

立命館大学大学院

2025年度実施 入学試験

博士課程前期課程

情報理工学研究科

情報理工学専攻

入試方式	コース	実施月	専門科目(共通科目・専門科目)	
			ページ	備考
一般入学試験 (日本語基準)	計算機科学 人間情報科学	8月	P.1～	
		2月	P.20～	
		2月 (2026年9月入学)	P.20～	
社会人入学試験		8月	/	/
		2月	/	/
外国人留学生入学試験 (日本語基準)		5月 (2025年9月入学)	/	/
		11月	/	/
学内進学入学試験 (日本語基準)		7月	/	/
		2月 (2026年9月入学)	/	/
飛び級入学試験(日本語基準)		2月	P.20～	
テクノロジー・マネジメント研究科との ジョイント・ディグリー制度による 2年次転入学試験	2月	/	/	

【表紙の見方】

×・・・入学試験の実施がなかった等の理由で入学試験問題の作成がなかったもの、または、問題を公開しないもの
 斜線・・・学科試験(筆記試験)を実施しないもの

立命館大学大学院
2025年度実施 入学試験
博士課程後期課程

情報理工学研究科
情報理工学専攻

後期課程では、筆記試験を実施していません。

2025 年 8 月実施

2026 年度立命館大学大学院情報理工学研究科

博士課程前期課程

入学試験問題（共通科目・専門科目）

情報理工学専攻（計算機科学コース・人間情報科学コース）

【解答方法】

問題冊子はコース共通です。下記の方法に従って解答して下さい。

- 1) 共通科目については、①～③の中から 2 科目を選択すること。
 - 2) 専門科目については、出願しているコースの試験科目を選択すること。
 - ・ 計算機科学コースに出願している場合は、④～⑨の中から 3 科目を選択し解答すること。
 - ・ 人間情報科学コースに出願している場合は、⑩・⑪から 1 科目を選択し解答すること。
- ※出願しているコースと異なるコースの試験科目を解答した場合、得点は 0 点となります。
 ※人間情報科学コースの解答用紙は 2 枚余ります。

試験科目		配点		解答方法	
共通科目	①線形代数	100 点	合計 200 点	3 科目中 2 科目 を選択	
	②確率統計	100 点			
	③データ構造とアルゴリズム	100 点			
専門 科目	計算機科学 コース	④計算機アーキテクチャ	-	合計 100 点	6 科目中 3 科目 を選択
		⑤オペレーティングシステム	-		
		⑥ソフトウェア工学	-		
		⑦コンピュータネットワーク	-		
		⑧データベース	-		
	⑨人工知能	-			
	人間情報科学 コース	⑩画像処理	100 点	合計	2 科目中 1 科目 を選択
⑪人工知能		100 点	100 点		

【試験時間】

9:30～11:30（120 分）

※試験時間中の途中退室は認めません。

※気分が悪い場合やトイレに行きたい場合は、静かに手を挙げて監督者に知らせてください。

【注意事項】

- (1) 解答は 1 科目につき解答用紙 1 枚を使用して下さい。
- (2) 受験番号、氏名、問題番号等の必要事項を解答用紙すべてに記入して下さい。
- (3) 解答用紙のホッチキスは、外さないで下さい。
- (4) 無記名答案は無効とし、当該科目の得点は 0 点となります。
- (5) 問題用紙および解答用紙の持ち帰りは認めません。

共通科目

- ①線形代数
- ②確率統計
- ③データ構造とアルゴリズム

①～③の中から2科目を
解答すること

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

共通科目① 線形代数

以下の問いにすべて答えよ。計算の途中経過も記載すること。

問1. 逆行列法を利用して、次の連立方程式の解を求めよ。

$$\begin{cases} x + 2y + 3z = 3 \\ 5x + y + z = 9 \\ 7x + 3y + 5z = 17 \end{cases}$$

問2. 行列 $A = \begin{bmatrix} 7 & 5 \\ 1 & 3 \end{bmatrix}$ が与えられたとき、下記の問いに答えよ。

- (1) 行列 A の固有値を求めよ。
- (2) 行列 A の固有ベクトルを求めよ。
- (3) 行列 A の対角化が可能かを答えよ。その理由も答えよ。

問3. 基底ベクトル $e_1 = (1,0)$ と $e_2 = (0,1)$ を角度 θ 回転させるとき、下記の問いに答えよ。

- (1) 回転後の新しい軸ベクトル e'_1 と e'_2 を求めよ。
- (2) 回転前の基底における点 $B(a,b)$ について、回転後の基底ベクトルを用いて表現する場合の座標を求めよ。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

共通科目② 確率統計

以下の問いにすべて答えよ。計算過程や考え方も示すこと。

問 1. 連続型確率変数 X の確率密度関数が

$$f(x) = \begin{cases} ax^2, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{その他} \end{cases}$$

のとき、次の問に答えよ。

- (1) a を求めよ。
- (2) $P\left(X > \frac{1}{2}\right)$ を求めよ。
- (3) X の期待値と分散を求めよ。
- (4) X の累積分布関数 $F(x)$ を求めよ。

問 2. ある WEB システムでは、ログインパスワードの誤入力を自動的に記録している。過去の統計により、ユーザ 1 回のログインで誤入力する確率は 0.01 であり、誤入力はユーザごとに独立であると仮定する。今、100 人のユーザがそれぞれ 1 回ずつログインを試みた場合について、次の問に答えよ。

なお、次の確率関数および近似計算を参考にしてもよい。

二項分布（試行回数 n ，成功確率 p ）に従う確率変数 X について：

$$P(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

ポアソン分布（平均 λ ）に従う確率変数 Y について：

$$P(Y = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

近似計算：

$$(1 - 0.01)^{98} \approx e^{-0.98} \approx 0.375$$
$$e^{-1} \approx 0.368$$

- (1) 誤入力がちょうど 2 人だった確率を、二項分布を用いて求めよ。
- (2) 上記の確率を、ポアソン分布による近似で求めよ。
- (3) (1) および (2) の計算結果を比較し、二項分布がポアソン分布で近似可能となる条件を簡潔に説明せよ。また、この事例がその条件を満たしているかを述べよ。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

共通科目③ データ構造とアルゴリズム

以下の問いにすべて答えよ。

問 1. 図 1 は添字が 0 で始まる長さ n の配列 A を昇順に整列するアルゴリズムを示している。以下の問いに答えよ。

- (1) 関数 $\text{Sort}(A, 4)$ を配列 $A = [6, 5, 2, 3]$ に対して実行したとき、外側の for ループの各繰り返し（すなわち $i = 1, 2, 3$ ）が終了した時点での配列 A の内容をすべて示せ。
- (2) 図 1 に示されたアルゴリズムの名称を答えよ。
- (3) 図 1 のアルゴリズムの最悪時間計算量および最良時間計算量を、それぞれ配列 A の要素数 n を用いてオーダー表記で答えよ。
- (4) 図 1 のアルゴリズムにおいて、比較や代入の回数が最小となる長さ 4 の入力配列の具体例をあげ、その理由を簡潔に説明せよ。
- (5) 図 1 のアルゴリズムは安定なソートであるか否かを答えよ。

```

Procedure Sort(A, n)
  for i ← 1 to n - 1 do:
    key ← A[i]
    j ← i - 1
    while j ≥ 0 and A[j] > key do:
      A[j+1] ← A[j]
      j ← j - 1
    A[j+1] ← key

```

図 1: ソートのアルゴリズム

問 2. 図 2 は、無向グラフ $G = (V, E)$ の隣接リスト表現を示している。図 3 は、このグラフに対して、深さ優先探索 (DFS) を再帰的に実行するアルゴリズムを示している。なお、visited は各頂点の訪問状況を記録する配列である、すべての要素は False に初期化されているものとする。以下の問いに答えよ。

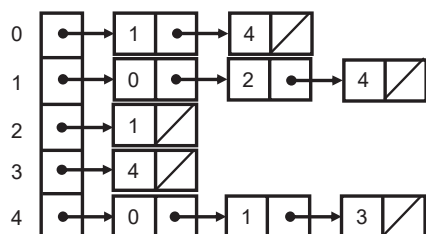


図 2: ある無向グラフ G の隣接リスト

```

Procedure DFS(G, visited, v):
  (a) ← True
  print(v)
  for each w in G[v] do:
    if (b) == False then:
      (c)

```

図 3: 再帰的な深さ優先探索のアルゴリズム

- (1) 図 2 に示された隣接リスト表現の空間計算量を、頂点数 n と辺の数 m を用いてオーダー表記で示せ。
- (2) 図 2 のグラフ G を隣接行列で表現せよ。ただし、行と列の順序は頂点番号の昇順とし、隣接していれば 1、隣接していなければ 0、対角成分には 0 と記入すること。
- (3) 図 3 のアルゴリズムの空欄 (a), (b), (c) に入る最も適切な疑似コードを、それぞれ記述せよ。ただし、変数名や文法は図 3 に従うこと。
- (4) 図 2 のグラフ G に対して、 $\text{DFS}(G, \text{visited}, 0)$ を実行したときに出力される頂点番号の列を、探索順にすべて記述せよ。ただし、各頂点の隣接リストは頂点番号の昇順に処理するものとする。
- (5) 図 3 の再帰の実装を非再帰実装に書き換える場合に、使用される代表的なデータ構造を 1 つ答えよ。

専門科目

計算機科学

- ④ 計算機アーキテクチャ
- ⑤ オペレーティングシステム
- ⑥ ソフトウェア工学
- ⑦ コンピュータネットワーク
- ⑧ データベース
- ⑨ 人工知能

計算機科学を選択する場合、
④～⑨の中から3問を解答
すること

立命館大学大学院情報理工学研究科 (博士課程前期課程)
情報理工学専攻

計算機科学④ 計算機アーキテクチャ

以下の問いにすべて答えよ。

問 1. IEEE754 浮動小数点規格に関する以下の文の空欄 から に適した語句あるいは数を解答せよ。但し、同じ記号の空欄には同じものが入るものとする。

IEEE754 規格の単精度浮動小数点形式で実数1.0を表現すると、各ビットの値は図1のようになる。ビット 31 は ビットと呼ばれ、ビット 30 からビット まだが 部と呼ばれ、残りのビットが 部と呼ばれる。

ビット位置	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
各ビットの値	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

図 1

単精度浮動小数点形式で ビットの値を s 、 部のビット列を符号無し 2 進数と見なした値を x 、 部のビット列 y を小数点以下にもつ 2 進小数 $0.y$ の値を z とおく。 $1 \leq x \leq$ のとき、この浮動小数点形式は 化された形で数値を表現している。これが表現する値を s 、 x 、 z を用いた式で表すと、

$$(-1)^s \cdot (\text{input type="text" value="G"} + z) \cdot 2^{(x - \text{input type="text" value="H"})}$$

となる。例えば図 1 の例では、 $s = 0$ 、 $x =$ 、 $z =$ なので、その表す値は 1.0 である。図 2 の単精度浮動小数点形式が表す値は である。

1.0×2^{30} を表す単精度浮動小数点形式は $s = 0$ 、 $x =$ 、 $z =$ となる。 1.0×2^{30} に 1.0 を加算した値を単精度浮動小数点形式で表すと、 $s = 0$ 、 $x =$ 、 $z =$ となる。

ビット位置	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
各ビットの値	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

図 2

問 2. 記憶素子や記憶媒体に関する以下の文の空欄 から に適した語句を解答せよ。但し、同じ記号の空欄には同じものが入るものとする。

記憶素子は、記憶保持に電源供給が必要であるかどうかで不 性と 性に大別される。前者の例として、 はモバイル PC やタブレット端末などに内蔵されるストレージとして広く使われている。後者の例として、計算機の主記憶装置として使用される や、キャッシュメモリとして使用される などが挙げられる。記憶素子の重要な性能指標の一つが 時間であり、 は よりも一般に 時間が短い。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

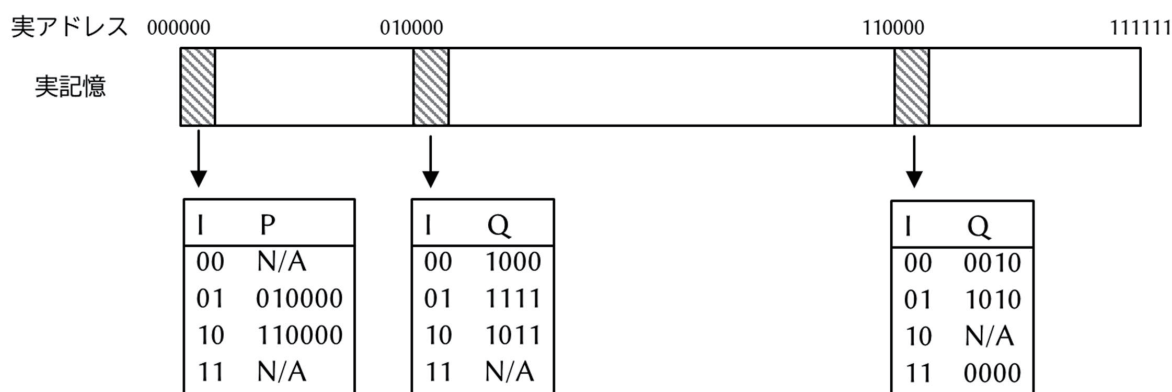
計算機科学⑤ オペレーティングシステム

この問題は2ページあります。以下の問いにすべて答えよ。

二段のページテーブルを用いて仮想アドレスを実アドレスに変換する仮想記憶を持つシステムを考える。仮想アドレス A_v と実アドレス A_p はそれぞれ6ビットの長さを持ち、仮想アドレス空間は長さ4バイトの「ページ」に分割される。仮想アドレス A_v は三つの部分から成り、最も左側のビットを「1ビット目」と数えるとき、1ビット目から2ビット目が一段目のページテーブル内のインデックス I_1 、3ビット目から4ビット目が二段目のページテーブル内のインデックス I_2 、5ビット目から6ビット目がページ内オフセット D である。仮想アドレス A_v から対応する物理アドレス A_p への変換は以下の手順に従う。

1. 一段目のページテーブルの先頭から I_1 行目のエントリを参照する。当該エントリに記述されている値を P とすると、二段目のページテーブルの先頭の実記憶上でのアドレスは P である。
2. 二段目のページテーブルの先頭から I_2 行目のエントリを参照する。当該エントリに記述されている値を Q とする。
3. A_v に対応する実アドレス A_p は $(Q \ll 2) + D$ で与えられる。ただし \ll は論理左シフト演算である。

本システムにおいて、いまあるプロセスの持つ仮想アドレス空間に対応するページテーブルが図のようになっているとする。このプロセスの1段目のページテーブルは実アドレス0に格納されているとする。また図中の数値は全て2進数であり、N/Aは当該エントリに値が存在しないことを示す。



問1. 以下の仮想アドレスをそれぞれ実アドレスに変換せよ。ただし与えられた仮想アドレスに対応する実アドレスが存在しない場合はN/Aと答えよ。

- (1) 100000
- (2) 101111
- (3) 000000
- (4) 010101

問2. この仮想記憶の効率についての以下の問いに全て答えよ。

- (1) 本システムにおいて、一つの仮想アドレス空間に含まれるページ数を答えよ。
- (2) 図と同じ仮想アドレスから実アドレスへの対応付けを一段のページテーブルで実現することを考える。すなわち仮想アドレスの1ビット目から4ビット目をインデックスとしてページテーブルを参照し、そのエントリに存在する値 R を用いて実アドレスを $(R \ll 2) + D$ と計算する。このときページテーブルに必要なエントリ数（行数）を答えよ。
- (3) 仮想アドレスを実アドレスに変換するために必要なページテーブルへのアクセス回数は何回か。ページテーブルが二段の場合と一段の場合それぞれについて答えよ。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

問3. 近年のシステムでは四段や五段のような段数の多いページテーブルを採用することがある。これについて次のそれぞれの文が正しいければ「真」と、正しくなければ「偽」と答えよ。ただし全てに「真」と答えた場合および全てに「偽」と答えた場合は問3の点数は0とする。また(1)において「最下段のページテーブル」とは、仮想アドレスから実アドレスへの一回の変換過程において最後にアクセスするテーブルを指す。

(1) ページテーブルの段数がN段の場合の最下段ページテーブルのエントリ数の合計を S_N と表記すると、 $S_5 \leq S_4$ が常に成り立つ。ただし仮想アドレスのビット数および1ページの長さは同一とする。

(2) あるシステムのページテーブルの段数は、そのシステムの実アドレスのビット数に応じて一意に決まる。

(3) ページテーブルの段数および各段のテーブルのインデックスのビット数はMMUで定義される。また複数の選択肢がありOSやアプリケーションが適切に選択可能な場合もある。

(4) ページテーブルの段数を増やすと一回のアドレス変換時に必要なページテーブルへのアクセス回数が増えるが、この増加による性能低下はページテーブルに含まれる情報の一部をMMU内にキャッシュすることで軽減できる。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

計算機科学⑥ ソフトウェア工学

以下の4つのすべての設問に回答せよ。

問1. 要求と要求仕様の違いを説明せよ。

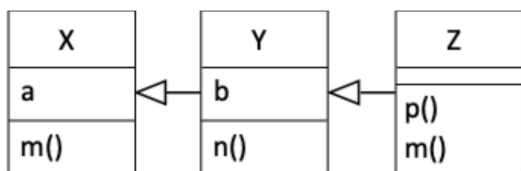
問2. ソフトウェアの適応保守が実施される状況を説明せよ。

問3. ソフトウェアテストにおいて、以下の2つの論理網羅基準を採用した際の欠点をそれぞれ説明せよ。

(1) 命令網羅(C0)

(2) 分岐網羅(C1)

問4. 以下に示すクラス図の継承関係において、クラスZのインスタンスが持つすべての属性と操作を示せ。Zのインスタンスが属性や操作を持たない場合は、「なし」と記入せよ。



・属性：

・操作：

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

計算機科学⑦ コンピュータネットワーク

以下の問いにすべて答えよ。

問1. 伝送メディアの物理量として 0 電位(0 ボルト)に対して正電圧と負電圧を用いると仮定して、伝送路符号あるいはライン符号について以下小問二問に答えよ。

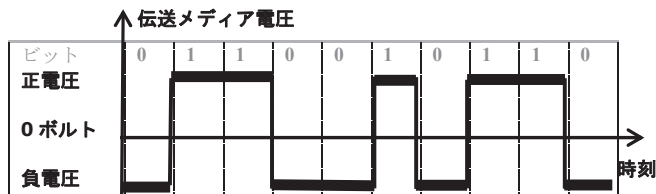
(1) 以下の二方式それぞれについて符号化方式を説明せよ。

方式(1ア)「return-to-zero (ゼロ復帰)」 方式(1イ)「MLT-3 符号」

(2) ビット列「0110010110」に対応する、伝送メディアの電圧変化を

方式(2ア)「return-to-zero」 方式(2イ)「MLT-3 符号」

の二方式それぞれについて図示せよ。下に図示表記例を示す。



0 ビット負電圧割り当ての複流 non-return-to-zero level (NRZ(L); 非ゼロ復帰)
伝送路符号は太線部分である。縦点線は送信クロック立ち上がり時刻を示す。

問2. コンピュータネットワークに関する以下の説明文 (1) ~ (7) について、囲みの部分ア~コに最も適した文字列を記入しなさい。囲み内に選択肢がある場合には、選択肢の記号いずれか一つを記入しなさい。もし選択肢に適切なものが見当たらない場合は、適した用語を記入しなさい。

- (1) 国際連合の専門機関であって、無線通信と電気通信分野において各国間の標準化と規制の確立を図っている組織の、英語での略称は **ア ① ITU ② IETF ③ IEEE ④ IrDA** である。
- (2) LAN 規格である FDDI においては、**イ ① キャリア ② セグメント ③ コリジョン ④ トークン** と呼ばれる特殊な電文をノードからノードへ巡回させ、送信権制御を行っている。送信要求のあるノードは **イ** を受信したときに送信権を得る。原理上、衝突は **ウ ① 避けられない ② 発生しない ③ 隣接ノード間でのみ発生する**。
- (3) OSI 基本参照モデル(あるいは OSI 参照モデル)において、電気信号や光のような伝送媒体を用いてビットの転送を行う層は **エ** 層である。一方、セッション層(あるいはセッション層)では例えば **オ ① 応用プロセス間の対話制御 ② 抽象構文から転送構文への変換 ③ 光ファイバーの規定 ④ 経路制御** を行う。
- (4) 小数点付き 10 進記法(dotted decimal notation) で 172.24.32.66 と示される IPv4 (Internet Protocol version 4) アドレスについて、この IP ネットワークは クラス **カ ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E** である。サブネットマスクが同じく小数点付き 10 進記法で 255.255.255.192 である場合、この IP ネットワークで使用するブロードキャストアドレスは **キ ① 172.24.255.255 ② 172.24.32.64 ③ 172.24.32.127 ④ 172.24.32.255** である。
- (5) IPv4, IPv6 (Internet Protocol version 6) それぞれの IP ヘッダのうち、送信元 IP アドレスフィールドがあるのは **ク ① IPv4 のみ ② IPv6 のみ ③ IPv4 と IPv6 双方** である。
- (6) IPv4 での TCP と UDP のうち、ヘッダにチェックサムフィールドがあるのは **ケ ① TCP だけ ② UDP だけ ③ TCP と UDP 両方** である。
- (7) 通信プロトコル **コ ① RSVP ② RTP ③ RTSP ④ RTCP** は、IP ネットワークで送信元から送信先までの帯域をあらかじめ予約することにより、ネットワーク上の通信路の品質保証を行うものである。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

計算機科学⑧ データベース

以下の問いにすべて答えよ。

- 問 1. 関係代数に関する以下の説明文について、空欄 ～ に適切な語句を記入しなさい。同じ問題記号の囲みには同じ用語が入ると仮定せよ。

関係代数には、指定された条件に基づいて複数の異なる関係を一つの関係に統合する 演算がある。 演算のうち、条件が等号のものを特に 演算と呼ぶ。また、 演算の結果から重複する属性を により除去した関係を得る操作を 演算と呼ぶ。さらに、その条件を取り除き、ある二つの関係のすべてのタプルの組み合わせを求める演算を 演算と呼ぶ。

- 問 2. 以下のトランザクションのスケジュールが直列化可能かどうかを判定するための相反グラフを作成せよ。また、その相反グラフを用いて、以下のスケジュールが「直列化可能である」か「直列化可能でない」かを答えよ。なお、T1、T2、T3、T4 はトランザクションを表すものとする。また、Read は引数のデータをデータベースから読み込む問合せ処理を表し、Write は引数のデータをデータベースに書き込む問合せ処理を表すものとする。

時刻	T1	T2	T3	T4
t_1	Read(X)			
t_2		Read(X)		
t_3				Read(X)
t_4			Read(X)	
t_5	Write(X)	Write(Y)		
t_6			Write(X)	Write(Y)

- 問 3. 以下の第二正規形の関係「質問」について、空欄 ～ に適切な語句を記入しなさい。なお、下線は主キーを表す。また、学生名と所属学部は学生証番号によって一意に定まるとする。

質問（質問番号, 質問内容, 学生証番号, 学生名, 所属学部）

この関係「質問」を第三正規形に正規化すると、

質問 1（質問番号, ）
学生（）

となる。

この関係に基づき、質問を行った学生の学生証番号を重複を除いて抽出する SQL 文は以下の通りである。

SELECT FROM 質問 1;

また、「情報理工学部」所属の学生が行った質問の総数を取得する SQL 文は以下の通りである。

SELECT FROM 質問 1 WHERE (SELECT FROM 学生 WHERE);

立命館大学大学院情報理工学研究科 (博士課程前期課程)
情報理工学専攻

計算機科学⑨ 人工知能

この問題は2ページあります。以下の問いにすべて答えよ。

問. 人工知能に関連する以下の説明文(1)～(5)について、囲みの空欄部分「ア」～「ソ」に最も適した語句または数字を選択肢から選び、アルファベットで示された記号で答えよ。ただし、選択肢には無関係のものも含まれていることに注意せよ。なお、同じ問題記号の囲みには同じ語句が入ると仮定せよ。

(1) 複数のプレイヤーの意志決定を扱う理論として発展してきたゲーム理論では、各プレイヤーが合理的な行動をとった場合、全てのプレイヤーがとるべき行動が自ずと決まり、それ以外の行動をとる誘因が働かない均衡の概念を取り扱っている。相手のとる行動に関わらずより高い利得を得られる行動をとることで至る均衡を「ア」と呼ぶ。「ア」の条件を弱めた均衡概念が「イ」である。「イ」は、プレイヤーが、相手の行動に対して最適な行動をとることで行き着く均衡だが、その結果、全体として悪い状況を招いてしまう場合がある。その有名な例が「ウ」であり、以下の利得表①から④のうちプレイヤーAとBによるゲームが「ウ」に至るのは表「エ」である。なお、以下の利得表において数値が記載されているセルは、左側の数値がプレイヤーAの利得、右側の数値がプレイヤーBの利得を表している。

表①	B:行動1	B:行動2
A:行動1	2, 3	-2, 3
A:行動2	6, 4	4, 6

表②	B:行動1	B:行動2
A:行動1	3, 3	8, 0
A:行動2	0, 8	5, 5

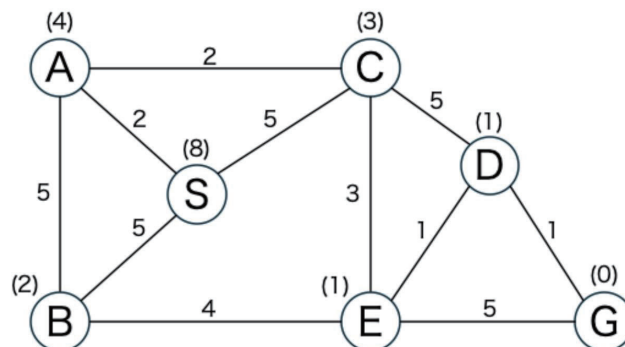
表③	B:行動1	B:行動2
A:行動1	-3, 3	5, -8
A:行動2	-5, 8	3, -3

表④	B:行動1	B:行動2
A:行動1	6, 6	8, 0
A:行動2	0, 8	4, 4

(2) 機械学習は「教師あり学習」「強化学習」「教師なし学習」に分類できる。「教師あり学習」で扱う問題は「回帰問題」と「分類問題」に大別でき、さらに「分類問題」は「識別モデル」によるアプローチと「オ」によるアプローチに分けられる。サポートベクトルマシンは識別モデルの分類器のひとつで、複雑な「カ」を持つデータを分類することが可能である。「教師なし学習」に分類されるものとしては「キ」があげられる。

(3) 述語論理における論理式は \neg , \wedge , \vee , \rightarrow , および \equiv の5種類の論理記号によって結合されることでひとつの論理式になる。たとえば、「ク」記号である \rightarrow による結合 $P \rightarrow Q$ は、「ケ」と等しい。原子論理式の真偽値が決まると論理式の真偽値が決定できる。原子論理式の真偽値がいかなる場合でも論理式が真となる場合、その論理式を「コ」と呼ぶ。

(4) 以下の図のグラフ G_1 において、辺の数字は移動コスト、括弧内の数字は各ノードの予測評価値を表す。予測評価値は実際の移動によるコストから計算するのではなく、発見的な知識、すなわち「サ」な知識として外部から与えられる。目標状態までの予測評価値が小さい状態を選択することで目標状態までの最適経路を選択する探索アルゴリズムが「シ」である。誤った結果を出力する可能性のある「シ」に対して、現在の状態に至るまでの累積コストの推定値と、目標状態までの予測評価値を用いて効率的に探索するA*アルゴリズムがある。グラフ G_1 においてノードSからGに至る経路をA*アルゴリズムで求めると「ス」となる。



立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

（5）自然言語に基づく文を、意味のある単位に分割し、品詞の推定を行うのが セ である。さらに、文法関係の解析を行うことを ソ と呼ぶ。

a	含意	b	探索知識	c	同値	d	ベイズモデル
e	パレート均衡	f	充足可能	g	標準型ゲーム	h	構文解析
j	形態素解析	k	生成モデル	l	冗長性	m	クラスタリング
n	トートロジー	o	意味解析	p	支配戦略均衡	q	最適探索
r	非線形性	s	強化学習	t	$P \wedge Q$	u	$\neg P \vee Q$
v	ヒューリスティック	w	ナッシュ均衡	x	最良優先探索	y	囚人のジレンマ
z	①	A	②	B	③	D	④
E	$S \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G$	G	$S \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow G$	H	$S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow G$	J	$S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow G$

専門科目

人間情報科学

⑩画像処理

⑪人工知能

人間情報科学を選択する
場合、⑩～⑪から1問を
解答すること

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

人間情報科学⑩ 画像処理

この問題は2ページあります。以下の問いにすべて答えよ。

- 問1. 図1の xy 座標系におけるある点の座標 (x, y) に対して、以下のように行列の演算を施すことにより、新たな座標 (x', y') が求められる。図形を構成するすべての点に同様の演算を施せば、図形の変換が行える。

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix} \quad (1)$$

原点を中心に反時計回りに30度回転し、 x 方向に2倍拡大する。さらに y 方向に+3の平行移動を行う変換とする。式(1)において $a \sim f$ の値を小数または平方根の形式で答えよ。

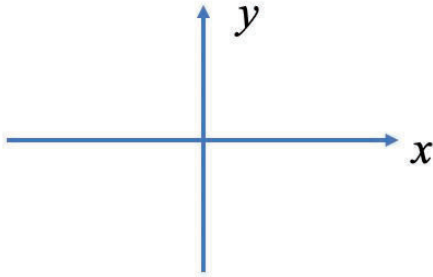


図1

- 問2. 画像 $f(x, y)$ において、座標 $(2, 1)$ 、 $(3, 1)$ 、 $(3, 2)$ 、 $(2, 2)$ での濃度値はそれぞれ $f(2, 1)=100$ 、 $f(3, 1)=150$ 、 $f(3, 2)=250$ 、 $f(2, 2)=200$ である。 $f(2.7, 1.2)$ の値をニアレストネイバー補間法とバイリニア補間法でそれぞれ求めなさい。

- 問3. 以下の文章は、空間フィルタリングについて述べたものである。□ に最も適するものを次の[解答群]の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (1) 図2の入力画像に □ a □ で表現される先鋭化フィルタを適用する。枠内の中心にある画素（注目画素）の出力画素値は □ b □ である。
- (2) 図2の画像に □ c □ で表現されるラプラシアンフィルタを適用する。枠内の中心にある画素（注目画素）の出力画素値は □ d □ である。
- (3) 図2の画像に □ e □ で表現される平均値フィルタを適用する。枠内の中心にある画素（注目画素）の出力画素値は □ f □ である。
- (4) 図2の画像にフィルタを適用しても変化が生じないフィルタは □ g □ である。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

[a, c, e, g 解答群]

$$H. \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, I. \begin{bmatrix} 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \\ 1/9 & 1/9 & 1/9 \end{bmatrix}, J. \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, K. \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}, L. \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

[b, d, f 解答群]

M. 50, N. 70.4, O. 240, P. 84.4, Q. -120, R. -140

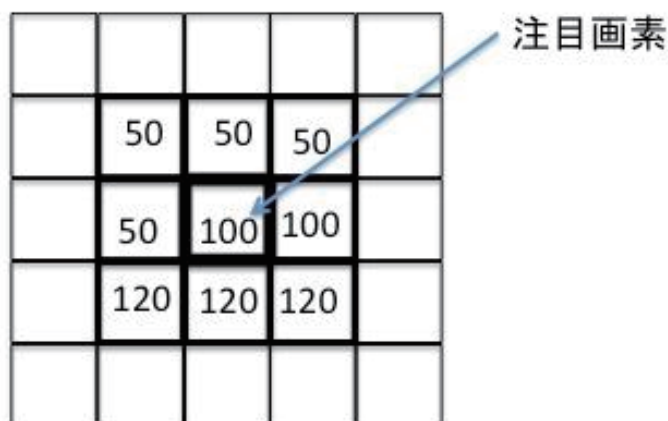


図2 入力画像（中心にある画素は注目画素であり、画素値は100である）

問4. 大きさ $M \times N$ の濃淡画像（gray-scale image） $ip[j][i]$ が与えられている。以下のプログラムはその画像のヒストグラム hst を求める部分である。□ に最も適するものを [解答群] から選び、記号で答えよ。濃度レベル数を 256 階調（8 ビット）とする。

```
int i, j;
int ip[N][M];
int hst[256];

for (i=0; i<256; i++)
    □ (1)

for (j=0; j<N; j++) {
    for (i=0; i<M; i++) {
        □ (2)
    }
}
```

[解答群]

- (a) $hst[i]=ip[j][i]$; (b) $hst[ip[j][i]]=hst[ip[j][i]]+1$; (c) $hst[i]++$; (d) $hst[i]=0$; (e) $hst[j][i]=1$;
(f) $hst[i]=ip[j][i]+1$;

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

人間情報科学⑩ 人工知能

この問題は2ページあります。以下の問いにすべて答えよ。

問1.

皮の袋と布の袋の2つの袋があり、皮の袋が $2/3$ の確率で選ばれる。布の袋が $1/3$ の確率で選ばれる。それぞれの袋には下記の玉がそれぞれ入っており、袋が選ばれるとその後はすべての玉が等確率で取り出される。また、取り出した玉が赤い玉なら1点、青い玉なら2点、黄色い玉なら3点得られるとする。

	Y1:赤い玉	Y2:青い玉	Y3:黄色い玉
X1:皮の袋	15個	5個	0個
X2:布の袋	15個	1個	4個

- A. 皮の袋と赤い玉がともに選ばれる同時確率 $P(X1, Y1)$ を求めよ。
- B. 布の袋が選ばれたもとでの黄色い玉が選ばれる条件付き確率 $P(Y3|X2)$ を求めよ。
- C. 青い玉が出たという観測が得られたとき、その玉が皮の袋から出た確率 $P(X1|Y2)$ を小数点第2位まで求めよ。
- D. 得られる得点の期待値を小数点第2位まで求めよ。
- E. 皮の袋から取り出したということがわかっている場合、玉を一つ取り出した場合に得られる得点の条件付き期待値を小数点第2位まで求めよ。

問2.

- A. 以下の選択肢から、「記号接地問題」の説明として最も適切な記述を一つ選べ。
- B. 以下の選択肢から、「チューリングテスト」の説明として最も適切な記述を一つ選べ。
- C. 以下の選択肢から、「フレーム問題」の説明として最も適切な記述を一つ選べ。

<選択肢>

- ① 未知の目的関数を最小化・最大化する決定変数をどのように探索するか
- ② 実世界で活動するロボットの骨格となるフレームをどのように設計するか
- ③ ロボット内に構築された記号システム内の記号がどのようにして実世界の意味と結びつけられるか
- ④ マーク（記号）をどのように地面に設置するか
- ⑤ 獲得した記号表現を別の知識ベースに自動翻訳するための構文解析技術の最適化
- ⑥ ベイズ推論に基づいて観測された結果から原因となる潜在変数を推定する
- ⑦ 現実のすべての対象を扱おうとすると計算時間が膨大になり実時間で処理できなくなる
- ⑧ 身体と含めた知能を構成する事により経験からボトムアップに学習する人間の知能を構成する
- ⑨ 人が試行錯誤を行うように行動に対する時間遅れを含んだ事後的な評価に基づいて学習を行う
- ⑩ モニタを通した受け答えから人間か機械かを判定する事により機械に知能があるかどうかを判定する

問3.

以下の空欄に最も適する語句を以下の選択肢の中からそれぞれ一つずつ答えよ。

多段階決定問題では、常に有限個の選択肢がある場合、解の種類が [A] で増加する。これを抑えるために、各評価値が状態の対ごとの二変数関数の和で書けることを利用して計算量を削減するアルゴリズムである [B] が用いられる。[B] では各状態にその時点での評価値を [C] することで解探索を効率化することができる。一方で、状態遷移が確率的である場合には強化学習が用いられることがあるが、強化学習では環境の状態遷移を [D] としてモデル化し [E] を最大化するように方策の学習が行われる。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

〈選択肢〉

- ①指数オーダー ②対数オーダー ③多項式オーダー ④線形オーダー ⑤動的計画法 ⑥線形計画法
⑦ウォード法 ⑧貪欲法 ⑨割引累積報酬 ⑩知識グラフ ⑪有限オートマトン ⑫状態遷移図 ⑬マルコフ決定過程 ⑭メモ化 ⑮編集距離 ⑯予測誤差 ⑰削除 ⑱クラスタリング ⑲訓練データの正答率 ⑳学習率

2026年2月実施

2026年度立命館大学大学院情報理工学研究科

博士課程前期課程

入学試験問題（共通科目・専門科目）

情報理工学専攻（計算機科学コース・人間情報科学コース）

【解答方法】

問題冊子はコース共通です。下記の方法に従って解答して下さい。

- 1) 共通科目については、①～③の中から2科目を選択すること。
 - 2) 専門科目については、出願しているコースの試験科目を選択すること。
 - ・計算機科学コースに出願している場合は、④～⑨の中から3科目を選択し解答すること。
 - ・人間情報科学コースに出願している場合は、⑩・⑪から1科目を選択し解答すること。
- ※出願しているコースと異なるコースの試験科目を解答した場合、得点は0点となります。
 ※人間情報科学コースの解答用紙は2枚余ります。

試験科目		配点		解答方法	
共通科目	①線形代数	100点	合計 200点	3科目中2科目 を選択	
	②確率統計	100点			
	③データ構造とアルゴリズム	100点			
専門 科目	計算機科学 コース	④計算機アーキテクチャ	-	合計 100点	6科目中3科目 を選択
		⑤オペレーティングシステム	-		
		⑥ソフトウェア工学	-		
		⑦コンピュータネットワーク	-		
		⑧データベース	-		
	⑨人工知能	-	合計 100点	2科目中1科目 を選択	
	人間情報科学 コース	⑩画像処理			100点
		⑪人工知能	100点		

【試験時間】

9:30～11:30（120分）

※試験時間中の途中退室は認めません。

※気分が悪い場合やトイレに行きたい場合は、静かに手を挙げて監督者に知らせてください。

【注意事項】

- (1) 解答は1科目につき解答用紙1枚を使用して下さい。
- (2) 受験番号、氏名、問題番号等の必要事項を解答用紙すべてに記入して下さい。
- (3) 解答用紙のホッチキスは、外さないで下さい。
- (4) 無記名答案は無効とし、当該科目の得点は0点となります。
- (5) 問題用紙および解答用紙の持ち帰りは認めません。

共通科目

- ①線形代数
- ②確率統計
- ③データ構造とアルゴリズム

①～③の中から2科目を
解答すること

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

共通科目① 線形代数

以下の問いにすべて答えよ。

問1. 4点 $A(1, -1, 2)$, $B(3, 0, 5)$, $C(-1, 1, 1)$, $D(2, 2, 0)$ が与えられたとき、以下の問いに答えよ。

- (1) スカラー積（内積） $\overrightarrow{AB} \cdot \overrightarrow{AC}$ を求めよ。
- (2) ベクトル \overrightarrow{AB} と \overrightarrow{AC} のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \pi$) について、 $\cos \theta$ の値を求めよ。
- (3) ベクトル \overrightarrow{AD} の、ベクトル \overrightarrow{AB} の方向への正射影（ベクトル射影） \vec{p} を求めよ。
- (4) ベクトル \overrightarrow{AB} , \overrightarrow{AC} , \overrightarrow{AD} の組が一次独立か一次従属か答えよ。また、その理由を簡潔に述べよ。

問2. 行列 A および B を次のように定める。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$$

- (1) 行列 A の n 乗 A^n (n は正の整数) を求めよ。
- (2) 行列 B の固有値 λ と、それに対応する固有ベクトルを求めよ。
- (3) 行列 B を対角化する正則行列 P と、そのとき得られる対角行列 D を求めよ。ただし、 $B = PDP^{-1}$ である。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

共通科目② 確率統計

以下の問いにすべて答えなさい。計算経過も読みやすく記述すること。

問1. 1から4の目が等確率で出る公平な四面体サイコロを無作為にふったとき、出た目の数を $X \in \{1,2,3,4\}$ とする。

- (1) X の平均 $E[X]$ を求めよ。
- (2) X^2 の平均 $E[X^2]$ を求めよ。
- (3) X の分散 $V[X]$ を求めよ。
- (4) $2X$ の平均 $E[2X]$ と分散 $V[2X]$ を求めよ。
- (5) 同じサイコロを無作為に2回ふり、1回目の目の数を X_1 、2回目の目の数を X_2 とする。このとき、2回目の目の合計 X_1+X_2 の平均 $E[X_1 + X_2]$ と分散 $V[X_1 + X_2]$ を求めよ。ただし導出には、 X_1 と X_2 が独立であることから、 $E[X_1 + X_2] = E[X_1] + E[X_2]$, $V[X_1 + X_2] = V[X_1] + V[X_2]$ を証明し、それを用いて求めなさい。

問2. 複数の選択肢から正しいものを1つ選ぶ選択式の問題が複数出題される。全く勉強をせずに受験するため、どの問題に対しても無作為に一つ選んで解答することにした。

- (1) 2つ選択肢から1つ選ぶ問題が4問ある。このとき、正答する数 X_1 が従う確率分布 $P_1(X_1 = k), (k = 0,1, \dots, 4)$ の式を答えなさい。
- (2) 前問(1)の $P_1(X_1)$ の平均 m_1 、および、4問全てを間違える確率 $P_1(X_1 = 0)$ の値を求めなさい。
- (3) 2^3 個の選択肢から1つ選ぶ問題が 2^4 問ある。このとき、正答する数 X_3 が従う確率分布 $P_3(X_3 = k)$ の式を答えなさい。また、その平均 m_3 、および、 2^4 問全てを間違える確率 $P_3(X_3 = 0)$ の値を求めなさい。答えはべき乗表記のままでよい。
- (4) 2^n 個の選択肢から1つ選ぶ問題が 2^{n+1} 問ある（ただし、 n は自然数）。このとき、正答する数 X_n が従う確率分布 $P_n(X_n = k)$ の式を答えなさい。また、その平均 m_n 、および、全て間違える確率 $P_n(X_n = 0)$ の値を求めなさい。答えはいずれも n を用いて表し、べき乗表記のままでよい。
- (5) 前問(4)の n が無大となる極限を考えたとき、正答する数 X_∞ が従う確率分布 $P_\infty(X_\infty = k)$ の式を答えなさい。また、その平均 m_∞ 、および、全て間違える確率 $P_\infty(X_\infty = 0)$ の値を求めなさい。答えはネイピア数 e を用いた表記でよい。

以上

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

共通科目③ データ構造とアルゴリズム

この問題は2ページあります。
以下の問いにすべて答えよ。

問1. 次の文章中の空欄[①]～[⑪]に入る適切な用語や式を答えよ。(1)～(2)を通して同じ番号の空欄には同じ言葉が入るので、文章全体をよく読み適切な用語・式を入れること。

- (1) データ構造とは、コンピュータにおいて複数のデータを編成し保持する構造のことをいい、具体例として配列や連結リストなどがある。アルゴリズムとは、データ構造中のデータを操作する方法・手順のことであり、[①]や[②]などがある。同じ入力に対して同じ処理結果が得られるアルゴリズムにも違いがあり、通常は、[③]もしくは[④]という尺度でアルゴリズムの良し悪しを評価する。[③]は、そのアルゴリズムを実行するときにかかる計算時間であり、[④]は実行するとき使用する記憶領域である。一般に計算量といった場合は、[③]を意味する。アルゴリズムの効率を比較する際には、データの数 n が十分大きいところで計算量を漸近的に評価するためにオーダー記法を用いる。例えば、 n 個のデータが登録されたテーブルから特定のキーを持つデータを探し出す処理は[①]と呼ばれ、線形探索法や二分探索法がある。前者の処理における計算量は[⑤]であり、後者の処理における計算量は[⑥]である。
- (2) [②]とは、データがある基準に従って並べ替える処理のことであり、比較を利用するものと利用しないものに分けられる。比較を利用するものうち、単純な[②]アルゴリズムである[⑦]、[⑧]の計算量は、平均的なケースでも最悪ケースでも $O(n^2)$ となるが、ともに安定な[②]として知られている。[⑦]を改良して高速化したものとしてシェルソートがある。高速なアルゴリズムである[⑨]、[⑩]の計算量は、平均的なケースでも最悪ケースでも $O(n \log n)$ である。[⑨]は安定である一方、[⑩]は不安定な[②]である。比較を利用しないアルゴリズムには[⑪]がある。[⑪]の原理は、キーをいくつかのサブキーに分割したうえで、下位から上位の順でサブキーに対して安定な[②]を実行するというものである。

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

問2. 再帰呼び出しとは、ある手続きをそれ自身の定義の中で呼び出すことである。再帰呼び出しに関連する以下の問いに答えよ。

(1) 漸化式

$$\begin{cases} f(0) = f(1) = 1, \\ f(n) = f(n-1) + f(n-2) \quad (n \geq 2) \end{cases}$$

で定義される数列 $f(0)$ 、 $f(1)$ 、 $f(2)$ 、 \dots をフィボナッチ数列と呼ぶ。フィボナッチ数列の n 番目の値 $f(n)$ を返す関数 `int Fibonacci_rec(int n)` を、再帰呼び出しを用いて疑似コードで作成せよ。

(2) フィボナッチ数列を、再帰呼び出しを用いて求める処理は、計算量のオーダーが n の指数関数になることが知られており、非常に効率が悪い。そこで、再帰呼び出しを用いずに $f(0)$ 、 $f(1)$ 、 $f(2)$ 、 \dots の順番に計算し、最終的に $f(n)$ を返す関数 `int Fibonacci(int n)` を疑似コードで作成せよ。また、この処理の計算量のオーダーを答えよ。

(3) ハノイの塔の問題とは次のようなものである。

3本の柱、A、B、Cと大きさの異なる n 枚の穴の開いた円盤がある。初期状態では、柱Aにすべての円盤が大きいものを下にして順番に積み上げられている（図1）。この初期状態から出発して、すべての円盤を柱Cに移動させたい。ただし、以下の3つの条件を満たす操作しか行うことはできない。

- (i) 一度に動かすことのできる円盤の枚数は1枚である
- (ii) 大きい円盤を小さい円盤の上に重ねることはできない
- (iii) 柱から取り出した円盤は、必ずA、B、Cのどれかの柱に差し込まなければならない

今、柱Aに積み上げられた n 枚の円盤を、柱Bを作業用として、柱Cに移動させる手続きを

`Hanoi(n, A, B, C)`

とする。この手続きを、再帰呼び出しを用いて疑似コードで作成せよ。ただし、柱 x から柱 y に1枚の円盤を移動させるコードは、

`MoveOneDisk(x, y)`

と書くものとする。

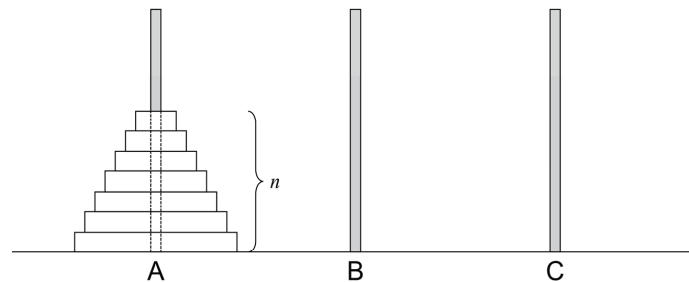


図1 ハノイの塔の初期状態

専門科目

計算機科学

- ④ 計算機アーキテクチャ
- ⑤ オペレーティングシステム
- ⑥ ソフトウェア工学
- ⑦ コンピュータネットワーク
- ⑧ データベース
- ⑨ 人工知能

計算機科学を選択する場合、
④～⑨の中から3問を解答
すること

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程） 情報理工学専攻

計算機科学④ 計算機アーキテクチャ

以下の MIPS のアセンブリ言語のプログラムについて、問 1、問 2、問 3 のすべてに答えよ。以下のプログラムの各行の#以降はコメントで、その行の命令がどのような動作を行うかの説明となっている。また、各行の先頭の括弧書きの数値は行番号であり、問題の解答に使用するためのもので、実際のプログラムの記述には含まれないものとする。

- | | | |
|------|----------------------|--|
| (1) | add \$8,\$0,\$0 | # \$0+\$0 の値を\$8 に格納する。(\$0 の値は 0 のため\$8=0 となる。) |
| (2) | lui \$9,0xC000 | # \$9 の上位 16 ビットに 0xC000 を格納して、下位 16 ビットを 0 にする。 |
| (3) | LOOP: lw \$10,0(\$9) | # アドレスが \$9 のメモリ内容を \$10 にロードする。 |
| (4) | beq \$10,\$0,HALT | # \$10 が 0 なら HALT へ分岐する。 |
| (5) | slt \$11,\$8,\$10 | # \$8 < \$10 なら \$11 = 1、そうでないならば\$11 = 0 とする。 |
| (6) | beq \$11,\$0,L | # \$11 が 0 なら L へ分岐する。 |
| (7) | add \$8,\$0,\$10 | # \$8 に\$10 の値を格納する。 |
| (8) | L: addi \$9,\$9,4 | # \$9 の値を 4 増加させる。 |
| (9) | j LOOP | # LOOP に無条件ジャンプする。 |
| (10) | HALT: j HALT | # HALT にジャンプする。(ここで実質的にプログラム停止) |

問 1. 上記のプログラムの動作を説明している以下の文章の空欄①に適切なアドレスを 8 桁の 16 進数（例：0x1234ABCD）で、空欄②に適切な語句をそれぞれ解答せよ。

「このプログラムは、メモリの空欄①番地から順に 4 バイトのデータを整数として、その値が 0 となるまで読み出す。そして、読み出した値の中で、空欄②を\$8 に格納する。」

問 2. 上記のプログラムを、5 段のステージ (IF, ID, EX, MEM, WB) のパイプラインで実行することを考える。なお、lw 命令がメモリの内容を読み出すのは MEM ステージ、各命令がレジスタファイルの値を使って演算を行いその結果を確定するのは EX ステージとする。この時、以下の (a)、(b)、(c) のすべてに答えよ。

(a) フォワーディングにより解決可能なデータハザードが発生する命令の組（先行命令と後続命令）をその行番号で答えよ。複数ある場合は、全ての組を解答すること。

(b) 上記のプログラムには、フォワーディングにより解決できないデータハザードも存在する。そのため、上記のプログラムのままでは、何も対策をせずにパイプライン実行した結果は逐次実行の結果とは異なる。ハードウェアで特別な対策をしなくても、パイプライン実行でも逐次実行と同じ結果を得るためには、nop 命令を 1 命令だけ追加すれば良い。どの命令の後ろに nop 命令を追加すれば良いか？その命令の行番号を答えよ。

(c) 上記の (b) では nop 命令を 1 命令追加したが、命令を追加しなくても上記のプログラムの命令の順番を変更するだけで、プログラム実行後の\$8 の値を逐次実行の場合と同じにすることができる。どのように命令の順番を変更したら良いか説明せよ。

問 3. beq の命令の実行時に分岐予測を行わず、また、beq 命令の分岐が成立するかどうかの判定と分岐先アドレスの決定は MEM ステージの最後で行われる方式を考える。また、遅延分岐は行わないものとする。この時、以下の (a)、(b)、(c) のすべてに答えよ。

(a) EX ステージで分岐が成立するとわかった時点で、すでにパイプラインに投入されている beq の後続命令のうち、いくつを実質的に何もしない命令に置き換えなければならないか。その個数を答えよ。

(b) (a) のように、パイプライン内の実行すべきでない不要な命令を無効化する動作を何というか。

(c) 分岐命令の次に実行すべき命令がすぐに確定できずにパイプライン実行に影響が出る状況を何というか。

以上

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

計算機科学⑤ オペレーティングシステム

以下の問いにすべて答えよ。

問1. 共有資源を相互排除して安全に利用するときの手法について、以下の各問に答えよ。

- (1) Test and Set 命令(以下、TS 命令と略す)とはどのような動作をする命令かを説明せよ。
- (2) TS 命令は特権命令ではないのでユーザモードでも利用できる。ユーザプロセス内での相互排除で、セマフォなどのシステムコールを使わないで TS 命令を利用する利点を述べよ。
- (3) (2)のように TS 命令で相互排除するとき、どのように利用するのかを機械語レベルで説明せよ。また、そのときに起きるスピンドックとは何かと、そのスピンドックが欠点となる場合についても説明せよ。
- (4) TS 命令の利点を保ちつつ、スピンドックを避けて共有資源の相互排除を効率的に実現するにはどのような実装が考えられるかを、共有資源が取れなかった場合と共有資源が取れてそれを解放する場合のそれぞれの対応を含めて、さらにそれがどのように効率的なのかの説明をつけて述べよ。

以上

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

計算機科学⑥ ソフトウェア工学

以下の問いにすべて答えよ。

- (1) ソフトウェア開発における手戻りを説明せよ。
- (2) 「開発コスト」「品質」の単語を使って、ソフトウェア再利用の効果とその理由を説明せよ。
- (3) 統合テストにおけるトップダウンテストとボトムアップテストの利点をそれぞれ説明せよ。
- (4) Web のフォームに入力される値のテストを行う。このフォームにはユーザの年齢を指す整数値が 1 件入力され、入力された値が 20 未満（20 歳未満）であるか否かを判定する。本テストにおける入力条件は以下の通りである。
 - 有効同値クラス：0 から 19（0 歳から 19 歳）
 - 無効同値クラス：20 以上（20 歳以上）これらの条件を元に、同値分割に基づいた最小限のテストケースの入力値と、境界値分析に基づいた最小限のテストケースの入力値をそれぞれ述べよ。なお、入力は 0 以上（0 歳以上）を前提とし、正の整数値以外の入力は考慮しないものとする。

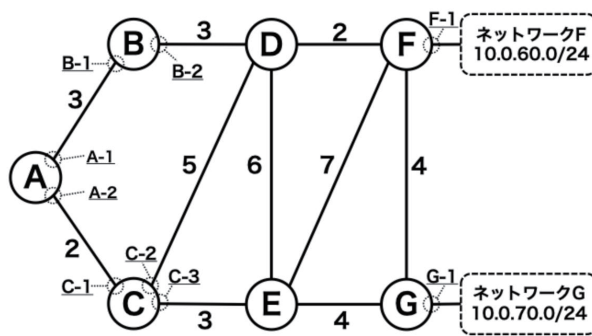
以上

立命館大学大学院情報理工学研究科 (博士課程前期課程)
情報理工学専攻

計算機科学⑦ コンピュータネットワーク

この問題は2ページあります。以下の問いにすべて答えよ。

問1. 下図のネットワークトポロジを対象として、ノード A は各ノード(B~G)への最短経路(最小コスト経路)を求めて経路表を構成したい。図において、○内のアルファベットはノードの記号であり、ノード間の線はリンク(接続)を表し、リンクの側に書かれている数値はそのリンクに対するコストを表す。また、リンクとノードが接続する箇所を指す下線の文字はノードが備えるネットワークインタフェースを表し、下の表は幾つかのインタフェースに設定されている IP アドレスを示す。加えて、ノード F、G が備えるインタフェース F-1、G-1 の先に、それぞれネットワーク F、G が構成されている。



Interface	IP address
A-1	10.0.10.1/24
A-2	10.0.20.1/24
B-1	10.0.10.2/24
B-2	10.0.30.1/24
C-1	10.0.20.2/24
C-2	10.0.40.1/24
C-3	10.0.50.1/24
F-1	10.0.60.1/24
G-1	10.0.70.1/24

(1) ダイクストラのアルゴリズム(または、ダイクストラ法)を上図のネットワークに適用し、各 Step においてノード A からの最短経路が確定したノード、そのノードへパケットが到達するまでに通過する全てのノード、およびノード A からそのノードまでの距離(コストの合計値)を、Node, Route, および Distance の欄にそれぞれ記載し、右の表を完成させること。表では、Step 1 でノード A、Step 2 でノード C までの最短経路が決定した結果を記載している。表に記載している通り、Route の欄には送信元・宛先のノードを含めてパケットが経由する全てのノードをハイフン(-)で繋げて記載すること。例えば、ノード A から送信されたパケットが、ノード C を経由してノード D に到達する場合には、A-C-D と記載する。なお、答えとなる表は解答用紙に記入すること。

Step	Node	Route	Distance
1	A	A-A	0
2	C	A-C	2
3			
4			
5			
6			
7			

(2) ノード A は、ダイクストラのアルゴリズムにより全てのノードに対する最短経路が確定した後に、経路表を構成する。下の表は、ノード A に構成される経路表の抜粋である。ネットワーク F, G が宛先(Destination)である場合の Gateway の IP アドレスを記載し、経路表を完成させること。なお、ネットワークトポロジを構成する全てのネットワークのサブネットマスクは「/24」であり、Gateway の欄には IP アドレスのみ記載すること。なお、答えとなる表は解答用紙に記入すること。

Destination	Gateway
10.0.60.0/24	
10.0.70.0/24	

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

問2. コンピュータネットワークに関する以下の説明文(1)～(5)の囲み部分ア～コについて、最も適した用語を選択または記入せよ。囲み部分に選択肢①～④がある場合には、選択肢の記号いずれか一つを記入し、選択肢が無い場合には、適した文字列を記入せよ。なお、同じカタカナの囲み部分には、同じ用語が入る。

- (1) OSI 参照モデルを構成する 7 階層の中で、通信媒体により直接接続している隣接ノード(コンピュータ)間でのデータ転送に関する機能は、

ア ① アプリケーション ② データリンク ③ トランスポート ④ ネットワーク

層により提供される。また、ア層が提供する中で、送信側ノードがフレームを送信する際にフレームの開始と終了を表す特殊なパターンを付加することで、受信側ノードが、受信したビット列の中から各フレームの開始と終了位置を識別することが可能となる機能を

イ ① 誤り制御 ② 同期制御 ③ 輻輳制御 ④ フロー制御

と呼ぶ。

- (2) インターネット技術の標準化を推進する IETF は、技術仕様を

ウ ① RFC ② RSVP ③ RTC ④ RTP

と呼ばれる通し番号が付与された文書として公開している。例えば、ウ 793 には TCP の仕様が記載されており、ホスト間でデータ通信を行う前にコネクションを確立する エ ハンドシェイクの手順などが説明されている。

- (3) DNS サーバに保存されている

オ ① A ② AAAA ③ NS ④ SOA

レコードにはドメイン名に対応する IPv6 (Internet Protocol version 6) の IP アドレスが記録されており、カ レコードには指定されたドメイン宛の電子メールの配送先となるメールサーバが記録されている。

- (4) デジタル信号を送受信するための符号化方式において、電圧の高低や光の点滅のような 2 つの信号レベルをとる 2 値符号の中で、

キ ① MLT-3 ② NRZ ③ NRZI ④ RZ

は、送信するデータが 1 の際に信号レベルを反転させ、0 の際は信号レベルを変化させない。また、一定の期間内に信号レベルの反転を発生させるために、5 ビットで表現できるビット列の中から、0 が 3 つ以上連続しない 16 通りのビット列を選び出し、4 ビットで表現できる 16 通りのビット列に対応させる符号化方式を

ク 符号化と呼ぶ。

- (5) ドット付き 10 進数表記で 10.10.22.123 と示される IPv4 (Internet Protocol version 4) の IP アドレスに対して、同じくドット付き 10 進数表記で 255.255.255.224 と示されるサブネットマスクが設定されている。この IP アドレスが設定されているコンピュータが属している IP ネットワークでは、ネットワークアドレスは、

ケ ① 10.10.22.0 ② 10.10.22.64 ③ 10.10.22.96 ④ 10.10.22.112

となる。また、この IP ネットワークには最大で コ 台のコンピュータが接続できる。

以上

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

計算機科学⑧ データベース

この問題は2ページあります。以下の問いにすべて答えよ。

- 問1. 関係データベースの正規化に関する以下の説明文中の **ア**～**ウ** に入る語句を選択肢から選び、記号で答えよ。

以下の関係「注文」を考える。

注文(注文 ID, 顧客氏名, 顧客住所, 商品価格)

注文 ID を決めると顧客氏名と商品価格が一つに決まり、顧客氏名を決めると顧客住所が一つに決まるという **ア** が存在する。このとき、この関係は **イ** 正規形までの条件を満たすが、**ウ** 正規形の条件は満たさない。

また、関係「注文」を **ウ** 正規形に正規化したものを記載せよ。正規化後の関係の名前は任意に付けて良い。また、正規化後の関係のキー属性には下線を引くこと。

【選択肢】

- a. 整合 b. 主キー c. 候補キー d. 不整合 e. 関数従属性 f. 直列可能性
g. 完全 h. 不完全 i. 関係 j. 第一 k. 第二 l. 第三

- 問2. 以下の3つの関係表があるとき、学科番号5の学生が履修した科目名をすべて取得するSQL文の **エ**～**ク** に入る語句を選択肢から選び、記号で答えよ。なお、同じ問題記号の囲みには同じ語句が入るものとする。

関係表：

学生 (学生番号, 学生名, 学科番号)

履修 (学生番号, 科目番号, 得点)

科目 (科目番号, 科目名)

SQL文：

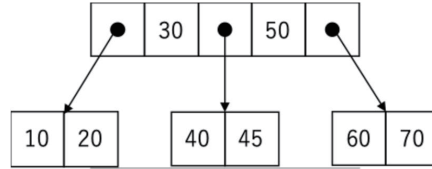
```
SELECT 科目名
FROM エ
WHERE オ IN (
  SELECT オ
  FROM カ
  WHERE キ IN (
    SELECT キ
    FROM ク
    WHERE 学科番号 = 5
  )
)
```

【選択肢】

- a. 学生 b. 履修 c. 科目 d. 学生番号 e. 学生名 f. 学科番号
g. 科目番号 h. 得点 i. 科目名 j. * k. DISTINCT l. HAVING

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

問3. 以下の図に示すB木（各ノードの最大キー数=2）にキー値28を挿入したときのB木を、図と同様の表記方法で描け。



以上

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

計算機科学⑨ 人工知能

この問題は2ページあります。
以下の問いにすべて答えよ。

問. 人工知能に関連する以下の説明文（1）～（5）について、囲みの空欄部分 ア ～ ソ に最も適した語句または数字を、説明文ごとの選択肢から選び、アルファベットで示された記号で答えよ。ただし、選択肢には無関係のものも含まれていることに注意せよ。なお、同じ問題記号の囲みには同じ語句または数字が入ると仮定せよ。

（1）ナイーブベイズフィルタは単語の生成が ア という仮定をおき、ベイズの定理に基づいて文書を分類する手法である。ナイーブベイズフィルタでは以下の式に基づき、文書に含まれる単語 $\{w_1, w_2, \dots, w_n\} \in W$ が与えられたときにその文書がクラス z_i に属する確率 $P(z_i | w_1, w_2, \dots, w_n)$ を求める。

$$P(z_i | w_1, w_2, \dots, w_n) = \frac{\text{イ}}{P(w_1, w_2, \dots, w_n)}$$

ナイーブベイズフィルタを用いて、届いたメールがスパムメールであるか正常なメールであるかを判別することを考える。単語 w_1, w_2, w_3 がそれぞれスパムメールおよび正常なメールに含まれる確率が以下の表で与えられたとする。スパムメールが確率 0.3 で届くとすると、単語 w_1, w_2 を含み、単語 w_3 を含まないメールがスパムメールである確率は約 ウ である。

	w_1	w_2	w_3
$P(w_i \text{スパムメール})$	0.5	0.7	0.2
$P(w_i \text{正常なメール})$	0.6	0.2	0.5

【（1）の選択肢】

a	トピックに依存する	b	$P(z_i) \cdot \prod_{w_i \in W} P(z_i w_i)$	c	$P(z_i) \cdot \prod_{w_i \in W} P(w_i z_i)$	d	$\prod_{w_i \in W} P(w_i z_i)$
e	条件付き独立である	f	0.084	g	0.333	h	0.667

（2）探索問題を考える。初期ノード S からノード u までの最適経路上のコストの総和を $g(u)$ 、ノード u から目的ノード G までの最適経路上のコストの総和を $h(u)$ とする。また、記号 $\hat{\cdot}$ は推定値であることを表し、例えば $\hat{h}(u)$ は $h(u)$ の推定値であり、この場合 $\hat{h}(u)$ はノード u の予測評価値である。

最適探索（ダイクストラ法）や A* アルゴリズムでは、各ノードの評価値を更新しながら、評価値の小さい順に探索する。最適探索では、ノード u が探索された段階で、ノード u の評価値が エ と等しく、得られた解の最適性を保証する。これに対し A* アルゴリズムでは、任意のノード u において オ の条件を満たすときのみ、得られた解の最適性を保証する。また、任意のノード u において カ の条件を満たすとき、A* アルゴリズムの動作は最適探索と同じとなる。

【（2）の選択肢】

a	$g(u)$	b	$\hat{g}(u)$	c	$\hat{g}(u) + \hat{h}(u)$	d	$\hat{g}(u) = h(u)$
e	$\hat{h}(u) \leq h(u)$	f	$h(u) \leq \hat{h}(u)$	g	$\hat{h}(u) = 0$	h	$\hat{g}(u) = 0$

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

(3) k-means 法は、各データ点と代表点間の に基づいて確定的にクラスタリングを行う手法である。一方、混合分布モデルによるクラスタリングでは、データは複数の確率分布の混合によって生成されると仮定し、各データ点がある分布に属する確率である を求める。混合ガウス分布の推論手法である は、各分布の混合率、平均、分散などのパラメータを更新するステップと、 を求めることでクラスタ割り当てを行うステップを反復するアルゴリズムである。

【(3) の選択肢】

a	事後確率	b	生成確率	c	距離	d	事前確率
e	LDA	f	分散	g	EM アルゴリズム	h	オートエンコーダ

(4) 強化学習とは、ある環境の中でエージェントが試行錯誤を通じて最適な行動方策を学習する枠組みである。エージェントは各ステップで環境から状態を受け取り、行動を選択し、その結果として を受け取る。また、将来得られる の現在価値を求めるために用いる係数として を適用することが多い。Q 学習では、実際に得られた と予測との差分である を用いて行動価値関数を更新していく。

【(4) の選択肢】

a	二乗誤差	b	教師データ	c	学習率	d	Q 値
e	TD 誤差	f	報酬	g	方策	h	割引率

(5) 自然言語処理におけるもっとも基本的な文書表現のひとつは、各単語の出現頻度そのものを数値化した高次元ベクトルとして表す である。ただし、 では語順を無視した特徴表現となっている。これに対し、隣接する n 個の単語列もしくは文字列を単位として扱い、特徴に含める方法として がある。さらに、文中の単語の意味が周囲の文脈によって変化することを考慮した事前学習言語モデルとして がある。

【(5) の選択肢】

a	n-gram	b	BERT	c	Bag-of-Words 表現	d	word2vec
e	one-hot ベクトル	f	LSTM	g	TF-IDF	h	skip-gram

以上

専門科目

人間情報科学

⑩画像処理

⑪人工知能

人間情報科学を選択する
場合、⑩～⑪から1問を
解答すること

立命館大学大学院情報理工学研究科 (博士課程前期課程)
 情報理工学専攻

人間情報科学⑩ 画像処理

この問題は2ページあります。
 以下の問いにすべて答えよ。

問1. 座標 $(0, 0)$, $(30, 0)$, $(0, 30)$, $(30, 30)$ における画素の濃淡値がそれぞれ 15, 90, 60, 180 であった。この時、座標 $(20, 10)$ における画素の濃淡値を、ニアレストネイバー法・線形補間法によりそれぞれ求めよ。

問2. 入力画像 $f(x, y)$ が画像 $g(x, y)$ へ劣化する過程を点拡がり関数 $k(x, y)$ を用いて表現するモデル、すなわち、畳み込み演算子 \otimes を用いて、 $g(x, y) = (f \otimes k)(x, y)$ と表される画像劣化過程を考える。以下、画像をフーリエ変換したときのパワースペクトラムにおいては、中心が直流成分であり、大きな値を白く表すものとする。また、画像のスケールは不定である。

(1) 入力画像と出力画像が図1の通りであった。この劣化過程を表すのに最も適した点拡がり関数を選択肢から選べ。

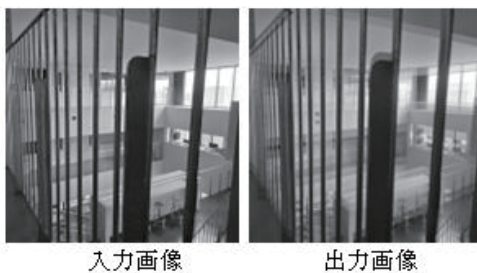
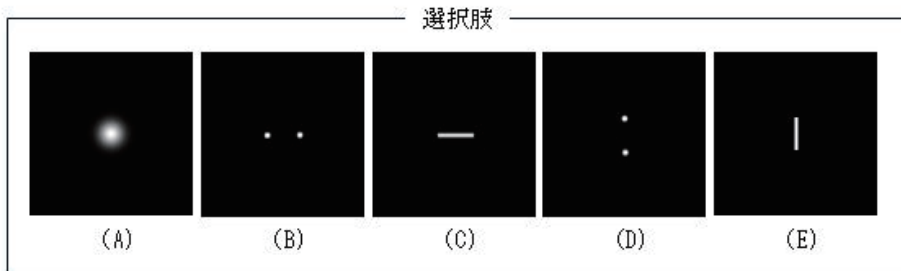


図1

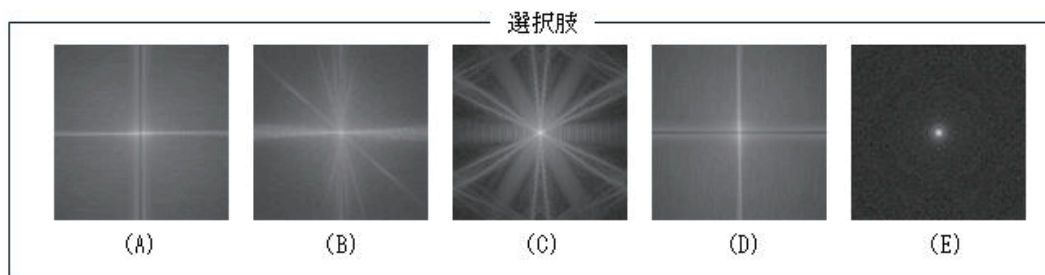


(2) 入力画像が図2の通りであった。この入力画像をフーリエ変換したときのパワースペクトラムとして最も適したものを選択肢から選べ。



図2：入力画像

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻



(3) 入力画像とある点拡がり関数をフーリエ変換したときのパワースペクトラムが図3の通りであった。この点拡がり関数によって画像が劣化するとき、出力画像のパワースペクトラムとして最も適したものを選択肢から選べ。

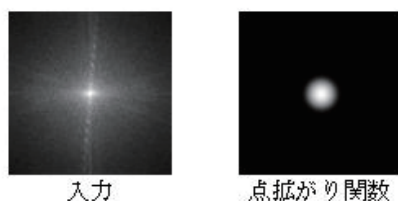
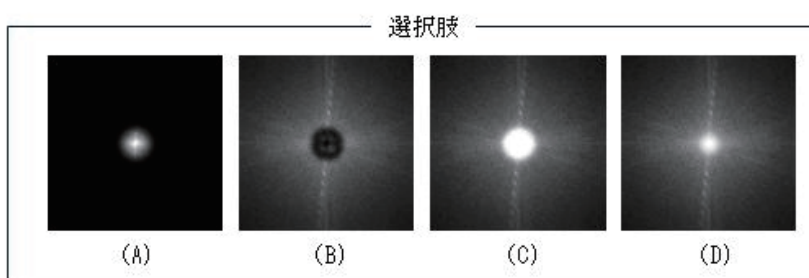


図3



問3. 2次元画像平面 (u, v) 上での座標変換は、同次座標系を用いて以下のように表される。

$$\begin{pmatrix} y_u \\ y_v \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_u \\ x_v \\ 1 \end{pmatrix}$$

ただし、 $(x_u, x_v), (y_u, y_v)$ はそれぞれ座標変換前後の点の座標、 a から i は行列の要素である。

- (1) 原点を中心に $+45$ 度回転し、 u 軸方向に 10 、 v 軸方向に 3 平行移動する座標変換を行うときの行列の要素を答えよ。
- (2) 点 $(10, 3)$ を中心に $+45$ 度回転する座標変換を行うときの行列の要素を答えよ。
- (3) 点 (x_u, x_v) における法線ベクトルが $\left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ であるとき、これを (1) と同じ座標変換を施した後の点における法線ベクトルを答えよ。

以上

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

人間情報科学⑩ 人工知能

以下の問いにすべて答えよ。

問1. 図1のコスト付きグラフに対し、ノードAからノードLまでの経路を探索する。図において□は各ノードを表しており、ノード間の辺に添えられた数字はその辺を移動する際のコスト、ノードに添えられたカッコ書きの数字はそのノードの予測評価値を表している。以下の問いに答えよ。

- (1) コスト付きグラフに対して最適探索を実行したときに得られる最適経路と最適コストを示せ。計算過程を示すこと。
- (2) A*アルゴリズムによって得られる経路を求めよ。ただし、探索過程における各ノードの探索順序および各探索順序におけるオープンリスト、クローズドリストに含まれるノードと評価値を「ノード（評価値）」（例えば、A(2), B(4)など）のように示すこと。オープンリスト内の数値が同じ場合はアルファベット順とする。
- (3) A*アルゴリズムの解が最適探索の解と一致することが保証されるために必要な条件について説明せよ。

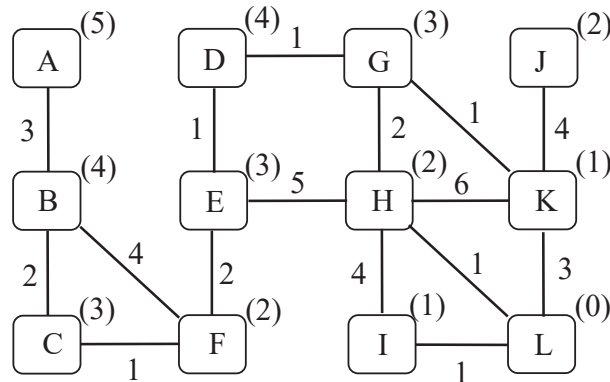


図1 コスト付きグラフ

問2. あるメールフィルタリングシステムでは、メールがスパム(S)か非スパム(N)かを判定するために、次の2つの特徴量 X_1 , X_2 を用いている。

X_1 : メールに「無料」という単語が含まれる(有の場合 $X_1 = 1$ 、無の場合 $X_1 = 0$)

X_2 : メールに「限定」という単語が含まれる(有の場合 $X_2 = 1$ 、無の場合 $X_2 = 0$)

これら2つの単語の出力分布を表1に示す。確率変数 C をスパムメールであれば $C = 1$ 、正常なメールであれば $C = 0$ とすると、各単語の生成は C が与えられた下で互いに条件付き独立であるとする。以下の問いに答えよ。

- (1) $P(C|X_1, X_2)$ を $P(X_1|C)$, $P(X_2|C)$, $P(C)$, $P(X_1, X_2)$ を用いて表せ。
- (2) 受信したメール全体における正常なメールの割合が80%であるとき、「無料」が含まれ、かつ「限定」が含まれていないメールがスパムメールである確率を求めよ。導出過程も示すこと。

表1: 「無料」、「限定」の各単語の出力分布

	「無料」	「限定」
スパムメール	0.70	0.10
正常なメール	0.60	0.20

立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

問 3. 以下の問いに答えよ。

強化学習に関する以下の文の空欄に最も適した語句を下の選択肢の中から選択して番号を記述せよ。

人間は勉強やスポーツにおいて [(1)] を通じて学習していく。ある行動をとってみて、その結果が良かったか悪かったかを見て、その行動の評価を行い、少しずつ自らのやり方を改善していくのである。心理学の分野では、自発的な満足や不快かの結果として得られる [(2)] によって行動形成がなされることを [(3)] と呼んでいる。強化学習は [(4)] に基づいて定式化される。変数としては時刻 t において状態 $s_t \in S$ を観測し、行動 $a_t \in A$ をとる。このとき、 [(5)] $P(s_{t+1}|s_t, a_t)$ にもとづいて状態 $s_{t+1} \in S$ に遷移する。これに加えて、各時刻において利得に相当する [(2)] $r_{t+1} \in R$ が $r_{t+1} = r(s_t, a_t)$ として得られると仮定する。

【選択肢】 ①思考 ②マルコフ過程 ③マルコフ決定過程 ④方策 ⑤状態価値関数 ⑥状態遷移確率 ⑦試行錯誤 ⑧内部モデル ⑨行動価値 ⑩割引累積報酬 ⑪報酬 ⑫オペラント条件付け ⑬スキナー箱 ⑭TD 誤差 ⑮グリーディー法

以上