立命館大学大学院
2021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 （2022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）		7月 （2021年9月入学）		
		8月		
		12月		
学内進学入学試験 （日本語基準）		7月 （2021年9月入学）		
		7月		
		2月 （2022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
2021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

入試方式	実施月	筆記試験
一般入学試験 （日本語基準）	7月 （2021年9月入学）	
	8月	
	2月	
	2月 （2022年9月入学）	
社会人入学試験	7月 （2021年9月入学）	
	8月	
	2月	
	2月 （2022年9月入学）	
外国人留学生入学試験 （日本語基準）	7月 （2021年9月入学）	
	8月	
	12月	
学内進学入学試験 （日本語基準）	7月 （2021年9月入学）	
	7月	
	2月 （2022年9月入学）	

【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

2021 年 8 月実施

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。

X＼Y	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。

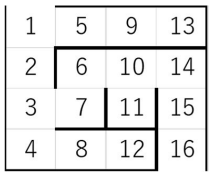


図 1:探索する迷路

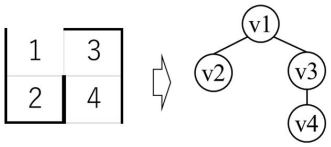


図 2:グラフ構造の例

（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、探査済みでない隣接点 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こと。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：

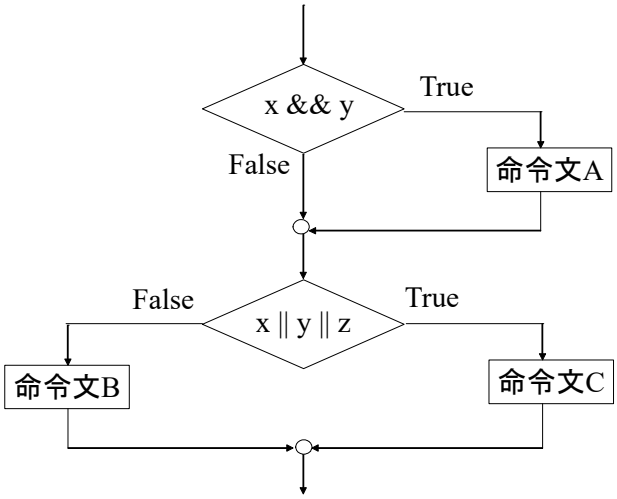
(c) 具体的な事例：

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。

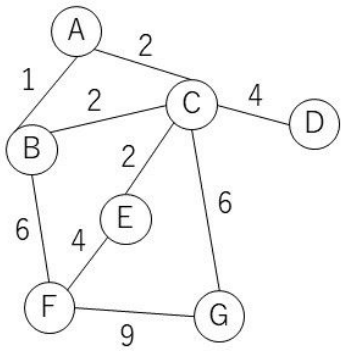
（5） ソフトウェア保守について説明せよ。

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トロコルは 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）

という関係を考えると、【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	ボイスコッド

（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。

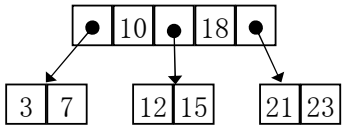


図1: B木

16を挿入

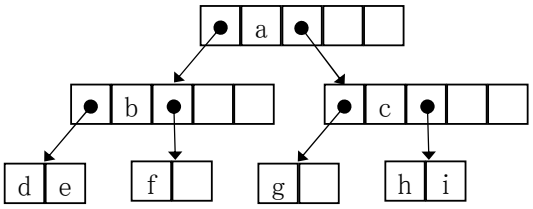


図2: 16を挿入した後のB木

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、［　ア　］、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。［　ア　］には、［　イ　］［　ア　］である∀や［　ウ　］［　ア　］である∃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［　エ　］関係は継承を持たないが、上位−下位の関係を表現する［　オ　］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。複数のプレイヤが相手の行動によらずに、自分の得られる利得が常に高くなる行動をとることで生じる均衡を［　カ　］、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［　キ　］という。プレイヤが 2 人の場合に、各プレイヤの行動の組み合わせで、各プレイヤが得られる利得を書いた行列を［　ク　］という。以下の①から④のうち［　カ　］に至るのは、［　ケ　］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ことを前提に、自分の利得を高くする行動をとる戦略を［　コ　］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［　サ　］、後手の行動を枝刈りすることを［　シ　］と呼ぶ。図 1 のゲーム木で［　シ　］される箇所は［　ス　］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。

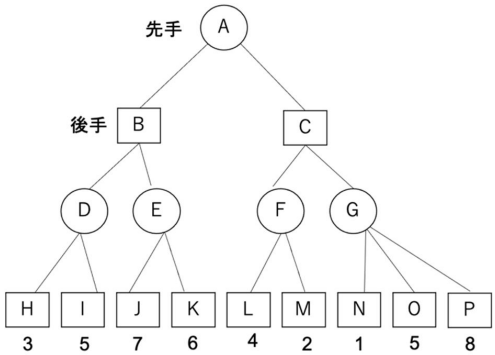


図１：ゲーム木

（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、［　セ　］の３つに分類される。［　セ　］は、［　ソ　］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。

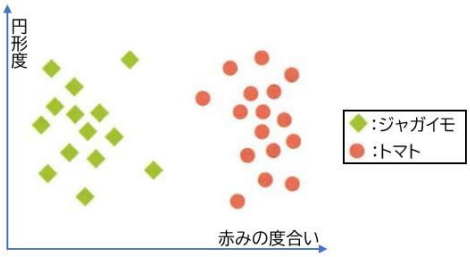
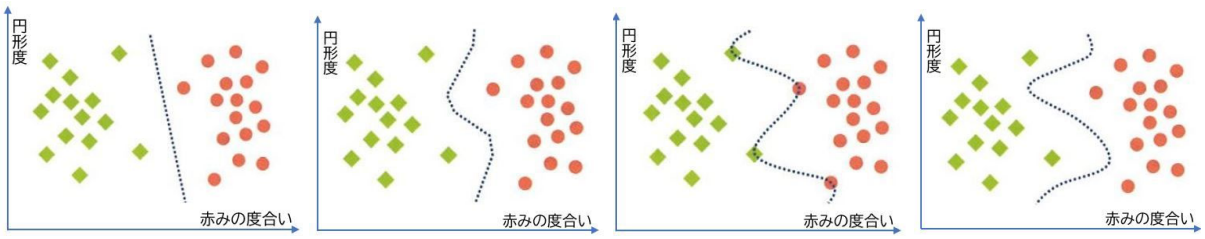


図1

【解答群】



(a)　(b)　(c)　(d)

（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。

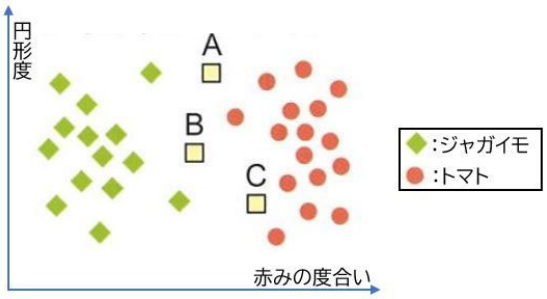


図2

【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。

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

【解答群】

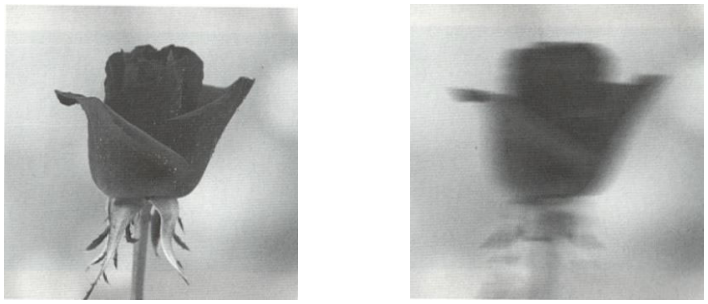
(a) $G(u,v)=F(u,v)H(u,v)$

(b) $G(u,v)=F(u,v)*H(u,v)$

(c) $G(u,v)=\frac{H(u,v)}{F(u,v)}$

(d) $G(u,v)=\frac{F(u,v)}{H(u,v)}$

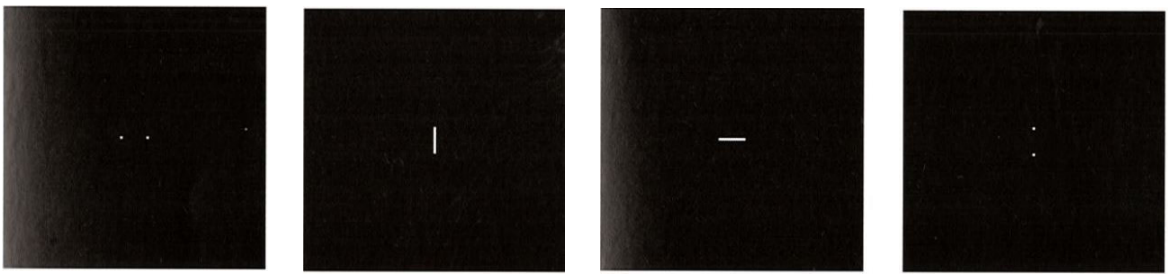
（２）上記式①における$f(x,y)$が図３(a)、 $g(x,y)$が図３(b)であるとき、$h(x,y)$はどれか。ただし、$h(x,y)$は係数の総和が１になるように正規化されるものとし、座標原点は画像の中心にあり、０を黒で表している。



(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。

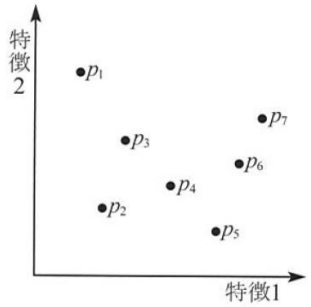
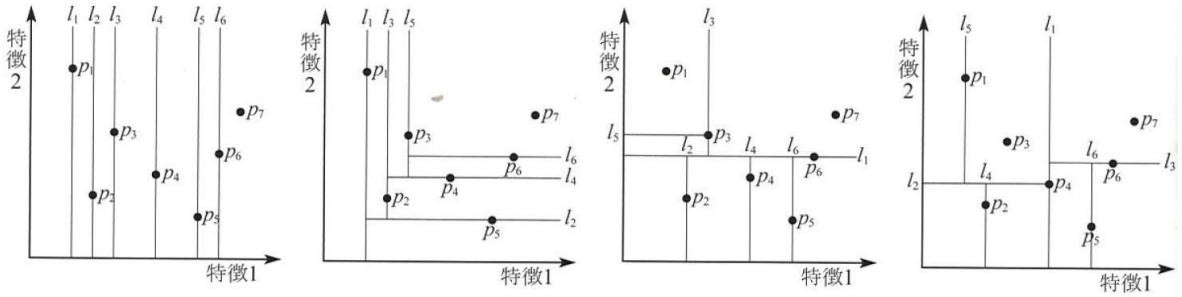


図４

【解答群】



(a)　(b)　(c)　(d)

（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$\boldsymbol{b} = (10110011)$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$\boldsymbol{b}$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。

$$h(\boldsymbol{b}) = \left(\sum_{i=1}^{d} b_i 2^{i-1}\right) \bmod M \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ②$$

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。

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

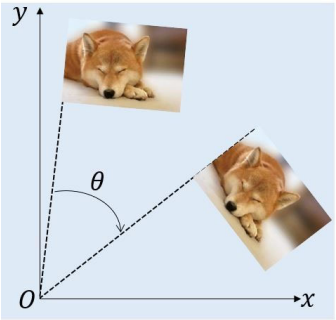


図5

【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、２台のカメラの内部パラメータは同一とする。

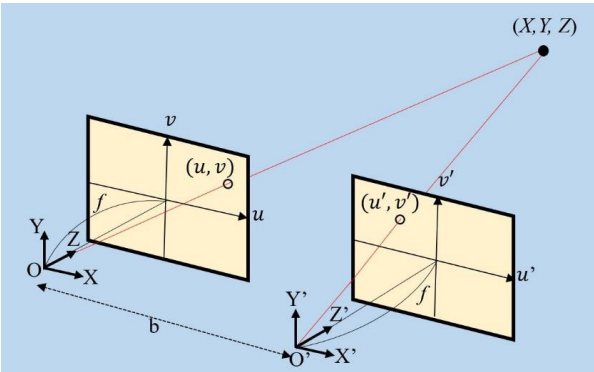


図6

【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⑪　人工知能

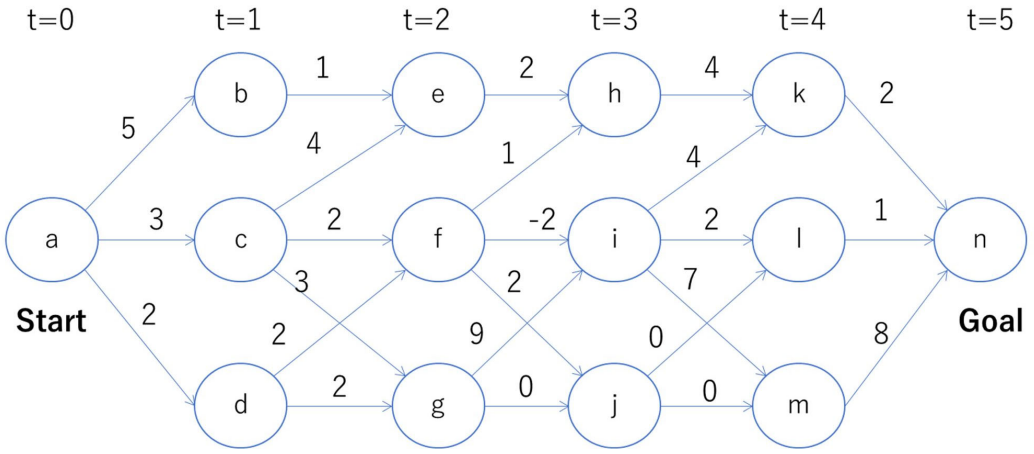
以下の問いにすべて答えよ。

問１．エージェントは状態 a から状態 n への径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径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）ベイスの定理（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。

2022 年 2 月実施

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。

<table>
<tr><td>共通科目</td><td colspan="2">①線形代数
②確率統計
③データ構造とアルゴリズム</td></tr>
<tr><td rowspan="2">専門科目</td><td>計算機科学</td><td>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</td></tr>
<tr><td>人間情報科学</td><td>⑩画像処理
⑪人工知能</td></tr>
</table>

【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

以下の問題に対して答えだけではなく過程を記述せよ。

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

（１）　Aの逆行列A^{-1}を求めよ。

（２）　Aの逆行列A^{-1}の最大固有値と最小固有値を求めよ。

（３）　Aの逆行列A^{-1}の最大固有値に対応する固有ベクトルを求めよ。

問２．以下の行列の階数（ランク）を求めよ。(そう判断した根拠も示せ)

（１）　$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 & 8 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

（２）　$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$

（３）　$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

（４）　$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$

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。計算過程も示すこと。

問１．　以下の各確率関数について、定数C_i $(i = 1,2, \dots 8)$と平均、分散の値を求めよ。

（１）確率関数：$P(X = k) = \begin{cases} C_1, & (k = 0,\ \pm 1,\ \pm 2), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$

（２）確率関数：$P(X = k) = \begin{cases} C_2, & (k = 9998,\ 9999,\ 10000,\ 10001,\ 10002), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$

（３）確率関数：$P(X = k) = \begin{cases} C_3, & (k = 0,\ \pm 100,\ \pm 200), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$

（４）確率関数：$P(X = k) = \begin{cases} C_4 \cdot k^2, & (k = 0,\ \pm 1,\ \pm 2), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$

（５）確率密度関数：$f(x) = \begin{cases} C_5, & (|x| \leq 2), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$

（６）確率密度関数：$f(x) = \begin{cases} C_6 \cdot x^2, & (|x| \leq 2), \\ 0, & (\text{それ以外}) \end{cases}$

（７）確率密度関数：$f(x) = C_7 \cdot \exp\left(-\frac{1}{4}x^2 + x\right),\ (x \in \mathrm{R})$

（８）確率密度関数：$f(x, y) = C_8 \cdot \exp\left(-\frac{1}{4}x^2 - y^2 + x - 2y - 2\right),\ (x, y \in \mathrm{R})$

この二変数関数に対しては、定数C_8, 各変数の平均と分散に加えて、共分散も求めよ。

問２．　二次元データ(X, Y)に対して、次の５つの標本が得られた：$(X, Y) = (1, 1), (2, 3), (3, 2), (4, 5), (5,4)$.
このとき、XとYそれぞれの平均と分散、XとYの共分散と相関係数を求めよ。

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

以下の問いにすべて答えよ。

問１．　二分探索木について以下の問いに答えよ。なお、二分探索木は以下の要件を満たしていることとする。

・点ｖの左の子の値 ＜ 点ｖの値 ＜ 点ｖの右の子の値

（１）　空の二分探索木に数列{21，5，37，28，8，19，3}をこの順番で挿入した。この二分探索木の図を示せ。

（２）　（１）の二分探索木から要素{21}を削除した後の二分探索木の図を示せ。

（３）　（１）の数列の要素の順番を入れ替えて高さ２の二分探索木を作成した。この二分探索木の図を示せ。

問２．　ヒープについて以下の問いに答えよ。なお、ヒープの各要素は以下の要件を満たしていることとする。

・点ｖの値は、点ｖの子に割り当てられる値よりも常に小さいか等しい

（１）　空のヒープに対して数列{41，25，44，50，22，31}をこの順番で挿入した。このヒープの図を示せ。

（２）　（１）のヒープから最小の要素を削除したときのヒープの図を示せ。

問３．　サイズが n のデータにおけるアルゴリズムの時間計算量について、以下の文章の(a)-(d)に入る語句を答えよ。

線形探索アルゴリズムの時間計算量は O(（a）) である。探索対象のデータを半分に分割する二分探索の時間計算量は O(（b）) である。ヒープでは、要素を１つ追加して再構成するのに必要な時間計算量は O(（c）) である。また、最小の要素を削除して再構成するのに必要な時間計算量は O(（d）) である。

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．ダイレクトマッピング方式のキャッシュとフルアソシアティブ方式のキャッシュに関して、主記憶のブロックとキャッシュメモリ内のブロックの対応付けの方法の違いを説明せよ。また、キャッシュのヒット率とハードウェアの複雑さについて、両者の違いも説明せよ。

問２．制御ハザードとは何かを具体例をあげて説明せよ。また、制御ハザードの影響を解消もしくは軽減する方法を説明せよ。

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⑤　オペレーティングシステム

以下の問いに答えよ。

問.　現在の一般的なオペレーティングシステムに用いられている仮想記憶について、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こと。また解答記述は、解答用紙の表面のみで完結させること。

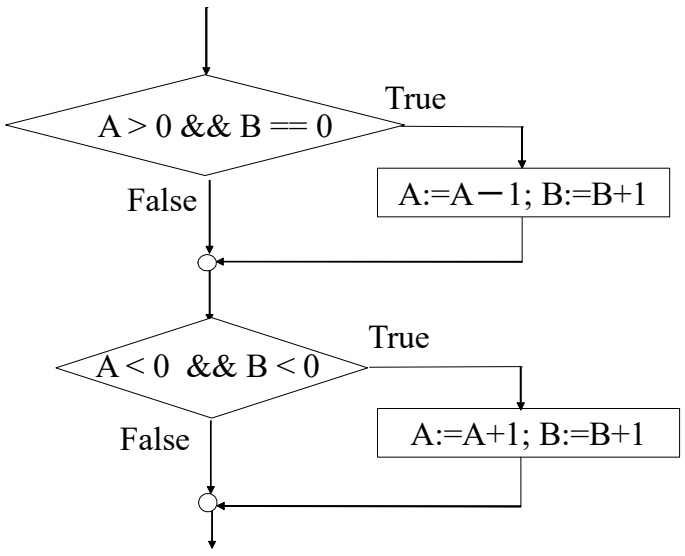
[使用する用語]
TLB、FIFO、LRU、OPT、置換え、仮想記憶、仮想アドレス、記憶管理、局所性、参照ストリング、実アドレス、主記憶、セグメンテーション、ページテーブル、二次記憶、非連続割付け、フェッチ、ページング、補助記憶、連続割付け

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、&&は論理積を表す。A,B は整数型変数であり、値は－1,0,1 のいずれかを取るものとする。分岐網羅（判定条件網羅）基準を 100%満たす最少のテストケースを示せ。



（2）　進化型（成長型）プロトタイピングと比較して、使い捨て型プロトタイピングの利点を 2 点説明せよ。

（3）　モジュールの評価基準におけるスタンプ結合の問題点を説明せよ。

（4）　オブジェクト指向における集約関係について説明せよ。

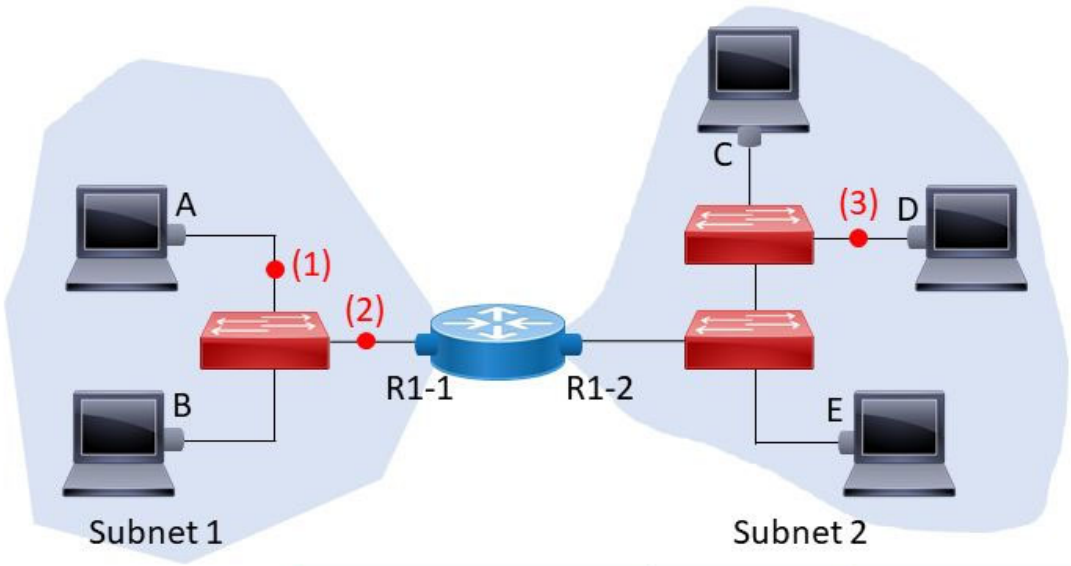
（5）　ソフトウェアテストの目的を 2 つ示せ。

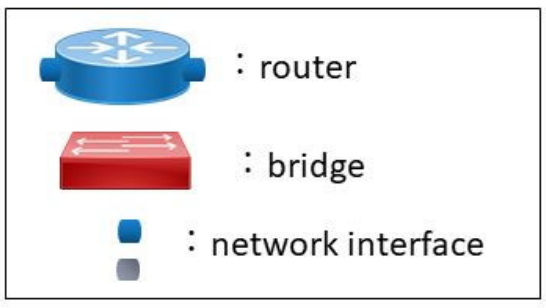
立命館大学大学院情報理工学研究科（博士課程前期課程）
情報理工学専攻

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において、データリンク層プロトコルとして Ethernet を用いて A から D へ IP データグラムを送信することを考える。A から D に向かう IP データグラムについて、下図の(1)、(2)、(3)のそれぞれの点における送信元 MAC アドレスと宛先 MAC アドレス、および送信元 IP アドレスと宛先 IP アドレスはどのようになるか？3 つの点それぞれにおけるアドレスを書け。





Node (network interface)	IP address	MAC address
R1-1	192.168.1.1	20:FF:3A:BC:01:4E
A	192.168.1.2	AA:12:F3:5C:01:BC
B	192.168.1.3	BB:D4:E1:A2:97:F0
R1-2	192.168.2.1	20:FF:3A:BD:12:3A
C	192.168.2.2	CC:89:34:E7:01:3B
D	192.168.2.3	DD:26:14:B7:01:3F
E	192.168.2.4	EE:B2:43:C4:BB:BC

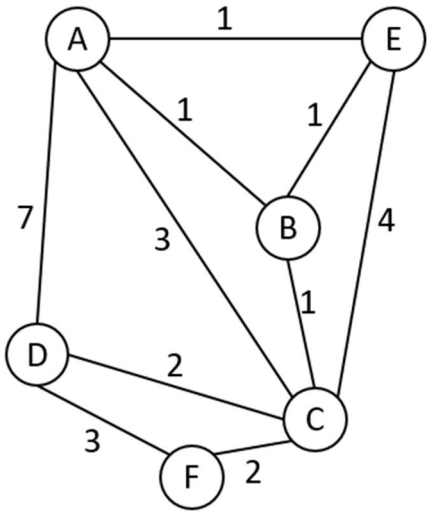
問２．演奏時間 3 分の音楽（ステレオ）を標本化周波数 8kHz，それぞれのチャネルあたり量子化ビット数 16 ビットでリッピングし未加工ファイル形式で保存した。このファイルを 1Mbps の通信リンクで送信する場合、どれくらい時間がかかるか？正しいものを選択せよ。

(1) 約 23 秒
(2) 約 46 秒
(3) 約 3 分
(4) 約 6 分
(5) 音量に依存する

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３． 下図のネットワークにおいて、各ノードは最初に各隣接ノードまでのコストを知っていると仮定する。距離ベクトルアルゴリズムを使用して、アルゴリズムが収束した後のノードCの距離ベクトル表を完成させ、(1)～（14）に対応するコストを書け。ポイズンリバースアルゴリズムを必ず考慮して計算すること。つまり、距離ベクトル表の一部のエントリが∞のコストを持つ場合もある。



Distance Vector table at node C		Cost to destination node					
		A	B	C	D	E	F
Distance Vector from neighbor	A	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	B	1	0	∞	∞	1	∞
	D	∞	∞	∞	0	∞	3
	E	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	F	∞	∞	∞	(13)	∞	(14)

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．関係データベースの設計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）。

市民のワクチン接種記録を管理するデータベースを考える。図１に示す実体関連図に対して、市民がワクチンを接種した日を表す「接種日」の情報を追加するには【①】の属性とする。また、関連「接種」を関係に変換した場合の主キーは、【②】となる。さらに、実体「ワクチン」から変換される関係を考えた場合、【③】を決めると【④】が一つに決まり、【④】を決めると【⑤】が一つに決まるという関数従属性があるため、この関係は【⑥】正規形までの条件を満たす。（注：市民は異なるロット番号のワクチンを複数回接種する。また、同じロット番号のワクチンを複数の市民が接種する。）

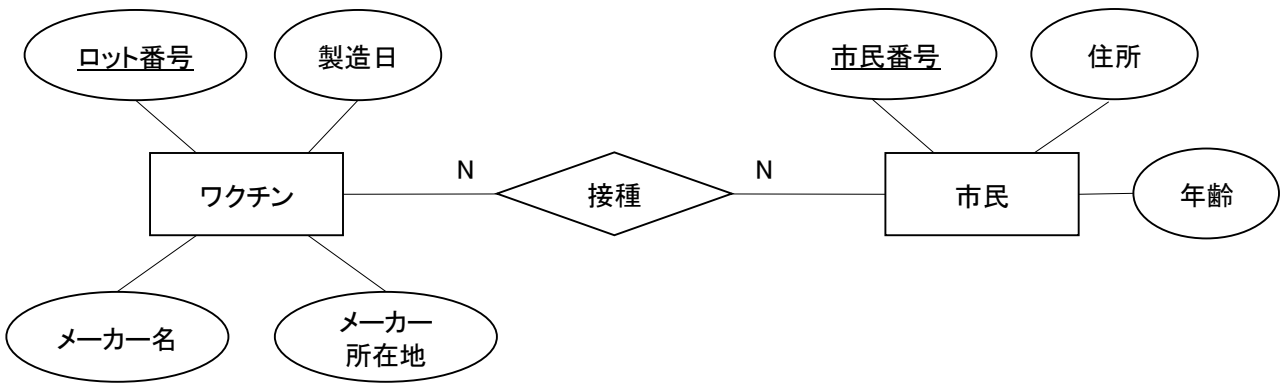


図1: 実体関連図

【選択肢】

a	ワクチン	b	市民	c	接種	d	ロット番号
e	市民番号	f	ロット番号，市民番号	g	接種日	h	製造日
j	メーカー名	k	メーカー所在地	m	住所	n	年齢
p	第一	q	第二	r	第三	s	ボイスコッド

問２．データベースの並行処理制御に関する以下の説明文について、囲みの部分ア～オに最も適した語句を選び、選択肢の記号で答えよ。選択肢とその記号は、囲み内に記述されている。もし選択肢に適切なものが見当たらない場合は、適した語句を記入せよ。同じ問題記号の囲みには同じ語句が入ると仮定せよ。

ア ① リレーション ② スキーマ ③ トランザクション ④ インデックス とは不可分な複数の処理をひとつにまとめたものであり、すべての処理を実行するか、すべて実行しないかのどちらかである イ ① 一元性 ② 原子性 ③ 統一性 ④ 排他性 を満たす必要がある。また、複数の ア を同時に実行した場合にデータの一貫性が損なわれないようにする並行処理制御としては ウ ① ロギング ② 2相コミット ③ 2相ロッキング ④ スライシング という手法が用いられる。ただし、 ウ ではすべての ア が待ち状態となる エ ① アンロック ② ディスク障害 ③ バグ ④ デッドロック が発生しうる。 エ を解消するには、待ち状態になっている ア の オ ① すべて ② ひとつ を強制終了しなければならない。

問３．以下の関係代数による演算を SQL 文で表現するとき、【】内に入れるべき適切な式を答えよ。

関係代数演算：$\pi_{P.a,Q.d}(\sigma_{Q.d<20}(P \bowtie_{P.b=Q.c} Q))$

SQL 文：SELECT 【①】 FROM 【②】WHERE 【③】 AND 【④】

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） 経路探索の手法として、最良優先探索やA*などのアルゴリズムがある。最良優先探索アルゴリズムでは［　ア　］が小さいノードから優先して探索し、A*アルゴリズムでは［　イ　］が小さいノードから優先して探索する。たとえば、下のグラフにおいて、最良優先探索アルゴリズムを用いて求めたＳからＧまでの経路は［　ウ　］であり、A*アルゴリズムを用い求めた経路は［　エ　］である。最良優先探索は最適性を保証しないが、A*アルゴリズムは予測評価値が実際のコスト［　オ　］であれば、最適性を保証する。

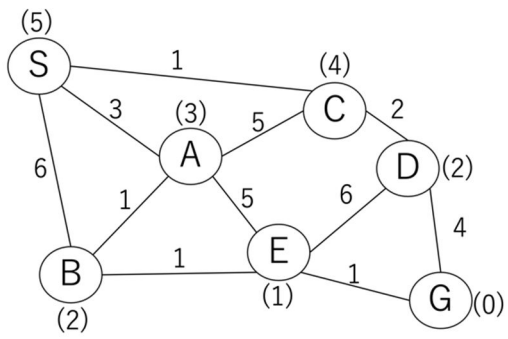


図 1: グラフ（括弧内が各ノードの予測評価値，辺の横の数字は移動コスト）

（２） ある時点 t で選択した行動が次の時点 t+1 の状態を決め、その行動選択に基づいて利得が得られるとき、その利得の和を最大化する意思決定問題を多段決定問題という。この多段決定問題を部分問題に分割して効率的に解く方法として、［　カ　］がある。［　カ　］では、部分問題の計算結果を再利用するために［　キ　］が行われる。

（３） 実世界の不確実性を扱うために、ベイズの定理を活用して事象の推定が行われる。独立した事象 A と B を用いると、ベイズの定理は［　ク　］という式で表され、スパムフィルターなどに活用されている。たとえば、単語w_1，w_2，w_3が、それぞれスパムメールに含まれる確率、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 0.1 で届くとすると、w_2を含むメールがスパムメールである確率は［　ケ　］である。また、w_3を含むメールはスパムメールである確率が、正常メールである確率よりも［　コ　］。

	w_1	w_2	w_3
$P(w_i \mid スパムメール)$	0.5	0.1	0.4
$P(w_i \mid 正常メール)$	0.5	0.3	0.2

（４） 言葉で表される事象を記号に変換し、その論理関係を表現する方法を記号論理とよぶ。このうち、命題を主語と述語に分け、変数を用いて表現するものを述語論理という。たとえば、「すべての人は平和を好む」を述語論理式で表現すると、

［　サ　］ (human(x) ［　シ　］ like(x, PEACE))

と表すことができる。ただし、human(x)、like(x,y)は「x が人である」、「x が y を好む」という述語であり、PEACE を「平和」という定数とする。

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。

（５） 教師あり学習では、教師信号を含む［　ス　］を用いて学習を行う。学習時には、モデルの出力と教師信号との誤差を求めて、この誤差が小さくなるようにパラメータを更新する。誤差関数の傾きに基づいてパラメータを更新する方法を［　セ　］とよぶ。入力値に対して、実数値を返す関数を学習する［　ソ　］や、離散値に分類する分類問題に用いられる。

【選択肢】

a	$P(B\|A) = \frac{P(A\|B)P(B)}{P(A)}$	b	最急上昇法	c	予測評価値	d	$P(A,B) = P(A\|B)P(B)$
e	最適化問題	f	実際のコストと予測評価値の和	g	$P(A) = \sum_B P(A,B)$	h	∃x
j	以上	k	訓練データ	l	線形計画法	m	最大化
n	∀x	o	メモ化	p	報酬	q	→
r	実際のコスト	s	高い	t	∧	u	低い
v	動的計画法	w	テストデータ	x	以下	y	最急降下法
z	回帰問題	A	ミニマックス法	B	ハッシュ化	D	探索問題
E	27/100	G	1/100	H	1/28	J	27/28
L	S->B->E->G	M	S->A->B->E->G	Q	S->C->D->G	R	S->C->E->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。

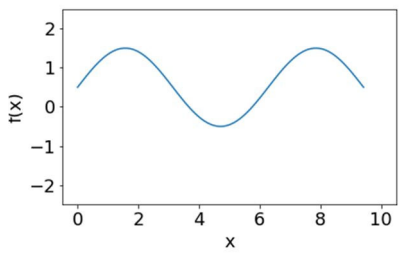
問１．　各問に答えよ。

（１）かつて日本のアナログテレビ放送で使われていた NTSC 映像信号規格ではカラーの表現に YIQ 表色系を採用していた。RGB 表色系の表現(R,G,B)から YIQ 表色系での表現(Y,I,Q)への変換は以下の式で表現される。

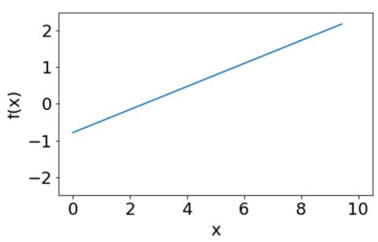
$$X_1 = 0.596R - 0.275G - 0.321B$$
$$X_2 = 0.212R - 0.523G + 0.311B$$
$$X_3 = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

X_1, X_2, X_3のうち、画素の明るさを表す信号 Y に相当するものはどれか。そのように判断した理由を添えて答えよ。

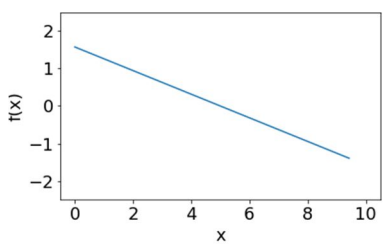
（２）パターンマッチングによるステレオ対応付けでは SSD(Sum of Squared Difference)や相関係数がよく用いられる。以下に示す１次元原信号$f(x)$に対して最も大きい相関係数を与える信号を(a)～(d)から一つ選べ。



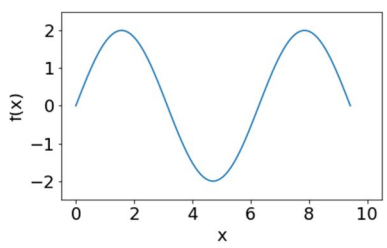
原信号$f(x)$



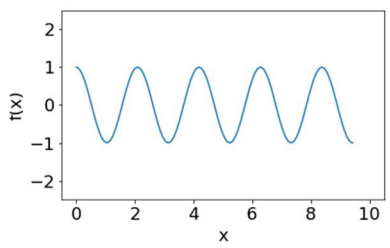
(a)



(b)



(c)



(d)

選択肢

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．運動する物体を撮影した時系列濃淡画像 $I(x,y,t)$（(x,y)は画素の横方向および縦方向の座標、tは時刻）について、画素ごとの動き情報であるオプティカルフロー $\left(\frac{dx}{dt},\frac{dy}{dt}\right)=\left(u(x,y,t),v(x,y,t)\right)$ を勾配法によって求めたい。uとvが満たす時空間勾配制約式は以下であたえられる。

$$\frac{\partial I(x,y,t)}{\partial x}u(x,y,t)+\frac{\partial I(x,y,t)}{\partial y}v(x,y,t)+\frac{\partial I(x,y,t)}{\partial t}=0$$

（１）t時刻に撮影した画像の画素(x,y)における画素値を $I(x,y,t)$とする。このとき画素(x,y)のオプティカルフローを $\left(u(x,y,t),v(x,y,t)\right)$ と仮定すると、この画素に写っている物体上の点は微小時間Δt後に撮影した画像上では画素 $(x+u\Delta t,y+v\Delta t)$ に写っているはずであり、その画素値は $I(x+u\Delta t,y+v\Delta t,t+\Delta t)$である。この２つの画素値が等しいと仮定して、上の時空間勾配制約式を導出せよ。
（ヒント：テーラー展開の１次近似を用いよ）

（２）１画素につき１個の時空間勾配制約式が得られるが、(u,v)を画素ごとに一意に決定するには式の個数が足りない。これを窓問題(aperture problem)と呼ぶ。窓問題の存在にも関わらずオプティカルフロー $\left(u(x,y,t),v(x,y,t)\right)$ を求めるにはどうすればよいか。有効な解決策を１つ示し、できるだけ詳しく説明せよ。

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

※この問題は４ページあります。

問３．深層学習による画像認識では特徴抽出層に積和フィルタ(convolutional filter: Conv)を用いたConv層がよく使われる。下の入力画像に対し、(1)～(3)の 3x3 画素フィルタを用いて積和フィルタ処理した出力画像として最も適切なものを選択肢から選んでそれぞれ答えよ。

入力画像（濃淡画像）

積和フィルタ

(1)

−1	0	1
−2	0	2
−1	0	1

(2)

−1	−1	−1
−1	8	−1
−1	−1	−1

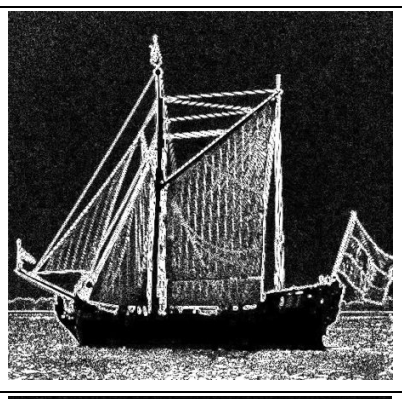
(3)

−1	−2	−1
0	0	0
1	2	1

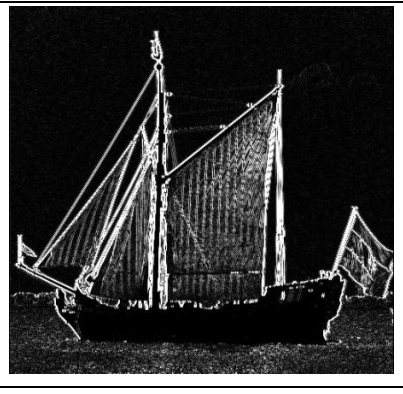
選択肢

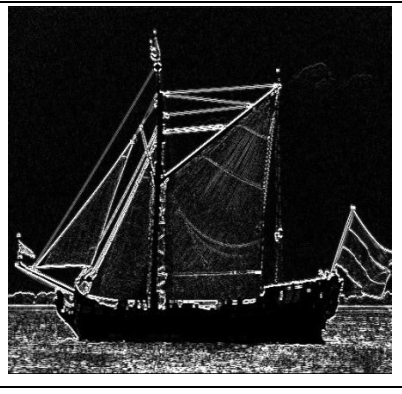
(a)

(b)

(c)


(d)

(e)


(f)


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．ネットワークを用いた動画の配信では、画像データの圧縮を行うことで限られた通信速度の回線でもライブ映像を配信することができる。動画の配信サーバと再生端末の間の平均的な通信速度が 20Mbps(Mega bit per second)のとき、動画を平均 30fps (frame per second)で送信するためには、動画内の各フレーム画像のデータ量を平均で元の何%に圧縮することが必要か。
なお圧縮される前の動画の各画像フレームは 1000x1000 画素の解像度で、RGB カラーの３プレーンで構成されており、各プレーンの各画素値はそれぞれ 8bit で表現されているとする（すなわち１画素は RGB 合計で 24bit)。またネットワークの通信速度のばらつきが極めて少ない理想的な場合を想定してよい。

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

人間情報科学⑪　人工知能

以下の問いにすべて答えよ。

問１．以下の語彙について具体的に例をあげて簡素に説明せよ。

（１）　構成論的アプローチ

（２）　記号接地問題

（３）　ナッシュ均衡

（４）　マルコフ決定過程

問２．以下の文の空欄を埋めるの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。

機械学習はフィードバック情報の扱い方によって強化学習と教師あり学習、教師なし学習に分類される。一般的にクラスタリングやデータの低次元化には教師なし学習が用いられる。代表的なクラスタリング手法としては、[(1)]が知られており、低次元化手法としては、[(2)]がある。また、機械学習で解かれる問題は、[(3)]問題と分類問題に大別される。分類問題においてナイーブベイズは[(4)]モデル、サポートベクターマシンは[(5)]モデルによるアプローチである。

【選択肢】①ベイズの定理 ②ファジィ論理 ③微分 ④主成分分析 ⑤k-means 法 ⑥積分 ⑦多項分布 ⑧生成 ⑨ガウス分布 ⑩模倣 ⑪転移 ⑫識別 ⑬正規分布 ⑭回帰 ⑮ベータ分布

問３．以下の文の空欄を埋めるの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。

確率の基本式は人工知能の構成において活用される。ある同時確率 P(A, B) が P(A, B)=P(A|B)P(B)と書き換えられることを乗法定理と呼ぶ。このとき、P(A|B)は[(1)]である。P(A, B)を B について周辺化すると、[(2)]になる。ベイズの定理は、[(3)]の性質から導かれる式であり、結果の事象に対する原因の確率である事後確率を尤度と事前確率から求める事ができる。また、確率変数間の[(4)]を図式的に示したものはグラフィカルモデルと呼び、P(A|∂A, B)=P(A|∂A)で定義されるノードの集合[(5)]をマルコフブランケットと呼ぶ。

【選択肢】①乗法定理 ②P(B|A) ③加法定理 ④条件付確率 ⑤同時確率 ⑥事後確率 ⑦依存関係 ⑧P(B) ⑨期待値 ⑩ニューラルネットワーク ⑫∂A ⑬A ⑭条件付期待値 ⑮P(A)

問４．次の命題論理式を連言標準形に変換しなさい。

$P \equiv Q \vee R$