

Sistemas Digitais

Representação da informação digital

Prof. Manoel Eusebio de Lima
Centro de Informática
Universidade Federal de Pernambuco

Representação da informação da forma digital

- Escalar
 - $x_i \in \{0, 1\}$ representa 1 bit (*binary digit*), de informação.
- Tuplas
 - $[x_1, x_2, x_3, \dots, x_r]$, conjunto de variáveis binárias.
 - onde $x_i \in \{0, 1\}$
 - Exemplos: $r = 2$
 - $[0,0], [0, 1], [1, 0], [1, 1]$
- Vetores
 - São r-tuplas que representam informações digitais.
 - $X = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_r]$

Onde X é uma variável Vetor

Notação vetorial

- Vetor
 - Os vetores são representados por *letras maiúsculas* A, B, MBR
 - As variáveis escalares que representam cada elemento do vetor são representadas por *letras minúsculas* a, b, mbr
- Dimensão do vetor
 - A dimensão de um vetor é expressa pelo número de suas variáveis escalares.

Representação da Informação

- Informação
 - Transmitida por sinais
 - Armazenada em registradores
- Transmitidas por sinais

X

x_1

x_2

x_n

Circuito Digital

Z

z_1

z_2

z_n

Sinais

 - Entrada - vetores X e Y
 - Saída - vetor Z

- Cada um destes sinais é representado pelos valores atribuídos as variáveis binárias que compõem o vetor.
- O significado associado a tais sinais depende da tarefa a ser realizada e da decodificação adotada.

Representação da Informação

- Armazenamento em registradores
 - A unidade básica de armazenamento de informação de vetores são os registradores, os quais são compostos de células elementares de memória

Entrada X

x_1

x_2

x_{n-1}

x_n

y_1

y_2

y_{n-1}

y_n

Saída Y

y_1

y_2

y_{n-1}

y_n

O estado de cada célula 0, 1 corresponde a menor unidade de informação digital possível, 1 bit.

Registrador de vetor

- A informação guardada em um registrador de r bits pode ser considerada como um vetor de r bits.
 - $Y = [y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n]$
 - As variáveis $y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n$ representam o conteúdo de cada célula do registrador e são chamadas variáveis de estado.
 - Exemplo:
 - Se $r=2$ então existem 4 estados distintos, a saber:
 - $[0,0], [0,1], [1,0], [1,1]$
 - As células podem ser numeradas da esquerda para a direita $Y = [y_1, y_2, \dots, y_{n-1}, y_n]$, ou da direita para a esquerda $Y = [y_n, y_{n-1}, \dots, y_2, y_1]$.
 - As células podem também ser numeradas de 0 a $r-1$, de 1 a r , ou ainda de $r-1$ a 0 e de r a 1.
 - $A = [a_0, a_1, \dots, a_{r-1}]$ ou $A = [a_1, a_2, \dots, a_r]$
 - $A = [a_{r-1}, a_{r-2}, \dots, a_0]$ ou $A = [a_r, a_{r-1}, \dots, a_1]$

7

Informação simbólica

- Seja S um conjunto de k quantidades distintas, então podemos estabelecer uma relação 1-a-1 entre um valor distinto da r-tupla $x_1, x_2, \dots, x_{r-1}, x_r$ com cada elemento do conjunto desde que $k \leq 2^r$.
 - Esta correspondência não é única!
 - Existem $(2^r - 1)(2^{r-2}) \dots (2^r - k + 1) = (2^r)! / (2^r - k)!$ distintos caminhos nos quais esta correspondência pode existir
 - Exemplo 1: $k = 4$ e $r = 2$
 - a 00 00 00
 - b 01 01 10 $(2^r)! / (4-4)! = 24$ possíveis combinações
 - c 10 11 11
 - d 11 10 01
 - Exemplo 2: O conjunto S consiste de 3 comandos +, *, - os quais podem ser codificados usando
 - 2 bits + [0,0] , - [0,1] , * [1,1]
 - 3 bits + [1,0,0] , - [0,1,0] , * [0,0,1]

8

Representação da informação - Lógica

- Lógica
 - Informação lógica é expressa em termos de códigos que indicam se uma declaração é verdadeira ou falsa.
Exemplo: A declaração Maria usa blusa azul
 $x = 1$ se a declaração é verdadeira
 $x = 0$ se a declaração é falsa
 x é um escalar
 - Em linguagem de alto-nível dizemos, por exemplo:
FORTRAN $x := \text{true}$ ou $x := \text{false}$
PASCAL $x := \text{true}$ ou $x := \text{false}$
Neste caso, como pode X estar representado internamente?
0,0,0,0,0.....,0 - false
1,1,1,1,1.....,1 - verdadeiro
 - Obs: Essa codificação é ineficiente pois das 2^r possibilidades de codificação, apenas 2 foram usadas. Se o número de variáveis lógicas for pequeno isso pode não ser problema.

9

Representação da informação - Lógica

- Número de células de um registrador
 - Em princípio o número de bits de um registrador é arbitrário, mas é usual agrupá-los em número padronizado que recebem nome especiais:
 - Nibble (4 bits) - representam algarismos decimais
 - Byte (8 bits) - representam caracteres
 - Word (palavra) - tamanho de registradores padrão de um determinado computador
- Tamanho de palavras

Microprocessadores 8080, 8085, Z80, 6800 - 8 bits(byte) 8086, Z8000 - 16 bits Main Frames IBM 3033 - 32 bits CDC 6600 - 60 bits	Minicomputadores PDP-11 - 16 bits VAX 11/780 - 32 bits Microprocessadores RISC SPARC - 32 bits RS6000 - 32 bits Alpha AXP - 64 bits
--	---

10

Representação da informação - Caracteres

- Todo caracter é devidamente codificado em binário antes de ser processado por um computador digital.
 - Exemplo:
 - Um computador típico permite a codificação dos caracteres:**
 - 26 letras minúsculas - 26 letras maiúsculas
 - 10 algarismos decimais - 33 símbolos especiais (+, -, =,
 - 33 caracteres de controle (line feed, delete, carriage return...)
 - Ou seja $128 = 2^7$ códigos digitais distintos, que podem ser representados por 7 bits.
 - Existem 128! maneiras diferentes de se codificar tais símbolos, porém alguns padrões são mundialmente usados:
 - ASCII (American Standard Code for Information Interchange) - 7bits
 - EBCDIC (Extended Binary Code Decimal Interchange Code) - 8 bits
 - Exemplo: Símbolo ASCII EBCDIC

A	1000001	11000001
X	1011000	11100111
Y	1011001	11101000
Z	0110010	11110010

11

Representação da informação - Números

- Os números podem ser representados em diferentes sistemas ou bases numéricas, tais como:
 - Exemplo: Base 10 -> 305,2 $N_{10} = 3(10^2) + 0(10^1) + 5(10^0) + 2(10^{-1})$
 - De maneira genérica podemos representar um número por:

$$N_i = a_{n-1}(r)^{n-1} + \dots + a_0(r)^0 + a_{-1}(r)^{-1} + \dots + a_{-m}(r)^{-m}$$

$$N_i = \underbrace{a_{n-1} a_{n-2} \dots a_1 a_0}_{\text{Inteiro}} \underbrace{a_{-1} a_{-2} \dots a_{-m}}_{\text{fração}}$$
 - Sistemas numéricos usuais:

Base	Nome do sistema	Algarismos
2	Binário	0, 1
3	Ternário	0, 1, 2
8	Octal	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
10	Decimal	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0
16	Hexadecimal	0, 1, 2, ..., 9, A, B, C, D, E, F

12

Codificação de informação numérica

- Localização do ponto binário
 - Se um registrador contém r células, o número binário deve ter no máximo r dígitos. Ou seja, qualquer número inteiro entre 0 e 2^{r-1} pode ser representado.
 - Com números fracionários, não é usual codificar a posição do ponto. Será suposto que o projetista do sistema arbitre a posição do mesmo. Assim, os números 0,101 ou 1,01 ou 10,1 ou 101 poderiam ser todos codificados como 101
- Números negativos
 - Números negativos são representados por um bit de sinal que geralmente é representado pelo bit mais a esquerda do número.
 - Exemplo: para um registrador de r bits teríamos:

sinal	magnitude
1 bit	(r-1) bits
 - Por convenção: 0 - número positivo
1 - número negativo

