は値が小さいほど優先度が高いことを示すものとする

例) 処理時間 4、到着時刻 2 のタスク X のみを実行する場合、終了時刻は 6 となる

時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
タスク X										

※ 灰色部分をタスク X 実行中とする

ヒューマンサイエンス系

以下の各問に答えなさい。

(問1)

次の文章を読み、小問（1）、（2）に答えなさい。

医療においては多様な症状から適切な原因を探索して疾患を診断し、患者に最善の治療方針を決定する必要がある。これまで病院Aでは、複数人の他領域の医師間でカンファレンスを行うことで最終的な疾患名や治療方針を決定してきた。しかし、カンファレンスをするにはコストがかかるため、病院全体のコストを軽減するためにニューラルネットワーク技術を活用した大規模言語モデルを搭載したチャットシステムが疾患名や治療方針決定のために導入された。病院側からは、医師が個別にチャットシステムを活用し、できるだけカンファレンスを開かずに意思決定する運用が推奨された。

(1) 医師Bはある患者との問診で疾患Cの可能性を思い浮かべた。そこで、導入されたチャットシステムを使って、「疾患Cの症状を教えて」、「疾患Cの診断ガイドラインを教えて」と入力して、概ね自身の診断と一致することを確認したため疾患Cと診断した。これは、医師Bは疾患Cが正しいと考えていて、その正しさを確かめるための情報に注意を向けていると捉えることができる。このような人の認知的な働きを表す上で適切な概念は以下のうちどれであるか選択しなさい。

- ① プライミング
- ② 確証バイアス
- ③ エコーチェンバー
- ④ 条件づけ

(2) 導入されたチャットシステムは医療に関するさまざまな論文や成果に関する文書を主な情報源として学習しており、システムを利用する医師はそのことについて理解している。本システムを利用することによって診断名や治療方針決定の質はどのように変化するか、(1)の事例やこれまでの診断名や治療方針の決定方法も参考に、以下のキーワードを使って論理的に説明しなさい。

キーワード： 批判的思考、集合知、信頼、バイアス

ヒューマンサイエンス系

(問2)

次の文章を読み、小問（1）、（2）に答えなさい。

ある学科では所属学生を3年次までの成績に基づき、「優秀（A）」「普通（B）」「要努力（C）」の3つのグループに分類している。現在は、この学科の学生の5%が「優秀（A）」、70%が「普通（B）」、25%が「要努力（C）」にそれぞれ分類されている。

この学科では、各グループに関係なく共通の厳しい卒業試験を課している。これまでの実績から、それぞれのグループの学生がこの卒業試験で及第点をとる確率は次の通りとなることがわかっている。

- 「優秀（A）」に分類される学生が卒業試験で及第点をとる確率は 95%
- 「普通（B）」に分類される学生が卒業試験で及第点をとる確率は 70%
- 「要努力（C）」に分類される学生が卒業試験で及第点をとる確率は 20%

(1) 上記の文章に基づいて、卒業試験で及第点をとった学生が「優秀（A）」グループの学生であったと予想される確率と、卒業試験で及第点をとった学生が「要努力（C）」グループの学生であったと予想される確率をそれぞれ答えなさい。

(2) (1) で求められた確率が意外な結果だったので、何か間違いがあったのではないかと思った教員がいた。その教員はどのような結果を予想していたと考えられるか推測し、(1) で得られた結果とこの教員が予想していた結果とが一致しなかった理由を「認知バイアス」の観点から論理的に説明しなさい。

