

2024 年度  
大学院理工学研究科【情報システム工学専攻】  
博士前期課程 一般選抜試験(第Ⅱ期)試験問題

# 専 門

開始時刻 午前 10 時 45 分

終了時刻 午前 11 時 30 分

## 【注意事項】

1. 答案用紙には受験番号、氏名を必ず記入してください。
2. 試験終了後、答案用紙は必ず提出してください（問題用紙は提出しなくてよい）。
3. 以下の 5 科目のうち、1 科目のみ受験可能です（複数選択不可）。

答案用紙に解答科目番号と科目名を記入してください。

- ①電磁気学
- ②信号理論
- ③人工知能
- ④コンピュータネットワーク論
- ⑤代数学

# ①電磁気学

注意事項：

1. 計算過程も示すこと。
2.  $x, y, z$ 軸の正の方向の単位ベクトルを $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ とする。
3. 単位系は MKSA 単位系を使用し、これに加えて、N(ニュートン)、C(クーロン)、V(ボルト)を使用して良い。

問1：静電場について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 電場 $\mathbf{E} = (3\mathbf{i} + 2\mathbf{j}) \text{ V/m}$ がある空間中で、点B(1 m, 3 m)にある点電荷 $Q = -3 \text{ C}$ が電場 $\mathbf{E}$ から受けるクーロン力 $\mathbf{F}$ を求めよ。
- (2) 真空中において、原点O(0, 0, 0)に $Q = 2 \text{ C}$ の点電荷がある。このとき、点A(0, 3 m, 0)に対する点B(0, 6 m, 0)の電位 $V$ を求めよ。

問2：内径 $a$ 、外径 $b$ の、図1のような円筒形において、この円筒の中心からの距離 $r$ として、 $a \leq r \leq b$ の範囲(図の灰色部)に、電荷密度 $\rho$ ( $\rho > 0$ )が一様に分布している。この円筒は無限に長いとする。空間は全て真空とし、以下の問いに答えよ。

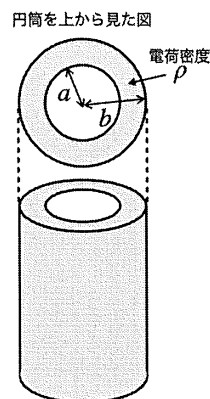


図1 問2の電荷分布

- (1) 円筒の内側( $r \leq a$ )、円筒の肉厚の部分( $a < r \leq b$ )、外側( $b < r$ )の電場の大きさをそれぞれ求めよ。
- (2) 円筒の外側( $b < r$ )の電位を求めよ。ここで、電位の基準は、円筒の外側の表面( $r = b$ )とする。
- (3) 円筒の中心からの距離 $r$ に対する電場の大きさの関係を、横軸を円筒の中心からの距離 $r$ 、縦軸を電場の大きさとして、グラフを描け。

問3：以下の問いについて答えなさい。

(1) マクスウェルの方程式（微分形）を4式書きなさい。

(2) (1)の各式について物理的な意味を簡単に記述しなさい。

(3) マクスウェルの方程式を真空中で仮定することにより、ベクトル電場  $\mathbf{E}$  に関する波動方程式を導きなさい。ただし以下のベクトル恒等式を用いなさい。

$$\text{ベクトル恒等式： } \nabla \times \nabla \times \mathbf{A} = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}) - \nabla^2 \mathbf{A}$$

以上

# ②信号理論

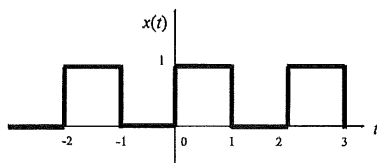
## 専門科目 信号理論 試験問題

2024.2.10

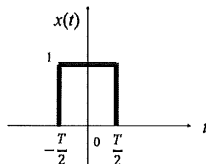
問1. 次の正弦波信号の振幅  $A$ 、周波数  $f$ 、角周波数  $\omega$ 、および周期  $T$  を求めよ。

$$x(t) = 50\cos 100\pi t$$

問2. 下図の矩形波を複素フーリエ級数展開せよ。



問3. 下図のパルスのフーリエ変換を求めよ。



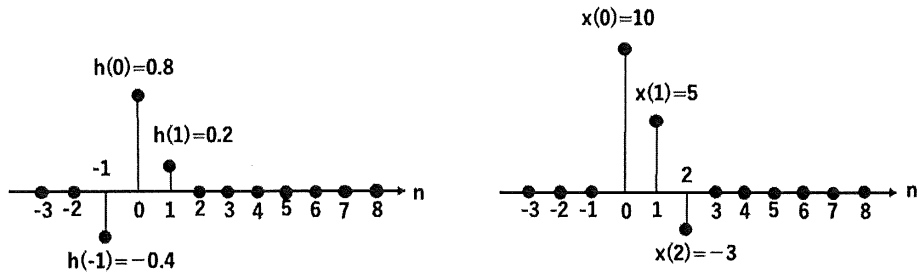
問4. 次の伝達関数におけるインパルス応答とステップ応答をそれぞれ求めよ。

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 3s + 2}$$

問5. 次の信号  $x_1[n]$  の DFT を求めよ。ただし、信号の長さを4とする。

$$x_1[n] = \{0, 1, 2, 3\}$$

問6. 下図に示すようなインパルス応答 $h(n)$ を持つ離散時間システムに $x(n)$ を入力した。システムの出力 $y(n)$ ,  $n = -1, 0, 1, 2, 3$ を求めよ。



問7. 次の入出力関係で表されるシステムの伝達関数 $H(z)$ 、ならびに極と零点をすべて求めよ。

$$y(n] = 0.8y[n-1] - 0.64y[n-2] + x[n] + 1.5x[n-1] + 2.25x[n-2]$$

以上

# ③人工知能

問1 ニューラルネットワークに関する次の文章の空欄(a)～(j)を埋めよ。

- (1) フィードフォワードニューラルネットワークは、入力層、任意個の隠れ層、出力層から構成される。隠れ層の活性化関数には (a) 関数や勾配消失問題の解消に有効な (b) 関数が多い。多クラス分類問題では、出力層の活性化関数に (c) 関数が多い。 (c) 関数は、数式 (d) で表される関数である。多クラス分類問題のロス関数には (e) が用いられる。
- (2) 画像分類畳み込みニューラルネットワークは、特徴抽出サブネットワークと分類サブネットワークからなる。特徴抽出サブネットワークは、主に (f) 層と (g) 層を交互に複数積み重ねた構造をしている。一方、分類サブネットワークは全結合層から構成され画像が属するカテゴリの確率分布を (h) 活性化関数により出力する。畳み込みニューラルネットワークの1つである GoogLeNet は (f) 層に (i) モジュールを用いている。一方、ResNet は (j) リンクを持つ Residual ブロックを積み重ねて構成されている。 (j) リンクは勾配消失問題の解消に有効なリンクである。

問2 機械学習手法 AdaBoost に関して次の問いに答えよ.

(1) ブースティングとはどのような手法であるか説明せよ.

(2) 次の AdaBoost のアルゴリズムに関して空欄(a)~(f)を埋めよ.

学習サンプルを  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_N, y_N)$  の  $N$  個のサンプルとする. ここで,  $x_i$  は特徴ベクトル,  $y_i \in \{+1, -1\}$  はクラスラベルである.

[アルゴリズム]

Step1: 各サンプル  $s_i=(x_i, y_i)$  の重みを  $D_1(i) = \frac{1}{\boxed{(a)}}$  で初期化する.

Step2:  $t=1, \dots, T$  に対して, サンプル分布  $D_t$  のもとで弱識別器  $h_t(x)$  の学習を次の手順で行う:

Step2-1: 学習サンプル  $s_i$  に関する誤り率

$$\varepsilon_t = \sum_{i: y_i \neq h_t(x_i)} \boxed{(b)}$$

が最小となる弱識別器  $h_t(x)$  を選ぶ.

Step2-2: 誤り率  $\varepsilon_t$  から次式により信頼度  $\alpha_t$  を計算する.

$$\alpha_t = \frac{1}{2} \log \left( \frac{\boxed{(c)}}{\boxed{(d)}} \right)$$

Step2-3: サンプルの重みを次式により更新する.

$$D_{t+1}(i) = D_t(i) \exp(-\alpha_t y_i \boxed{(e)})$$

Step2-4: サンプルの重みの和が 1 になるように正規化する.

$$D_{t+1}(i) = \frac{D_{t+1}(i)}{\sum_{i=1}^N D_{t+1}(i)}$$

Step3: 最終的な強識別器  $H(x)$  をすべての弱識別器の信頼度  $\alpha_t$  による重みづけから次式により構成する

$$H(x) = \text{sign} \left[ \sum_{t=1}^T \alpha_t \boxed{(f)} \right]$$

(3) 弱識別器  $h_t(x)$  の満たすべき条件を述べよ.

問3 言語モデルに関して次の問いに答えよ。

- (1) 言語モデルとはどのようなモデルか説明せよ。
- (2) 言語モデルの評価指標の1つであるパープレキシティ(perplexity)について説明せよ。
- (3) 事前学習言語モデルBERTの事前学習に用いられた次の2つの事前学習タスクについてどのようなタスクか説明せよ。
  - (a) MLM(Masked Language Modeling)タスク
  - (b) NSP(next Sentence Prediction)タスク
- (4) BERTのTransformerエンコーダ層で用いられる自己注意機構(self-attention mechanism)について説明せよ。

以上



# ④ コンピュータネットワーク論

専門科目 【コンピュータネットワーク論】 試験問題

以下の問いに答えなさい。

問1：次の用語は何の略語か答えなさい。

ARP = ( )    USB = ( )    TCP = ( )  
URL = ( )    LAN = ( )

問2：次のA～Vに適切な言葉や略語、数字を埋めなさい。

IPv4 アドレスが、172.24.210.150、サブネットマスクが、255.255.128.0 と設定されたホストについて、このアドレスは、( A ) に属しており、CIDR 表記にすると ( B ) となる。このホストが属するネットワークでアドレス割り当て可能な最大ホスト数は ( C ) であり、ネットワークアドレスは ( D )、ブロードキャストアドレスは ( E ) となる。IPv6 アドレスは ( F ) ビットで、ほぼ無限大のアドレスを表現でき、16 ビットずつ16進数をコロンで区切る。

OSI 参照モデルは、多くの通信プロトコルの位置付けや関連性を把握するのに役立ち、異なる機種間のデータ通信を実現するために制定された。( G ) 層は、データ処理には直接関係せず、エンドシステム間の物理的な接続の開始、維持、終了のための仕様を定め、電圧レベル、データ速度、通信距離などが規定される。( H ) 層は通信媒体上でのデータ伝送を確実にを行うため、物理アドレスを使用してどこへデータを送るか示し、エラー通知やフロー制御を行う。( I ) 層は、IP アドレスを使い、離れたネットワーク機器同士を接続する機構と、ルーティング機能を提供する。

( J ) 層は、信頼性の高い通信を提供するため、仮想回線の管理や、障害と輻輳へ対応する機構を提供する。( K ) 層は、通信の同期をとるために、開始時や終了時の送受信データの形式を規定する。( L ) 層は、文字コードや画像圧縮方式など、ユーザへの見せ方と体裁を整えるためのデータ表現形式を規定する。( M ) 層は、人間の五感に働きかけるソフトウェアとのインターフェースを構築することを目的とする。

TCP でデータを送信する前にコネクション確立する動作を ( N ) と呼ぶ。TCP では、大量のデータを送る際に時間短縮のため、相手からの ( O ) を待たずに次のデータを送る ( P ) 制御が用いられる。また、ネットワーク上の渋滞を避けるための ( Q ) 制御があり、一度に送信するデータを徐々に増やしてゆく ( R ) という方法を用いる。UDP は、LINE 通話やストリーミングのライブ配信など ( S ) 性が要求されるアプリケーションで使われる。UDP ヘッダで ( T ) 化されたデータを UDP ( U ) と呼び、エンドシステム間を ( V ) レスに流れる。

問3：「tracert」の仕組みについて、「TTL」を使って説明しなさい。

以上

# ⑤代数学

問 1 和に関してアーベル群である整数全体からなる集合  $\mathbb{Z}$  と、4 次対称群  $S_4$  に属する長さ 3 の巡回置換  $(2\ 3\ 4)$  で生成される巡回群  $\langle (2\ 3\ 4) \rangle$  の間の写像

$$\varphi: \mathbb{Z} \rightarrow \langle (2\ 3\ 4) \rangle; \quad a \mapsto (2\ 3\ 4)^a$$

について、次の問いに答えよ.

- (1)  $\varphi$  が群の準同型であることを証明せよ.
- (2)  $\text{Im}(\varphi) = \langle (2\ 3\ 4) \rangle$  が成り立つことを証明せよ.
- (3)  $\text{Ker}(\varphi) = n\mathbb{Z}$  を満たす自然数  $n$  を求めよ.
- (4) 群の準同型定理を  $\varphi$  に適用して得られる群の同型を記述せよ.

問 2 有理数体  $\mathbb{Q}$  上の既約多項式  $f(X) = X^3 - 3$  について、以下の問いに答えよ.

- (1)  $f(X)$  の  $\mathbb{Q}$  上の最小分解体  $L$  を求めよ.
- (2) 拡大次数  $[L: \mathbb{Q}]$  を求めよ.
- (3)  $L/\mathbb{Q}$  のガロア群  $\text{Gal}(L/\mathbb{Q})$  の元をすべて求めよ.
- (4)  $\text{Gal}(L/\mathbb{Q})$  の部分群をすべて求めよ.
- (5)  $\text{Gal}(L/\mathbb{Q})$  のすべての部分群に対し、ガロアの基本定理で対応する  $L/\mathbb{Q}$  の中間体をそれぞれ求めよ.
- (6)  $L/\mathbb{Q}$  の非自明な中間体のうち、 $\mathbb{Q}$  上ガロア拡大であるものをすべて求めよ.
- (7) (6) で求めた中間体  $M$  それぞれに対し、ガロアの基本定理を用いて  $\text{Gal}(M/\mathbb{Q})$  を求めよ.

