

北海道大学 大学院情報科学院

情報科学専攻 修士課程

情報理工学コース

専門科目 2

13 : 00 ~ 15 : 00

受験上の注意

- 本冊子には、小問と小論文の計2題ある。それぞれについて解答せよ。ただし、小問については、(1) から (6) の6問のうちから1問を選択して解答すること。
- 小問選択問題チェック票に受験番号および、選択した小問に○印を記入すること。
- 解答用紙は小問用1枚、小論文用1枚の計2枚である。この他に下書き用の草案紙2枚を配付する。
- すべての解答用紙に、受験番号を記入すること。
- 小問用の解答用紙に、選択した小問番号(例えば、(3))を記入すること。
- 解答用紙は裏面を使用してもよい。解答用紙を破損したりした場合には試験監督員に申し出ること。
- 問題冊子、草案紙は持ち帰り、小問選択問題チェック票とすべての解答用紙を提出すること
- 机の上に置いてよいものは、筆記用具（黒鉛筆、消しゴム、鉛筆削り）、時計、および特に指示があったもののみである。時計は計時機能のみを使用し、アラームの使用を禁ずる。携帯電話、スマートフォン、タブレット、コンピュータ等は電源を切っかばんの中にしまうこと。電卓、電子辞書などは使用を禁ずる。

小問 (1)

情報源アルファベットを $\{0,1\}$ とする無記憶定常二元情報源において、1 が発生する確率を p とする。この情報源から発生した情報源系列に対し、次の①②の順で符号化を行う。

- ① 二元符号で情報源符号化を行う。
- ② $(7,4)$ 二元符号(符号長 7, 情報記号長 4 の二元符号)で通信路符号化を行う。

このとき、①②の順で符号化を行った後の 1 情報源記号あたりの平均符号長が、1 より短くなるような情報源符号化法が存在するための、 p に関する必要十分条件を述べよ。また、その理由を説明せよ。

小問 (2)

1 から n までの異なる番号を付与した n 個の商品を、複数の作業員が検査する。このとき、以下のルールにしたがって、商品を各作業員に割り当てる。

a. 各作業員は 3 個の商品を検査する。

b. 商品を任意に 2 個選んだとき、その 2 個を検査する作業員が必ず 1 名になるように割り当てる。

例えば、作業員 A が商品 1, 2 および 3 を検査する場合、その割り当てリストを $[1, 2, 3]$ と表記する。このとき、A 以外の作業員の割り当てリストには $\{1, 2\}$, $\{2, 3\}$ および $\{1, 3\}$ の組をその一部に含んではいけない。 $n=7$ のとき、以下の問に答えよ。

(1) 何名の作業員が必要か。

(2) 商品を各作業員に割り当てる方法を説明し、各作業員への割り当てリストの例を 1 つ示せ。

小問 (3)

二分探索木 (binary search tree) は, 全順序 (total ordering) をもつ n 個の要素からなる集合を格納するためのデータ構造である. このデータ構造について簡潔に説明せよ. また, 空の二分探索木に, ランダムに選ばれた n 個の要素を, 二分探索木の構造を保ちながら一つずつ挿入する場合に, 要素一つあたりの挿入 (insert) にかかる平均時間計算量を $O(\log n)$ とするための方法について説明せよ.

小問（４）

2 入力 1 出力の 2 層のみを持つニューラルネットワーク（単純パーセプトロン）では排他的論理和 (XOR) の論理演算を実現できない。しかし, 論理和 (OR), 論理積 (AND), 否定論理積 (NAND) の論理演算を行う単純パーセプトロンを組み合わせることにより, 排他的論理和を実現することができる。2 入力 (x_1, x_2) , OR, AND, NAND のみを用いた論理式により, XOR を記述せよ。さらに, XOR を実現する以下の 3 層のニューラルネットワークの重み

$W^{(1)} = \begin{bmatrix} w_{11}^{(1)} & w_{12}^{(1)} \\ w_{21}^{(1)} & w_{22}^{(1)} \end{bmatrix}$ を求め, 真理値表により XOR が実現されていることを示せ。

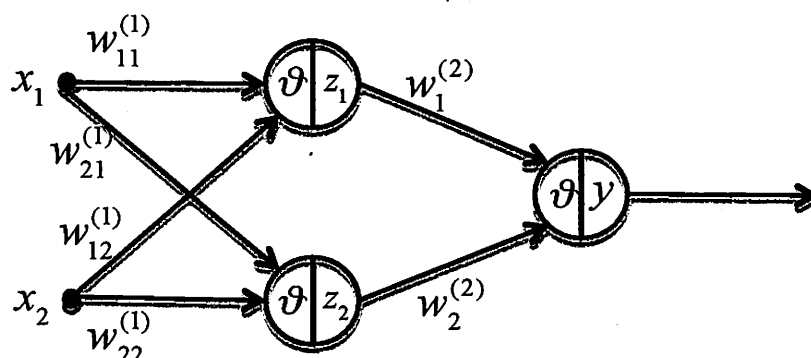


図 3 層のニューラルネットワーク

ここで, x_i は入力信号 (0 または 1), $w_{ij}^{(1)}$ は重み (1.0 または -1.0), $W^{(2)} = [w_1^{(2)}, w_2^{(2)}] = [1.0, 1.0]$, ϑ はバイアス (0.5), z_i と y は出力信号 (0 または 1), $n=2$ とし, 以下の式で計算する。

$$z_k = S\left(\sum_{i=1}^n w_{ki}^{(1)} x_i - \vartheta\right), \quad y = S\left(\sum_{i=1}^n w_i^{(2)} z_i - \vartheta\right), \quad S(u) = \begin{cases} 1 & \text{if } u \geq 0 \\ 0 & \text{if } u < 0 \end{cases}$$

小問（5）

Ethernet などの L2 ネットワークで Internet Protocol による通信を行う際は、宛先ホストの IP アドレスから物理アドレス（または MAC アドレス）を取得する仕組み(Address Resolution Protocol, ARP)が必要となる。ARP の動作概要を 250 字程度で説明せよ。

小問 (6)

X, Y を位相空間とする。実直線 \mathbb{R} には通常距離位相を入れる。

- (1) 位相空間 X が連結であることの定義を述べよ。
- (2) 写像 $f: X \rightarrow Y$ が連続であることの定義を述べよ。
- (3) $f: X \rightarrow Y$ が連続写像で X は連結とすると、像 $f(X)$ は Y の部分位相空間として連結であることを示せ。
- (4) \mathbb{R} の空でない部分集合 A が連結であるための必要十分条件は A が区間であることを示せ。
- (5) X は連結とする。連続関数 $f: X \rightarrow \mathbb{R}$ に関する中間値の定理を説明せよ。

註) 区間 A とは、 A の任意の 2 点の間にあるすべての点が A に属するような \mathbb{R} の部分集合である。

小論文

「働き方改革」によって仕事における生産性の向上が求められるなか、人工知能やロボットによる人の作業の代替と自動化に注目が集まっている。人工知能は人の仕事のソフトウェア的側面（知的・事務作業）を代替し、ロボットは人の仕事のハードウェア的側面（物理的作業）を代替することが期待されている。人工知能やロボットによって代替が容易な仕事と、反対に代替が困難な仕事の具体例を示し、それぞれ情報科学技術の側面からなぜ容易もしくは困難なのか、その具体的な根拠について800字程度で述べよ。

専門科目 2

小問選択問題チェック票

1. 受験番号を記入すること.
2. 選択した小問の番号（1つ）について，以下の表中に○を記入し，その番号が解答用紙に記入した番号と一致していることを確かめること.
3. 本チェック票は解答用紙と一緒に提出すること.

受験番号	
------	--

小問（1）		選択した 小問に○ を記入す ること
小問（2）		
小問（3）		
小問（4）		
小問（5）		
小問（6）		