

# 情報通信工学

## 問題 1. パリティ検査行列

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

によって定義される二元線形符号に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 連続する 2 ビットが反転する場合の誤りパターンに対するシンδροームを全て求めなさい。
- (2) 通信路で送信語のうち連続する 2 ビットが 1 回だけ反転し、受信語  $y = (110000)$  を受け取ったとする。シンδροームを計算することで正しく復元できるか、理由とともに答えなさい。

## 問題 2. TCP/IP プロトコルスタックに関する以下の文章を読んで、(a)～(o)に適切な言葉または数値を埋めなさい。

TCP/IP は現在のインターネットの基盤となるプロトコル群である。TCP/IP は 4 つの階層から構成され、下位層から順に  層、 層、 層、 層となっている。

TCP (Transmission Control Protocol) は  層で動作し、 型の通信を提供する。TCP では送信されたデータの到達確認を行うために  番号と  番号を使用する。一方、UDP (User Datagram Protocol) も同じ層で動作するが、 型の通信を提供し、TCP と比較して  が小さく、リアルタイム通信に適している。

IP アドレスは  層で使用され、現在広く利用されている IPv4 では  ビットのアドレス空間を持つ。IPv4 アドレスが枯渇する問題を解決するため、 ビットのアドレス空間を持つ IPv6 が開発されている。

層では、送信元から宛先まで複数の  を経由してパケットを転送する処理が行われる。各  は経路情報を参照して、受信したパケットの転送先を決定する  を行う。

層では、同一ネットワーク内でのフレーム転送が行われ、 アドレスが使用される。このアドレスは IEEE802 標準では  ビットで構成され、ネットワークインターフェース固有の識別子である。

問題 3. 三つの確率変数  $X, Y, Z$  について定義される以下の量

$$H(X) = - \sum_{x \in X} P(x) \log P(x)$$

$$H(X|Y) = - \sum_{x \in X, y \in Y} P(x, y) \log P(x|y)$$

$$H(X|Y, Z) = - \sum_{x \in X, y \in Y, z \in Z} P(x, y, z) \log P(x|y, z)$$

$$I(X; Y|Z) = \sum_{x \in X, y \in Y, z \in Z} P(x, y, z) \log \frac{P(x|y, z)}{P(x|z)}$$

を用いて, (1)と(2)の空欄(A)~(D)に適切な数式を埋めなさい. ここで,  $P(x, y)$ は $X = x, Y = y$ である同時確率,  $P(x)$ は $X = x$ である周辺確率,  $P(x|y)$ は条件付き確率である.

(1)  $P(x, y) = P(y)P(x|y)$ を用いると, 結合エントロピー $H(X, Y)$ は以下のように書ける.

$$\begin{aligned} H(X, Y) &= - \sum_{x \in X, y \in Y} P(x, y) \log P(x, y) = - \sum_{x \in X, y \in Y} P(x, y) \log P(y)P(x|y) \\ &= - \sum_{x \in X, y \in Y} P(x, y) \log P(y) - \sum_{x \in X, y \in Y} P(x, y) \log P(x|y) \\ &= H(\boxed{\text{(A)}}) + H(X|Y) \end{aligned}$$

同様に, 三変数の場合 $P(x, y, z) = P(z)P(y|z)P(x|y, z)$ を用いると,  $H(X, Y, Z)$ は以下のように書ける.

$$H(X, Y, Z) = H(Z) + H(Y|Z) + H(\boxed{\text{(B)}})$$

(2) 条件付き相互情報量 $I(X; Y|Z)$ は以下のように変形できる.

$$\begin{aligned} I(X; Y|Z) &= \sum_{x \in X, y \in Y, z \in Z} P(x, y, z) \log \frac{P(x|y, z)}{P(x|z)} \\ &= \sum_{x \in X, y \in Y, z \in Z} P(x, y, z) \log P(x|y, z) - \sum_{x \in X, y \in Y, z \in Z} P(x, y, z) \log P(x|z) \\ &= -H(X|Y, Z) + H(\boxed{\text{(C)}}) \end{aligned}$$

また,  $I(X; Y|Z)$ は以下のような表現もできる.

$$I(X; Y|Z) = H(\boxed{\text{(D)}}) - H(Y|X, Z)$$