

平成24年度

名古屋大学大学院情報科学研究科
メディア科学専攻
入学試験問題

専 門

平成23年8月9日(火)
12:30~15:30

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子を開いてはならない。
2. 試験終了まで退出できない。
3. 英語で解答してもよい。外国人留学生は、日本語から母語への辞書1冊に限り使用してよい。電子辞書の持ち込みは認めない。
4. 問題冊子、解答用紙3枚、草稿用紙3枚が配布されていることを確認せよ。
5. 問題は解析・線形代数、確率・統計、デジタル信号処理、感覚・知覚、学習・記憶、思考・問題解決、認知総合、プログラミングの8科目がある。このうち3科目を選択して解答せよ。なお、選択した科目名を解答用紙の指定欄に記入せよ。
6. 解答用紙は指定欄に受験番号を必ず記入せよ。解答用紙に受験者の氏名を記入してはならない。
7. 解答用紙は試験終了後に3枚とも提出せよ。
8. 問題冊子、草稿用紙は試験終了後に持ち帰ってよい。

解析・線形代数

(解の導出過程も書くこと)

[1] 次の複素数 z に関する方程式について、以下の問いに答えよ。

$$z^3 = -2 + 2\sqrt{3}i \quad (1)$$

- (a) $-2 + 2\sqrt{3}i$ を極形式で表せ。
- (b) (1) の解をすべて求めよ。
- (c) (b) で得られたすべての解を複素平面上に図示せよ。

[2] 次の行列 A について、以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{pmatrix} a & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -a \end{pmatrix}$$

- (a) 行列 A のすべての固有値を a を使って記せ。
- (b) 行列 A が対角化可能でないような実数 a をすべて求めよ。

[3] xy 平面上の円 $x^2 + y^2 = 4$ を z 軸方向に動かしてできる円柱の $0 \leq z \leq x$ の部分の立体 T について、以下の問いに答えよ。

- (a) 立体 T の概形を図示せよ。
- (b) 立体 T の体積を求めよ。

Translation of technical terms

複素数	complex number	実数	real number
方程式	equation	平面	plane
極形式	polar form	円	circle
解	solution	軸	axis
複素平面	complex plane	円柱	cylinder
行列	matrix	立体	solid
固有値	eigenvalue	概形	rough sketch
対角化可能	diagonalizable	体積	volume

確率・統計 (解の導出過程も書くこと。)

[1] 連続確率変数 X の累積分布関数は $F_X(x) = P\{X \leq x\}$ で与えられる。区間 $[0,1]$ で定義された、二つの独立な確率変数 X_1, X_2 の累積分布関数 $F_{X_1}(x), F_{X_2}(x)$ が図1で与えられる時、以下の問いに答えよ。

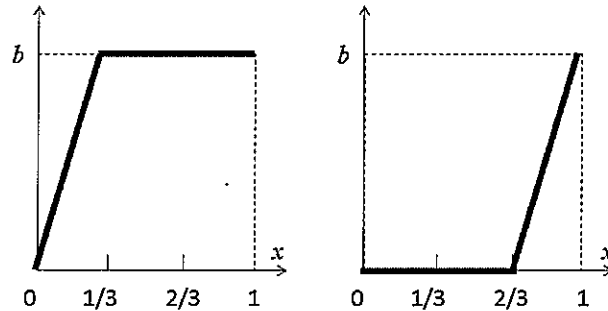


図1: 累積分布関数 $F_{X_1}(x)$ (左) $F_{X_2}(x)$ (右)

- (1) 図1中の b の値を定めよ。
- (2) X_1 ならびに X_2 の確率密度関数 $f_1(x), f_2(x)$ をそれぞれ求め図示せよ。
- (3) X_1 と X_2 それぞれの平均と分散を求めよ。
- (4) X_1 と X_2 の和で与えられる確率変数 $Y = X_1 + X_2$ の平均と分散を求めよ。
- (5) (4) で与えられる Y の累積分布関数 $F_Y(y)$ は X_1, X_2 の結合密度関数 $f_{12}(x_1, x_2)$ を用いて

$$F_Y(y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{y-x_1} f_{12}(x_1, x_2) dx_2 dx_1$$

で与えられる。このことを利用して Y の確率密度関数 $f_Y(y)$ を求め図示せよ。

[2] A と B 二つの工場で同一の製品を製造しており、それぞれの工場で不良品が発生する確率は A 工場では 0.01、B 工場では 0.05 である。またそれぞれの工場で製造される製品の数の比は、 $x:(1-x)$ である。(ただし $0 < x < 1$ であり、A 工場を x 、B 工場を $1-x$ とする。) 二つの工場で製造された製品を集め、無作為に合計 100 個の製品を抜き出して検査したところ不良品が 4 個だけ見つかった。以下の問いに答えよ。

- (1) 製品が不良品である確率 p を、 x を用いて表せ。
- (2) 製品 100 個中に不良品が 4 個だけ見つかる確率 q を、 p を用いて表せ。
- (3) q の最大値を与える p を求めよ。
- (4) (3) の結果から、二つの工場で製造された製品数の比 $x:(1-x)$ を推定せよ。

累積分布関数	cumulative distribution function	確率密度関数	probability density function
確率変数	random variable	平均	mean
分散	variance	結合密度	joint probability density
不良品	defective product	無作為に	randomly
検査	inspection	最大値	maximum value
比	ratio	推定	estimate

デジタル信号処理 (解の導出過程も書くこと)

[1] 次の離散時間信号 $x[n]$ ($n = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$) の z 変換とその収束領域を求めよ。また、極と零点を求めよ。ここで $U[n]$ は単位ステップ関数である。

(1) $x[n] = a^n U[n]$

(2) $x[n] = \sin(\omega_0 n) U[n]$

[2] 因果的入力信号 $x[n]$ を入力とし、 $y[n]$ を出力とする次の差分演算システム $y[n] = x[n] - x[n-1]$

について、以下の問いに答えよ。

(1) このシステムの伝達関数 $H[z]$ を求めよ。

(2) このシステムの逆システムを差分方程式で表し、それが $x[n]$ の総和演算システムであることを示せ。

[3] 図1の回路で構成される因果的 FIR システムに図2のような $x[n] = \{-1, 2, 1\}$ ($n = 0, 1, 2$) を入力したところ、図3のような出力 $y[n] = \{-1, 4, -5\}$ ($n = 0, 1, 2$) が得られた。以下の問いに答えよ。

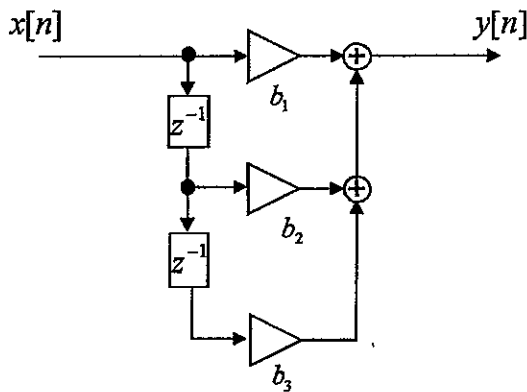


図1

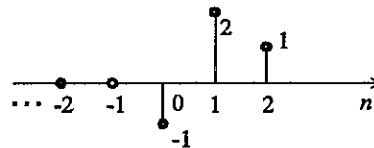


図2

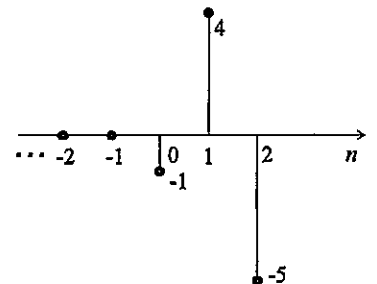


図3

(1) b_1, b_2, b_3 の値を求めよ。

(2) この FIR システムの零点を求めよ。

(3) この FIR システムに IIR システムを直列接続し、全域通過システムを構成したい。どのような IIR システムを接続すればよいか。その差分方程式を $y[n] = \dots$ の形で答えよ。

(4) (3) の IIR システムを接続して構成された全域通過システムの安定性を判定せよ。

(5) (1) で求めたシステムが線形位相になるように b_3 のみ変更したい。 b_3 を求めよ。

Translated words

離散時間信号 discrete time signal z 変換 z-transform 収束領域 region of convergence
 極 pole 零点 zero 単位ステップ関数 unit step function
 因果的 causal 入力 input 出力 output 差分演算システム difference system
 伝達関数 transfer function 逆システム inverse system 差分方程式 difference equation
 総和演算 summation 回路 circuit 直列接続 cascade connection 全域通過 all-pass
 安定性 stability 線形位相 linear phase

感覚・知覚

以下の用語について、キーワードを用いて200字から400字程度で解説せよ。

(1) ^{にじゅうもうけんほう}二重盲検法 (double blind test)

キーワード：^{じっけんしゃこうか}実験者効果 (experimenter effect), ^{ぎやく}偽薬 (placebo), ^{ぶんせき}分析 (analysis)

(2) ^{ぶぶんほうこくほう}部分報告法 (partial-report method)

キーワード：^{ぜんたいほうこくほう}全体報告法 (whole-reporter method), ^{たきすとすこーぷ}タキストスコープ (tachistoscope),
^{しかくじょうほうほぞん}視覚情報保存 (visual information storage: VIS)

(3) ^{くうかんしゅうはすう}空間周波数 (spatial frequency)

キーワード：^{しかく}視覚 (vision), ^{せいげんは}正弦波 (sine wave), ^{かんどかんすう}コントラスト感度関数 (contrast sensitivity function), ^{しりょく}視力 (visual acuity)

(4) ^{ちようかくきかん}聴覚器官 (auditory organ)

キーワード：^{ないじ}内耳 (inner ear), ^{きていまく}基底膜 (basal membrane), ^{ゆうもうさいぼう}有毛細胞 (hair cell)

学習・記憶

以下の各問について200字～400字程度(or about 100 - 200 words in English)で解説せよ。

(1) 学習(learning)における^{しゅうちゅうれんしゅう}集中練習(massed practice)と^{ぶんさんれんしゅう}分散練習(distributed practice)の対概念を、^{ついがいねん}全習法(whole method)と^{ぶんしゅうほう}分習法(part method)との対比から説明しなさい。

(2) ピアジェ(Piajet, J.)が提唱した^{シエマ} (フランス語 schéma) の概念を同化(assimilation)と調節(accommodation)を用いて説明しなさい。

(3) ^{けんざいきおく}顕在記憶(explicit memory)と^{せんざいきおく}潜在記憶(implicit memory)の違いについて具体的な例を挙げて説明しなさい。

(4) ^{ふしぎかず}不思議な数7プラスマイナス2 (magical number seven, plus or minus two)を用いて人の短期記憶(short term memory)の特性について説明しなさい。

思考・問題解決

問題 1

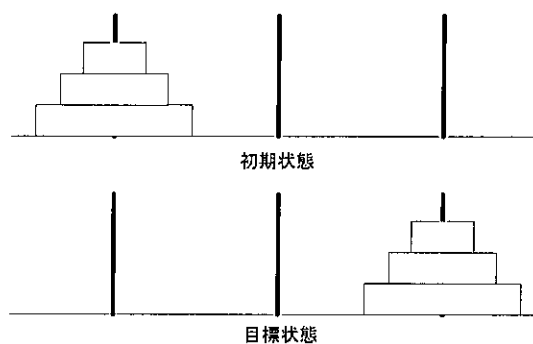
プロダクションシステム (production system) の構成要素である「ワーキングメモリ」 (working memory) と「プロダクションルール」 (production rule) の関係を説明し、システムの情報処理 (information processing) の流れを記述しなさい。

問題 2

帰納推論課題 (inductive inference task) の例をあげて、帰納的推論の特性を説明しなさい。

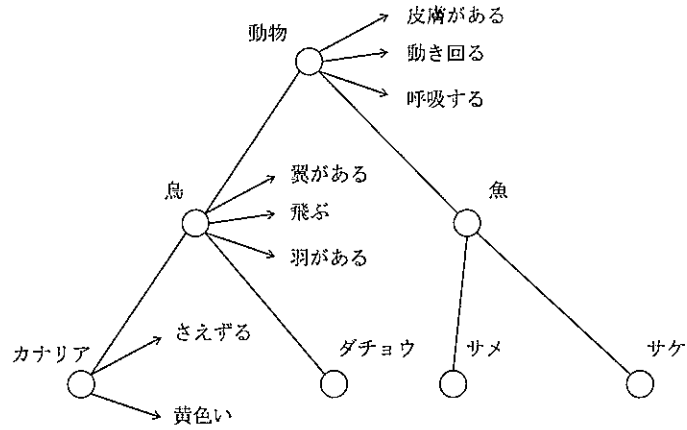
問題 3

以下は、ハノイの塔問題 (Tower of Hanoi task) の 1 例である。この問題の問題空間 (problem space) を木構造 (tree structure) で表現し、その 3 段階までを図示しなさい。(途中に同じ状態が現れる場合には、各状態を記号に置きかえて表記すればよい。例えば、初期状態 (initial stage) を (a) とし、問題空間の中に再び初期状態が現れる場合には、そのノードを単に (a) と表記すればよい。)



問題 4

以下は記憶の階層的意味ネットワークモデル(hierarchical semantic network model)の概念図(concept diagram)である。このモデルの概要を説明せよ。



認知総合

次の A (感覚・知覚) , B (学習・記憶) , C (思考・問題解決) の 3 問のなかから 1 問

を選択し、解答せよ。

A. 感覚・知覚

視覚 (vision) に関する次の文章を読んで、以下の設問に答えなさい。

Scientists have discovered a groundbreaking way of learning how infants use visual information to adapt to new surroundings. Although eye-tracking technology has been around for years, it is now small enough to be used to examine how toddlers view their environment. Recent studies using this technology show important implications for studying young children's perceptual, cognitive and social development. Imagine seeing the world through an infant's eyes. How do they navigate their new surroundings? Researchers at New York University led by Karen Adolph may have discovered a way to find out.

"This project is about natural vision and how it develops, so there's tons of research about vision in sort of artificial situations but surprisingly after more than a hundred years of study, researchers know almost nothing about where people look and why in everyday life," said Adolph, a professor of psychology at NYU.

Finn, an 8.5-month-old toddler, was among the participants in this project. She was being coaxed to wear the eye-tracking headgear, which consists of two cameras - one that's looking out on the scene to get the baby's perspective, and another that's looking at the eye to track the movement of the pupil. A computer analyzed both camera views to determine exactly where Finn was looking. The headgear weighs just 45.4 grams.

Jason Babcock is the founder of Positive Science, a New York company that has developed eye-tracking devices over the last decade. He worked to make the eye-tracking hardware smaller and lighter so that it would be possible to use with infants. "Now with the cameras and sensors being so small you can get images that are the size of your pinky. As you can see with cell phones and other things, we can combine technologies that we never thought we could do," said Babcock.

The team's method is the first to look at infants' vision when they are free to walk around and play however they want. John Franchak, a doctoral student at NYU and leader of the project, said researchers discovered something completely surprising.

"We expected going into the study that infants would be looking at their mothers constantly because that was common knowledge within the field of social cognition with infants."

But in a room full of toys scattered everywhere and obstacles to climb on and crawl on, the infants only

looked toward their mothers about half the time. And even if they did look at their mothers, they looked at their mothers' faces only about 15 percent of the time. "If infants aren't looking at their mothers as much as we thought then that changes the way we might think about how infants learn about the world from other people," said Franchak.

In contrast to rarely looking at their mothers' faces, toddlers almost always look directly at the object when reaching for it.

Another interesting finding was that while infants look directly at an obstacle before walking onto or over it, 75 percent of the time they don't always have to. Toddlers are able to use information from their peripheral vision and still walk very well. While the scientists are still trying to develop methods to do more basic research, they say this technology may eventually be used in a wide range of applications. According to Franchak, down the line it could offer more research applications that could help infants with developmental disorders, medical research and applied research.

So far, researchers have only scratched the surface in studying how young children navigate the world. They say future studies might guide doctors in helping children with autism or motor disabilities.

(from Voice of America, 11 October 2010)

(1) この文章にふさわしい題目を次のなかから選び、記号で答えなさい。

(A) natural vision and its development, (B) new studies reveal infants' world of vision,
(C) a groundbreaking way of learning, (D) applications for infants with developmental disorders and medical research, (E) how children navigate the world

(2) この文章で紹介されている研究における重要な発見は何であったかを記述しなさい。

(3) 従来、この文章に書かれている^{けんきゅうりょういき}研究領域では子どもはどのように発達すると考えられていたかを、^{きょうどうちゅうい}共同注意 (joint attention) と関連づけて説明しなさい。

(4) なぜカメラが2つ必要とされたのかを、^{しせんけんしゅつぎ}視線検出器 (eye tracker) の機構を含めて説明しなさい。

B. 学習・記憶

人が対象を以前に見たことがあると判断する際には複数の要因がはたらいっていることが知られている。例えば、こうした人の再認(recognition)判断には、判断の正確性(accuracy)と確信度(confidence)の間に興味深い関係が認められる。

実験参加者は、まず、特徴のある写真(特徴写真: feature picture)と、馴染みのある写真(親密性写真: familiarity picture)とを異なる呈示時間で学習した。図1と図2は実験で用いられた特徴のある写真と親密性のある写真とを示す。

次に、彼らは先に観察した写真(旧情報: old information)と新たな写真(新情報: new information)とを無作為(random)に呈示され、各々の写真が以前に見た写真か、あるいは新たに見た写真かについて新旧判断を求められ、かつ各判断にどの程度の自信があるかについて確信度評定を求められた。

図3、図4、図5はこの実験で得られた正確性と確信度の結果を示す。図3は、異なる呈示時間における判断の正確性を示し、図4は、判断の確信度を示し、図5は正確性と確信度との関係を示す。



図1 特徴写真の例



図2 親密性写真の例

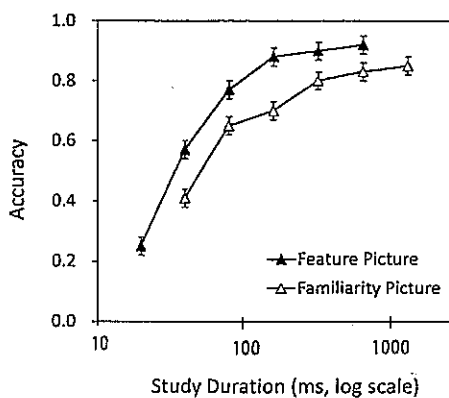


図3 判断の正確性

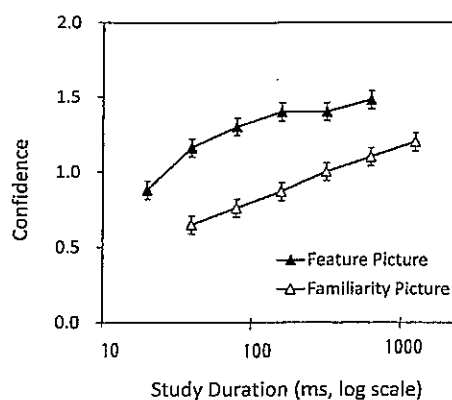


図4 判断の確信度

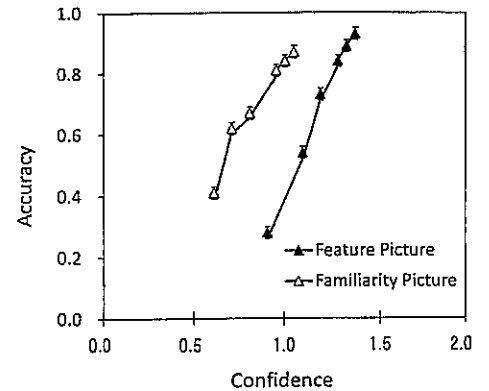


図5 正確性と確信度

問1 図3, 図4, 図5の実験結果をそれぞれ説明しなさい。

(1) 図3

(2) 図4

(3) 図5

問2

(4) 本実験結果は、「記憶理論の側面から」何を意味するかについて、以下の空欄 (...) に文もしくは文章を補って説明を完成させなさい。

記憶の理論的側面から、本実験結果は (...) を意味する。

(5) 本実験結果は、応用的側面から何を意味するかを、目撃証言^{もくげきしょうげん}(eyewitness testimony)事態を例として、以下の空欄 (...) に文もしくは文章を補って説明を完成させなさい。

応用的側面から、目撃証言事態を例にとると、本実験結果は(...)を意味する。

C. 思考・問題解決

- (1) 人間の「推論」(inference)を明らかにするために行われた実験(experiment)を1つ取り上げ、その実験に用いられた「課題」(task)、およびその「実験手続き」(experimental procedure)を説明せよ。
- (2) (1)の実験の代表的な「結果」(result)について、具体的に記述せよ。図(figure)や表(table)を用いてもよい。
- (3) (1)の実験を通して明らかになったことを説明せよ。
- (4) 上の(1)～(3)で述べた実験を実験Aとする。この実験Aを土台として、その実験の不備を改善するか、もしくはその実験では明らかにされなかった新たな事実を検討するために行われた別の実験Bを取り上げよ。その実験Bの手続きと、実験Bで明らかになったことを、実験Aの結果と対比的に述べよ。

プログラミング

有向グラフ $G = (V, E)$ は、頂点の集合 V と有向辺の集合 $E \subseteq V \times V$ から構成される。 V の有向辺 $(v_i, v_j) \in E$ を e とするとき、 e の始点 v_i を $\text{src}(e)$ 、終点 v_j を $\text{dst}(e)$ と書き、 e は v_j の入力辺であるという。ここで、 G は孤立点を持たない。すなわち、すべての頂点 v に対して、 $v = \text{dst}(e)$ または $v = \text{src}(e)$ となる e が存在する。

アルゴリズム A は有向グラフ $G = (V, E)$ を入力とし、 V の要素からなるリスト L を出力する。

プログラム P は、アルゴリズム A を図 1 の有向グラフ G_1 に対して適用した C 言語プログラムである。(プログラム P において、各行の先頭の数字は行番号を示し、プログラムには含まれない。)

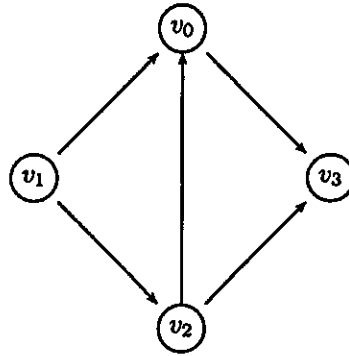


図 1: 有向グラフ G_1

```
K ← 有向辺の集合
L ← 空リスト
S ← 入力辺を持たない頂点の集合
while S が空でない do
  S から頂点 n を選択し削除する
  L の先頭に n を追加する
  foreach src(e) = n となる辺 e do
    K から e を削除する
    m ← dst(e)
    if m のどの入力辺も K に含まれない then
      m を S に追加する
    fi
  od
od
L の要素を先頭から順に出力
```

アルゴリズム A

- (1) アルゴリズム A における集合 S は、プログラム P では配列 **workset** で実現されている。 S に v_i が属することは、 **workset** ではどのように表現されているか説明し、プログラム P の (a) に適当な代入文を書け。

- (2) 配列 `edges` は、2次元配列であり、 v_x から v_y に有向辺が存在するときには `edges[x][y]` の値を 1 とし、存在しないときには 0 とする。プログラム P の (b-1),(b-2) に配列 `edges` に対する条件を書け。
- (3) プログラム P の実行出力を書け。
- (4) つぎに 11 行目の `edges` の値を変更してアルゴリズム A を図 2 のグラフ G2 に適用する C 言語プログラムを構成する。

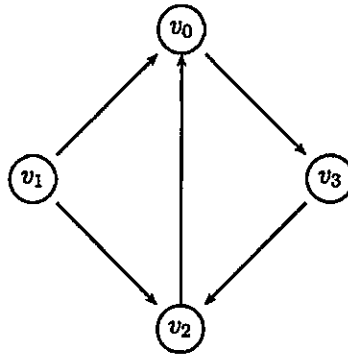


図 2: 有向グラフ G2

変更後の 11 行目において以下の (c) を埋めよ。

```
int edges[N][N] = (c);
```

さらに 11 行目を上記のように変更したプログラムの実行出力を書け。

- (5) プログラム P の `N` と `edges` の値を変更して、さまざまなグラフ $G = (V, E)$ に対して適用したプログラムを実行したとき、 V の要素で出力されない頂点があるのは、適用するグラフ G がどのような性質をもつ場合か。
- (6) (5) の場合に、59 行目の直前で配列 `edges` はどのような性質を持つか、簡潔に記述せよ。
- (7) プログラム P の `N` と `edges` の値を変更して、グラフ $G = (V, E)$ を適用したとき、 V の要素がすべて出力される場合の計算量^{ひいさんりょう}を V の要素数 N で示し、その理由を説明せよ。

プログラムP

```
1: #include <stdlib.h>
2: #include <stdio.h>
3:
4: #define N 4
5:
6: typedef struct node {
7:     int data;
8:     struct node *next;
9: } node;
10:
11: int edges[N][N] = {{0,0,0,1},{1,0,1,0},{1,0,0,1},{0,0,0,0}};
12: int workset[N];
13: node *sorted = NULL;
14:
15: node *cons(int a, node *list) {
16:     node *n = (node *)malloc(sizeof(node));
17:     n->data = a;
18:     n->next = list;
19:     return n;
20: }
21:
22: int isroot(int x) {
23:     int y;
24:     for (y = 0; y < N; y++) {
25:         if (  ) return 0;
26:     }
27:     return 1;
28: }
29:
30: int pick() {
31:     int x;
32:     for (x=0; x < N; x++) {
33:         if (workset[x]) {
34:             ;
35:             return x;
36:         }
37:     }
```



```

38:   return -1;
39: }
40:
41: void main(void) {
42:   int a,x;
43:   for(x = 0; x < N; x++) {
44:     if(isroot(x)) {
45:       workset[x]=1;
46:     } else {
47:       workset[x]=0;
48:     }
49:   }
50:   while ((a=pick()) != -1) {
51:     sorted = cons(a,sorted);
52:     for (x=0;x < N;x++) {
53:       if ( (b-2) ) {
54:         edges[a][x] = 0;
55:         if (isroot(x)) workset[x] = 1;
56:       }
57:     }
58:   }
59:   while (sorted != NULL) {
60:     printf("%d\n",sorted->data);
61:     sorted = sorted->next;
62:   }
63: }

```

専門用語訳:

有向グラフ	directed graph	頂点	vertex	孤立点	degree-0 vertex
有向辺	directed edge	配列	array	代入文	assignment statement
計算量	complexity				