

LCC

Sistemas de Computação

Práticas Laboratoriais

Aula 2

Fev 2019

Bruno Medeiros
António Pina
António Esteves

Operações aritméticas em complemento para 2

- Uma vantagem do complemento para 2 é que podemos somar e subtrair dois números sem ter que separar os bits de sinal
- Se o resultado da operação aritmética for demasiado grande (positivo ou negativo) para caber no conjunto de bits utilizado então ocorre **overflow**

Somar valores com sinais diferentes

- Nesta situação nunca ocorre **overflow**
- Usar a regra da soma e descartar o bit de transporte que resulta da soma no último bit (**carry out**)
- **Exemplo:** $-8 + 3$, utilizando 8 bits

$$\begin{array}{r} (-8) \quad 1111 \ 1000 \\ + \ (+3) \quad 0000 \ 0011 \\ \hline (-5) \quad 1111 \ 1011 \end{array}$$

Somar valores com o mesmo sinal

- **Exemplo:** $-2 + (-5)$

$$\begin{array}{rcccccccccc} & +1+1+1+1+1 & +1+1 & & & & & & & & \\ & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & (-2) \\ + & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & & (-5) \\ \hline & \text{1} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & (-7) \end{array}$$

→ Deita-se fora o bit de *carry out*

Somar valores com o mesmo sinal: *overflow*

- Se dois números em complemento para 2 forem somados e ambos tiverem o mesmo sinal (ambos positivos ou ambos negativos), ocorre **overflow** apenas quando o resultado tiver um sinal aposto
- Regra do **overflow** na soma em complemento para 2 (considerando que A, B, C são positivos):
$$(+A) + (+B) = -C \implies \text{overflow}$$
$$(-A) + (-B) = +C \implies \text{overflow}$$

Somar valores com o mesmo sinal: *overflow*

- **Exemplo:** Somar dois valores em complemento para 2 com 4 bits. A gama de valores é $[-8, +7]$.

$$\begin{array}{rcccccl} & 1 & 0 & 0 & 1 & (-7) \\ + & 1 & 0 & 1 & 0 & (-6) \\ \hline 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \Rightarrow \text{Overflow } (-A-B=+C) \end{array}$$

O resultado deveria ser $-13 \rightarrow$ não cabe na gama permitida.

Subtração em complemento para 2

- Na subtração **a-b**
 - **a** é o **minuendo**
 - **b** é o **subtraendo**

Subtração em complemento para 2

- Normalmente, negamos o subtraendo e efetuamos uma soma
- Qualquer *carry out* é descartado
- **Exemplo** : $+8 - (+5)$ usando 8 bits

$$5_{10} = 0000\ 0101_2$$

$-5_{10} = 1111\ 1011_2$ (em complemento para 2)

$$+8 - (+5) = +8 + (-5)$$


$$\begin{array}{r}
 +1+1+1+1+1 \\
 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \quad (+8) \\
 + 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \quad (-5) \\
 \hline
 \pm 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \quad (+3) \implies \text{descartar o } carry\text{-out}
 \end{array}$$

Overflow na subtração

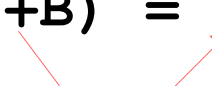
- Se dois números em complemento para 2 são subtraídos e os seus **sinais são opostos**, então ocorre **overflow** apenas se o resultado tem o mesmo **sinal do subtraendo**

- **Ocorre overflow se:**

- $(+A) - (-B) = -C$



- $(-A) - (+B) = +C$



Overflow na subtração

- **Exemplo:** $+7 - (-6)$ com 4 bits em complemento para 2. A gama de valores é $[-8, +7]$.

$$-6_{10} = \mathbf{1}010$$

$$+7 - (-6) = +7 + (+6)$$

+1+1

$$\begin{array}{rcccccl} & 0 & 1 & 1 & 1 & (+7) \\ + & 0 & 1 & 1 & 0 & (+6) \\ \hline \end{array}$$

→ 1 1 0 1 \Rightarrow overflow

Sumário: Aritmética complemento p/ 2

- **Soma**

- Somar os valores e descartar o bit *carry out*

- **Subtração**

- Negar o subtraendo, somar e descartar o *carry out*

- **Overflow:**

- Somar 2 **valores positivos** e o resultado é **negativo**
- Somar 2 **valores negativos** e o resultado é **positivo**
- Somar 2 valores de sinais diferentes não causa overflow