

2023年度

慶應義塾大学入学試験問題

環境情報学部

数学または情報

注意事項1

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. 問題冊子は全部で28ページです。
 - ・数学の問題Ⅰ～Ⅵは3ページから10ページです。
 - ・情報の問題Ⅰ～Ⅴは12ページから26ページです。
3. 試験開始の合図とともにすべてのページが揃っているか確認してください。
ページの欠落・重複があった場合には、直ちに監督者に申し出てください。
4. 問題冊子の2ページに「注意事項2」があります。試験開始後必ず読んでください。
5. 数学・情報のいずれか1つを選択し、解答用紙の選択科目名の欄に科目名を記入し、
選択科目マーク欄にマークしてください。
6. 問題冊子は、試験終了後必ず持ち帰ってください。
7. 受験番号と氏名は、解答用紙の所定の欄に必ず記入してください。
8. 解答用紙の「注意事項」を必ず読んでください。

注意事項 2

問題冊子に数字の入った \square があります。それらの数字は解答用紙の解答欄の番号をあらわしています。対応する番号の解答欄の 0 から 9 までの数字または - (マイナスの符号) をマークしてください。

\square が 2 個以上つながったとき、数は右詰めで入れ、左の余った空欄には 0 を入れてください。負の数の場合には、マイナスの符号を先頭の \square に入れてください。また、小数点以下がある場合には、左詰めで入れ、右の余った空欄には 0 を入れてください。

$$(例) \quad 12 \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$-3 \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline - & 0 & 3 \\ \hline \end{array}$$

$$1.4 \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} . \begin{array}{|c|c|} \hline 4 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$-5 \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline - & 0 & 5 \\ \hline \end{array} . \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 0 \\ \hline \end{array}$$

分数は約分した形で解答してください。マイナスの符号は分母には使えません。

$$(例) \quad \frac{4}{8} \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array}}$$

$$-\frac{6}{9} \rightarrow -\frac{2}{3} \rightarrow \frac{\begin{array}{|c|c|} \hline - & 2 \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 3 \\ \hline \end{array}}$$

ルート記号の中は平方因子を含まない形で解答してください。

$$(例) \quad \sqrt{50} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 5 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array}}$$

$$-\sqrt{24} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline - & 2 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 6 \\ \hline \end{array}}$$

$$\sqrt{13} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 3 \\ \hline \end{array}}$$

$$-\frac{\sqrt{18}}{6} \rightarrow \frac{\begin{array}{|c|c|} \hline - & 1 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array}}}{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array}}$$

数式については、つぎの例のようにしてください。分数式は約分した形で解答してください。

$$(例) \quad \sqrt{12a} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 3 \\ \hline \end{array} a}$$

$$-a^2 - 5 \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline - & 1 \\ \hline \end{array} a^2 + \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 0 \\ \hline \end{array} a + \begin{array}{|c|c|} \hline - & 5 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{4a}{2a-2} \rightarrow \frac{-2a}{1-a} \rightarrow \frac{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 0 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|} \hline - & 2 \\ \hline \end{array} a}{1 - \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} a}$$

選択肢の番号を選ぶ問題では、最も適切な選択肢を 1 つだけ選んでください。また、同じ選択肢を複数回選んでもかまいません。

解答用紙の選択科目名に「情報」と記入し、選択科目マーク欄の「情報」をマークしてから解答してください。情報の解答は解答用紙の解答欄 (1)～(72) にマークしてください。

情報Ⅰ

以下、法制度に関しては、日本のものについて考えるものとする。

(ア) 次の文章を読み、空欄 (1) ～ (5) に入るもっとも適した語を選択肢から選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

ツイッターで過去に投稿された自分の逮捕歴が閲覧できる状態になっているとして、男性がツイッター社に削除を求めた裁判で、最高裁判所は「逮捕から時間がたっていて公益性は小さくなっている」などとして、今回のケースは (1) の保護が優先すると判断し、削除を命じる判決を言い渡しました。

2012 年に建造物侵入の疑いで逮捕された男性は、略式命令を受けて罰金 10 万円を納めました。その後もツイッターで名前や容疑が分かる逮捕時の報道を引用した投稿が閲覧できる状態になっていて、就職活動に支障が出たなどとしてツイッター社に削除を求めました。(中略)

24 日の判決で、最高裁判所第 2 小法廷の草野耕一裁判長は「逮捕から時間がたっていて、すでに刑の効力はなく、ツイートに引用された報道もすでに削除されていて公益性は小さくなっている」と指摘しました。そのうえで「投稿はいずれも逮捕の事実を速報することを目的にしていたとみられ、長期間にわたり閲覧されることを想定していたとは認めがたく、男性は公益的な立場でもない」として、今回の投稿については (1) の保護が社会に情報を提供し続ける必要性を上回ると判断し、2 審判決を取り消し、投稿を削除するよう命じました。(中略)

2 審判決がツイッターの投稿について、(2) サイトと同様に厳格に考えるべきだとして削除を認めなかったことについては「ツイッターが提供しているサービスの内容や利用実態を考慮しても、そのようには判断できない」と否定しました。(中略)

インターネット上で公開された書き込みや個人情報などは (3) されると消し去ることが困難なため、入れ墨に例えて「デジタルタトゥー」とも呼ばれています。こうしたネット上の情報をプラットフォームの提供事業者が削除できるのはどのような場合か、最高裁判所は 2017 年に、グーグルに対する仮処分の決定で考え方を初めて示しました。(中略)

決定で最高裁は「(2) サイトは膨大な情報から必要なものを入手することを支援する情報流通の (4)

だ」として、削除は サイトのそうした役割や 行為の制約につながると指摘しました。そのうえで、判断にあたっては、社会的な関心の高さや本人が受ける損害といった事情をもとに、情報を社会に提供する事業者の役割や の自由より の保護が明らかに優先される場合は削除できるという基準を示しました。(後略)

(出典：NHK NEWS WEB「ツイッターの逮捕歴に関する投稿最高裁が削除命じる初の判決」
(<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220624/k10013686711000.html>) より一部改変)

【 ～ の選択肢】

- (1) 信仰 (2) 基盤 (3) 辞書 (4) 著作権 (5) プライバシー
(6) 隠匿 (7) 表現 (8) 検索 (9) 障壁 (0) 拡散

(イ) 産業財産権に関する説明として、正しいものを次の選択肢から1つ選び、その番号を解答欄 にマークしなさい。

- (1) 商標登録出願は、商標の使用をする一又は二以上の商品又は役務を指定して、商標ごとにしなければならない。
(2) 「意匠」とは、自然法則を利用した技術的思想の創作のうち高度のものをいう。
(3) 文化庁長官は、審査官に意匠登録出願を審査させなければならない。
(4) 営業秘密の不正取得は、特許法で禁止されている。
(5) 容易に考案することができる商標は、商標登録を受けることができない。

(ウ) 著作権法に関する説明として、正しいものを次の選択肢から1つ選び、その番号を解答欄 にマークしなさい。

- (1) データベースは、その情報の選択又は体系的な構成に創作性が認められるものでも、著作物としては保護されない。
(2) 小説は著作物に該当するが、講演は著作物に該当しない。
(3) 印刷、写真、複写、録音、録画その他の方法により有形的に複製することを、翻案という。
(4) 著作権法にいう「公衆」には、特定かつ多数の者は含まれない。
(5) 著作者は、公衆送信されるその著作物を受信装置を用いて公に伝達する権利を専有する。

(エ) 個人情報の保護に関する法律（個人情報保護法）に関する説明として、正しいものを次の選択肢

から1つ選び、その番号を解答欄 にマークしなさい。

- (1) データ入力を受託に伴い委託元から個人データの提供を受けた事業者は、本人の同意がなくても、その個人データを利用して自社の広告を本人へ送付してよい。
- (2) 個人情報取扱事業者は、本人の同意なく個人情報を取得してはならない。
- (3) コンピュータを利用していない事業者には、個人情報保護法は適用されない。
- (4) 防犯カメラの録画に顔の映像が記録されていても、本人の氏名が記録されていなければ、個人情報には該当しない。
- (5) 法人その他の団体は「個人」に該当しないため、法人等の団体そのものに関する情報は、個人情報には該当しない。

情報Ⅱ

次の文章は、情報を圧縮する技術として、記号列を1つの数値に変換して表現する方法について説明したものである。空欄 $\boxed{(9)} \boxed{(10)} \boxed{(11)} \sim \boxed{(32)}$ に入るもっとも適した数字を解答欄にマークしなさい。また、空欄 $\boxed{(33)} \sim \boxed{(35)}$ に入るもっとも適した語を選択肢から選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

4種類の記号 A,B,C,D があるとし、これを半開区間 $[0, 1)$ 内の区間に対応づけて、数値に変換して表現することにする。ただし半開区間 $[a, b)$ は、 $\{x \mid a \leq x < b, x \text{ は実数}\}$ で表わされる数の集合を示す。4種類の記号を変換するために区間 $[0, 1)$ を4分割し、各記号を次のように分割された各区間に対応づける。

記号	A	B	C	D
区間	$[0, 0.25)$	$[0.25, 0.5)$	$[0.5, 0.75)$	$[0.75, 1)$
区間幅	0.25	0.25	0.25	0.25

この場合、記号 A を 0 に変換したり、0.1 に変換したり、区間内の任意の数値に変換して表現できる。0 も 0.1 も区間 $[0, 0.25)$ に含まれているので、どちらも元の記号 A に復元できる。また、記号 B の場合、例えば 0.25 に変換して表現できるが、0.25 を2進法の小数で表すと $0.\boxed{(9)}\boxed{(10)}\boxed{(11)}$ になる。

2個以上の記号の並びを数値に変換して表現するには、次のような計算を行う。AB という記号列を変換するには、まず1個目の A に対して区間 $[0, 0.25)$ を対応させる。2個目の B は、この狭くなった区間 $[0, 0.25)$ を最初の分割と同様に4分割し、その2番目の区間を対応させる。以下の説明では、対応付けの順序に変更はなく、区間の開始する値が小さい方から順番に A、B、C、D が対応するものとする。つまり、記号列 AA,AB,AC,AD に対応する区間は次のようになる。

記号列	AA	AB	AC	AD
区間	$[0, 0.0625)$	$[0.0625, 0.125)$	$[0.125, 0.1875)$	$[0.1875, 0.25)$
区間幅	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625

ここで、 $[0, 1)$ 内の数値を2進法の小数のある桁数で切り捨てて表現したときに、それがどの記号列に対応するかを一意的に区別できるようにするために必要な桁数について考察する。上記のように4種類の記号を2個使って構成される記号列は、全部で $\boxed{(12)}\boxed{(13)}$ とおりあるので、少なくとも2進法の小数第 $\boxed{(14)}$ 位までが必要になる。

4 種類の記号 A,B,C,D の出現頻度が等しくない場合には、出現頻度に比例した長さの区間を用いて対応づけを行なって変換すると、色々な記号列に対する数値表現に必要な小数の桁数の期待値が小さくなり、情報を圧縮する技術として使えることが知られている。以下の説明では、2 進法の小数としては循環小数になり、有限の桁数では正確に表現できない数が扱われているが、説明を簡単にするため考慮せず、10 進法の小数で正確に計算が行なわれて処理されているものとする。

例えば、記号列中の記号 A,B,C,D の出現頻度が次のようになっていたとする（この表の頻度を後の説明で使うので、頻度表 X と呼ぶ）。

記号	A	B	C	D
出現頻度	0.4	0.3	0.2	0.1

これに対し、次のように出現頻度に比例した長さの区間を割り当てる。

記号	A	B	C	D
区間	$[0, 0. \boxed{(15)})$	$[0. \boxed{(15)}, 0. \boxed{(16)})$	$[0. \boxed{(16)}, 0. \boxed{(17)})$	$[0. \boxed{(17)}, 1)$
区間幅	0.4	0. $\boxed{(18)}$	0.2	0.1

ここで、BAC の 3 個の記号からなる記号列を数値に変換して表現することを考える。1 個目の B には、区間 $[0. \boxed{(15)}, 0. \boxed{(16)})$ が対応する。2 個目までを含む BA はこの区間を同様に分割して、区間 $[0. \boxed{(15)}, 0. \boxed{(19)} \boxed{(20)} \boxed{(21)} \boxed{(22)})$ が対応する。また、3 個目までを含む BAC は、区間 $[0. \boxed{(23)} \boxed{(24)} \boxed{(25)} \boxed{(26)}, 0. \boxed{(27)} \boxed{(28)} \boxed{(29)} \boxed{(30)})$ が対応する。

次に、この頻度表 X を使って変換された数値を記号列に戻す手順について考える。数値 0.8 が与えられたとする。この値は、区間 $[0. \boxed{(31)}, 0. \boxed{(32)})$ に含まれるので、最初の記号は $\boxed{(33)}$ であることが分かる。同様に考えて、2 個目まで元の記号列に戻すと、 $\boxed{(33)} \boxed{(34)}$ が得られ、3 個目まで元の記号列に戻すと、 $\boxed{(33)} \boxed{(34)} \boxed{(35)}$ が得られる。ここから分かるように、この戻す手順は無限に続けることができるので、実際に利用するには、元々何個の記号を数値に変換したのかが分かるようにする、あるいは終端を示す記号を追加する、などの工夫が必要になる。この他にも、有限桁数での計算にとどめる工夫や、小数の計算にともなう丸め誤差などの考慮が必要になる。

【 $\boxed{(33)} \sim \boxed{(35)}$ の選択肢】

- (1) A (2) B (3) C (4) D

情報Ⅲ

次の文章の空欄 (36) (37) ～ (50) (51) に入るもっとも適した数字を解答欄にマークしなさい。

ニューラルネットワークは人間の神経細胞をモデル化したネットワークであり、従来のコンピュータプログラムでは難しかったような複雑な情報処理を実現する技術として応用が進んでいる。

神経細胞に相当するニューロンは、入力と出力があり、入力値に応じて出力値が決定される。あるニューロンの出力を別のニューロンの入力に接続してネットワーク構造にしたものをニューラルネットワークと呼ぶ。

(ア) 図1に示す簡単なニューラルネットワークを考える。図左側2つの円は入力層のニューロンと呼ばび、外部からの入力 x_1 , x_2 をその入力値とする。 x_1 , x_2 はそれぞれ1または0の値を持つ。右側の1つの円を出力層のニューロンと呼ばび、その出力値 z を外部に出力するものとする。

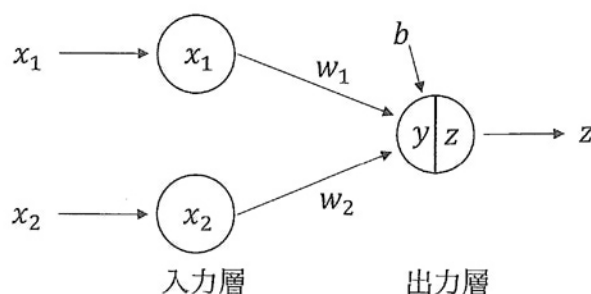


図1

入力層のニューロンは外部からの入力 x_1 , x_2 をそのまま出力する。出力層は、入力層の出力 x_1 , x_2 に対してそれぞれ変数 w_1 , w_2 を掛けたものに変数 b を加えた値を入力として受け取り、これを元に出力値を決定する。出力層への入力を y とすると次のように表現される。

$$y = x_1 w_1 + x_2 w_2 + b$$

出力層のニューロンは、次の関数によって入力 y から出力 z を決定する。

$$z = \begin{cases} 1 & (y > 0) \\ 0 & (y \leq 0) \end{cases}$$

このニューラルネットワークで各変数が $w_1 = 1$, $w_2 = 2$, $b = -2$ という値を持つとすると、 $x_1 = 1$, $x_2 = 0$ を入力として与えた場合、 $y =$ (36) (37), $z =$ (38) (39) となる。

次に、入力値 x_1, x_2 および出力値 z については真を 1、偽を 0 と表現しているものと考え、 x_1, x_2 の論理和を z として出力するようにしたい。そのためには $w_1 = \begin{bmatrix} (40) & (41) \end{bmatrix}$, $w_2 = \begin{bmatrix} (42) & (43) \end{bmatrix}$, $b = -2$ とすればよい。ただし、 w_1, w_2 は $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ のいずれかの値を取るものとする。

(イ) 次に、ニューラルネットワークを用いて下の真理値表に示す排他的論理和 (XOR) と呼ばれる論理演算を実現することを考える。なお x_1, x_2, z_3 については真を 1、偽を 0 と表現しているものとする。

x_1	x_2	z_3
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

この場合図 1 よりも複雑なネットワークが必要となる。これを実現するために図 2 のようにネットワークを拡張した。

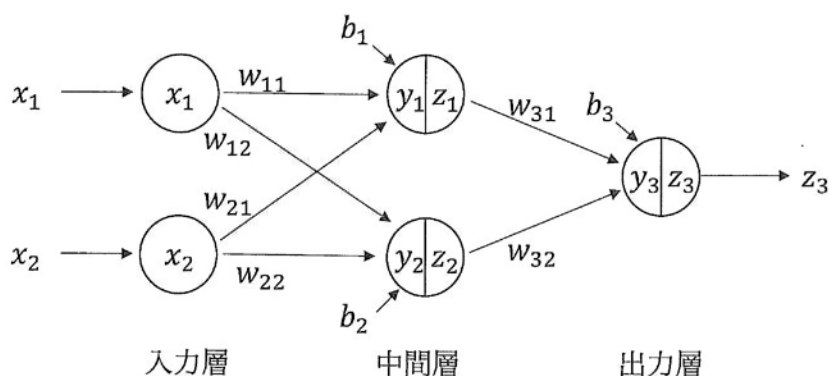


図2

入力層のニューロンは外部より受け取る入力 x_1, x_2 をそのまま出力する。中間層のニューロンに対する入力はいずれも

$$y_1 = x_1 w_{11} + x_2 w_{21} + b_1$$

$$y_2 = x_1 w_{12} + x_2 w_{22} + b_2$$

と計算される。中間層のニューロンはそれぞれの入力 y_1, y_2 に対して次の関数で示される値 z_1, z_2 を

出力する。

$$z_1 = \begin{cases} 1 & (y_1 > 0) \\ 0 & (y_1 \leq 0) \end{cases}, \quad z_2 = \begin{cases} 1 & (y_2 > 0) \\ 0 & (y_2 \leq 0) \end{cases}$$

出力層に対する入力 y_3 は次のように計算される。

$$y_3 = z_1 w_{31} + z_2 w_{32} + b_3$$

出力層への入力 y_3 に対して出力 z_3 は次のように計算される。

$$z_3 = \begin{cases} 1 & (y_3 > 0) \\ 0 & (y_3 \leq 0) \end{cases}$$

このニューラルネットワークが、 x_1 および x_2 の各入力値に対して上記真理値表に示す排他的論理和の論理演算結果を出力するようにしたい。そのためには各変数の値を次のようにすればよい。ただし、各変数は $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ のいずれかの値を取るものとする。

$$\begin{aligned} w_{11} &= \begin{array}{|c|c|} \hline (44) & (45) \\ \hline \end{array} & b_1 &= 2 \\ w_{12} &= \begin{array}{|c|c|} \hline (46) & (47) \\ \hline \end{array} & b_2 &= -2 \\ w_{21} &= \begin{array}{|c|c|} \hline (48) & (49) \\ \hline \end{array} & b_3 &= -3 \\ w_{22} &= 3 \\ w_{31} &= \begin{array}{|c|c|} \hline (50) & (51) \\ \hline \end{array} \\ w_{32} &= 1 \end{aligned}$$

情報Ⅳ

ロボットに搭載されたレーザレンジセンサから得られる周囲の障害物に関する距離情報と、ロボットの位置情報から、動的に地図を構築する方法を考えよう。レーザレンジセンサとは、レーザを一点だけでなく周囲に照射し、それぞれの方向におけるレーザの反射状況から周囲の距離測定を行うセンサである。今回構築する地図は二次元のものとし、センサから得られる対象物の測距データも二次元平面上の測定値を利用するものとする。

次の文章の空欄 (52) (53) ～ (62) (63) にもっとも適したものを選択肢から選び、解答欄にマークしなさい。

(ア) レーザレンジセンサ等の距離センサから得られるひとまとまりのデータをスキャンと呼ぶ。レーザレンジセンサであれば、センサ内のミラーが1回転することにより得られたデータであり、次のように回転するレーザビームの方向 ϕ_i と距離 d_i の列として表すことができる。ただし、ミラー1回転ごとに n 個の点位置を取得できるとする。

$$(\phi_0, d_0), (\phi_1, d_1), \dots, (\phi_{n-1}, d_{n-1})$$

以下では、固定された原点と座標軸を持つ地図座標系と、現在のロボット位置を原点としロボットの進行方向を x 軸とするロボット座標系の2種類の座標系を用いる。地図座標系とロボット座標系は図1(左)に示す関係にある。スキャンデータはロボット座標系を用いて表されている。

時刻 j の地図座標系におけるロボットの位置と進行方向を

$$(Rx_j, Ry_j, \theta_j)$$

としよう。図1(右)ではロボットの位置を R_j で表しているが、その x 軸方向の値を Rx_j 、 y 軸方向の値を Ry_j と書くことにする。 θ_j は、地図座標系の x 軸とロボットの進行方向(ロボット座標系の x 軸)の成す角度である。

ロボットの位置を推定する手法の1つがオドメトリである。オドメトリは、与えられた初期位置から微小変位を積分して現在位置を求めるしくみであり、実際のロボットでは車輪の回転数から移動量を求める手法がよく用いられる。

図1(右)を例に考えてみよう。時刻 j から時刻 $j+1$ の間にオドメトリから得られた移動量を、ロ

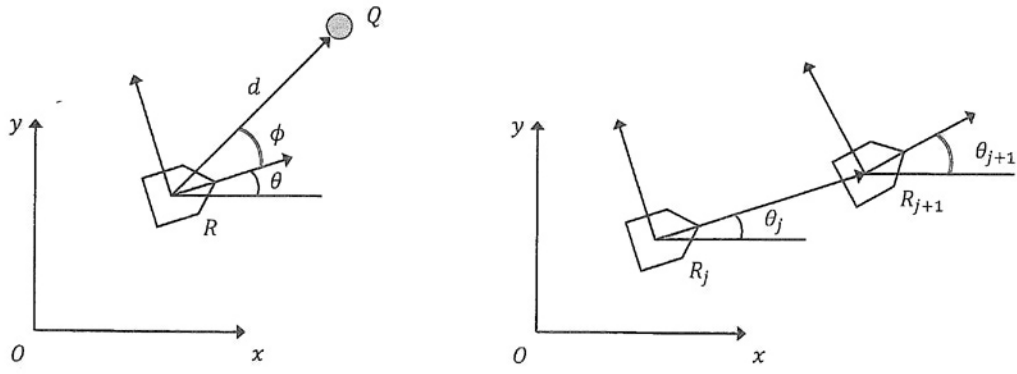


図 1

ロボット座標系での移動距離 Δs_j と回転量 $\Delta \theta_j$ で表現すると、

$$(\Delta s_j, 0, \Delta \theta_j)$$

となる。ただし、オドメトリで得られる移動量は短時間の微小量であるため、ロボットは直進しているとみなし、ロボット座標系での y 軸方向の移動量は 0 とみなす。このとき、ロボットの地図座標系での位置と進行方向は次のように計算できる。

$$Rx_{j+1} = \begin{matrix} (52) & (53) \end{matrix}$$

$$Ry_{j+1} = \begin{matrix} (54) & (55) \end{matrix}$$

$$\theta_{j+1} = \Delta \theta_j + \theta_j$$

(イ) 時刻 j において、レーザレンジセンサによるスキャンと、オドメトリで得られたロボットの位置情報が次のように得られたとする。ただしスキャンはロボット座標系を用い、ロボットの位置情報は地図座標系を用いている。

$$(\phi_{j,0}, d_{j,0}), (\phi_{j,1}, d_{j,1}), \dots, (\phi_{j,n-1}, d_{j,n-1}), Rx_j, Ry_j, \theta_j$$

スキャンデータ $(\phi_{j,i}, d_{j,i})$ に対応する点 $Q_{j,i}$ のロボット座標系での座標 $(Qx_{j,i}, Qy_{j,i})$ は次のように計算できる。

$$Qx_{j,i} = \begin{matrix} (56) & (57) \end{matrix}$$

$$Qy_{j,i} = \begin{matrix} (58) & (59) \end{matrix}$$

これを、ロボットの位置情報を用いて地図座標系の座標 $(Px_{j,i}, Py_{j,i})$ に変換するには、次のようにする。

$$Px_{j,i} = \begin{matrix} (60) & (61) \end{matrix}$$

$$Py_{j,i} = \begin{matrix} (62) & (63) \end{matrix}$$

すべてのスキャンデータについて同様に地図座標系での座標を求め、点群として二次元平面上に描画することで、地図を構築することができる。

【 $\begin{matrix} (52) & (53) \end{matrix} \sim \begin{matrix} (62) & (63) \end{matrix}$ の選択肢】

- | | | |
|---|---|---|
| (11) $\cos \theta_j \cdot \Delta s_j$ | (12) $\sin \theta_j \cdot \Delta s_j$ | (13) $\cos \Delta \theta_j \cdot \Delta s_j$ |
| (14) $\sin \Delta \theta_j \cdot \Delta s_j$ | (15) $\cos \theta_j \cdot \Delta s_j + Rx_j$ | (16) $\sin \theta_j \cdot \Delta s_j + Ry_j$ |
| (17) $\cos \theta_j \cdot \Delta s_j + Ry_j$ | (18) $\sin \theta_j \cdot \Delta s_j + Rx_j$ | (19) $\cos \theta_{j+1} \cdot \Delta s_j + Rx_j$ |
| (20) $\sin \theta_{j+1} \cdot \Delta s_j + Ry_j$ | (21) $\cos \theta_{j+1} \cdot \Delta s_j + Ry_j$ | (22) $\sin \theta_{j+1} \cdot \Delta s_j + Rx_j$ |
| (23) $\cos \phi_{j,i} \cdot d_{j,i}$ | (24) $\sin \phi_{j,i} \cdot d_{j,i}$ | (25) $\cos \phi_{j,i} \cdot d_{j,i} + Qx_{j-1,i}$ |
| (26) $\sin \phi_{j,i} \cdot d_{j,i} + Qy_{j-1,i}$ | (27) $\cos \phi_{j,i} \cdot d_{j,i} + Qy_{j-1,i}$ | (28) $\sin \phi_{j,i} \cdot d_{j,i} + Qx_{j-1,i}$ |
| (29) $\cos \theta_j \cdot Qx_{j,i} - \sin \theta_j \cdot Qy_{j,i} + Rx_j$ | (30) $\sin \theta_j \cdot Qx_{j,i} + \cos \theta_j \cdot Qy_{j,i} + Ry_j$ | |
| (31) $\cos \theta_j \cdot Qx_{j,i} + \sin \theta_j \cdot Qy_{j,i} + Rx_j$ | (32) $\sin \theta_j \cdot Qx_{j,i} - \cos \theta_j \cdot Qy_{j,i} + Ry_j$ | |

情報V

ある整数 m と関数 f が与えられている。ただし、 f は、 $1 \leq x \leq m$ であるようなすべての整数 x に対して $f(x)$ が整数で $1 \leq f(x) \leq m$ を満たすとする。

$1 \leq a_1 \leq m$ であるような整数 a_1 に対して、数列 $\{a_1, a_2 = f(a_1), a_3 = f(a_2), \dots\}$ を考える。ある整数 $n \geq 1$ が存在して、 $a_1 = a_{n+1}$ となると、部分数列 $\{a_1, \dots, a_n\}$ を「循環列」と呼ぶことにする。

例えば、 $m = 3, f(1) = 2, f(2) = 1, f(3) = 3$ であれば、数列 $\{1, 2\}$ 、数列 $\{2, 1\}$ 、数列 $\{3\}$ が循環列となる。しかし数列 $\{1, 2\}$ と数列 $\{2, 1\}$ は実質的に同じものであるから、ひとまとめにして考えたい。そこで、循環列に含まれる数の中で最小の数が先頭にあるものを「代表循環列」と呼ぶことにする。この例では代表循環列は数列 $\{1, 2\}$ と数列 $\{3\}$ である。

(ア) 空欄 (64) ～ (66) に当てはまるものを下の選択肢から選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

$1 \leq a \leq m$ であるような 1 個の整数 a を与えて、 a から始まる（代表とは限らない）循環列があればそれを出力するアルゴリズムを次のように書いた。ただし、各行の左端の数字は、変更箇所を示すための行番号である。

- 1: 関数 f は与えられているものとする。
- 2: 変数 a の値を与えられた数とする。
- 3: 変数 b の値を $f(a)$ とする。
- 4: 変数 c の値を長さ 1 の数列 $\{a\}$ とする。
- 5: $a \neq b$ である間、処理 A を繰り返し実行する。
- 6: 処理 A の始め
- 7: c の値を、 c の末尾に b を付け加えた数列とする。
- 8: b の値を $f(b)$ とする。
- 9: 処理 A の終わり
- 10: c の値を出力する。

しかし、このアルゴリズムは正しくない。その理由は (64) からである。

この欠点を解消するためには、6 行目の次に『もし (65) ならば「 a から始まる循環列はない」と出力してアルゴリズムを終了する。』という命令を追加すればよい。

次に、代表でない循環列を出力しないように変更したい。そのためには、上で追加した行の次にさらに『もし (66) ならば「 a から始まる代表循環列はない」と出力してアルゴリズムを終了する。』という命令を追加すればよい。

【(64) の選択肢】

- (1) 循環列でないものが出力される場合がある
- (2) b の値が $1 \leq b \leq m$ の範囲から外れる場合がある
- (3) 処理 A が 1 回も実行されないことがある
- (4) 処理 A を無限に繰り返して、実行が終了しない場合がある

【(65) ～ (66) の選択肢】

- (1) $a < b$
- (2) $a > b$
- (3) $a = b$
- (4) $a \neq b$
- (5) $1 \leq b \leq m$
- (6) $b < 1$ または $m < b$
- (7) b が c の中に含まれている
- (8) b が c の中に含まれていない

(イ) 空欄 (67) ～ (72) に当てはまるものを下の選択肢から選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

すべての代表循環列を出力するアルゴリズムを、上のアルゴリズムの a を 1 から m まで順に増やしていく形で次のように書いた。

- 1: 関数 f と定数 m は与えられているものとする。
- 2: 変数 a の値を最初は 1 とし、1 ずつ増やしながら m になるまで処理 B を繰り返す。
- 3: 処理 B の始め
- 4: 変数 b の値を $f(a)$ とする。
- 5: 変数 c の値を長さ 1 の数列 $\{a\}$ とする。
- 6: $a \neq b$ である間、処理 C を繰り返し実行する。
- 7: 処理 C の始め
- 8: もし (66) ならば (67)。
- 9: もし (68) ならば (68)。
- 10: c の値を、 c の末尾に b を付け加えた数列とする。
- 11: b の値を $f(b)$ とする。
- 12: 処理 C の終わり
- 13: c の値を出力する。
- 14: 処理 B の終わり

しかし、このアルゴリズムは無駄な実行をする場合がある。ある代表循環列が既に見つかって出力されていれば、その代表循環列に含まれる数についてはもはや処理 B を実行する必要はない。無駄な実行を減らすためには、次のように変更すればよい。(注意：処理 C についても無駄な実行を減らすことが可能であるが、ここでは処理 B についてのみ考えることにする)

- 3 行目の後に『もし (69) ならば (70) 』という命令を追加する。
- (71) の後に『 c に含まれるすべての数 i について d_i の値を 1 とする。』という命令を追加する。
- (72) の後に『変数 d_1, \dots, d_m の値を 0 とする。』という命令を追加する。

【(67) ～ (70) の選択肢】

- (1) $d_a = 0$
- (2) $d_a = 1$
- (3) 処理 C の残りの部分は実行せず、「処理 C の始め」から次の繰り返しを実行する
- (4) 処理 C の繰り返しを中止し、「処理 C の終わり」の次の命令から実行する

- (5) 処理 B の残りの部分は実行せず、「処理 B の始め」から次の繰り返しを実行する
- (6) 処理 B の繰り返しを中止し、「処理 B の終わり」の次の命令から実行する
- (7) アルゴリズムを終了する

【(71)、(72)の選択肢】

- (1) 1 行目 (2) 5 行目 (3) 7 行目 (4) 12 行目