

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。

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

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

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

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。

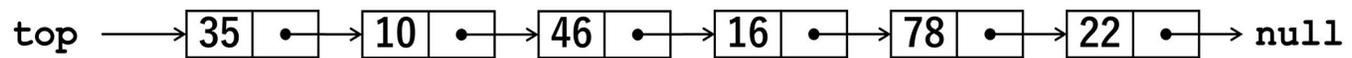


図2 単方向連結リストの図

- (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。

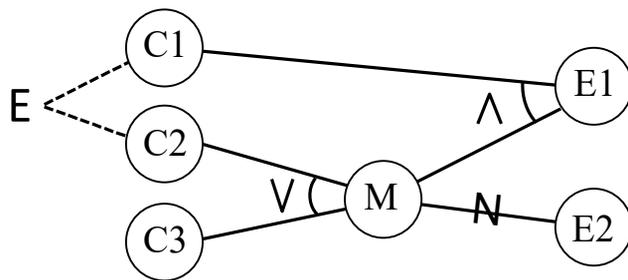
- (1) 単体テスト
- (2) 統合テスト(集積テスト)
- (3) 受け入れテスト(承認テスト)

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 ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿ がある。
- (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。

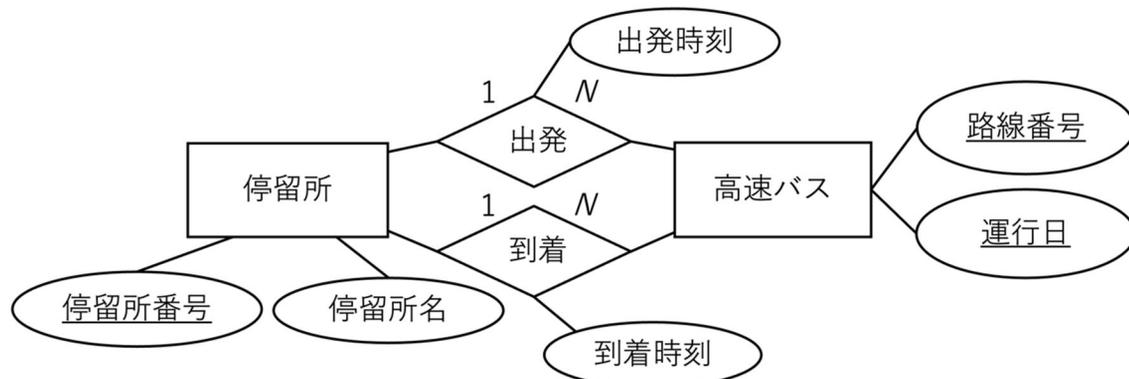
立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

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、**ア**～**ス**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、**セ**と**ソ**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**ア**と呼ぶ。**ア**は、**イ**を表す四角形と、**ウ**を表すひし形で情報の構造を記述する。また、**イ**と**ウ**には、その性質を記述するための楕円形の**エ**を記述することができる。



- (2) 上記の**ア**から表を作成すると、以下①～⑨のうち①と**オ**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、**カ**に**キ**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**，**ク**）

スケジュール 1（**ケ**，**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 **コ**

FROM スケジュール 1

WHERE 出発時刻 **サ** '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。

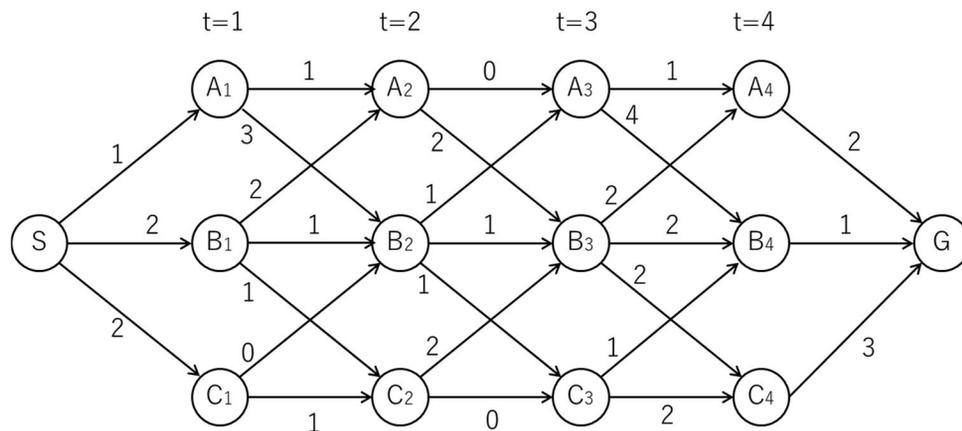


図 1：グラフ G_1

【(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、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。

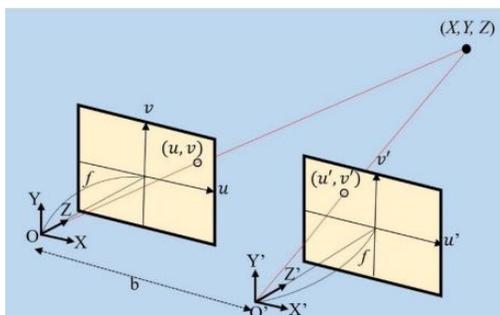
$$\text{ただし、 } I_{xy}(0, 0) \text{ は次のように定義される。 } I_{xy}(0, 0) = (I(1, 1) - I(-1, 1) - I(1, -1) + I(-1, -1)) / 4$$

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。



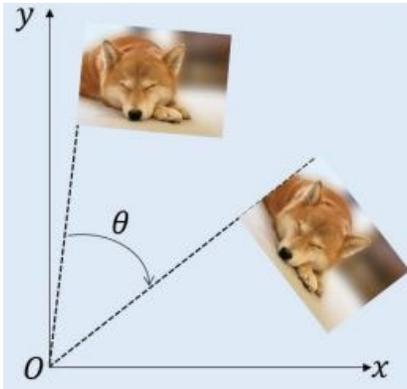
立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

※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。