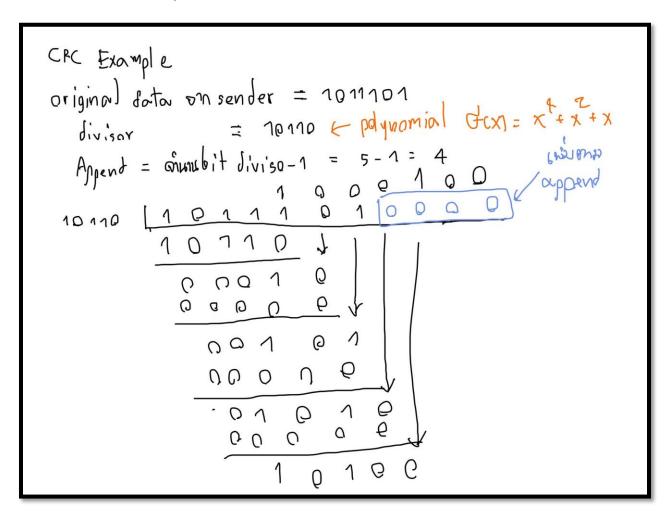
อธิบาย CRC & Hamming Code พร้อมยกตัวอย่าง

CRC (Cyclic Redundancy Checking) คือ เทคนิคการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดในการบันทึก หรือถ่ายทอดข้อมูล มักจะใช้วิธีการวนทำซ้ำ เพื่อทบทวนดูความแม่นตรง ถ้ามีที่ผิด การทำสองครั้ง ย่อมจะให้ผลไม่ตรงกัน

ตัวอย่าง

- เลขบัตรประชาชน หรือไอคีต่าง ๆ ล้วนใช้แต่หลัก CRC
- การ error checking ข้อมูลใน Hard drive, CD และ DVD เป็นต้น



10110 Reminder

data afinisaon no 101101100

anaennion data non encode sissand discorror usido di la corror usido de la corr

Binary form: 10111011000 divided by 10110

Decimal form: 1496 divided by 22

x**10+x**8+x**7+x**6+x**4+x**3 x**4+x**2+x

Divide operation:

Result is 1000100 Remainder is 0000

Working is

```
1000100
-----
10111011000
10110
----
0001011000
00000
----
01011000
00000
----
1011000
10110
----
000000
00000
-----
```

Hamming Codes

้ มีจุดเด่นตรงที่นอกจากเช็คว่า bit ใหนเกิด error แล้ว ยังแก้ bit ที่ error ในตำแหน่งนั้นให้เป็น bit ที่ ถูกต้องอีกด้วย



Checking of parity bits (switched bit highlighted)

The final step is to evaluate the value of the parity bits (remembering the bit with lowest index is the least significant bit, i.e., it goes furthest to the right). The integer value of the parity bits is 11, signifying that the 11th bit in the data word (including parity bits) is wrong and needs to be flipped.

	P ₄	p ₃	p ₂	P ₁	
Binary	1	0	1	1	
Decimal	8		2	1	Σ = 11

เลข parity bit จะอยู่ในตำแหน่ง 2^{n-1} เสมอ (ตำแหน่ง 1,2,4,8,16,32,64)

สมติให้ส่ง data จำนวน 8 bit : 0110100

Data ที่จะส่งไปต้องมี parity bit สอดแทรกอยู่ด้วย

จะเขียนได้ดังนี้ : 011[]010[]0[][] <<< (parity bit อยู่ในตำแหน่งที่ 1,2,4 และ 8 สอดแทรก d7-d6-d5-p4-d4-d3-d2-p3-d1-p2-p1 (ไม่แน่ใจว่าถูกไหม)

หาค่า parity แต่ละตำแหน่ง

P1: check 1 skip 1

P2: check 2 skip 2

P3: check 4 skip 4

P4: check 8 skip 8

P(n): check 2^{n-1} skip 2^{n-1}

(hint) เริ่มเช็กจากตำแหน่ง parity bit ของตัวเอง เช่น P3 ก็เริ่มเช็กตั้งแต่ตำแหน่ง 2^{3-1} เช็ก 3 ข้าม 3

ถ้า check แล้วจำนวนเลข 1 เป็นคี่ให้ parity bit ตัวนั้นมีค่า 1

แต่ถ้า check แล้วจำนวนเลข 1 เป็นคู่ ให้ parity bit ตัวนั้นมีค่า 0

น้ำค่า parity bit ทุกตัวมาเรียงกัน

p4-p3-p2-p1 เช่น 1 0 1 1

1 0 1 1 แปลงเป็นฐาน 10 มีค่าเท่ากับ $2^3 + 2^1 + 2^0 = 11$

คังนั้น bit ที่ 11 ของ data+parity bit เกิด Error คังนั้นจึงต้องสลับเลขของ bit ตำแหน่งที่ 11 จาก 0 เป็น 1 หรือ 1 เป็น 0