

令和3年度第3年次編入学試験

情報処理問題冊子

注意事項

1. 監督者の指示があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 解答用紙には、必ず本学部の受験番号を所定の場所に記入すること。
3. 問題①、②は必ず解答すること。問題③、④はいずれか一つを解答すること。
4. 必ず解答すべき問題（①、②）の解答は、問題番号に対応する解答用紙に記入すること。
5. いずれかを選択する問題（③、④）の解答においては、解答用紙の問題番号欄に選択した問題の番号を記入すること。
6. 解答用紙の中の※印欄には記入しないこと。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

情報処理 問題

1 次の AI singularity に関する英文を読んで、以下の問 1～問 4 に答えなさい。なお、本文の後に、語句説明がある。

Recent theories in physics suggest the universe is extremely chaotic and random. For example, you can estimate how long it will take a certain amount of unstable chemical element to decay into another substance, but you can't say for sure when any single atom of it will. Similarly, you can measure the position or momentum of a particle but, for certain reasons related to quantum theory, you cannot know both at the same time with complete accuracy. Assuming these theories are correct, they suggest that, beyond a certain level of detail, the universe is ultimately unpredictable, chaotic and unstable. This would mean that any sort of growing intelligence would eventually reach a point where it can no longer improve its predictions of the future and so cannot further increase in intelligence. In other words, there is no risk of a runaway AI, because physical laws of the universe pose some very constraining hard limits. For instance, given the known limits on weather predictability, (1) an AI system will not be able to outsmart humans by exploiting extremely accurate long-term weather forecasts for planning future actions.

It is very comforting to believe that the nature of the universe is, in some sense, preventing an AI escalation. But there is an alternative perspective. (2) What if humans perceive the universe as random and chaotic only because our cognitive and reasoning capabilities are too limited? We are aware of some of the limits of human understanding but, to paraphrase Donald Rumsfeld, we don't know what we don't know. Taking this perspective, it may be the case that the universe is instead deterministic, and therefore fully predictable, but in an extremely complex way that we as humans cannot grasp. Albert Einstein argued that quantum theory was an incomplete description of the universe and that there must be hidden variables that we don't yet understand but that hold the key to determining future events. That would turn the table on the possibility of an AI singularity. A super-advanced intelligence could be in the position to reveal these hidden variables and so understand the predictable nature of the universe, unleashing the machine's full potential. It's worth noting that AI approaches are already used for automatically making discoveries in physics.

(3) On a practical level, the singularity doesn't seem that plausible given how limited AI actually still is. Recent breakthroughs in AI have been achieved via

情報処理 問題

what's known as narrow AI, designed to perform a well-defined task such as playing chess or driving a car. While narrow AI can outperform humans in some tasks, there's little to suggest that more general AI that can emulate humans' ability to respond to many different tasks will be delivered and put humans at risk in the near future.

But we can't rule it out completely. As we still have limited knowledge of the nature of the universe, and of the power of AI, perhaps it is better to play safe. Even without a singularity, AI will have a dramatic impact on human society. We need to work as hard as possible to ensure that AI is beneficial for humanity, not a threat to it.

(出典 <https://qrius.com/will-ai-surpass-human-thinking-one-day-maybe-not/>

“Will AI Surpass Human Thinking One Day? Maybe Not” by Mauro Vallati, University of Huddersfield より抜粋。一部改変。)

語句説明

decay 【動詞】崩壊する

momentum 【名詞】運動量

quantum theory 【名詞句】量子論

runaway 【名詞】暴走

outsmart 【動詞】～より知恵を使って勝つ

comforting 【形容詞】気分が和らぐ

unleash 【動詞】〔感情・強い力などを〕爆発させる

it's worth noting that that 以下のことに注目すべきである, 注目すべきは that 以下のことである

plausible 【形容詞】もっともらしい

outperform 【動詞】～よりパフォーマンス〔性能・機能〕が優れている, ～をしのぐ

rule out 【動詞句】無視する, 除外する, 排除する

情報処理 問題

- 問1 下線部(1)で、AIが人類に知性で勝る恐れはないと著者は主張しているが、その根拠について、本文で書かれていることを80字以内の日本語で答えなさい。
- 問2 下線部(2)の問いかけに対する答えとして、本文中では、どのように述べているか、100字以内の日本語で答えなさい。
- 問3 下線部(3)について、本文中では、narrow AI（狭い人工知能）と general AI（汎用人工知能）を比較しながら、現状から近い将来の状況について具体的にどのように述べているか、120字以内の日本語で答えなさい。
- 問4 著者はAIに関して、結論をどのように述べているか、60字以内の日本語で答えなさい。

情報処理 問題

2 次の説明を読み、以下の問1～問3に答えなさい。

二次元配列の各要素に、0または1が格納されている。この二次元配列をC言語で `int a[H][W];` と宣言したとき、Hを高さ、Wを幅と呼ぶ。また要素を、適切な値 i, j を用いて `a[i][j]` のように表記する。例えば以下のように宣言したとき、高さ
と幅はいずれも3で、値が1の要素は `a[1][1]` のみである。

```
int a[3][3] = {  
    {0, 0, 0},  
    {0, 1, 0},  
    {0, 0, 0},  
};
```

要素間の上下左右を次のように定める。例えば `a[1][2]` は、`a[0][2]` の一つ下であり、`a[1][1]` の一つ右となる。上および左は、それらの反対である。隣接する要素とは、着目する要素に対し「一つ左上」「一つ上」「一つ右上」「一つ左」「一つ右」「一つ左下」「一つ下」「一つ右下」の8つの要素をいう。ただし、着目する要素が端や隅に位置するとき、隣接する要素は8つよりも少なくなる。

このような二次元配列に対し、以下のルールにより操作を行うと、それぞれの要素の値は、同時に0または1になる。

- 隣接する要素のうち、値が1の要素がちょうど2つのとき、着目する要素の値は変化しない。
- 隣接する要素のうち、値が1の要素がちょうど3つのとき、着目する要素の値は1になる。
- 上記のいずれでもない場合、着目する要素の値は0になる。

問1 二次元配列を以下の(1)～(3)のように宣言したとき、それぞれ、操作を行ったあとの二次元配列において、値が1の要素をすべて答えなさい。Hは3、Wは5とそれぞれ等しい定数値とする。

(1) <code>int a[H][W] = {</code>	(2) <code>int a[H][W] = {</code>	(3) <code>int a[H][W] = {</code>
<code> {0, 0, 1, 0, 0},</code>	<code> {0, 1, 0, 1, 0},</code>	<code> {0, 1, 1, 0, 0},</code>
<code> {0, 0, 1, 0, 0},</code>	<code> {0, 1, 0, 1, 0},</code>	<code> {0, 1, 1, 0, 0},</code>
<code> {0, 0, 1, 0, 0},</code>	<code> {0, 1, 0, 1, 0},</code>	<code> {0, 0, 0, 0, 0},</code>
<code>};</code>	<code>};</code>	<code>};</code>

情報処理 問題

以下について、解答にあたり必要であれば、剰余演算子 % を使用してよい。

問2 次ページのプログラムリストに示す関数 tick は、操作を C 言語で記述したものである。空欄 (ア) ~ (エ) に入る式を答えなさい。

- 関数 tick は二次元配列 a を引数にとり、操作を行って a の各要素を変更する。
- 高さ H と幅 W は、コンパイル時に使用可能な定数で正の整数とする。
- 二次元配列 a の各要素の値について、呼び出された時点および関数処理を終える時点では、0 または 1 のいずれかであるが、処理の途中でそれら以外の値になることがある。具体的には、/* A */ に到達した時点の各要素の値について、一の位は呼び出された時点の値と等しく、十の位は、隣接する要素のうち、値が 1 の要素の数と等しい。

問3 前ページの説明のうち「ただし、着目する要素が端や隅に位置するとき、隣接する要素は 8 つよりも少なくなる。」を除去し、代わりに、上端の要素の一つ上は、同じ左右位置の下端の要素とし、下と左右も同様に定めることとする。例えば前ページの説明の 2 次元配列 (高さ & 幅がいずれも 3 のもの) について、a[0][0] の一つ左上の要素は a[2][2] となる。

このようにして、二次元配列のどの要素についても隣接する要素が 8 つあるとき、操作を行って二次元配列 a の各要素を変更する関数 tick をどのように修正すればよいか、日本語とプログラムリストを用いて説明しなさい。

情報処理 問題

```
void tick(int a[H][W])
{
    int i, j, x, y;
    for (i = 0; i < H; i++) {
        for (j = 0; j < W; j++) {
            for (y = i - 1; y <= i + 1; y++) {
                for (x = j - 1; x <= j + 1; x++) {
                    if (x >= 0 && x < W
                        && y >= 0 && y < H
                        && !()
                        &&  == 1)
                        a[i][j] += 10;
                }
            }
        }
    }
    /* A */
    for (i = 0; i < H; i++) {
        for (j = 0; j < W; j++) {
            if (a[i][j] >=  && a[i][j] <= )
                a[i][j] = 1;
            else
                a[i][j] = 0;
        }
    }
}
```

プログラムリスト

情報処理 問題

3 情報理論について、以下の問1～問3に答えなさい。ただし、問2と問3は、解答用紙に、解答に至るまでの導出過程を記すこと。

問1 (ア)から(オ)の文より適切なものをすべて選び、記号を答えなさい。

- (ア) 情報量は、我々が情報を得た際に驚く度合いを表しており、事象が起こる確率が小さいほど、大きくなる。
- (イ) 1ページに横に32マス、縦に64マスから構成される原稿用紙がある。1マスに4096種類の文字から一つを選んで書くとき、原稿用紙1ページ分の情報量は1KBである。
- (ウ) 1枚のコインを投げ表と裏の確率がどちらも0.5のとき、エントロピーは1ビットである。
- (エ) 目が出る確率が一様でないサイコロがある。1から6の目が出る確率が、それぞれ $p_1 = 0.25, p_2 = 0.125, p_3 = 0.25, p_4 = 0.125, p_5 = 0.125, p_6 = 0.125$ のとき、偶数の目が出ていることが分かっている場合に「4の目が出た」という情報の情報量は、 $\log_2 5$ である。
- (オ) アルファベット A から Z の 26 文字を情報源とする。すべての文字が同じ確率で発生するとき、情報源記号一つあたりのエントロピーは、 $\log_2 26$ である。

問2 情報源アルファベット $\{a, b, c, d, e\}$ の生成確率が下の表 A であるとき、記号 0, 1 からなる符号語で構成されるハフマン符号を求め、表 B の空欄 (ア) ~ (コ) に入る符号語と符号長を答えなさい。また、その符号の平均符号長を求めなさい。

表 A

記号	a	b	c	d	e
生起確率	0.12	0.25	0.37	0.08	0.18

表 B

情報源アルファベット	符号語	符号長
a	(ア)	(カ)
b	(イ)	(キ)
c	(ウ)	(ク)
d	(エ)	(ケ)
e	(オ)	(コ)

情報処理 問題

問3 ある都市の天気が次の表の確率で生じるとき、次の設問に答えなさい。ただし、 $\log_2 3 = 1.585$, $\log_2 7 = 2.807$, $\log_2 9 = 3.170$, $\log_2 12 = 3.585$ とし、有効数字3桁で答えなさい。

天気	晴れ	曇り	雨
天気の確率	0.5	0.25	0.25

- (1) 天気を表す確率変数を X とし、エントロピー $H(X)$ を求めなさい。
- (2) 気温が 25 度以上になる確率が、天気が晴れの場合に 0.75, 曇りの場合に 0.5, 雨の場合に 0.25 とする。 Y を気温が 25 度以上になるときは 1, そうでないときは 0 となる確率変数とすると、二つの条件付きエントロピー $H(X|Y)$ と、 $H(Y|X)$ を求めなさい。
- (3) 相互情報量 $I(X;Y)$ を求めなさい。

情報処理 問題

4 システム設計に関して、以下の問1～問3に答えなさい。

あなたの会社は、企業が管理する様々な顧客データを分析するサービスを提供している。社内でデータ分析に利用しているシステムは、1台のデータ統合サーバと、複数台の分析サーバで構成されている。

問1 データ統合サーバは、企業から渡されたデータの書式や利用コードの違いを、分析サーバが利用できるように変換・統合する。データ統合処理は以下の4ステップからなる。

- ① データ入力
- ② 書式変換
- ③ コード統合
- ④ データ出力

データ統合処理の時間を短縮するためにプログラムの改良を行った。改良前の処理時間比率を確認したところ書式変換が40%、コード統合が30%であったが、改良によって書式変換の時間は $\frac{3}{4}$ に、コード統合の時間は $\frac{2}{3}$ に短縮された。他のステップの時間短縮は無かったとして、データ統合処理全体で何倍の性能向上が達成されたことになるか求めなさい。

問2 複数の分析サーバにデータ分析処理を割り当てる方法について検討したい。各分析サーバに割り当てられた処理は逐次実行し、1件の処理を複数のサーバに分散して実行することはない。また、複数の処理を1台のサーバで並行実行することもない。

1件の処理時間が最短で10分、最長で30分かかるとして、以下の二つの割り当て方法のどちらが良いと言えるか、理由をつけて説明しなさい。

- A. 各分析サーバで実行する件数が均等になるように割り当てる
- B. 処理が終了した分析サーバに、順次、次の処理を割り当てる

情報処理 問題

問3 1台のデータ統合サーバと4台の分析サーバをLANで接続したシステム構成を考える。データ統合処理の結果は、ファイルとしてデータ統合サーバの内蔵ディスクに格納された後、全分析サーバに転送されて各サーバの内蔵ディスクに保存される。

- (1) 稼働率とは、サーバやシステムの動作時間に対して、故障せずに正常に稼働した時間の割合を算出したものであり、以下の式で求めることができる。

$$\text{稼働率} = \frac{\text{稼働時間}}{\text{動作時間}}$$

データ統合サーバの稼働率を x 、各分析サーバの稼働率をすべて y 、LAN が停止することは無いとしたときに、システム全体の稼働率を x と y の式で表しなさい。ただし、ある分析サーバに障害が起きたときは、別の分析サーバが処理を引き継ぎ、その際の処理時間の遅延は無視できるものとする。

- (2) システムの中に、どの分析サーバからもアクセス可能なファイルサーバを1台導入することを検討したい。データ統合サーバの内蔵ディスクに格納されたファイルはファイルサーバの内蔵ディスクに転送され、分析サーバは必要に応じてファイルサーバからファイルを取得して処理を実行するものとする。

ファイルサーバ導入後のシステムのボトルネックと稼働率について、導入前との違いを説明しなさい。