



Fundamentos de Comunicação de Dados (2024/2025)

Ficha de Exercícios - Códigos para Controlo de Erros - Uma Aula

1. Um determinado canal de transmissão integra um codificador de canal que utiliza um código cíclico sistemático (n, k) , gerado através do polinómio gerador $g(x)$, tendo o código uma distância mínima d_{min} .
 - a. Explique de que forma são geradas as diferentes palavras de código.
 - b. Indique e explique as relações existentes entre a distância mínima deste código e a sua capacidade de detecção e correção de erros.
 - c. Explique o que é o *síndrome* e de que forma ele é usado para a detecção/correção de erros.
2. Seja $g(x) = 1+x+x^3$ um polinómio gerador de um código cíclico sistemático $(7,4)$.
 - a. Determine as palavras de código, apresentando os respectivos cálculos, correspondentes aos seguintes dados:

$$D_1 = (d_0 d_1 d_2 d_3) = (1010)$$

$$D_2 = (d_0 d_1 d_2 d_3) = (1100)$$

$$D_3 = (d_0 d_1 d_2 d_3) = (1111)$$

$$D_4 = (d_0 d_1 d_2 d_3) = (1101)$$
 - b. Explique de que forma poderia gerar rapidamente mais palavras de código e apresentar uma tabela completa com todas as palavras de código deste código cíclico sistemático.
 - c. Tendo em conta a tabela da alínea b) determine a capacidade de detecção e correção deste código.
 - d. Qual o rendimento deste código?
 - e. Na página 246 da sebenta é apresentado um circuito codificador para um código deste tipo. Analise o funcionamento desse circuito para o caso particular do circuito ser alimentado com $D = (1100)$.
3. Responda ao seguinte problema:

	Seja $g(x) = 1+x+x^4$ um polinómio gerador de um código cíclico sistemático $(15,11)$ utilizado na transmissão de dados entre duas estações num determinado canal. A distância mínima do código é igual três ($d_{min} = 3$).
A1	O código possui um rendimento superior a 75%.
B2	A palavra de código correspondente aos dados $D=(00000000011)$ é $C=(00100000000011)$.
C3	Assuma que uma determinada palavra de código C é transmitida no canal sofrendo erros durante a sua transmissão passando a C' . Ainda assim, é possível que o receptor considere C' uma palavra válida e não detete qualquer erro de transmissão.
D4	Estamos na presença de um código que é corrector de erros duplos.

Indique se considera cada uma das afirmações anteriores verdadeira (V) ou Falsa (F):

A1		B2		C3		D4	
-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--



4. Considere que $g(x) = 1+x+x^4$ é o polinómio gerador de um código cíclico sistemático (15,11) utilizado para comunicação num canal de transmissão. A palavra de código $C=(000111110100000)$ é uma palavra válida?
5. Explique resumidamente as seguintes técnicas de correção de erros e discuta em que contextos são usadas: “*Forward Error Correction*” e “*Automatic Repeat Request*”.
6. A simulação de redes é uma técnica pela qual se pode criar uma representação virtual de uma infraestrutura de comunicações, sendo que estes simuladores podem ser desenvolvidos usando diferentes linguagens de programação. Esta representação virtual de redes pode ser usada para fins de teste, aprendizagem ou até mesmo investigação. Existem atualmente um vasto número de simuladores de rede, integrando neles um extenso conjunto de protocolos de comunicação de diferentes níveis. Assuma que pertence à equipa de desenvolvimento de um desses simuladores e a sua equipa de desenvolvimento tem a seguinte tarefa:

Desenvolvimento de um módulo de software que simule a utilização de códigos para controlo de erros num processo de transmissão de dados.

- a. Como *input* o módulo de software receberá um conjunto de bytes de dados para transmissão.
- b. Esses bytes serão separados em vários blocos de k bits, aos quais serão adicionados $n-k$ dígitos de verificação, através da utilização de um polinómio à sua escolha que seja gerador de um código cíclico sistemático (n,k) .
- c. Os blocos resultantes (de n bits) serão depois submetidos a uma função que simulará a transmissão num canal ruidoso. Essa função será parametrizada podendo (ou não) introduzir um conjunto de erros nos vários bits transmitidos (i.e. sem erro – nenhum bit do bloco é alterado; com erro – um ou mais bits do bloco são alterados).
- d. A função anterior passará os blocos resultantes a uma função de receção, que terá unicamente capacidades de detecção de erros. Para cada bloco recebido a função de receção avisará o utilizador se o mesmo é considerado válido ou inválido.

Discuta como seria desenvolvido este módulo de software e os resultados que poderiam ser obtidos pela função de receção, tendo em conta os diferentes códigos (n,k) utilizados e o número de erros que são introduzidos pela função de transmissão do módulo desenvolvido.

$r(x)$ é o resto da divisão de $x^{n-k}D(x)$ por $g(x)$

$$C = (\underbrace{r_0, r_1, r_2, \dots, r_{n-k-1}}_{\substack{n-k \text{ dígitos} \\ \text{de verificação} \\ \text{de paridade}}}, \underbrace{d_0, d_1, d_2, \dots, d_{k-1}}_{\substack{k \text{ dígitos} \\ \text{da mensagem}}})$$