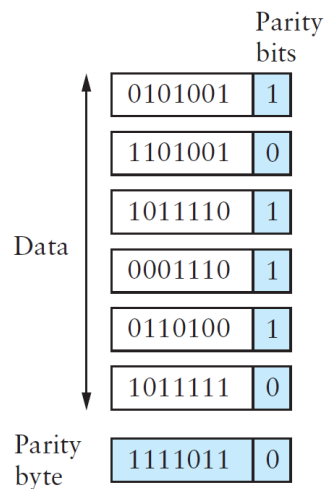


3. Metody wykrywania błędów w transmisji danych

Parzystość (dwuwymiarowa)



Wykrywa wszystkie błędy 1-3 bitowe, większość – 4 bitowych

Internetowa suma kontrolna (16-bitowa, dopełnienie do 1)

```
u_short cksum(u_short *buf, int count)
{
    register u_long sum = 0;
    while (count--)
    {
        sum += *buf++;
        if (sum & 0xFFFF0000)
        {
            /*przeniesienie - zawiń */
            sum &= 0xFFFF;
            sum++;
        }
    }
    return ~ (sum & 0xFFFF);
}
```

Cykliczny Kod Nadmiarowy (CRC)

Ciąg bitów reprezentowany przez wielomian, np.

10011010

$$M(x) = 1 \times x^7 + 0 \times x^6 + 0 \times x^5 + 1 \times x^4 + 1 \times x^3 + 0 \times x^2 + 1 \times x^1 + 0 \times x^0$$

1. Ustalamy wielomian $C(x)$ o rzędzie k – dzielnik, o pewnej długości (np. Ethernet – 32bitowy).
2. Jeżeli $M(x)$ ma długość $n+1$ dodajemy do niego k - dodatkowych bitów, tworząc wielomian $P(x)$.
3. Wielomian ten ma być bez reszty podzielny przez $C(x)$ – jeśli tak będzie po stronie odbiorcy to wiadomość nie uległa zniekształceniu.

Dzielenie „bitowych” wielomianów

Dowolny wielomian $B(x)$ może być podzielony raz przez $C(x)$ gdy $B(x)$ jest takiego samego rzędu jak $C(x)$.

Resztę z dzielenia $B(x)$ przez $C(x)$ otrzymuje się odejmując $C(x)$ od $B(x)$ – operację tą przeprowadza się przez bitowy XOR $B(x)$ i $C(x)$.

Przykład:

$$B(x) = x^3 + 1$$

$$C(x) = x^3 + x^2 + 1$$

Podzielne (ten sam rząd).

$$\text{Reszta} = 0 \times x^3 + 1 \times x^2 + 0 \times x^1 + 0 \times x^0 = x^2$$

Realizacja CRC

Jak na podstawie $M(x)$ stworzyć wielomian podzielny bez reszty przez $C(x)$?

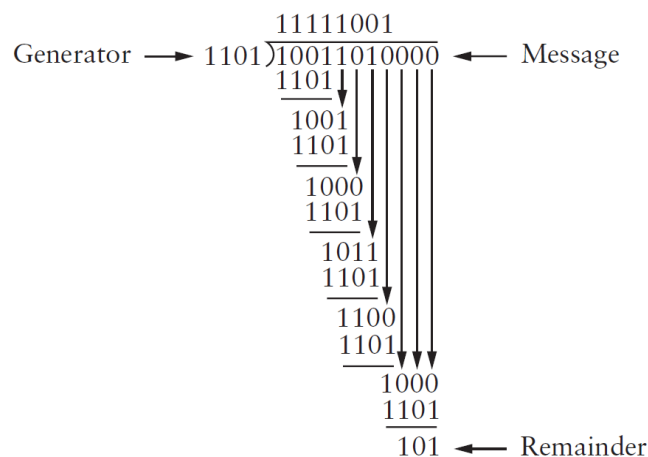
1. Wymnóż $M(x)$ przez x^k , tj. dodaj zera na końcu wiadomości, otrzymując nowy wielomian $T(x)$.
2. Podziel $T(x)$ przez $C(x)$ i znajdź resztę
3. Odejmij resztę od $T(x)$

Otrzymany wielomian jest bez reszty podzielny przez $C(x)$.

CRC – przykład

$$M(x) = x^7 + x^4 + x^3 + x^1 \text{ tj. } 10011010$$

$$C(x) = x^3 + x^2 + 1 \text{ tj. } 1101, T(x) = 10011010000$$



Przykłady CRC:

| CRC | $C(x)$ |
|-----------|---|
| CRC-8 | $x^8 + x^2 + x^1 + 1$ |
| CRC-10 | $x^{10} + x^9 + x^5 + x^4 + x^1 + 1$ |
| CRC-12 | $x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + 1$ |
| CRC-16 | $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ |
| CRC-CCITT | $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ |
| CRC-32 | $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$ |