

2022 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. $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 1 \\ -2 & 3 & 4 \\ -5 & 5 & 6 \end{bmatrix}$ とする。次の設問に答えよ。

(1) A の逆行列を求めよ。

(2) (1) の結果を用いて次の連立方程式の解を求めよ。

$$\begin{cases} 4x + 2z = 8 \\ -4x + 6y + 8z = 6 \\ -10x + 10y + 12z = 4 \end{cases}$$

問 2. $A = \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$ とする。次の設問に答えよ。

(1) A の固有値と固有ベクトルを求めよ。

(2) A を対角化せよ。

(3) A^{50} 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。導出過程も示すこと。

問1. 2つの連続型確率変数 X, Y の同時確率密度関数が以下の $f(x, y)$ で与えられるとき、正の定数 k の値を定めよ。さらに、 X と Y それぞれの周辺確率密度関数を求め、 X と Y は互いに独立であるか否かを調べよ。

$$(1) f(x, y) = \begin{cases} k, & (0 < x < 1, 0 < y < 1), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$$

$$(2) f(x, y) = \begin{cases} k \cdot (1-x)(1-y), & (0 < x < 1, 0 < y < 1), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$$

$$(3) f(x, y) = \begin{cases} k, & (x > 0, y > 0, x + y \leq 1), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$$

$$(4) f(x, y) = \begin{cases} k \cdot (1-x-y), & (x > 0, y > 0, x + y \leq 1), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$$

$$(5) f(x, y) = \begin{cases} k \cdot \exp(-x-y), & (x > 0, y > 0), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$$

問2. 2つの離散型確率変数 X, Y の同時確率分布 $P(X, Y)$, ($X, Y = 1, 2, 3$)が下の表で与えられているとき、以下の問いに答えよ。

$\begin{smallmatrix} Y \\ \backslash X \end{smallmatrix}$	1	2	3	計
1	1/12	1/6	1/12	1/3
2	1/6	0	1/6	1/3
3	1/12	1/6	1/12	1/3
計	1/3	1/3	1/3	1

- (1) 期待値 $E[X]$, $E[Y]$, $E[XY]$ を求め、 $E[XY] = E[X] \cdot E[Y]$ であることを示せ。
- (2) X と Y は互いに独立であるか否かを調べよ。
- (3) 分散 $V[X]$, $V[Y]$, $V[X + Y]$ を求め、 $V[X + Y] = V[X] + V[Y]$ であることを示せ。
- (4) 一般に2つの確率変数 X, Y に対して「 X と Y が互いに独立ならば $E[XY] = E[X] \cdot E[Y]$ である」は正しいか。また、その逆、「 $E[XY] = E[X] \cdot E[Y]$ ならば X と Y は互いに独立である」は正しいか。それぞれ、命題が正しい場合には証明し、正しくない場合には反例を挙げよ。
- (5) 同じく一般に「 $E[XY] = E[X] \cdot E[Y]$ ならば $V[X + Y] = V[X] + V[Y]$ 」は正しいか。命題が正しい場合には証明し、正しくない場合には反例を挙げよ。

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 に示す迷路に対して探索を行うとき、以下の問いに答えよ。

1	5	9	13
2	6	10	14
3	7	11	15
4	8	12	16

図 1:探索する迷路

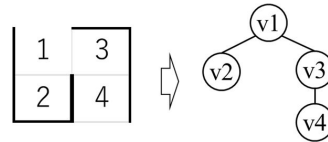


図 2:グラフ構造の例

- (1) 図 2 を参考にして、図 1 をグラフ構造で示せ。なお、始点は v1 とする。
- (2) 幅優先探索を用いて全ての v を探索するとき、最後に探索される v を答えよ。なお、探索候補の v が複数ある場合は、番号の小さい v を優先して探索するものとする。
- (3) 図 3 に示す Queue を用いた幅優先探索を行うとき、v10 は何回目の dequeue で取り出されるか答えよ。

```
・ 空の Queue に v1 を enqueue
while (Queue が空でない間)
  ・ Queue から dequeue
  ・ dequeue した v に対して、探索済みでない隣接点 v を番号が小さい順に enqueue
```

図 3:Queue を用いた幅優先探索アルゴリズム

- (4) 深さ優先探索を用いて全ての v を探索するとき、最後に探索される v を答えよ。なお、探索候補の v が複数ある場合は、番号の小さい v を優先して探索するものとする。
- (5) 図 4 に示す Stack を用いた深さ優先探索を行うとき、v16 を pop した直後の Stack の中身を図示せよ。

```
・ 空のスタックに v1 を push
while (スタックが空でない間)
  ・ Stack から pop
  ・ pop した v に対して、探索済みでない隣接点 v を番号が大きい順に push
```

図 4:Stack を用いた深さ優先探索アルゴリズム

問 2. クイックソートとは、ピボットと呼ぶ要素を基準に分割を繰り返してソートを行うアルゴリズムである。数列 $S = \{5, 3, 7, 1, 6, 4, 2\}$ に対して昇順のクイックソートを行うとき、以下の問いに答えよ。なお、ピボット選択は数列の先頭要素とし、ピボット選択は数列の要素数が 2 個以上のときに行われるものとする。

- (1) 数列 S がクイックソートで昇順にソートされていく過程を図と文章で示せ。
- (2) ピボット選択の合計回数が最大になるときの数列 S の並び順をどれかひとつ示せ。また、その理由を説明せよ。
- (3) ピボット選択の合計回数が最小になるときの数列 S の並び順をどれかひとつ示せ。また、その理由を説明せよ。

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

以下の問いに答えよ。

問．現在用いられている一般的な計算機のメモリシステムの構成について、関連する技術に触れつつ総括せよ。そのとき、以下の各用語の意味を正しく用いながら、すべての用語を網羅し解答文中で使用する。また解答記述は、解答用紙の表面のみで完結させること。

[使用する用語]

HDD、RAM、ROM、SSD、アクセス速度、外部記憶装置、記憶階層、揮発性、キャッシュ、磁気、主記憶装置、テープ、ディスク、電気、二次記憶装置、半導体、不揮発性、補助記憶装置、容量、レジスタ

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. OS のコードが実行される機会は大別すると 3 つのケースがある。それぞれのケースについて、(a) 名称、(b) どのようなタイミングで発生するか、(c) 具体的な事例を、以下のような形式で解答用紙に記入せよ。

ケース (1)

(a) 名称：

(b) どのようなタイミングで発生するか：

(c) 具体的な事例：

ケース (2)

(a) 名称：

(b) どのようなタイミングで発生するか：

(c) 具体的な事例：

ケース (3)

(a) 名称：

(b) どのようなタイミングで発生するか：

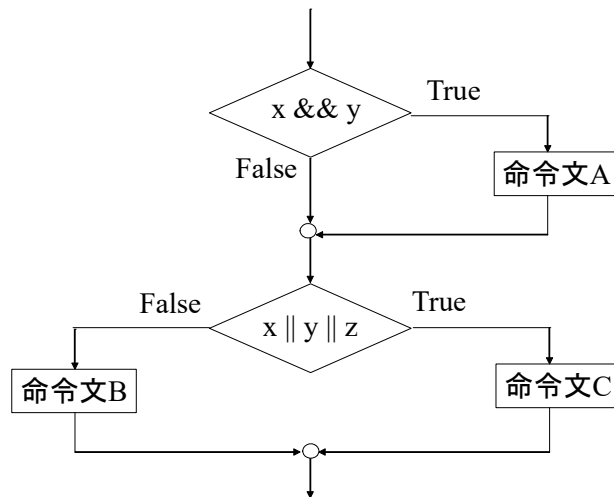
(c) 具体的な事例：

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

問. 以下の問いにすべて答えよ。

- (1) 以下のフローチャートにおいて、 x, y, z はブール変数、 $\&\&$ は論理積、 $\|\|$ は論理和を表す。
判定条件/条件網羅基準（分岐網羅かつ条件網羅）を満たす最少のテストデータの組を示せ。



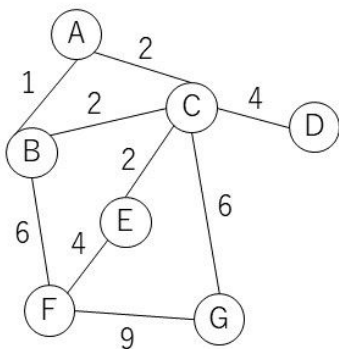
- (2) ソフトウェア開発管理における FP(ファンクションポイント)法の利点を 2 点説明せよ。
- (3) 構造化設計における STS 分割について説明せよ。
- (4) オブジェクト指向における汎化—特化(is-a 関係)について説明せよ。
- (5) ソフトウェア保守について説明せよ。

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. ダイクストラ法を用いて、下図のネットワークのノードA からすべてのノードへパケットをルーチングするための最短経路を求める。下図においてリンク横の数字は、そのリンクの距離を示している。以下の表を完成させ、アルゴリズムの各ステップを示せ。表の第2列目には最短距離が確定したノードの集合Sおよび（目的ノード，次ノード，距離）を書け。ここで、目的ノードは新たに最短距離が確定したノード、次ノードはノードAから目的ノードに到達するため次ホップノード、距離はノードAから目的ノードまでの最短距離を表している。なお、答えは解答用紙に記入せよ。



Step	S, (Destination node, next node, distance)
1	S={A}, (A, A, 0)
2	S={A, B}, (B, B, 1)
3	
4	
5	
6	
7	

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）の囲み部分ア～コについて、適した解答を選択肢①～④より選び、それぞれ解答記号で答えよ。適切な選択肢が見当たらない場合には、適した用語を記入してもよい。同じ問題記号の囲みには同じ用語が入ると仮定せよ。

（1） インターネットの各種技術の標準化を進めている任意団体 IETF が発行する技術仕様書は

ア ①ITU ②RFC ③ISO ④IEEEである。

（2） あるホストAから、同一ネットワーク内の別ホストBへデータを送信することを考える。AからBへの送信データはイ ①物理層 ②データリンク層 ③ネットワーク層 ④トランスポート層の機能によってフレーム化され、伝送誤りを検出するためのビット列が付加される。BのイのアドレスをAで得るために

ウ ①ARP ②ICMP ③DNS ④HTTPが用いられる。

（3） 搬送波（キャリア）のパラメータの中で、デジタル変調における情報となる0と1に応じて、位相を変化させる変調方式は、エ ①ASK ②PSK ③FSK ④QAMである。

（4） OSI 参照モデルのデータリンク層でネットワークを延長する機器であり、1つのLANに流れてきたフレームを正しく受信できたとき、その宛先MACアドレスがもう一方のLANに含まれている可能性があるとき、フレームを転送するものは

オ ①ブリッジ ②リピータ ③ルータ ④ゲートウェイである。

（5） DNSでホストに対応するIPv4アドレスを保持するのはカ ①A ②AAAA ③PTR ④CNAMEレコードである。また、ゾーン自身や下位ドメインに関するDNSサーバのホスト名を指定するレコードは

キ ①MX ②NS ③SOA ④TXTレコードである。

（6） IP層でのエラーによりIPデータグラムが消失したとき、再送が行われるのは、ク ①TCPだけ ②UDPだけ ③TCPとUDP両方 ④どちらも行わないである。

（7） 192.168.0.0/22というネットワークのブロードキャストアドレスは

ケ ①192.168.0.1 ②192.168.0.255 ③192.168.3.254 ④192.168.3.255である。

（8） RFC2205で規定されている、ネットワーク資源の予約を行い、ノード間のマルチメディア情報などのリアルタイム通信を実現するためのトランスポートプロトコルはコ ①RTP ②RTCP ③RSVP ④SCTP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

問. 以下の問いにすべて答えよ。

- (1) 関係データベースにおける正規化について述べた以下の説明文に対して、【】内に入れるべき適切な語句を選択肢の中から選び、記号で答えよ（同じ番号の括弧内には同じ語句が入るが、異なる番号の括弧内に同じ語句が入る場合もある）。

正規化は、ある属性集合 X の値を決めると、属性 A の値が一つに決まるという【①】に基づいて行われる。
例えば、

学生（学生番号，学生名，コース名，コース長名）

という関係を考えて、【②】を決めると学生名が一つに決まり、コース名を決めると【③】が一つに決まるという【①】が存在する。この場合、この関係は【④】正規形までの条件を満たす。また、この関係をさらに上位の正規形に分解すると、

関係 1（学生番号，学生名，【⑤】）

関係 2（【⑥】，【⑦】）

となる。

【選択肢】

a	関数単一性	b	関数一貫性	c	関数従属性	d	関数原子性
e	学生番号	f	学生名	g	コース名	h	コース長名
j	第一	k	第二	m	第三	n	ボイスコード

- (2) 以下の 3 つの関係を考える。

学生（学生番号，学生名）

科目（科目番号，科目名）

履修（学生番号，科目番号，得点）

学生名が "立命太郎" である学生が履修した科目の平均点を得る SQL 文を構成するとき、【】内に入れるべき適切なものを選択肢の中から選び、記号で答えよ（同じ番号の括弧内には同じものが入る）。

SELECT AVG (【⑧】) FROM 【⑨】 WHERE 【⑩】 IN (SELECT 【⑩】 FROM 【⑪】 WHERE 【⑫】 = "立命太郎")

【選択肢】

p	学生	q	学生番号	r	学生名	s	科目
t	科目番号	u	科目名	w	履修	x	得点

- (3) B 木はデータベースの索引構造として使用されているデータ構造である。以下の文の【】内に入れるべき適切な値を答えよ。

図 1 の B 木に値 16 を挿入すると、図 2 の B 木の a は【⑬】、c は【⑭】、g は【⑮】となる。

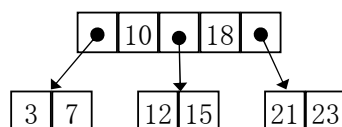


図1: B木

16を挿入

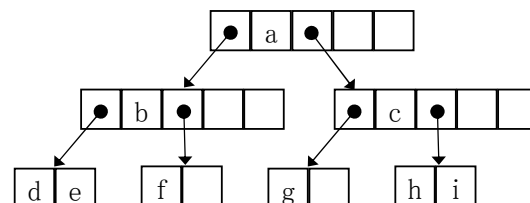


図2: 16を挿入した後のB木

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

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） 定数記号、変数記号、関数記号、述語記号、、そして5つの論理結合子で構成されるものが一階述語論理である。には、 である $\forall$ や である $\exists$ がある。
- （2） 意味ネットワークは知識を概念とそれらを結ぶ関係で記述する知識表現手法である。部分-全体関係を表す関係は継承を持たないが、上位-下位の関係を表現する関係は継承を持つ。
- （3） 意思決定主体が複数いるゲームでは、どのプレイヤーも行動を変えるよう誘因が働かない均衡という概念がある。複数のプレイヤーが相手の行動によらずに、自分の得られる利得が常になる行動をとることで生じる均衡を、一方、相手の行動を考慮して自分の得られる利得が高くなる行動をとることで生じる均衡をという。プレイヤーが2人の場合に、各プレイヤーの行動の組み合わせで、各プレイヤーが得られる利得を書いた行列をという。以下の①から④のうちに至るのは、である。

	B: 行動1	B: 行動2
A: 行動1	5, 3	3, 5
A: 行動2	3, 5	5, 3

①

	B: 行動1	B: 行動2
A: 行動1	2, 3	7, 1
A: 行動2	5, 0	0, 2

②

	B: 行動1	B: 行動2
A: 行動1	4, 4	8, 1
A: 行動2	1, 8	1, 1

③

	B: 行動1	B: 行動2
A: 行動1	3, 2	8, 1
A: 行動2	5, 4	0, 2

④

- （4） 2人のプレイヤーが交互に意思決定を行うゲームでは、ゲーム木を用いてプレイヤーは戦略を決定する。先手が、後手が自分の利得を低くしようとするを前提に、自分の利得を高くする行動をとる戦略をと呼ぶ。このときゲーム木の不必要な探索を避けるために、先手の行動を枝刈りすることを、後手の行動を枝刈りすることをと呼ぶ。図1のゲーム木でされる箇所はである。なお、葉ノードの下の数値は先手が得る利得を表している。

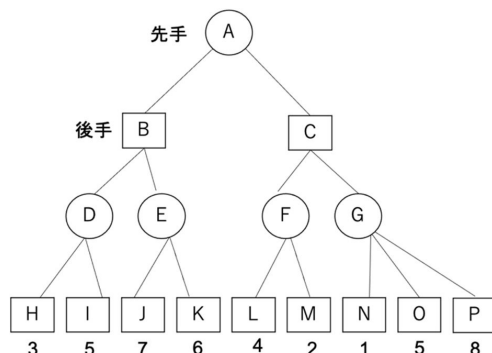


図1：ゲーム木

- （5） 機械学習は、フィードバックの与え方に応じて、教師あり学習、教師なし学習、の3つに分類される。は、に基づいてモデル化される場合が多くあり、将来に得られる報酬の期待値を最大化する方策を得る学習アルゴリズムである。

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	支配戦略均衡	b	量子記号	c	予測評価値	d	ダイクストラ法
e	パス枝刈り	f	is-a	g	β カット	h	ニューロン
j	隣接行列	k	強化学習	l	union-of	m	has-a
n	限量子	o	マルコフ決定過程	p	転移学習	q	報酬
r	前向き枝刈り	s	ナッシュ均衡	t	全称	u	α カット
v	動的計画法	w	利得行列	x	完全均衡	y	存在
z	do	A	ミニマックス法	B	深層学習	D	演算記号
E	①	G	②	H	③	J	④
L	B-D	M	B-E	Q	C-F	R	C-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4ページあります。以下の問いにすべて答えよ。

問1. 以下（1）と（2）の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- （1）ジャガイモ、トマトを撮影した複数の画像を学習パターンとして用意し、赤みの度合いと円形度という2つの特徴をもとに、特徴空間にプロットしたところ、図1に示す分布が得られた。この学習結果を利用して、ユークリッド距離を用いた最近傍法により未知の画像を識別する。その場合、ジャガイモとトマトのクラスの決定境界として、適するものはどれか。

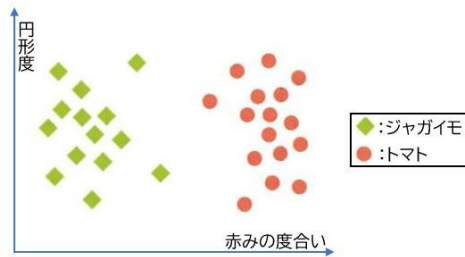
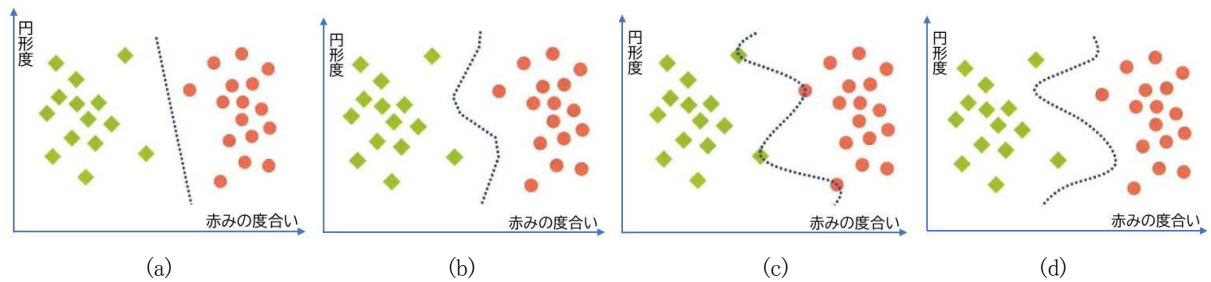


図1

【解答群】



- （2）上記図1の学習結果を利用して、ユークリッド距離を用いた k 近傍法（ $k = 3$ ）により未知の画像を識別する場合を考える。図2のA, B, Cで示された3つの入力画像が与えられたとき、それらが識別されるクラスとして、適するものはどれか。

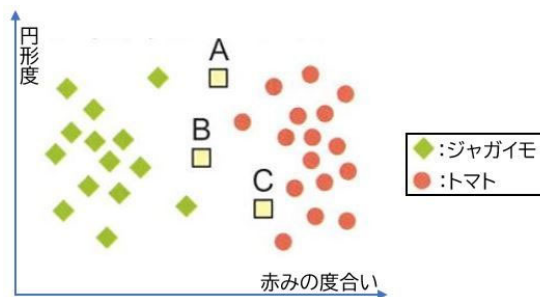


図2

【解答群】

	A	B	C
(a)	トマト	トマト	トマト
(b)	トマト	トマト	ジャガイモ
(c)	トマト	ジャガイモ	トマト
(d)	ジャガイモ	ジャガイモ	ジャガイモ
(e)	ジャガイモ	ジャガイモ	トマト

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4ページあります。

問2. 以下（1）と（2）の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

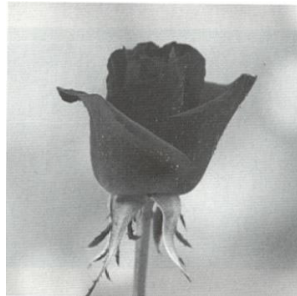
（1）劣化前の原画像を $f(x, y)$ 、劣化画像を $g(x, y)$ とする。カメラのぶれやピントのぼけによって画像の劣化する過程は、点拡がり関数 $h(x, y)$ を用いて式①で表すことができる。ただし、 x, y は画像座標を表す。 $g(x, y)$ の2次元フーリエ変換 $G(u, v)$ はどのように表されるか。なお、 $F(u, v), H(u, v)$ は、それぞれ $f(x, y), h(x, y)$ の2次元フーリエ変換であり、 $*$ は畳み込み積分を表す。

$$g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x - \xi, y - \eta) h(\xi, \eta) d\xi d\eta \cdots \cdots \cdots \text{①}$$

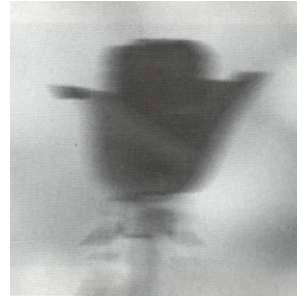
【解答群】

- (a) $G(u, v) = F(u, v)H(u, v)$
- (b) $G(u, v) = F(u, v) * H(u, v)$
- (c) $G(u, v) = \frac{H(u, v)}{F(u, v)}$
- (d) $G(u, v) = \frac{F(u, v)}{H(u, v)}$

（2）上記式①における $f(x, y)$ が図3 (a)、 $g(x, y)$ が図3 (b)であるとき、 $h(x, y)$ はどれか。ただし、 $h(x, y)$ は係数の総和が1になるように正規化されるものとし、座標原点は画像の中心にあり、0を黒で表している。



(a)



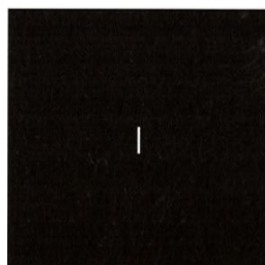
(b)

図3

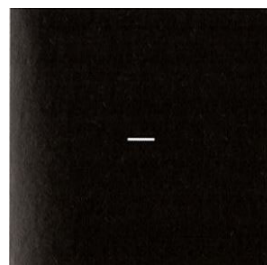
【解答群】



(a)



(b)



(c)



(d)

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4ページあります。

問3. 以下（1）と（2）の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- （1）図4に示す7個の2次元データに対して、kd-tree法による2分木を構築することを考える。まず、特徴1を基準にデータ集合を超平面 l_1 で分割し、分割された各データを左右の子ノードに格納する。子ノードに格納されたデータ集合も順次、特徴2を基準に超平面 l_2 で分割、特徴1を基準に超平面で分割、…と繰り返し分割していく。kd-tree法による木の構築過程において、超平面により分割されたデータ集合として、適するものはどれか。

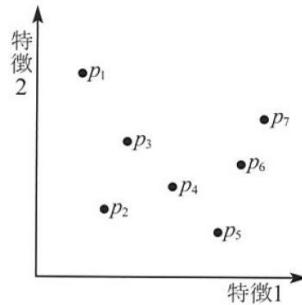
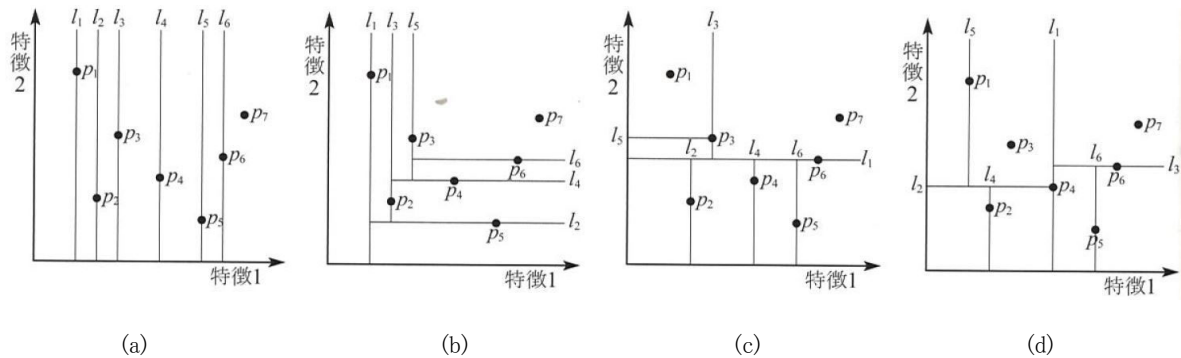


図4

【解答群】



- （2）ハッシングにより近似最近傍探索を行う。式②に示すハッシュ関数 h を使用したとき、テストデータ $\mathbf{b} = (10110011)$ の最近傍として出力される登録データはどれか。ただし、 M は16、テストデータ $\mathbf{b}$ はすでに2値ベクトルに変換されているとする。なお、登録データのハッシュ値を表1に示す。

$$h(\mathbf{b}) = (\sum_{i=1}^d b_i 2^{i-1}) \bmod M \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

表1

ハッシュ値	登録データ
3	データ1
5	データ2
9	データ3
11	データ4
15	データ5

【解答群】

- (a) データ1 (b) データ2 (c) データ3 (d) データ4 (e) データ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

※この問題は4ページあります。

問4. 以下（1）と（2）の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

（1）式③の線形変換を用いて画像の回転を施すとき、図5のように原点を中心として、時計回りに角度 θ だけ回転させる変換式はどれか。

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

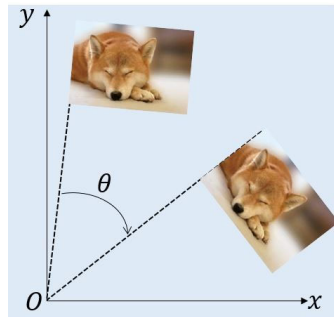


図5

【解答群】

- (a) $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin\theta & -\cos\theta \\ \cos\theta & \sin\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ (b) $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \tan\theta & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ (c) $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin\theta & \cos\theta \\ -\cos\theta & \sin\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$
- (d) $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ (e) $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \tan\theta \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ (f) $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$

（2）図6のようなカメラ間隔 b 、焦点距離 f の平行ステレオにおける説明として、適するものはどれか。ただし、画像座標の u 軸と u' 軸は、同一直線上にあつて、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、2台のカメラの内部パラメータは同一とする。

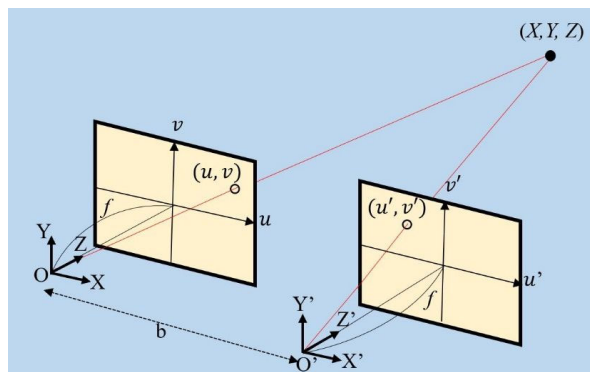


図6

【解答群】

- (a) X は、視差 $u - u'$ により一意に決まり、視差と比例の関係にある。
- (b) X は、視差 $u - u'$ により一意に決まり、視差と反比例の関係にある。
- (c) Y は、視差 $u - u'$ により一意に決まり、視差と比例の関係にある。
- (d) Y は、視差 $u - u'$ により一意に決まり、視差と反比例の関係にある。
- (e) Z は、視差 $u - u'$ により一意に決まり、視差と比例の関係にある。
- (f) Z は、視差 $u - u'$ により一意に決まり、視差と反比例の関係にある。

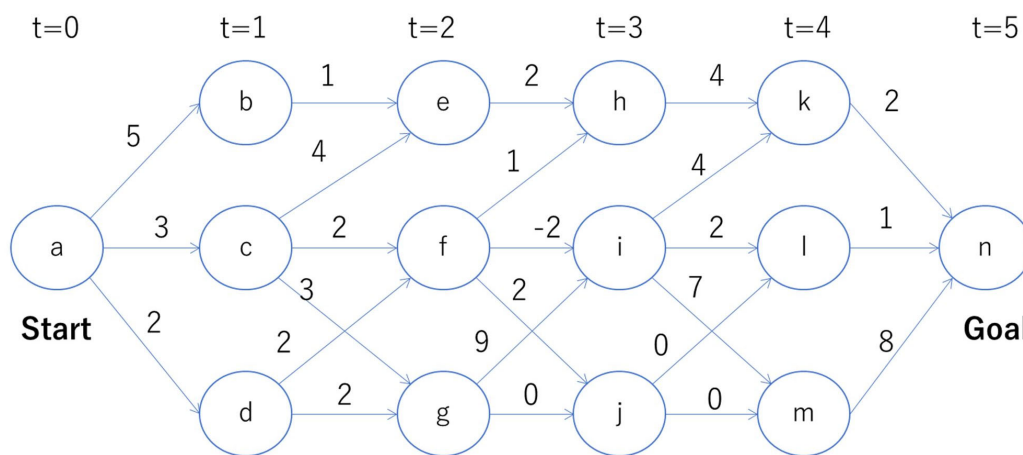
立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

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. エージェントは状態 **a** から状態 **n** への経路で最大の累積報酬を与えるものを見つけなければならない。矢印の隣（すぐ上）に示されている数字はエージェントがその矢印を通る時に得る報酬を示している。累積報酬とはエージェントが得る報酬の和を意味する。丸は状態を表し、矢印は状態遷移を表す。図上に示す t は時刻を表す。エージェントは各時刻（ステップ）で左から右にのみ移動できる。問題は累積報酬を最大化する経路を見つけることである。

- (1) 動的計画法（dynamic programming）を実行し、それぞれの状態に関してメモ化（memoize）された値を示せ。メモ化された値とは、各状態へ至る最大の累積報酬を意味する。
- (2) 状態 **a** から状態 **n** に至る最適経路を示せ。
- (3) もし各時刻での状態数が M となり、全体でのステップ数が N となったときに計算量はどのようなになるか。動的計画法の計算コストを示し、説明せよ。



問 2. 以下の問いに答えよ。

- (1) ベイズの定理（Bayes' theorem）とは何か？ 例と共に説明せよ。
- (2) 最適化における勾配法（gradient method）もしくは最急降下法（steepest descent method）とは何か？ 例と共に説明せよ。
- (3) k 平均法（k-means clustering）のアルゴリズムを示せ。
- (4) 自然言語処理における構文解析（syntactic parsing）とは何か？ 例と共に説明せよ。