

立命館大学大学院

2022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.23~	
		2月 (2023年9月入学)	P.23~	
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)		7月 (2022年9月入学)		
		8月		
学内進学入学試験 (日本語基準)		12月		
		7月 (2022年9月入学)		
		7月		
飛び級入学試験(日本語基準)		2月		
		2月 (2023年9月入学)	P.23~	
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
2022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。

2022 年 8 月実施

2023 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。

共通科目①～③の中から2科目、専門科目（計算機科学、人間情報科学）から1科目を選択すること。
 専門科目（計算機科学）を選択する場合は④～⑨の中から3問を解答すること。
 専門科目（人間情報科学）を選択する場合は⑩・⑪から1問を解答すること。
 志願するコースに関わらず専門科目はどちらでも選択できます。
 人間情報科学を選択した場合、解答用紙は2枚余ります。

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	
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
	人間情報科学	⑩画像処理 ⑪人工知能

【解答時間】

9：30～11：30（120分）

※試験時間中の途中退室は認めません。

※気分が悪くなったり、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問につき解答用紙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、はずさないで下さい。
- (4) 無記名答案は無効です。また、問題冊子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. 以下の行列 A が与えられたとき、 $|A| = 1$ を満たす a を求めよ。

$$A = \begin{bmatrix} a & 1 & 3 & 4 \\ 5 & 3 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

問 2. 次の連立方程式の解を求めよ。

$$\begin{cases} a - 3b + 2c - d = 9 \\ -a + 2b + c + 2d = -3 \\ 2a + b - c + d = -2 \\ 3a - b + 2c - 3d = 11 \end{cases}$$

問 3. 以下の行列 B と行列 P が与えられたとき、行列 B を $P^{-1}BP$ によって対角化せよ。

なお \mathbf{u}_1 と \mathbf{u}_2 はそれぞれ行列 B の固有値 λ_1 、 λ_2 （ただし $\lambda_1 < \lambda_2$ ）に対する固有ベクトルとする。

$$B = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 2 & 2 \end{bmatrix}$$
$$P = [\mathbf{u}_1 \quad \mathbf{u}_2]$$

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全て示すこと。

問 1. 以下の各確率関数 $P(X = k)$ あるいは確率密度関数 $f(x)$ 、 $f(x, y)$ について、定数 C_j ($j = 1, 2, 3, 4$)の値を求めよ。

(1) ~ (3) については、平均、分散の値も求めよ。

$$(1) P(X = k) = \begin{cases} C_1, & (k = -2, -1, 0, 1, 2) \\ 0, & (k = \text{それ以外の整数}) \end{cases}$$

$$(2) P(X = k) = \frac{C_2 2^k}{k!}$$

$$(3) f(x) = C_3 \exp(-2|x|)$$

$$(4) f(x, y) = C_4 \exp(-x^2 - y^2)$$

問 2. 1から6までの目が等確率で出るサイコロを1回振るごとに、出た目に応じて x 軸上を現在ある位置 x から Δx だけ動かされる点 A を考える。点 A は最初に原点 $x = 0$ にある。サイコロを1回振って、1か2の目が出た時は動かさず、3か4か5か6の目が出た時は $\Delta x = 1$ 動かされるとする。上記の操作を n 回繰り返した後に点 A が x にいる確率を $P_n(x)$ とする。

(1) $P_n(x)$ を P_{n-1} で表す式を作れ。

(2) $P_n(x)$ を求めよ。

(3) $P_{120}(x)$ の平均、標準偏差の値を求めよ。

問 3. 確率 p で当たり、確率 $1 - p$ ではずれるくじ（ベルヌーイ試行と考えて良い）を100回ひき、5回当たったとする。

(1) 対数尤度関数 $L(p)$ を求めよ。

(2) 対数尤度関数 $L(p)$ を最大とするパラメータ p 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. 図1は配列Aを昇順で整列する挿入ソートの疑似コードである。配列Aの要素数を n とし、 k 番目の添字番号の要素を $A[k]$ 、添字の範囲は $1 \sim n$ とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 図1の疑似コード中の(a)および(b)にあてはまる疑似コードを記述せよ。
- (2) 配列Aの中身が以下のような状態だったとする。
48, 73, 36, 5, 22, 17
このとき、図1のInsertionSort(A, 6)を実行したとき、外側のforループの繰り返し回数ごとの配列Aの内容を示せ。
- (3) 挿入ソートの時間計算量は、ループの繰り返し回数を数えることで評価できる。挿入ソートは配列A（入力の系列）の並び方によって時間計算量が変化する。どのような入力の系列の場合に最も早く整列が終了するのか、その場合の時間計算量がいくらになるのかを配列の要素数 n を用いて説明せよ。
- (4) 外側のforループにおける i 回目の繰り返しの際に、内側のwhileループが平均して $(i - 1)/2$ 回繰り返されるとき、全体の繰り返し回数を求めよ。また、その場合の平均時間計算量を、 n を用いて答えよ。

```
InsertionSort(A, n) {  
  for (i = 2; i <= n; i++) {  
    temp = A[i]  
    j = i  
    while (j > 1 && A[j-1] > temp) {  
      (a)  
      j = j-1  
    }  
    (b)  
  }  
}
```

図1 挿入ソートの疑似コード

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

※この問題は2ページあります。

問2. 探索とは、表の中からある特定の値（キー）を持つレコードを見つける操作である。探索アルゴリズムについて考える際には、以下の3つの操作について考えることが一般的である。

- ・ 挿入：表にレコードを登録する
- ・ 探索：指定された値をキーとして持つレコードを検索する
- ・ 削除：指定された値をキーとして持つレコードをテーブルから削除する

以下の問いに答えよ。

- (1) 探索アルゴリズムとして、線形探索法と二分探索法と呼ばれるアルゴリズムがある。配列を使って表を実現する場合に、これらのアルゴリズムの各操作の計算量を、オーダー記法を用いて表1中の空欄【(a)】～【(f)】に記入せよ。ただし、表に登録されているデータの個数を n とする。

表1 線形探索法と二分探索法における各操作の計算量

	線形探索法	二分探索法
挿入の計算量 (1回あたり)	【(a)】	【(b)】
探索の計算量 (1回あたり)	【(c)】	【(d)】
削除の計算量 (1回あたり)	【(e)】	【(f)】

- (2) ハッシュ法とは、挿入、探索、削除の操作を平均して $O(1)$ の計算量で行うことのできる探索アルゴリズムである。ハッシュ法の原理は、キーの値を、データが格納される位置、すなわち表として用いる配列の添字の値に直接関連付けるというものである。データを格納する配列をハッシュ表と呼び、キーの値 x を配列の添字へと写像するハッシュ関数 $h(x)$ を考える。ハッシュ関数 $h(x)$ が返すハッシュ値によってデータを格納する位置を決定する。ただし、2つの異なるキーに対してハッシュ関数が同じ値を返すことがある。

- ① このような状況をなんと呼ぶか答えよ。
- ② 数列 $\{a_n\} = \{20, 6, 56, 74, 3, 45, 12, 85, 46, 30\}$ が与えられたとする。ハッシュ表として用いる配列の大きさを y とし、 a_n を y で割った余り ($a_n \bmod y$) をハッシュ関数として用いることとする。また、①の状況をチェーン法（連鎖法，直接チェーン法）によって解決することとする。
 $y=3$ を用いる場合，最長のリストの長さを答えよ。
 また，リストの長さが最長でも2以内となる最小の y を答えよ。
- ③ ハッシュ法の各操作の計算量が $O(1)$ とみなせなくなるのはどのような場合かを説明せよ。

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. RISC プロセッサに関する以下の問いに答えよ。但し、以下の設問中の ISE2022 は架空の RISC プロセッサである。ISE2022 には汎用レジスタ R1～R15 があり、命令セットの中に加算命令 ADD がある。ADD 命令はレジスタオペランドを 3 つ有する。例えば R1 と R2 の加算結果を R3 に格納する命令語のアセンブリ表記は「ADD R3, R1, R2」である。また R1～R8 には、プログラムの実行開始時に値が書き込み済みであるとする。

- (1) 図 1 に示す ISE2022 のアセンブリコードで与えられたプログラムは、何を求めるプログラムであるか簡潔に述べよ。ただしプログラムの入力値は R1～R8 であり、出力は R15 である。また、計算中にオーバーフローは発生しないものとする。

```

I1:  ADD R9, R1, R2
I2:  ADD R10, R3, R4
I3:  ADD R11, R5, R6
I4:  ADD R12, R7, R8
I5:  ADD R13, R9, R10
I6:  ADD R14, R11, R12
I7:  ADD R15, R13, R14

```

図 1

- (2) ISE2022 は毎クロックサイクルに 1 命令をフェッチし、4 ステージからなる命令パイプライン処理を行う。ADD 命令の場合、第 1 サイクルで命令フェッチ、第 2 サイクルでレジスタ読出し、第 3 サイクルで加算、第 4 サイクルでレジスタ書き込みを行う。図 1 のプログラムの命令 I1 の命令フェッチが始まってから命令 I4 のレジスタ書き込みが終わるまで、何クロックサイクル必要か。

- (3) ISE2022 で R1～R15 の値を保持するレジスタファイルは、同一クロックサイクル中に同じレジスタの書き込みと読出しを行うと、そのサイクルに書き込まれた値を読み出すことができる。またそれでもデータハザードが生じる場合のために、ISE2022 にはフォワーディング機構が備えられている。ISE2022 が図 1 のプログラムを実行した場合、フォワーディング機構が動作することはあるか否かを答えよ。また、フォワーディング機構が動作することがある場合は、どの命令とどの命令の間でどのレジスタの値がフォワーディングされるかも答えよ。

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

計算機科学⑤ オペレーティングシステム

以下の問いに答えよ。

問. 下の表は CPU スケジューリングアルゴリズムの性能評価用のプロセス集合を示している。プロセスは A~D の 4 つあり、各プロセスが到着する時刻（到着時刻）、処理開始後応答が始まるまでにかかる時間（応答開始時間）、処理全体が終了するまでにかかる時間（処理時間）を示している。このとき、FCFS、ラウンドロビン（タイムスライス=3）の 2 つのアルゴリズムについて、処理系列を示した上で、各プロセスの待ち時間、応答時間、ターンアラウンド時間を答えよ。

プロセス	到着時刻	応答開始時間	処理時間
A	0	4	7
B	2	2	4
C	5	1	3
D	8	1	6

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。

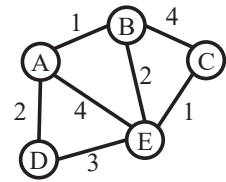
- 問1. オブジェクト指向モデリングにおいて、カプセル化を導入する利点を説明せよ。
- 問2. 機能要求(機能要件)と非機能要求(非機能要件)の違いを説明せよ。
- 問3. ソフトウェアアーキテクチャ設計において発生するトレードオフの例を示せ。
- 問4. ソフトウェア再利用にはブラックボックス型とホワイトボックス型がある。それらの利点と欠点を述べよ。

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

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. 右図のようなネットワークにおいて、ノード A から各ノードへの最短距離を求めたい。ただし図中の○内はノードの名前を示す記号であり、ノード間の線は接続を表す。接続の横に書かれている数字は、その接続に対するその接続に対する距離である。



- (1) ダイクストラのアルゴリズム(あるいはダイクストラ法)を一手順ずつ説明しながら図のネットワークに適用せよ。途中経過や説明文章などアルゴリズムの説明に必要な事柄を省略してはならない。
- (2) ダイクストラ法で最短距離が確定するノードの順番及び確定した各ノードへの最短距離およびそれを与える経路を示せ。最短距離確定順は、ノードの記号のみをカンマ「,」で接続して示せ。例えば ノード A, D, C, B の順に最短距離確定と回答したい場合、確定順: A, D, C, B と表記せよ。各ノード記号に続いてコロンの「:」、最短距離を与える経路、コロンの「:」、最短距離と表記して、各ノードへの最短距離およびそれを与える経路を示せ。また、経路は通過順にノードの番号のみをマイナス記号「-」で接続せよ。例えばノード E への最短距離が 10 で、途中にノード G を通過するのが最短距離を与える経路であると回答したい場合、E:A-G-E:10 と表記せよ。なお、ノード A からノード A への最短距離は最初に 0 と確定するため A:A-A:0 は自明であるが、この旨も省略せずに答案に明記すること。

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)～(8)について、囲みの部分ア～コに最も適した文字列を記入せよ。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せよ。もし選択肢に適切なものが見当たらない場合は、適した用語を記入せよ。

- (1) インターネットで利用される技術の標準化を策定し、その技術仕様を RFC(Request for Comments)と呼ばれる形式で保存・公開し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) メディアアクセス制御方式 ALOHA(あるいは Pure ALOHA)の最大スループットは、自然対数の底(あるいはネイピア数) e を用いて **イ** と書ける。
- (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 **ウ** 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 **エ** 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) LAN(ローカルエリアネットワーク)において伝送距離を延長するために伝送路の途中でフレームを中継し、データリンク層での転送だけを行う装置を **オ** ① リピータ ② ルータ ③ ブリッジ ④ ONU と呼ぶ。
- (5) 小数点付き 10 進記法(dotted decimal notation)で 10.11.23.58 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べきブロードキャストアドレスは **キ** ① 10.255.255.255 ② 10.11.255.255 ③ 10.11.23.63 ④ 10.11.23.255 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

※この問題は2ページあります。

(6) IPヘッダの先頭4ビットはIPのバージョン番号を示しており、二進数で

ク ① 0001 ② 0100 ③ 0110 ④ 1001 とあれば IPv6 (Internet Protocol version 6) が用いられていることを示す。

(7) IPv4でのIP, TCPとUDPそれぞれについて、ヘッダが固定長のものは

ケ ①TCPだけ ②UDPだけ ③TCPとUDPだけ ④IPだけ ⑤IPとTCPだけ ⑥IPとUDPだけ ⑦三ヘッダ全部 である。

(8) コ ① Return-to-zero ② NRZ(L) ③ マンチェスタ符号 ④ MLT-3 は、伝送メディアの物理量の「高→低」か「低→高」の等間隔の二遷移のいずれかが各データビットの符号化であるような伝送路符号またはライン符号であって、10BASE-Tのようなイーサネット規格に用いられている。

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

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. データベースに関する以下の説明文（1）～（3）について、囲みの空欄部分ア～ソに最も適した語句を、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おり、アルファベットも一部を省い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）関係代数には、複数の異なる関係を指定した条件で一つの関係に統合する **ア** 演算がある。

ア 演算のうち、指定した条件の比較演算子が等号のものを特に **イ** 演算と呼ぶ。
また、**イ** 演算の結果から重複する属性を **ウ** により除去した関係を得る操作を **エ** 演算と呼ぶ。

（2）関係の不整合を防ぐために正規化された関係を正規形と呼ぶ。関係が第二正規形であり、**オ** 以外のすべての属性が **オ** に **カ** しない場合、その関係は第三正規形である。以下の第二正規形の関係「注文」を考える。なお、下線は主キーを表す。また、顧客は顧客番号によって一意に定まるとする。

注文（注文番号, 価格, 顧客番号, 顧客名, 顧客所属）

この関係「注文」を第三正規形に正規化すると、

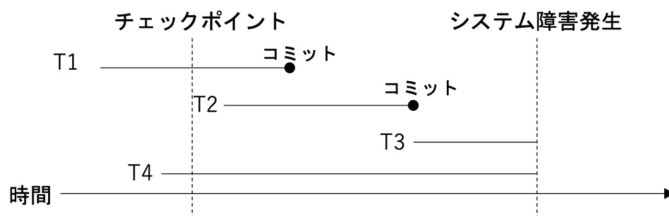
注文1（注文番号, **キ）**

顧客（ク**）**

となる。この関係から、所属が大学である顧客の注文価格の合計を得る SQL 文は以下の通りである。

```
SELECT ケ
FROM 注文1
WHERE 顧客番号 コ (SELECT 顧客番号
FROM 顧客
WHERE 顧客所属 サ '%大学');
```

（3）データベースの障害回復を行う方法には、ログを用いて現在のデータベースの状態からさかのぼって過去のある時点のデータベース状態に復旧する **シ** と、ログを用いてチェックポイントから障害直前のデータベースの状態に復旧する **ス** がある。図のような経過でシステム障害が発生したときに、**ス** によって障害回復できるトランザクション(T)は **セ** と **ソ** 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

※この問題は2ページあります。

【選択肢】

a	ロールバック	b	RAID	c	等結合	d	外部キー
e	AVG(価格)	f	完全関数従属	g	候補キー	h	ロールフォワード
j	自然結合	k	IN	l	フィードバック	m	選択
n	超キー	o	SUM(価格)	p	LIKE	q	結合
r	TOTAL(価格)	s	推移的関数従属	t	直積	u	ADD(価格)
v	射影	w	=	x	多値従属	y	OUTER JOIN
z	価格	A	価格, 顧客名	B	価格, 顧客番号	D	価格, 顧客番号, 顧客名
E	顧客番号, 顧客名	G	顧客名, 顧客所属	H	顧客番号, 顧客所属	J	顧客番号, 顧客名, 顧客所属
L	T1	M	T2	Q	T3	R	T4

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 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、説明文ごとの選択枝から選び、アルファベットで示された記号で答えよ。ただし、選択枝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) 図 1 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。グラフ G_1 に対し、ダイクストラ法を用いてノード S から G までの経路を求めると ア となり、A*アルゴリズムを用いてノード S から G までの経路を求めると イ となる。また、A*アルゴリズムでは「常に最適解が得られること」を ウ。

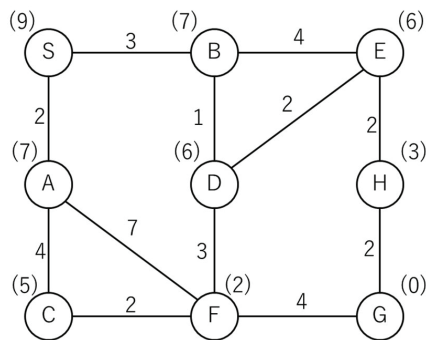


図 1: グラフ G_1 (辺の数字は移動コスト、括弧内は各ノードの予測評価値)

【(1) の選択枝】

a	保証する	b	保証しない	c	S→A→C→F→G	d	S→A→F→G
e	S→B→D→E→H→G	f	S→B→D→F→G	g	S→B→E→H→G	h	S→B→E→D→F→G

(2) 図 2 は 2 人のプレイヤーが交互に意思決定を行うゲームのゲーム木を表しており、□ノードは先手の盤面を、○ノードは後手の盤面である。また各ノードのアルファベットは各盤面の名前であり、ノードに添えられた数字はその盤面の評価値である。先手が min-max 戦略を取るとしたとき、ノード A の評価値は エ となる。また、図 2 のゲーム木において盤面の評価が左から右に進む場合に、不必要な探索を避けるために α β 法を適用したとき、 α カットされるすべてのノードの集合は オ であり、 β カットされるすべてのノードの集合は カ である。

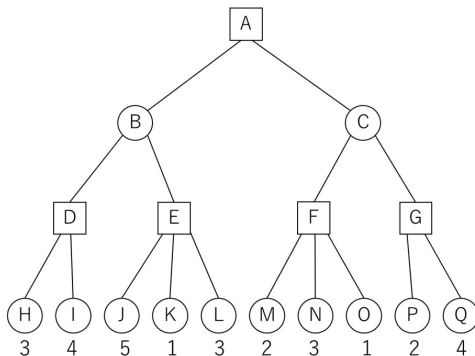


図 2: ゲーム木

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

※この問題は2ページあります。

【(2) の選択肢】

a	3	b	4	c	5	d	{K, L}
e	{K, L, 0}	f	{L, N, Q}	g	{G}	h	{E, G}

(3) ベイズフィルタは観測情報とこれまでの行動履歴から自己位置を推定する手法であり、時刻 t の観測情報 o_t が時刻 t の位置情報 s_t にのみ依存するという を前提としている。ただし、ベイズフィルタではすべての位置に関する存在確率を常に保持する必要がある。これに対し、 はベイズフィルタの更新式に を適用し、各位置の存在確率を有限個のサンプル点群の分布から求める近似手法である。

【(3) の選択肢】

a	ベイズの定理	b	事後確率	c	正規性	d	モンテカルロ近似
e	線形性	f	部分観測マルコフ決定過程	g	ナイーブベイズフィルタ	h	粒子フィルタ

(4) ニューラルネットワークは特徴抽出器の部分が最適化されることが特徴の一つであり、そのため と呼ばれる。ニューラルネットワークは入力層、、出力層をもち、 では活性化関数を用いた非線形変換が行われる。勾配降下法と誤差逆伝搬法による学習を行うためには、活性化関数は であることが重要であり、シグモイド関数や ReLU 関数などが用いられることが多い。

【(4) の選択肢】

a	微分可能	b	End-to-End 学習	c	変換層	d	強化学習
e	畳み込み層	f	線形	g	中間層	h	教師あり学習

(5) 自然言語で書かれた文書を計算機で扱うために、文書に含まれる単語の情報表現を考える。文を意味のある最小単位に分割し、品詞の推定を行うことを という。さらに、対象の文書に含まれるすべての単語にインデックスを割り当て、 k 番目の単語を k 番目の次元だけが 1 で残りの次元が 0 のベクトルで表現したものは である。また、文書に含まれる単語の頻度情報を集計して、その文書の特徴量としたものは であり、トピック分析や情報推薦に用いられる。

【(5) の選択肢】

a	BERT	b	構文解析	c	n-gram モデル	d	分散表現
e	one-hot ベクトル	f	Bag-of-Words 表現	g	意味解析	h	形態素解析

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3ページあります。以下の問いにすべて答えよ。

問1. 以下の説明に最も適するものを次の【解答群】の中から一つ選び、解答欄に記号で答えよ。

- (1) 2次微分を利用したエッジ検出法
- (2) ぼけ画像の復元に利用されるフィルタ
- (3) 原図形の長さや角度は保たれないが、線分の直線性と平行性は保たれる幾何学変換
- (4) 画素値の分布を表すグラフ
- (5) コーナーを検出する手法
- (6) 高次元データのもつ情報をできるだけ損わずに低次元空間に圧縮する方法

【解答群】

- (a) フーリエ変換、(b) Gaussian フィルタ、(c) ラプラシアンフィルタ、(d) Wiener フィルタ、
- (e) ハフ変換、(f) アフィン変換、(g) Sobel フィルタ、(h) 擬似カラー変換、(i) Harris オペレータ、
- (j) ヒストグラム、(k) テンプレートマッチング、(l) 射影変換、(m) 主成分分析

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

※この問題は3ページあります。

問2. 画像 $f(x, y)$ において、座標 $(1,1)$ 、 $(1,2)$ 、 $(2,1)$ 、 $(2,2)$ での濃度値はそれぞれ $f(1,1) = 80$ 、 $f(1,2) = 160$ 、 $f(2,1) = 145$ 、 $f(2,2) = 90$ である。 $f(1.3, 1.6)$ 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よ。

問3. 平面上の図形を構成する点の座標 (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。

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

図形に対して時計回りに30度回転し、さらに x 方向に15、 y 方向に-8の平行移動を行ったとき、式(1)において $a \sim f$ の値を求めよ。

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

※この問題は3ページあります。

問4.

(1) 2枚の画像から図1と図2に示す正規化ヒストグラム p, q を求めた。2つの正規化ヒストグラムから、式①に示すヒストグラムインタセクションによる類似度 S を求めたとき、正しい値はどれか。

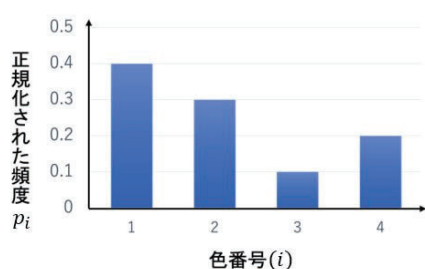


図1 正規化ヒストグラム p

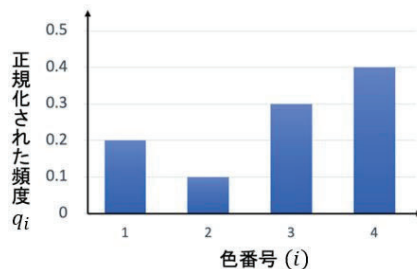


図2 正規化ヒストグラム q

$$S(p, q) = \sum_{i=1}^n \min(p_i, q_i) \quad \text{①}$$

【解答群】

(a) 0.0

(b) 0.4

(c) 0.5

(d) 0.6

(e) 0.8

(2) 図3を対象画像 $I(x, y)$ 、図4をテンプレート $T(x, y)$ として、SSD (Sum of Squared Difference) を用いたテンプレートマッチングを行う。SSD は式②の $R(x, y)$ のように定義され、対象画像の部分画像とテンプレートの相違度を表す。ただし、プレートマッチングの大きさは横 M (画素) \times 縦 N (画素) で、画像およびテンプレートは左上の画素位置を原点 $(0,0)$ とし、右方向を x 軸の正方向、下方向を y 軸正方向とする。また、図5に相違度 $R(x, y)$ の計算結果を示す。図5の中の A の値はどれか。

2	1	1	2	0
1	2	0	1	1
1	0	2	2	0
3	2	3	2	1
2	1	2	0	2

図3 対象画像

1	2
0	2

図4 テンプレート

3	9	1	7
5	5	6	9
13	A	10	10
9	3	12	2

図5 相違度

$$R(x, y) = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} (I(x+i, y+j) - T(i, j))^2 \quad \text{②}$$

【解答群】

(a) 0

(b) 1

(c) 2

(d) 6

(e) 9

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. 以下の幅優先探索のアルゴリズムにおける空欄（1）と（2）に適する語句を答えよ。

行1 初期状態をオープンリストに入れる。クローズドリストを空に初期化する。

行2 **while** (1) **do**

行3 オープンリストから先頭の要素 s を取り出す。クローズドリストに s を追加する。

行4 s が目標状態ならば、解は発見されたとして探索を終了。

行5 s から接続してまだいずれのリストにも追加していない状態をすべてオープンリストの (2) に追加する。

行6 **end while**

問2. 情報系の学部生が進学先決定のために、本研究科のホームページを閲覧するという事象を B とし、収集対象の情報に関する事象 A に互いに排反する以下の4つの要素が考えられるとする。

A_1 : 「国際的な取り組み」

A_2 : 「研究能力」

A_3 : 「カリキュラム」

A_4 : 「その他」

ここで、各 A_i の事前確率を、

$$P(A_1) = 0.25, P(A_2) = 0.10, P(A_3) = 0.45, P(A_4) = 0.20$$

とする。また、これまでのアクセス履歴などより、それぞれの情報を収集するために本研究科のホームページを閲覧する条件付き確率を、

$$P(B|A_1) = 0.35$$

$$P(B|A_2) = 0.10$$

$$P(B|A_3) = 0.10$$

$$P(B|A_4) = 0.30$$

とする。

(1) 全確率の定理を使って $P(B)$ を求めよ。

(最も相応しい答えを以下の①～④から選択せよ。)

- ① 0.20
- ② 0.30
- ③ 0.40
- ④ 0.50

(2) 続いて、ベイズの定理を使って事後確率 $P(A_3|B)$ を求めよ。

(最も相応しい答えを以下の①～④から選択せよ。)

- ① 0.03
- ② 0.06
- ③ 0.11
- ④ 0.22

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

※この問題は2ページあります。

問3. クラスタリングの代表的な手法の1つについて具体的に例をあげて処理の流れを説明せよ。

2023 年 2 月実施

2023 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。

共通科目①～③の中から2科目、専門科目（計算機科学、人間情報科学）から1科目を選択すること。
専門科目（計算機科学）を選択する場合は④～⑨の中から3問を解答すること。
専門科目（人間情報科学）を選択する場合は⑩・⑪から1問を解答すること。
志願するコースに関わらず専門科目はどちらでも選択できます。
人間情報科学を選択した場合、解答用紙は2枚余ります。

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	
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
	人間情報科学	⑩ 画像処理 ⑪ 人工知能

【解答時間】

9 : 30 ~ 11 : 30（120分）

※試験時間中の途中退室は認めません。

※気分が悪くなったり、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問につき解答用紙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、はずさないで下さい。
- (4) 無記名答案は無効です。また、問題冊子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. 以下の行列 A, B が与えられたとき、 $|A| = |B|$ を満たす a を求めよ。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 6 & 4 & 3 & 4 \\ 4 & 2 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 1 & 2 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} a & 4 & 3 & 5 \\ 3 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 2 & 2 & 3 \\ 6 & 3 & 2 & 4 \end{bmatrix}$$

問 2. 次のベクトルの組に対してグラム・シュミットの直交化を用いて正規直交基底を求めよ。

$$\left\{ \mathbf{v}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \mathbf{v}_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix}, \mathbf{v}_3 = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$$

問 3. 以下の行列 C, D が与えられたとき、 $(CD)^{75}$ を求めよ。

$$C = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & -\sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}, \quad D = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$$

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全て示すこと。

問 1. 2つの連続型確率変数 X と Y の同時確率密度関数 $f(x, y)$ が以下のように与えられるとき、正の定数 C_1, C_2, C_3 の値を定めよ。

さらに、 X と Y の周辺確率密度関数 $f(x)$ と $f(y)$ を求め、 X と Y は互いに独立であるか否かを調べよ。

$$(1) \quad f(x, y) = \begin{cases} C_1 e^{-x-y}, & (x \geq 0 \text{ かつ } y \geq 0) \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases} .$$

$$(2) \quad f(x, y) = C_2 e^{-|x|-|y|}.$$

$$(3) \quad f(x, y) = C_3 e^{-x^2-y^2} + C_3 e^{-(x-1)^2-(y-1)^2}.$$

問 2. 平均 μ 、精度（分散の逆数） β のパラメータを持つ正規分布 $P(x|\mu, \beta) = \sqrt{\frac{\beta}{2\pi}} e^{-\frac{\beta}{2}(x-\mu)^2}$ に従う母集団から、10個のサンプル $\{x_1, x_2, \dots, x_{10}\}$ が得られたとする。

(1) 対数尤度関数 $L(\mu, \beta)$ を求めよ。

(2) 対数尤度関数 $L(\mu, \beta)$ を最大にするパラメータ (μ, β) を求めよ。

(3) パラメータ β が、ガンマ分布 $P(\beta|b, \kappa) = \frac{\kappa^\kappa}{b^\kappa \Gamma(\kappa)} \beta^\kappa e^{-\kappa\beta/b}$ に従うとしたとき、 X の周辺分布 $P(x|\mu, b, \kappa) =$

$\int_0^\infty P(x|\mu, \beta) P(\beta|b, \kappa) d\beta$ が、 $P(x|\mu, b, \kappa) = \frac{\Gamma(\frac{\kappa+1}{2})}{\Gamma(\kappa)} \sqrt{\frac{b}{2\pi\kappa}} \left(1 + \frac{b}{2\kappa}(x-\mu)^2\right)^{-\kappa-\frac{1}{2}}$ となることを示せ。ただし、 $\Gamma(\kappa) = \int_0^\infty u^{\kappa-1} e^{-u} du$ はガンマ関数である。

(4) (3) で導出した X の周辺分布 $P(x|\mu, b, \kappa) = \frac{\Gamma(\frac{\kappa+1}{2})}{\Gamma(\kappa)} \sqrt{\frac{b}{2\pi\kappa}} \left(1 + \frac{b}{2\kappa}(x-\mu)^2\right)^{-\kappa-\frac{1}{2}}$ は、 $\kappa \rightarrow \infty$ のとき、どのような分布に近づくか。

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.

長さ n の配列に対するクイックソートの手順は次の通りである。

1. 指定された範囲の中から基準値（ピボット p ）を選ぶ。
2. 範囲を分割する。分割点を決定しながら要素を並び替え、ピボット p より小さい値を持つすべての要素が分割点の前に来るようにし、ピボット p 以上の値を持つすべての要素が分割点よりも後ろに来るようにする。
3. 分割点までの部分範囲とそれ以降の部分範囲の両方に、分割された部分の要素が1つになるまでクイックソートを再帰的に適用する。

以下の問いに答えよ。

- (1) クイックソートと同様に再帰を利用するソートアルゴリズムの名称を答えよ。
- (2) クイックソートの最大時間計算量に関して、以下の文章の空欄【 (a) 】～【 (d) 】に適切な言葉もしくは式を記述せよ。

クイックソートにとって最悪の場合は、【 (a) 】した結果、一方の組に $n - 1$ 個の要素が残り、もう一方の組が空になる場合である。これは、ピボット p として【 (b) 】または【 (c) 】の要素が選ばれた場合に起こる。このような状況が【 (a) 】を行うたびに発生したとすると、

$Q_n =$ 【 (d) 】

となる。ここで、 Q_n は、長さが n の配列全体をソートするための比較の回数である。

- (3) ソートすべき配列 x の $left$ と $right$ で指定された範囲

$\{ x[left], x[left+1], \dots, x[right-1], x[right] \}$

に対して、クイックソートを行う関数を以下のように定義する。

`quicksort(x, left, right)`

また、ピボットによって配列の範囲を2つの部分に分割し、ピボットが入る位置を返す関数を以下のように定義する。

`partition(x, left, right)`

このときクイックソートのアルゴリズムはこれらの関数を使って図1のように書ける。

これを参考にして、クイックソートより少ない計算量で、配列中で K 番目に小さい値を再帰的に求める以下の関数を書け。

`selectKth(x, left, right, K)`

ここで x は要素数 n の配列である。 K は、配列 x の添字の範囲内の値とし、配列の添字は1から始まるものとする。また、配列の要素の並びは変更してもよいものとし、この関数は以下のように呼び出すものとする。

`selectKth(x, 1, n, K)`

なお、この関数は `return` 文によって値を返すものとする。

```
quicksort(x, left, right) {
    if (left < right) {
        p ← partition(x, left, right);
        quicksort(x, left, p - 1);
        quicksort(x, p + 1, right);
    }
}
```

図1 クイックソートの疑似コード

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

※この問題は2ページあります。

問2.

データとして整数が格納された単方向連結リストを図2のように表すとする。このリストについて以下の設問に答えよ。

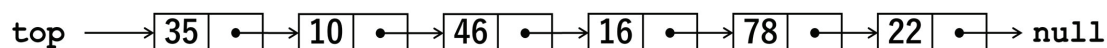


図2 単方向連結リストの図

- (1) 以下の表1は、図2のリストを表形式で表したものである。リストの先頭要素のアドレスを指す top の値が 1008 であるとき、表の空欄【 (a) 】～【 (f) 】に適切な数字を記述せよ。

表1 図2のリストを表形式で表したもの

アドレス (address)	データ (data)	次のアドレス (next)
【 (a) 】	10	1032
1008	【 (b) 】	1000
【 (c) 】	16	【 (d) 】
1024	78	【 (e) 】
1032	【 (f) 】	1016
1040	22	null

- (2) 図3は与えられたリストから最大値が格納された位置を返す関数 searchMax() の疑似コードである。最大値を格納した位置は変数 m に格納するものとする。また、データは top.data のように、指している要素に .data をつけることで参照できるものとし、次の要素は top.next のように、指している要素に .next をつけることで参照できるものとする。

図3に示す疑似コード中の (g) および (h) にあてはまる疑似コードを記述せよ。

```

searchMax (top) {
  x ← top ;
  m ← top ;
  while ( x != null ) {
    if ( (g) > x.data ) {
      m ← x ;
    }
    (h)
  }
  return (m) ;
}
  
```

図3 最大値を探索する疑似コード

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. キャッシュメモリの方式に関して、ダイレクトマッピング方式、フルアソシアティブ方式、セットアソシアティブ方式の3つの方式の違いを説明せよ。

問2. アドレス空間が 2^{32} バイト、キャッシュの容量が32Kバイト、キャッシュブロックのサイズが32バイトの時に、以下の3方式のキャッシュにおけるタグ、インデックス、オフセットのビット長を答えよ。導出過程も示せ。

- A) ダイレクトマッピング方式
- B) フルアソシアティブ方式
- C) 2ウェイ・セットアソシアティブ方式

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. プロセス・スレッドモデルにおける、プロセスとスレッドについてそれぞれ説明せよ。

問2. メモリ管理技法の多くは参照の局所性の概念に基づいているが、参照の局所性は時間的局所性と空間的局所性の二つに分けて考えることができる。それぞれどのような性質か説明せよ。

問3. 仮想記憶を採用したオペレーティングシステムではスラッシングが発生する場合がある。スラッシングとはどのような現象で、どのような状況で発生するのか説明せよ。

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

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。

問 1. ソフトウェアテスト工程における、以下の用語の意味を説明せよ。

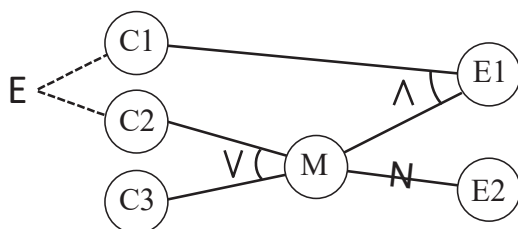
- (1) 単体テスト
- (2) 統合テスト(集積テスト)
- (3) 受け入れテスト(承認テスト)

問 2. オブジェクト指向プログラミングにおけるクラスとインスタンスの関係を説明せよ。

問 3. ソフトウェアシステムに対する適応保守の目的を説明せよ。

問 4. 以下に示す原因結果グラフに基づく決定表を考える。以下の問いに答えよ。

- (1) 決定表の列に現れるテストケース T の最小数
 - (2) テストケース T のうち、結果「E1」が真(true)になる場合を検査するテストケースの数
 - (3) テストケース T のうち、結果「E2」が真(true)になる場合を検査するテストケースの数
- 原因結果グラフにおいて、点線につながれている E は排他的制約を指す。



原因結果グラフ

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.

コンピュータネットワークに関する以下の説明文（1）～（6）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。同じ問題記号の囲みには同じ用語が入ると仮定せよ。

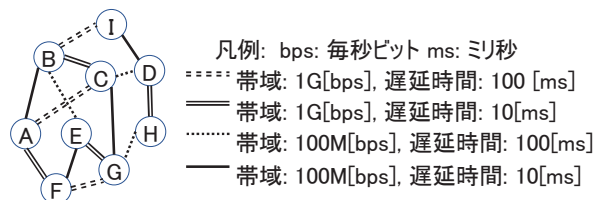
- (1) **ア** ① ITU ② IETF ③ IEEE ④ IrDA は、アメリカ合衆国に本部を持つ電気工学・電子工学技術の学会であって、通信・電子・情報工学とその関連分野に関する標準化活動を行っている組織の英語での略称である。
- (2) メディア制御方法である Slotted **イ** ① CDMA ② CSMA/CA ③ CSMA/CD ④ ALOHA は、Pure **イ** に分散型時間スロットを導入してスループットを改善したものである。Pure **イ** の理論上の最大スループットを3桁の精度で表すと約 **ウ** ① 7.90 ② 12.2 ③ 16.3 ④ 18.4 %なのに対し、Slotted **イ** の理論上の最大スループットを同じ精度で表すと約 36.8%である。
- (3) OSI 基本参照モデル(あるいは OSI 参照モデル)において、中間開放型システム(intermediate open system あるいは intermediate system)が提供する最上位の層は **エ** ① 物理 ② データリンク ③ ネットワーク ④ トランスポート 層である。IP (Internet Protocol) ネットワークにおいて中間開放型システムに相当する装置を IP **オ** ① スイッチングハブ ② ルータ ③ ブリッジ ④ リピータ と呼ぶ。
- (4) 小数点付き 10 進記法(dotted decimal notation) で 10.162.42.254 と示される IPv4 (Internet Protocol version 4)アドレスについて、このネットワークは 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 255.255.252.0 である場合、このネットワークでユニキャスト通信を行うための一意な IP アドレスの最大個数は **キ** ① 162 ② 1022 ③ 1624 ④ 2254 である。
- (5) IP ヘッダの先頭 4 ビットは IP のバージョン番号を示しており、二進数で **ク** ① 0001 ② 0100 ③ 0110 ④ 1001 とあれば IPv4 が用いられていることを示す。IPv4 ヘッダ、IPv6 (Internet Protocol version 6)固定ヘッダそれぞれの IP ヘッダのうち、チェックサムフィールドは **ケ** ① IPv4 のみ ② IPv6 のみ ③ IPv4 と IPv6 双方 ④ ①～③ にある。
- (6) 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

※この問題は2ページあります。

問2.

右図のようなネットワーク N を対象として、ノード A から各ノードへの最小コスト(最短距離)を求めることを考える。ただし図中の○内はノードの名前を示す記号であり、ノード間の線はリンクを表す。リンクの通信仕様は図中の凡例の通りである。ノードでのリンク間転送の遅延時間は無視してよい。



- (1) 遅延時間を最小にするための正のノード間リンクコストを距離として定義し、 N での同コストをすべて示せ。
- (2) ・ダイクストラのアルゴリズム(あるいはダイクストラ法)を一手順ずつ説明しながら上述(1)のコストをもつ N に適用せよ。途中経過や説明文章などアルゴリズムの説明に必要な事柄を省略してはならない。なお、 A からのコストが同一となる複数ノードの最短経路を一手順で求めてもよい(アルゴリズムに反しない限り、一手順で求める最短経路を一ノードに制限する必要はない)。
 - ・ A からの遅延時間が最大となるノードとその遅延時間を示せ。
- (3) 上述(1)(2)と同様に、
 - ・ダイクストラのアルゴリズムを一手順ずつ説明しながら、 N 上で A からの通信帯域が最大になるような各ノードへの単一経路とその経路の通信容量、遅延時間を各々求めよ。なお、同一通信帯域のリンクが複数ある場合には遅延が少ないリンクを選択せよ。
 - ・ A からの遅延時間が最大となるノードへの経路とその遅延時間を示せ。経路が複数あれば全部示せ。

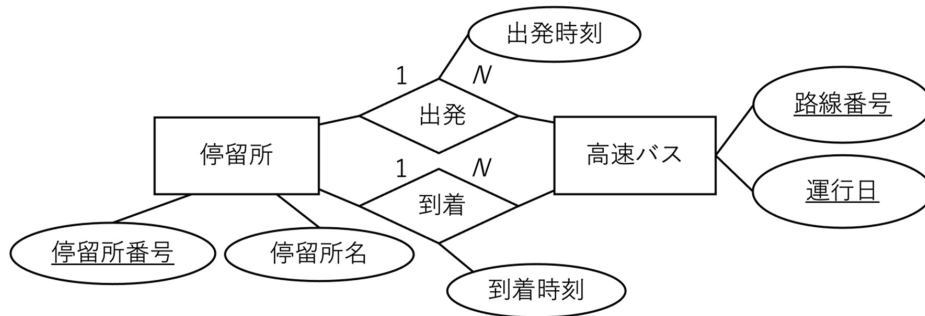
立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

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. データベースに関する以下の説明文（1）～（3）について、 ～ に最も適した語句を、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。さらに、 と は適切な数値で答えよ。ただし、選択肢には無関係のものも含まれており、アルファベットも一部を省い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）高速バスのスケジュール管理用のデータベースを設計する際、概念スキーマとして要件定義から作成する以下の図を と呼ぶ。 は、 を表す四角形と、 を表すひし形で情報の構造を記述する。また、 と には、その性質を記述するための楕円形の を記述することができる。



- （2）上記の から表を作成すると、以下①～⑨のうち①と の表が作成される。ただし、高速バスの各路線は運行日によって出発時刻、到着時刻が変わることがあるとする。

- ① 停留所（停留所番号, バス停名）
- ② 高速バス（路線番号, 運行日）
- ③ 高速バス（路線番号, 運行日, 出発停留所番号, 到着停留所番号）
- ④ 高速バス（路線番号, 運行日, 出発停留所名, 到着停留所名）
- ⑤ 高速バス（路線番号, 運行日, 出発停留所番号, 出発時刻, 到着停留所番号, 到着時刻）
- ⑥ スケジュール（出発時刻, 到着時刻）
- ⑦ スケジュール（運行日, 出発時刻, 到着時刻）
- ⑧ スケジュール（路線番号, 出発時刻, 到着時刻）
- ⑨ スケジュール（出発停留所番号, 到着停留所番号, 出発時刻, 到着時刻）

この表は、 に 関数従属していない属性があるので、第二正規形ではない。この表を第二正規形に正規化すると、

停留所（停留所番号, 停留所名）

高速バス 1（路線番号, ）

スケジュール 1（ , 出発時刻, 到着時刻）

となる。この関係から、2023年4月1日の午前中に出発するバス路線の総数を得るSQL文は以下の通りである。

```
SELECT 
FROM スケジュール 1
WHERE 出発時刻  '2023-04-01 00:00:00' AND '2023-04-01 12:00:00');
```

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

※この問題は2ページあります。

- (3) 情報検索の評価尺度として、検索結果がどの程度正解文書を含んでいるかを表す と、正解文書のどの程度が検索結果に含まれるのかを表す がよく用いられる。たとえば、100 件の商品が登録されているオンラインショップで、ある商品を検索したところ、30 件の結果が返り、そのうち 15 件がクエリに合致し、検索結果に含まれなかった商品のうち 10 件がクエリに合致していることがわかった。 は 、 は である。

【選択肢】

a	実体型	b	適合率	c	CODASYL モデル	d	外部キー
e	LIKE	f	完全	g	候補キー	h	正確性
j	部分	k	再現率	l	セットタイプ	m	属性
n	超キー	o	バックマン線図	p	BETWEEN	q	弱実体型
r	TOTAL(*)	s	推移的	t	レコードタイプ	u	感度
v	関連型	w	COUNT(*)	x	実体関連図	y	路線番号
z	運行日	A	路線番号, 運行日	B	出発停留所名, 到着停留所名	D	出発停留所番号, 到着停留所番号
E	②と⑨	G	③と⑨	H	③と⑧	J	③と⑦
L	③と⑥	M	④と⑦	Q	④と⑧	R	⑤

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が入ると仮定せよ。

(1) 与えられた問題全体を複数の部分問題に分解し、各部分問題に対する解をメモ化しながら問題全体の解を求めていく手法を ア と呼ぶ。図1のグラフ G_1 はノードが時刻 t の各状態 A_t, B_t, C_t を示しており、辺に添えられた数字はその状態遷移をした時に得られる評価値(利得)を表している。このグラフ G_1 において、ノード S から G までの経路のうち、たどる辺の評価値の和が最大となる経路を ア によって求める。このとき、ノード B_2 にメモ化される評価値は イ となり、最終的に得られる経路に含まれる辺の評価値の総和は ウ となる。

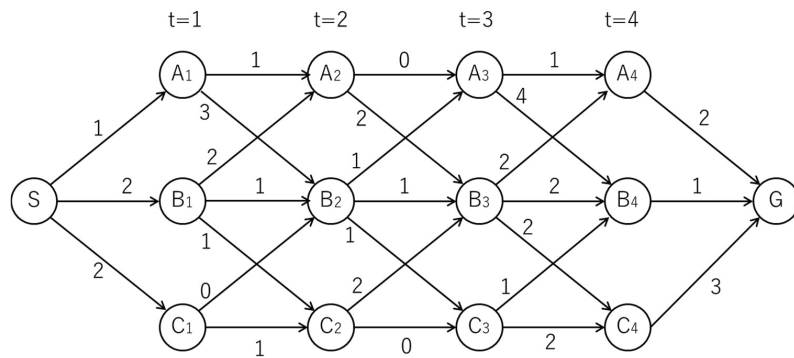


図1: グラフ G_1

【(1)の選択肢】

a	3	b	4	c	8	d	10
e	11	f	A*アルゴリズム	g	動的計画法	h	ミニマックス法

(2) ある製品 X は二つの工場で生産されており、総出荷量のうち80%がA工場で、20%がB工場で生産されている。ただし、工場Aの製品には2%の割合で、工場Bの製品には3%の割合で不良品が含まれる。なお、不良品でない製品は必ず良品であるとする。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、選択肢では小数点以下三桁までを示している。

- ある製品 X が良品であり、かつ工場Bで生産されたものである確率は エ である。
- ある製品 X が不良品である確率は オ である。
- ある製品 X が不良品であるときに、それが工場Aで生産されたものである確率は カ である。

【(2)の選択肢】

a	0.006	b	0.016	c	0.022	d	0.050
e	0.194	f	0.273	g	0.727	h	0.970

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

※この問題は2ページあります。

(3) 表1の利得行列で表現される標準型ゲームを考える。利得行列において各セルの左側がPlayer Aの、右側がPlayer Bの利得を表す。各Playerが合理的に行動するとする。Playerの行動の組が互いに相手の行動に対する最適な反応となっているとき、 と呼ぶ。表1のゲームでは、Player AとPlayer Bの行動がそれぞれ のときが である。また、相手の行動に関わらず利得が最も高い行動を各Playerがとっているとき、 と呼ぶ。

表1：利得行列

		Player B	
		b1	b2
Player A	a1	(-2, 3)	(3, 4)
	a2	(-1, 1)	(4, 0)

【(3)の選択肢】

a	支配戦略均衡	b	合理的均衡	c	ミニマックス均衡	d	ナッシュ均衡
e	a1, b1	f	a1, b2	g	a2, b1	h	a2, b2

(4) 機械学習の手法のうち、訓練データに対して正解の出力である教師信号が与えられ、入力と出力の関係を学習する手法を と呼ぶ。 が扱う問題のうち、入力データを表すベクトルに対し実数値の値を返す連続的な関数関係を学習する問題を と呼ぶ。また、学習した学習器の汎化性能評価のための手法に があり、例えば、データセットをK個に分割し、そのうちK-1個を訓練データ、のこり1個をテストデータとして評価することを、K個のすべてが1回ずつテストデータとなるようにK回繰り返し、得られたK回の評価値を平均して全体の評価値とする手法がある。

【(4)の選択肢】

a	分類問題	b	回帰問題	c	クラスタリング	d	強化学習
e	転移学習	f	交差検証	g	one-hot ベクトル	h	教師あり学習

(5) 論理式を節形式に変換することを考える。含意記号を除去する場合、 $P \rightarrow Q$ は に置き換えられる。また、 $\neg(P \wedge Q)$ にド・モルガンの法則を適用すると に、 $P \vee (Q \wedge R)$ に分配律を適用すると となる。

【(5)の選択肢】

a	$P \equiv Q$	b	$\neg P \vee Q$	c	$\neg P \vee \neg Q$	d	$\neg P \wedge \neg Q$
e	$P \wedge \neg Q$	f	$(P \wedge Q) \vee (P \wedge R)$	g	$(P \vee Q) \wedge (P \vee R)$	h	$P \vee Q \wedge R$

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.

100	105	100
95	75	50
45	50	55

は 3×3 の画像であり、右方向が横軸の正方向で下方向が縦軸の正方向である。

真ん中の画素（座標 $(0, 0)$ とする）に対して、

(1) 横方向の1次微分を求めよ。縦方向の1次微分を求めよ。

$$\text{ただし、} I_x(0, 0) = (I(1, 0) - I(-1, 0)) / 2 \quad I_y(0, 0) = (I(0, 1) - I(0, -1)) / 2$$

(2) 横方向の2次微分を求めよ。ただし、横方向の2次微分は次のように定義される。

$$I_{xx}(0, 0) = I(1, 0) - 2I(0, 0) + I(-1, 0)$$

(3) 縦方向の2次微分を求めよ。縦方向の2次微分も上記と同様に定義されている。

(4) 横方向の1次微分に対して縦方向で再度1次微分する結果を I_{xy} と書く。 $I_{xy}(0, 0)$ を求めよ。

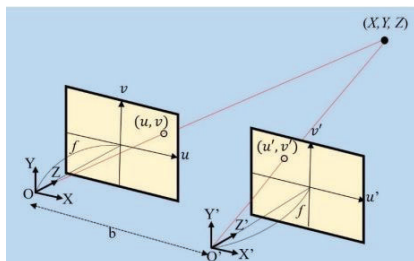
$$\text{ただし、} I_{xy}(0, 0) \text{ は次のように定義される。} I_{xy}(0, 0) = (I(1, 1) - I(-1, 1) - I(1, -1) + I(-1, -1)) / 4$$

問2.

数式 $G(x, y) = A \cdot \exp(-(x^2 + y^2) / 2)$ に従って8ビットの整数の2次元ガウスフィルタを作る際に、 A は幾らとすべきか。そして、このフィルタは B 画素 $\times B$ 画素の正方形としたときに、 B は何画素とすべきか。ただし、 $\exp(-1/2) \doteq 0.6$, $\exp(-2) \doteq 0.135$, $\exp(-4.5) \doteq 0.0111$, $\exp(-8) \doteq 0.0003$ 。

問3.

図のようなカメラ間隔が b の平行ステレオにおいて、左画像の点 (u, v) と右画像の (u', v') が対応しているとする。この対応点座標から3次元座標 (X, Y, Z) を求めよ。ただし、画像座標の u 軸と u' 軸は、同一直線上にあってワールド座標の X 軸と平行、画像軸の v 軸と v' 軸はワールド座標の Y 軸と平行、 (u, v) 座標の原点はワールド座標の Z 軸上にあり、2台のカメラの内部パラメータは同一とする。焦点距離 f も画素単位で既知であるとする。



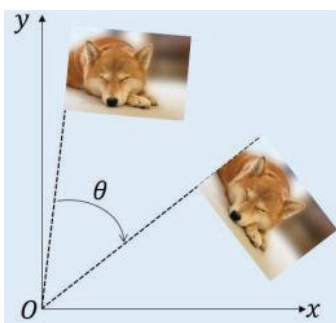
立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

※この問題は2ページあります。

問4.

図のように画像を30度時計回りに回転したあと、x方向で10、y方向で20平行移動した後の座標を

$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$ で表すときに、a, b, c, d, e, fの各パラメータを求めよ。



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

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) 「xyzxyz」と「xyxzyz」という2つの文字列を考える。この2つの文字列の編集距離を動的計画法を用いて求めよ。動的計画法を行うためにメモ化した値（各部分文字列間の編集距離）は行列の形ですべて示すこと。

(2) 命題論理における証明問題を考える。「 $P \wedge Q$ 」「 $P \rightarrow R$ 」「 $Q \rightarrow S$ 」という知識を持っていた際に、「 $R \vee S$ 」という結論が得られることを、導出原理と反駁による証明を用いて示せ。なお、必ず導出グラフを示すこと。

(3) 以下の問い答えよ。

(3-1) 機械学習において確率の取り扱いは重要である。「周辺化」と「乗法定理」とは何かを数式を示した上で、文章で説明せよ。

(3-2) 自然言語処理における文脈解析 (context analysis) とは何か。例文を示した上で説明せよ。

(3-3) ニューラルネットワークにおける活性化関数とは何か。数式と文章で説明せよ。

(3-4) 多くの強化学習はマルコフ決定過程に基づいて定式化される。マルコフ決定過程とは何か。その確率的グラフィカルモデルを記述した上で、数式と文章で説明せよ。