

応用情報技術者試験

テクノロジ系Ⅰ

1-1-4

通信に関する理論

優先度： 低

誤り検出・訂正

誤り検出・訂正と代表的手法

- ネットワークを通じて伝送したデータの誤りを検出したり, その場で回復処理を行うのが誤り制御

* 誤り検出・訂正の種類と代表的手法は以下の通り

誤り検出・訂正の種類	代表的な手法
1 ビット誤り検出	パリティ(奇数パリティ, 偶数パリティ)
1 ビット誤り訂正 + 1 ビット誤り検出	垂直パリティ
1 ビット誤り訂正 + 2 ビット誤り検出	ハミング符号
nビット誤り検出	CRC

パリティ (パリティチェック)

パリティ

- ある数字の並びの合計が偶数か奇数かによって通信の誤りを検出する技術
 - * データの最後にパリティビットを付加し, そのビットを元に誤りを検出
- 偶数パリティ
 - * 1の数が偶数になるようにパリティビットを付加
- 奇数パリティ
 - * 1の数が奇数になるようにパリティビットを付加

奇数パリティ・偶数パリティ

- 7ビットのデータ1100010

- ＊ 偶数パリティ

- ▶ 1の数が奇数なので1を付加して：11000101

- ＊ 奇数パリティ

- ▶ 1の数が奇数なので0を付加して：11000100

垂直パリティ・水平パリティ

- 1ビットの誤りを訂正することができる
 - * 垂直パリティ
 - ▶ データが送られるごとに、最後に1ビットのパリティビットをつけるやり方
 - * 水平パリティ
 - ▶ それぞれのビットのデータを横断的にみて、全体で誤りがないかどうかをチェック
- 垂直パリティと水平パリティを組み合わせることにより、どこかに1ビットの誤りが発生した場合にその場所を特定でき、ビットを反転させることでエラーを訂正できる

水平垂直パリティの問題

図のように16ビットのデータを4×4の正方形状に並べ、行と列にパリティを付加することによって何ビットまでの訂正できるか。ここで、図の網掛け部分がパリティを表している。

1	0	0	0	1
0	1	1	0	0
0	0	1	0	1
1	1	0	1	1
0	0	0	1	

出典：平成19年春期 問57

ア 1

イ 2

ウ 3

エ 4

解答

パリティチェックは、データ通信においてデータに1ビットの検査ビットを付加することで伝送途中のビット誤りを検出する方法の1つです。データのビット列とパリティビットを合わせて「1」のビット数が奇数になるようにパリティビットを付加する方式を奇数パリティ、偶数になるように付加する方式を偶数パリティといいます。(問題文の例は偶数パリティ)

またチェック方式にも2種類あり、送信データそれぞれに対してパリティを付加する方式を垂直パリティ、1番目のデータの1ビット目、2番目のデータの1ビット目～n番目のデータの1ビット目というようにデータブロックの並びに対して付加する方式を水平パリティといいます。

設問の例のように両方向にパリティを付加する方式を「水平垂直パリティチェック方式」といい、垂直・水平の両者を組み合わせることでビット誤りの検出にとどまらず**1ビットであれば正しいデータに訂正することが可能**となっています。



垂直水平パリティの問題が出てきたらとにかく「1ビット」を選択しましょう！！！！

ハミング符号

ハミング符号

- データにいくつかの冗長ビットを付加することによって、1 ビットの誤りを検出し、それを訂正できる仕組み
- 基本的に指示に従えば解くことができます

ハミング符号の問題

符号長7ビット、情報ビット数4ビットのハミング符号による誤り訂正の方法を、次のとおりとする。

受信した7ビットの符号語 $x_1x_2x_3x_4x_5x_6x_7$ ($x_k=0$ 又は 1)に対して

$$c_0 = x_1 + x_3 + x_5 + x_7$$

$$c_1 = x_2 + x_3 + x_6 + x_7$$

$$c_2 = x_4 + x_5 + x_6 + x_7$$

(いずれも mod 2 での計算)

を計算し、 c_0 、 c_1 、 c_2 の中に少なくとも一つは0でないものがある場合には、

$$i = c_0 + c_1 \times 2 + c_2 \times 4$$

を求めて、左から i ビット目を反転することによって誤りを訂正する。

受信した符号語が1000101であった場合、誤り訂正後の符号語はどれか。

出典：平成23年秋期 問3

ア 1000001

イ 1000101

ウ 1001101

エ 1010101

解答

ハミング符号は、情報ビットに対して検査ビットを付加することで、2ビットの誤り検出と1ビットの自動訂正機能をもった方式です。

手順に従って符号語1000101に対し、誤りの検査を行います。

$$C_0 = (1 + 0 + 1 + 1) \bmod 2 = 3 \bmod 2 = 1$$

$$C_1 = (0 + 0 + 0 + 1) \bmod 2 = 1 \bmod 2 = 1$$

$$C_2 = (0 + 1 + 0 + 1) \bmod 2 = 2 \bmod 2 = 0$$

C_0 および C_1 が0でないので、 i を計算します。

$$i = C_0 + C_1 \times 2 + C_2 \times 4$$

$$= 1 + 2 + 0 = \mathbf{3}$$

結果として3が求められたので、元の符号語1000101の3ビット目(x_3)を反転させた「1010101」が誤り訂正後の符号語になります。

CRC

CRC

(Cyclic Redundancy Check)

- 連続する誤りを検出するための誤り制御の仕組み
 - * 送信する基となるデータを, あらかじめ決められた多項式で除算し, その余りをCRCとする
- CRCのエラーチェックは, 改ざん防止などのセキュリティチェックには使えない
 - * データは暗号化されていないテキストであり, 多項式は公開されているため, 改竄して再設計することが可能なため
- バースト誤りに有効. 家庭や社内のLANで一般的に使われているイーサネットのパケットでは, 誤り検出にCRCを用いている
 - * バースト誤り : ケーブルの不良や混線などによって誤りが一度にまとめて起こること

問題

直近では1回しか出題されていないので、CRC対策の優先度はかなり低いです

誤り検出方式であるCRCに関する記述として、適切なものはどれか。

出典：平成21年秋期 問4

- ア 検査用データは、検査対象のデータを生成多項式で処理して得られる1ビットの値である。
- イ 受信側では、付加されてきた検査用データで検査対象のデータを割り、余りがなければ送信が正しかったと判断する。
- ウ 送信側では、生成多項式を用いて検査対象のデータから検査用データを作り、これを検査対象のデータに付けて送信する。
- エ 送信側と受信側では、異なる生成多項式が用いられる。

解答

CRC(Cyclic Redundancy Check)は、巡回冗長検査という意味で、送信データから**生成多項式**によって誤り検出用のデータを付加して送信します。受信側では送信側と同じ生成多項式を用いて受信データを除算し、送信されてきた誤り検出用のデータと比較することで誤りの有無を判断します。

パリティビットでは検出できなかった「バースト誤りをより複雑な生成多項式による演算を行うことで検出できる」という長所があります。

ア：“検査用データは、検査対象のデータを生成多項式で処理して得られる1ビットの値である。”

CRCの検査用データは1ビットではありません。

イ：“受信側では、付加されてきた検査用データで検査対象のデータを割り、余りがなければ送信が正しかったと判断する。”

受信側では、受信データを生成多項式で除算し、送信されてきた検査用データと同一かどうかによって送信の正しさを検証します。

ウ：“送信側では、生成多項式を用いて検査対象のデータから検査用データを作り、これを検査対象のデータに付けて送信する。”

正しい。

エ：“送信側と受信側では、異なる生成多項式が用いられる。”

検証には送信側と受信側で同じ生成多項式を用います。

おまけ (過去問)

ハミング符号の問題

ハミング符号とは、データに冗長ビットを付加して、1ビットの誤りを訂正できるようにしたものである。ここでは、 X_1, X_2, X_3, X_4 の4ビットから成るデータに、3ビットの冗長ビット P_3, P_2, P_1 を付加したハミング符号 $X_1X_2X_3P_3X_4P_2P_1$ を考える。付加ビット P_1, P_2, P_3 は、それぞれ

$$X_1 \oplus X_3 \oplus X_4 \oplus P_1 = 0$$

$$X_1 \oplus X_2 \oplus X_4 \oplus P_2 = 0$$

$$X_1 \oplus X_2 \oplus X_3 \oplus P_3 = 0$$

となるように決める。ここで $\oplus$ は排他的論理和を表す。

ハミング符号 1110011 には1ビットの誤りが存在する。誤りビットを訂正したハミング符号はどれか。

出典：平成30年春期 問3

ア 0110011

イ 1010011

ウ 1100011

エ 1110111

解答

直近のデータでは、
ハミング符号の問題は
排他的論理和を使った問題が
よく出題されています

ハミング符号 1110011 をデータビットと冗長ビットに分けると次のようになります。

$$X_1=1, X_2=1, X_3=1, X_4=0,$$

$$P_1=1, P_2=1, P_3=0$$

各ビットを問題中の3つの式に当てはめて、誤りを検証します。

$$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

存在する誤りが1ビットであり、すべての式の結果が0ではないということは、唯一すべての式に含まれている X_1 が誤りビットであると判断できます。

したがって、訂正前のハミング符号「1110011」の X_1 (1ビット目)を0に反転させた「0110011」が正解となります。