

技術士一次試験基礎科目 この問題が難しい ハミング距離

令和1年度 正答⑤

I-2-5 次の記述の、に入る値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

同じ長さの2つのビット列に対して、対応する位置のビットが異なっている箇所の数をそれらのハミング距離と呼ぶ。ビット列「0101011」と「0110000」のハミング距離は、表1のように考えると4であり、ビット列「1110001」と「0001110」のハミング距離はである。4ビットの情報ビット列「X1 X2 X3 X4」に対して、「X5 X6 X7」を  $X5=X2+X3+X4 \pmod{2}$ ,  $X6=X1+X3+X4 \pmod{2}$ ,  $X7=X1+X2+X4 \pmod{2}$  (mod 2は整数を2で割った余りを表す) と置き、これらを付加したビット列「X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7」を考えると、任意の2つのビット列のハミング距離が3以上であることが知られている。このビット列「X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7」を送信し通信を行ったときに、通信過程で高々1ビットしか通信の誤りが起こらないという仮定の下で、受信ビット列が「0100110」であったとき、表2のように考えると「1100110」が送信ビット列であることがわかる。同じ仮定の下で、受信ビット列が「1001010」であったとき、送信ビット列はであることがわかる。

表1 ハミング距離の計算

1つめのビット列	0	1	0	1	0	1	1
2つめのビット列	0	1	1	0	0	0	0
異なるビット位置と個数計算			1	2		3	4

表2 受信ビット列が「0100110」の場合

受信ビット列の正誤	送信ビット列							⇒	X1,X2,X3,X4に対応する付加ビット列		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		$X2+X3+X4 \pmod{2}$	$X1+X3+X4 \pmod{2}$	$X1+X2+X4 \pmod{2}$
全て正しい	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	
X1のみ誤り	1	1	0	0	同上	同上	一致	1	1	0	
X2のみ誤り	0	0	0	0	同上	同上		0	0	0	
X3のみ誤り	0	1	1	0	同上	同上		0	1	1	
X4のみ誤り	0	1	0	1	同上	同上		0	1	0	
X5のみ誤り	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	
X6のみ誤り	同上	同上	同上	同上	1	0	0	同上			
X7のみ誤り	同上	同上	同上	同上	1	1	1	同上			

- |   |   |
|---|---|
| <p>ア            イ</p> <p>① 5    「1001010」</p> <p>② 5    「0001010」</p> <p>③ 5    「1101010」</p> | <p>ア            イ</p> <p>④ 7    「1001010」</p> <p>⑤ 7    「1011010」</p> |
|---|---|

## ハミング距離 (Wikipedia)

情報理論において、ハミング距離とは、等しい文字数を持つ二つの文字列の中で、対応する位置にある異なった文字の個数である。別の言い方をすれば、ハミング距離は、ある文字列を別の文字列に変形する際に必要な置換回数を計測したものである。この用語は、リチャード・ハミング（アメリカの数学者、計算機科学者）にちなんで命名された。

ハミング距離は、遠距離通信における固定長バイナリー文字列の中で弾かれたビット数や、エラーの概算を数えるのに用いられるために、信号距離とも呼ばれる。文字数  $n$  の 1 ビット文字列間のハミング距離は、それらの文字列間の排他的論理和のハミング重み（文字列内の 1 の個数）か、 $n$  次元超立方体の 2 頂点間のマンハッタン距離に相当する。

### R01-1-2-5 正答 ⑤

ハミング距離に関する問題です。考えさせる問題となっています。

(ア) 1 1 1 0 0 0 1 と 0 0 0 1 1 1 0 を重ね合わせて、一致しない箇所は 7 か所です。

(イ) (ア) の解答が決定したので、(イ) に入るのは

「④ 1 0 0 1 0 1 0」か「⑤ 1 0 1 1 0 1 0」

のどちらかとなります。

7 桁のビット列は送信過程で高々 1 ビットしか通信の誤りが起こらないとの仮定です。受信ビット列「1 0 0 1 0 1 0」の頭 4 文字の情報ビット列「1 0 0 1」を取り出し、許される 4 つの並び A~D を表に示しました。また、この候補となる送信ビットから付加ビットを創生しました。

表の「送信ビット」+「付加ビット」と候補となる④および⑤の受信ビット列のハミング距離を求めたところ、その候補として「1 0 1 1 0 1 1」（ハミング距離 1）が有力であることがわかりました。従って答は⑤となります。

	送信ビット	付加ビット	④との距離	⑤との距離
受信	1 0 0 1	1 0 0	2	3
A	0 0 0 1	0 1 1	2	3
B	1 1 0 1	0 0 1	3	3
C	1 0 1 1	0 1 1	2	1
D	1 0 0 0	1 1 1	3	4