Mestrado Integrado Engª. Informática

1º ano

2019/20

A.J.Proença

Tema

Introdução aos Sistemas de Computação

Estrutura do tema ISC

1. Representação de informação num computador
2. Organização e estrutura interna dum computador
3. Execução de programas num computador
4. O processador e a memória num computador
5. Evolução da tecnologia e da eficiência

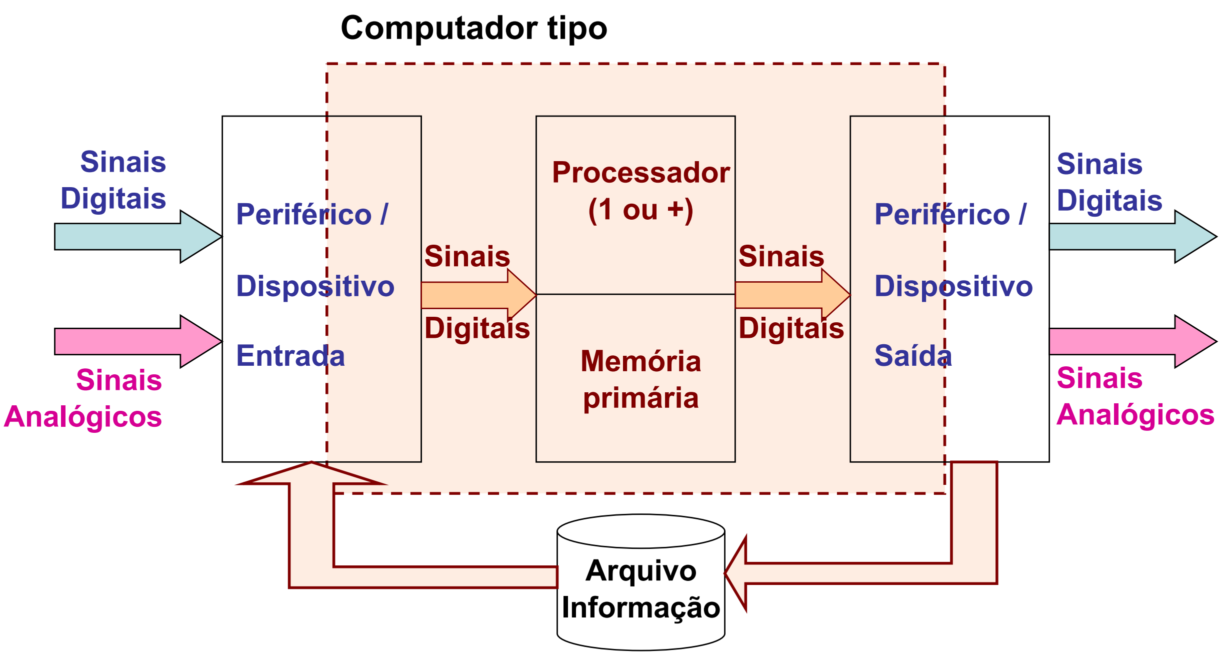
Um computador é um sistema físico que:

– recebe **informação**,
processa / arquiva **informação**,
transmite **informação**, **e ...**

– é **programável**
i.e., a funcionalidade do sistema pode ser modificada, sem alterar fisicamente o sistema

Quando a funcionalidade é fixada no fabrico do sistema onde o computador se integra, diz-se que o computador existente nesse sistema está "embebido": ex. *smart phone*, máq. fotográfica, automóvel, ...

Como se representa a informação num computador ?
Como se processa a informação num computador ?



Noção de computador (3)

- **Como se representa a informação num computador ?**
  - representação da informação num computador ->

- **Como se processa a informação num computador ?**
  - organização e funcionamento de um computador ->

Representação da informação: o algarismo

Como se representa a informação?

- com ***b****inary dig****its***!

Artigo Discussão

Algarismo

Um **algarismo** ou **dígito**, é um tipo de representação (um símbolo numérico, como "2" ou "5") usado em combinações (como "25") para representar números (como o número 25) em sistemas de numeração posicionais. O nome "dígito" vem do facto de os 9 dígitos (do latim *digitem* , "dedo") das mãos corresponderem aos 10 símbolos do sistema de numeração comum de base 10, isto é, o decimal (digestivo do latim antigo *decoração* . que significa nove) dígitos.

A palavra "algarismo" tem sua origem no nome do famoso matemático Al-Khwarizmi.

Mais:

- Cada um dos elementos de um numeral é um algarismo ou dígito:
  - Numeral com 3 dígitos: 426.
  - Numeral com 10 algarismos: 1.234.567.890
- Dígitos Binários: podem ser apenas dois, o 0 (zero) e o 1 (um)

Como se representa a informação?

– com ***b****inary* *dig****its***!

Tipos de informação a representar:

– números (para cálculo)
  » bases de numeração, inteiros (positivos e negativos)
  » reais (*fp*), norma IEEE 754

– textos (caracteres alfanuméricos)

– conteúdos multimédia

– código para execução no computador

1532.54_{10} (base 10) ; quanto vale cada algarismo?

$1*10^3 + 5*10^2 + 3*10^1 + 2*10^0 + 5*10^{-1} + 4*10^{-2} = 1532.54_{10}$

Nota: a potência de 10 dá-nos a ordem do algarismo no número...

1532_6 (base 6) ; quanto vale cada algarismo na base 10?

$1*6^3 + 5*6^2 + 3*6^1 + 2*6^0 = 416_{10}$

1532_{13} (base 13) ; quanto vale cada algarismo na base 10?

$1*13^3 + 5*13^2 + 3*13^1 + 2*13^0 = 3083_{10}$

110110.011_2 (base 2) ; quanto vale cada algarismo na base 10?

$1*2^5 + 1*2^4 + 0*2^3 + 1*2^2 + 1*2^1 + 0*2^0 + 0*2^{-1} + 1*2^{-2} + 1*2^{-3} = 54.375_{10}$

1532.54_{10} (base 10) ; algoritmo para extrair os algarismos?

- parte inteira: divisão sucessiva pela base e...
- parte decimal: multiplicação sucessiva pela base e...

416_{10} ; quanto vale cada algarismo na base 6?

- parte inteira ... parte decimal ...

3083_{10} ; quanto vale cada algarismo na base 13?

- parte inteira ... parte decimal ...

154.375_{10}; quanto vale cada algarismo na base 2?

- parte inteira ... parte decimal ...

110110.011_2 (base 2) ; quanto vale cada algarismo na base 10?

$1*2^5 + 1*2^4 + 0*2^3 + 1*2^2 + 1*2^1 + 0*2^0 + 0*2^{-1} + 1*2^{-2} + 1*2^{-3} = ...$

Para simplificar:

- eliminar os produtos, ignorar parcelas com produtos por 0
- $1*2^5 + 1*2^4 + 0*2^3 + 1*2^2 + 1*2^1 + 0*2^0 + 0*2^{-1} + 1*2^{-2} + 1*2^{-3} = ...$

=> $2^5 + 2^4 + 2^2 + 2^1 + 1/2^2 + 1/2^3 = ...$

Recomendação:

- decorar a tabuada das potências de 2 (**$2^0 + 2^{10}$**)
- compreender as potências de 2 múltiplas de 10

Numeração de base 2 : dicas para uma rápida conversão de potências de 2 para a base 10

2^0 =	1
2^1 =	2
2^2 =	4
2^3 =	8
2^4 =	16
2^5 =	32
2^6 =	64
2^7 =	128
2^8 =	256
2^9 =	512
2^{10} =	1024

2^{10} = 1024 = 1 Ki(bi) ≈ 1 000 = 10^3 = 1 K(ilo)

...

$2^{12} = 2^2 * 2^{10}$ = 4 Ki(bi) ≈ 4 000 = $4*10^3$ = 4 K

...

$2^{16} = 2^6 * 2^{10}$ = 64 Ki(bi) ≈ $64*10^3$ = 64 K

2^{20} = 1 Me(bi) ≈ 1 000 000 = 10^6 = 1 M(ega)

2^{30} = 1 Gi(bi) ≈ 1 000 000 000 = 10^9 = 1 G(iga)

2^{40} = 1 Te(bi) ≈ 10^{12} = 1 T(era)

2^{50} = 1 Pe(bi) ≈ 10^{15} = 1 P(eta)

Sistemas de numeração : caso particular da base 16 (hexadecimal)

- Dígitos na <u>base 16</u>: `0, 1, 2, ... 9, a, b, c, d, e, f` (a = 10, b = 11, c = 12, d = 13, e = 14, f = 15)
- Vantagens sobre um valor de 32 bits:
  $10100110100001110110010111010100_2$ ***vs.*** $a68765d4_{16}$
- Facilidade de conversão:

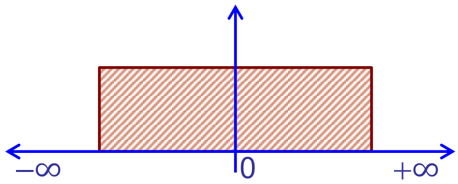
```
1010 0110 1000 0111 0110 0101 1101 0100₂
 a    6    8    7    6    5    d    4₁₆
```

- Mesmo com ponto decimal:
  $1010011010000111011001011101.01_2$

```
1010 0110 1000 0111 0110 0101 1101.0100₂
 a    6    8    7    6    5    d  . 4₁₆
```

Representação de inteiros

Gama de valores representáveis



- ideal: todos os valores **e** simetria em relação ao 0
- mas ...
- e quantos bits para representar um inteiro?

Representação de positivos & negativos

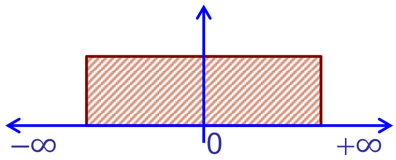
- estratégias
- análise dum exemplo com todos os valores possíveis
  - S+M: Sinal + Magnitude/amplitude≠
  - Complemento para 1
  - Complemento para 2
  - Notação por excesso

Inteiros positivos e negativos: o universo com 3 bits

Base 10	Base 2	S+M	Comp p/ 1	Comp p/ 2	Excesso 2^{n-1}	Excesso $2^{n-1}-1$
0	000	+0	+0	+0	0-4 › -4	0-3 › -3
1	001	+1	+1	+1	1-4 › -3	1-3 › -2
2	010	+2	+2	+2	2-4 › -2	-3 › -1
3	011	+3	+3	+3	3-4 › -1	3-3 › 0
4	100	-0	-11_2 › -3	$-(11+1)_2$ › -4	4-4 › 0	4-3 › +1
5	101	-1	-10_2 › -2	$-(10+1)_2$ › -3	5-4 › +1	5-3 › +2
6	110	-2	-01_2 › -1	$-(01+1)_2$ › -2	6-4 › +2	6-3 › +3
7	111	-3	-00_2 › -0	$-(00+1)_2$ › -1	7-4 › +3	7-3 › +4

Nota: n= #bits, $2^{n-1} = 2^{3-1}= 2^2=$ **4**, $2^{n-1}-1 = 2^{3-1}-1= 2^2-1=$ **3**

- **Gama de valores**
  - **esta gama é viável?**

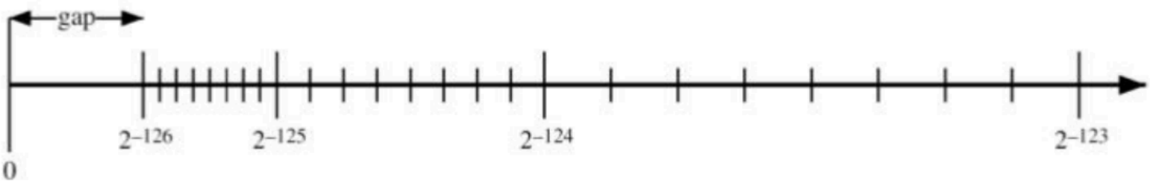


- **Notação científica**

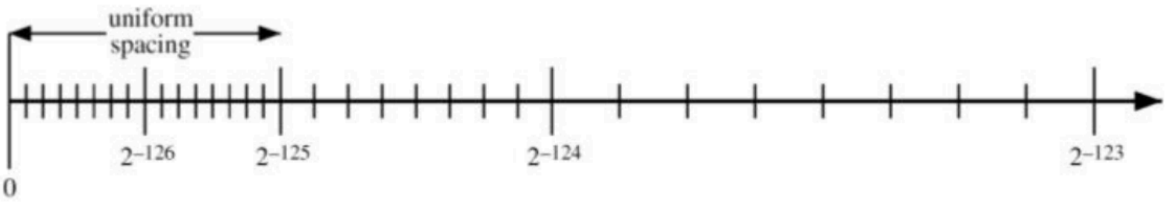
  Valor = (-1)^{S} * Mantissa * Radix^{Exp}

- **Normalização na representação**
  - **valores normalizados e subnormais**
- **Intervalo e precisão de valores representáveis**
- **Formato binário dum valor em fp**
  - Sinal, Mantissa ou parte Fracionária, Expoente
- **O bit escondido**
- **A norma IEEE 754-2008 para valores em fp**

- **Representação do sinal e parte fracionária**
  - **S+M**
- **Representação do expoente**
  - **Notação por excesso 2^{n-1}-1**
- **Valor decimal de um fp em binário** (normalizado)
  - **Precisão simples:** **$V = (-1)^{S} * (1.F) * 2^{E-127}$**
- **Valor decimal de um fp em binário** (subnormal)
  - **Precisão simples:** **$V = (-1)^{S} * (0.F) * 2^{-126}$**
- **Representação do zero:** **E=0** e **F=0**
- **Representação de $\pm\infty$:** **E = $1111\ 1111_2$** e **F = 0**
- **Representação de n.º não real:** **E = $1111\ 1111_2$** e **F $\neq$ 0**



(a) 32-bit format without denormalized numbers



(b) 32-bit format with denormalized numbers