

CODURI DETECTOARE ȘI CORECTOARE DE ERORI

Metode de protecție a datelor împotriva erorilor tranziente

În sistemele de calcul contemporane cea mai mare parte a erorilor sunt tranziente. Principalele cauze ale erorilor tranziente sunt perturbațiile: zgomotul, interferența semnalelor. Aceste erori, spre deosebire de erorile permanente, sunt cu mult mai greu de depistat din cauza caracterului temporar.

Sistemele fiabile, tolerante la astfel de erori, pot fi construite doar folosind anumite tipuri de **redundanță**.

Se deosebesc următoarele tipuri de redundanță:

1) *Redundanță hardware* - folosește mai multe componente decât strictul necesar pentru a implementa un anumit sistem.

2) *Redundanță software* - Se scriu versiuni diferite de software pentru aceeași aplicație.

2) *Redundanță temporală* – utilizează un singur dispozitiv pentru a calcula același lucru în mod repetat, după care rezultatele se compară între ele.

3) *Redundanță informațională* - se realizează prin adăugarea de biți suplimentari la cei originali. Erorile în biți pot fi detectate și chiar corectate.

Costul redundanței hardware este foarte mare, deoarece este necesară replicarea identică a unui întreg sistem. De exemplu, redundanța modulară triplă, propusă de John von Neumann în 1956, are o eficiență de 33%. Redundanța temporală duce, cel puțin, la dublarea timpului necesar pentru efectuarea calculelor sau pentru transmiterea datelor.

Redundanța informațională oferă metode de protecție a datelor împotriva erorilor, folosind mai puține resurse suplimentare și implică utilizarea codurilor detectoare și corectoare de erori.

Metodele de protecție a datelor împotriva erorilor introduse de canalul de transmisiune implică folosirea unui codor în transmițător, a unui decodor în receptor și a unei strategii de control al erorii.

Strategia de utilizare a codorului și decodorului:

1. *Detectia simplă a erorilor* - entitatea care primește datele este informată despre blocurile de date recepționate cu erori.

2. *Detectia și corectarea erorilor*. Se disting doua cazuri:

1) detectarea blocurilor de date recepționate eronat și *corectarea erorilor prin retransmiterea* acestor blocuri;

2) *corectarea directă*, la recepție, a erorilor.

Strategia corectării directe a erorilor necesită utilizarea unor coduri corectoare de erori. Celelalte strategii, *de detectie simplă a erorilor sau de corectare prin retransmitere*, necesită utilizarea unor coduri detectoare de erori. Corectarea erorilor prin retransmitere este mai simplă în ceea ce privește complexitatea decodurii, dar necesită doua căi de transmisiune: una pentru a transmite blocurile de date și alta, în sens invers, pentru a transmite confirmările de recepție (pozitivă, fără erori și negativă, cu erori). În plus, corectarea erorilor se face cu o anumită întârziere.

Noțiuni de bază din teoria codurilor

Fie lungimea unui cod binar egală cu n biți. Numărul maxim de combinații care pot fi obținute în acest caz este $N=2^n$.

Un asemenea cod, unde toți biții sunt informaționali se numește **cod simplu** sau **cod iredundant**.

Codurile simple nu pot fi folosite la detectarea erorilor deoarece orice eroare va duce la apariția unei combinații admisibile în acest cod.

Codurile în care în afară de biți informaționali se folosesc și biți de control se numesc **coduri redundante**.

În asemenea coduri o parte din combinațiile posibile sunt interzise. Apariția lor permite detectarea erorilor, iar pentru unele coduri și corectarea lor.

O noțiune importantă în teoria codurilor o reprezintă **distanța Hamming**. Distanța Hamming între două cuvinte de cod este dată de numărul de poziții binare, prin care cele două cuvinte diferă. Evident distanța Hamming se poate defini numai pentru cuvinte de lungimi identice.

Distanța Hamming dintre două cuvinte binare se calculează prin efectuarea adunării modulo 2 dintre biții acestor cuvinte. Spre exemplu, distanța Hamming dintre cuvintele binare 011011 și 110111 este egală cu trei:

$$\begin{array}{r} 011011 \\ \oplus 110111 \\ \hline 101100 \end{array}$$

Se numește **distanță minimă** (d_{\min}) a unui cod cea mai mică distanță Hamming între două cuvinte distincte ale codului.

Determinați D_{\min} pentru codul 2din5.

<pre> 0 00011 1 00101 2 00110 3 01001 4 01010 5 01100 6 10001 7 10010 8 10100 9 11000 </pre>	<p>Din combinatorica cunoaștem ca formula pentru a determina câte combinari de n elemente luate câte k.</p> $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}, \quad C_5^2 = \frac{5!}{2!(5-2)!}$
--	--

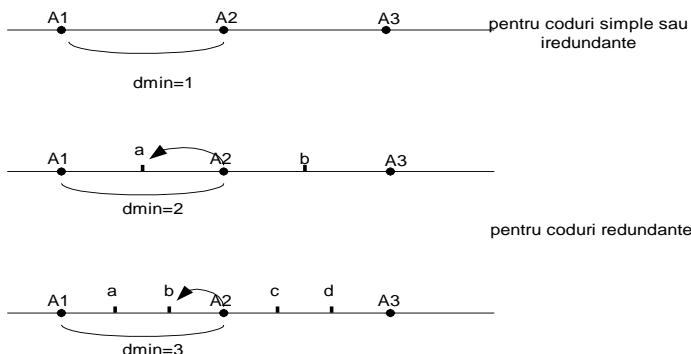
În general, capacitatea codului a detecta și a corecta erorile este determinată de următoarea relație:

$$d_{\min} = r + s + 1,$$

unde r este numărul erorilor detectate și s este numărul erorilor corectate.

Deci, un cod poate *detecta* o eroare singulară pentru $d_{\min}=2$. Un cod poate *detecta și corecta* o eroare singulară pentru $d_{\min}=3$. Pentru codurile simple $d_{\min}=1$.

Interpretarea grafică:



În cazul când $d_{\min}=2$ orice eroare de rangul 1 va duce la apariția unei combinații interzise, dar nu va fi clar de la care combinație ea a derivate. În cazul când $d_{\min}=3$ orice eroare de rangul 1 va duce la apariția unei combinații interzise care se va deosebi într-un bit de combinația de la care a derivat și în doi sau mai mulți biți de la oricare altă combinație. Deci cuvântul de cod correct poate fi determinat.