Sistemas de Numeração

Números Binários Negativos

Alex Dias Gonsales

Roteiro

- Revisão Números Positivos
- Números Negativos
  - Sinal magnitude
  - Complemento de 1
  - Complemento de 2

Revisão Números Positivos

- Exemplo
  - base 10 (B=10)
  - 3 dígitos (n=3)
- Total de números $T = B^n = 10^3 = 1000$
- Valores representáveis: 000 a 999

Revisão Números Positivos

- Exemplo
  - base 2 (B=2)
  - 4 dígitos (n=4)
- Total de números
  - $T = B^n = 2^4 = 16$
- Valores representáveis
  - 0000_2 a 1111_2 → (0 a 15)

Número	Inteiros Positivos
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15

Números Negativos

- Sinal Magnitude
- Complemento de 1
- Complemento de 2

Sinal Magnitude

- Utiliza um dígito para representar o sinal
- Problemas
  - Faixa de representação de números positivos é reduzida pela metade
  - Representação dupla do zero

Sinal Magnitude

- Exemplo base=2 e n=4
  - O dígito mais significativo representa o sinal
    - 0 = positivo
    - 1 = negativo
  - 8 números positivos: $\underline{0}000_2$ a $\underline{0}111_2$ → (0 a 7)
  - 8 números negativos: $\underline{1}000_2$ a $\underline{1}111_2$ → (-0 a -7)
  - Vantagem → Fácil trocar o sinal de um número
  - Problemas
    - Representação dupla do zero
    - Dificuldade em realizar operações aritméticas

Sinal Magnitude

- Exemplo base=2 e n=4

Número	Positivo		Número	Negativo
0000	0		1000	−0
0001	1		1001	−1
0010	2		1010	−2
0011	3		1011	−3
0100	4		1100	−4
0101	5		1101	−5
0110	6		1110	−6
0111	7		1111	−7

Complemento de 1

- Faixa de valores é dividida pela metade
  - Metade inferior para números positivos
    - Números positivos são representados na forma normal
  - Metade superior para números negativos
    - Números negativos são representados em complemento
- O complemento 1 de um número “a” é obtido invertendo-se todos os bits, ou seja, aplicar a operação lógica NÃO (NOT) em todos os bits.
- Problemas
  - Representação dupla do zero
  - Dificuldade em realizar operações aritméticas

Complemento de 1

- Exemplo Base=2 e n=4
  - O dígito mais significativo representa o sinal
    - 0 = positivo
    - 1 = negativo
  - 8 números positivos: $\underline{0}000_2$ a $\underline{0}111_2$ → (0 a 7)
  - 8 números negativos: $\underline{1}000_2$ a $\underline{1}111_2$ → (-7 a -0)
  - Vantagem → Fácil trocar o sinal de um número
  - Problemas
    - Representação dupla do zero
    - Dificuldade em realizar operações aritméticas

Complemento de 1

- Exemplo Complemento de 1 (base=2 e n=4)

Número	Positivo		Número	Negativo
0000	0		1111	−0
0001	1		1110	−1
0010	2		1101	−2
0011	3		1100	−3
0100	4		1011	−4
0101	5		1010	−5
0110	6		1001	−6
0111	7		1000	−7

Complemento de 2

- Elimina a representação dupla do zero
- Facilita operações aritméticas
- Três métodos de calcular

  1º) Inverter os bits e somar 1

  2º) Potência negativa

  3º) $V = B^n - x$

Complemento de 2

- 1º Método (inverter e somar 1)
  - Exemplo: como descobrir o 6 negativo?

Pegar o 6 positivo	`0110`
	`  1`
Inverter todos bits	`1001`
Somar 1	` + 1`
	`----`
Este é o 6 negativo	**`1010`**

Complemento de 2

- 1º Método (inverter e somar 1)
  - Outro exemplo: que número é este 1110?

Pegar o número	1110
	1
Inverter todos bits	0001
Somar 1	+ 1

Este é o 2 positivo	**0010**

Portanto, o número 1110 era o 2 negativo

Complemento de 2

- 2º Método (Potência negativa)
  - O bit mais significativo representa uma potência negativa.

4 + 2 = 6

$-(2^3)$	2^2	2^1	2^0
-8	4	2	1
0	1	1	0

Complemento de 2

- 2º Método (Potência negativa)
  - O bit mais significativo representa uma potência negativa.

$-(2^3)$	2^2	2^1	2^0
-8	4	2	1
1	1	1	0

-8 + 4 + 2 = -2

Complemento de 2

- 2º Método (Potência negativa)
  - O bit mais significativo representa uma potência negativa.

-8 + 2 = -6

$-(2^3)$	2^2	2^1	2^0
-8	4	2	1
1	0	1	0

Complemento de 2

- 2º Método (Potência negativa)
  - O bit mais significativo representa uma potência negativa.

-8+4+2+1 = -1

$-(2^3)$	**2^2**	**2^1**	**2^0**
-8	**4**	**2**	**1**
1	**1**	**1**	**1**

Complemento de 2

- 2º Método (Potência negativa)
  - O bit mais significativo representa uma potência negativa.

-8 = -8

$-(2^3)$	2^2	2^1	2^0
-8	4	2	1
1	0	0	0

Complemento de 2

- 2º Método (Potência negativa)
  - O bit mais significativo representa uma potência negativa.

$-(2^3)$	2^2	2^1	2^0
-8	4	2	1
0	1	1	1

4 + 2 + 1 = 7

Complemento de 2

- 3º Método ($V = B^n - x$)
  - O simétrico (V) de um número "x" é obtido subtraindo-se esse número de B^n

$$\boxed{V = B^n - x}$$

Complemento de 2

- 3º Método ($V = B^n - x$)
  - Exemplo: Base=2 e n=4
  - $B^n = 2^4 = 16$
  - 1 negativo = 16 – 1 = 15 = 1111_2
  - 2 negativo = 16 – 2 = 14 = 1110_2
  - 3 negativo = 16 – 3 = 13 = 1101_2
  - 4 negativo = 16 – 4 = 12 = 1100_2
  - ...
  - 8 negativo = 16 – 8 = 8 = 1000_2

$\boxed{v = B^n - a}$

Complemento de 2

- 3º Método ($V = B^n - x$)
  - 8 números positivos: 0000_2 a 0111_2 (0 a 7)
  - 8 números negativos: 1111_2 a 1000_2 (-1 a -8)
  - Dígito mais significativo representa o sinal
    - 0 = positivo
    - 1 = negativo

Complemento de 2

- Exemplo complemento de 2 (base=2 e n=4)

Número	Positivo		Número	Negativo
0000	0		----	--
0001	1		1111	–1
0010	2		1110	–2
0011	3		1101	–3
0100	4		1100	–4
0101	5		1011	–5
0110	6		1010	–6
0111	7		1001	–7
----	-		1000	–8

Comparação

Número	Inteiros Positivos	Sinal Magnitude	Complemento de 1	Complemento de 2
0000	0	0	0	0
0001	1	1	1	1
0010	2	2	2	2
0011	3	3	3	3
0100	4	4	4	4
0101	5	5	5	5
0110	6	6	6	6
0111	7	7	7	7
1000	8	−0	−7	−8
1001	9	−1	−6	−7
1010	10	−2	−5	−6
1011	11	−3	−4	−5
1100	12	−4	−3	−4
1101	13	−5	−2	−3
1110	14	−6	−1	−2
1111	15	−7	−0	−1

Referências

- http://wwwusers.rdc.puc-rio.br/rmano/index.html
- http://www.inf.ufsc.br/ine5365/index.html
- http://www.dsc.ufcg.edu.br/~joseana/OAC1-20092.html