

Chapter 10 Error Detection and Correction

- หน้าที่ของ data link layer คือ framing, addressing(Header), flow control, error control(Trailer) และ media access control

- ประเภทของ error

1. Single bit error
2. Burst error (>1 บิต)

- เทคนิคการตรวจจับ Error คือ เพิ่ม redundancy bit เข้าไปที่ท้ายข้อมูล

- Detection method มี 3 วิธี

- Parity check (ทำที่ Layer1)
- Cyclic redundancy check (ทำที่ Layer2)
- Checksum (ทำที่ Layer4)

1. Parity check

- คือการ add parity bit เข้าไปที่ข้อมูล โดยนับเลข 1 ของข้อมูล
- Even-parity -> ทำให้จำนวนเลข 1 เป็นเลขคู่
- Odd-parity -> ทำให้จำนวนเลข 1 เป็นเลขคี่
- สามารถ detect ได้เฉพาะจำนวนบิต error เป็นเลขคี่ (1บิต,3บิต)
- two-dimensional parity check จะตรวจสอบบิตผิดพลาดหลายตัวได้ แล้วแต่

ตำแหน่งที่ผิด

2. Cyclic redundancy check

- เช็คโดยวิธีการหาร
- Trailer เก็บเศษจากการหาร
- ตรวจ Error พบ 100% ในกรณี 1) จำนวนบิต error เป็นเลขคี่ 2) burst error

มีความยาว \leq กำลังสูงสุดของ polynomial ตัวหาร

Ex. binary dataword 1010011110 divisor 10111

a) write codeword received from sender

$$\text{divisor} = x^4 + x^2 + x + 1$$

received

$$\begin{array}{r} 100110111 \\ 10111 \overline{) 1010011100000} \end{array}$$

$$\oplus 10111$$

$$11111$$

$$\oplus 10111$$

$$10001$$

$$10111$$

$$11000$$

$$10111$$

$$11110$$

$$10111$$

$$10010$$

$$10111$$

$$1010$$

codeword received

$$10100111101010$$

redundancy bits

b) binary check received (check error)

$$\begin{array}{r} 1001101110 \\ 10111 \overline{) 1010011101010} \end{array}$$

$$10111$$

$$11111$$

$$10111$$

$$10001$$

$$10111$$

$$11001$$

$$10111$$

$$11100$$

$$10111$$

$$10111$$

$$10111$$

$$00$$

1010 0 \Rightarrow no error

3. Checksum

- Trailer ตัวส่ง เก็บ 1's complement ของผลลัพธ์จากการ Sum
- ตัวรับจะต้อง Sum ค่าทั้งหมด จะต้องได้เป็น -0 แล้วทำ 1's complement จะได้เลข 0 ทั้งหมด จึงจะถูกต้อง

Ex. 10101001 01101101 11100100

a) ให้นำ pattern ที่รับไป โดยใช้ checksum

```

10101001
01101101 +
-----
100010110
          +
          1
          -----
00010111
11100100 +
-----
T 11111011
-T 00000100
            
```

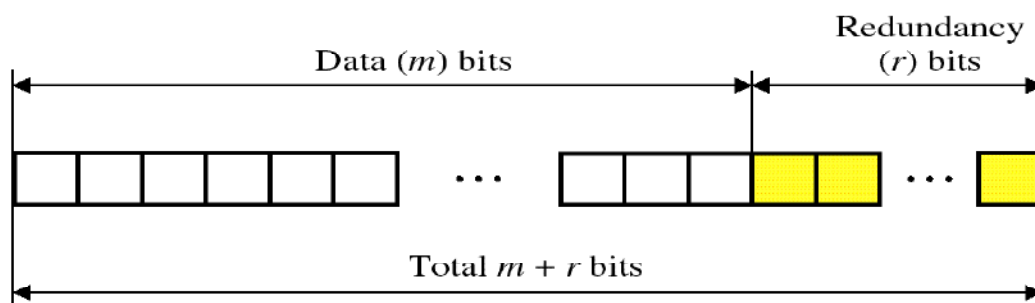
1's complement →

pattern คือ

10101001 01101101 11100100 00000100

• Error Correction

- มี 2 วิธีคือ 1. ส่งใหม่ และ 2. Hamming Code



- m คือ จำนวนบิตข้อมูล , r คือจำนวน redundancy bit
- จำนวน redundancy bit ที่เหมาะสมต้องเป็นไปตามสูตร

$$2^r \geq m + r + 1$$

- ตำแหน่งของ redundancy bit คือ 2^n ; $n=0,1,2,\dots$

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
d	d	d	r_8	d	d	d	r_4	d	r_2	r_1

- ค่าของ redundancy bit คือ parity bit ของบิตที่มันดูแล คือ

r_1 ดูแลบิต 1,3,5,7,9,11,... [1 เว้น 1]

r_2 ดูแลบิต 2-3,6-7,10-11 [2 เว้น 2]

r_4 ดูแลบิต 4-7,12-15 [4 เว้น 4]

r_8 ดูแลบิต 8-15,... [8 เว้น 8]

Ex hamming code ถ้า data เป็น 1010111

a) redundancy bit เป็น?

จากโจทย์ได้ $m = 7$ ตัว หา r

$$2^r \geq m+r+1$$

$$2^r \geq 8+r$$

ได้ $r = 4 \Rightarrow$ รวมไปความยาว $7+4 = 11$ บิต

จัดตำแหน่งได้

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0	1	0	1	1	1	r_4	r_2	r_1	

even-parity

r_1 1 1 0 1 1 0

r_2 1 0 0 1 1

r_4 0 1 1 0

r_8 1 0 1 0

pattern ที่ส่งคือ

10100110110

redundancy bits

Ex hamming code ถ้า data เป็น 1010111

a) redundancy bit เป็น?

สมมติว่า $m = 7$ ถ้า r

$$2^r \geq m+r+1$$

$$2^r \geq 8+r$$

ถ้า $r = 4 \Rightarrow$ จำนวนบิตรวม $7+4 = 11$ บิต

จัดเรียงบิต

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1

even-parity

r_1 1 1 0 1 1 0

r_2 1 0 0 1 1 1

r_4 0 1 1 0

r_8 1 0 1 0

pattern ที่ส่ง

10100110110

redundancy bits