Computación I
Representación Interna

Curso 2018

Facultad de Ingeniería

Universidad de la República

Temario

- Representación de Números Enteros
  - Representación de Punto Fijo
    - Enteros sin signo
      - Binarios puros
    - Enteros con signo
      - Signo-magnitud
      - Exceso a M
      - Complemento a uno
      - Complemento a dos

Temario

- Representación de Números Reales
  - Representación de Punto Flotante
    - Generalidades
    - Representaciones estándar (IEEE)
    - Error de la representación interna (truncamiento y redondeo)

Representación de punto fijo
Enteros sin signo

- Binarios Puros
  - Números Naturales, (siempre positivos).
  - Se representan en binario con un número fijo de bits.
  - Con n bits tendremos 2^n números representables en el rango (0 a 2^n -1).
    - Cada vez que se agrega un bit se aumenta al doble la cantidad de números representables.
    - 1 bit –> 2 números
    - 2 bits –> 4 números
    - ...

Representación de punto fijo
Enteros sin signo

- Los tamaños usuales para representar los enteros sin signo son:
  - El byte (0 a 255)
  - La palabra de 2 bytes (16 bits, 0 a 2^{16} -1)
  - La palabra de 4 bytes (32 bits, 0 a 2^{32} -1).

Tipo	Sin signo
1 byte	255
2 bytes	65.535
4 bytes	4.294.967.295
8 bytes	18.446.744.073.709.551.615

Representación de punto fijo
Enteros sin signo

- Aritmética binaria

Suma	**Resta**	**Multiplicación**	**División**
0 + 0 = 0	0 - 0 = 0	0 x 0 = 0	0 / 0 = Error *
0 + 1 = 1	0 - 1 = 1 *	0 x 1 = 0	0 / 1 = 0
1 + 0 = 1	1 - 0 = 1	1 x 0 = 0	1 / 0 = Error *
1 + 1 = 0 *	1 - 1 = 0	1 x 1 = 1	1 / 1 = 1
* = Con 1 de acarreo	* = Con un préstamo de b		* Dividir por 0 no tiene sentido

Representación de punto fijo
Enteros sin signo

- Ejemplo
  - Suma de dos enteros sin signo

```
Acarreos:    11

         25   11001
        +74 1001010
___________________
         99 1100011
```

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- Diversas estrategias ….

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- Signo y Magnitud
  - Se utiliza el bit más a la izquierda como bit de signo
  - Los restantes bits representan el valor absoluto del número en binario.

Msb				lsb
$\boldsymbol{b_{n-1}}$	b_{n-2}	…	b_1	b_0

$\boldsymbol{b_{n-1}}$ = *Signo. (0 es positivo, 1 es negativo)*
$b_{n-2} \ldots b_1 b_0$ = *Valor absoluto*

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- Para n bits
  - 1 bit para el signo.
  - n -1 bits para el valor absoluto.
  - Rango representado: $-(2^{n-1}-1) \leq N \leq 2^{n-1}-1$
- Ejemplo en 4 bits
  - Rango $-7 \leq N \leq 7$
  - 0110 -> 6
  - 1110 -> -6

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- Ventajas:
  - El cambio de signo es inmediato, se reduce a modificar un bit.
  - El rango de representación es simétrico, tiene igual cantidad de números positivos que negativos.
- Desventajas:
  - Existen dos formas de representar el cero
    - Ejemplo con 4 bits 1000 y 0000.
  - Las operaciones de suma y resta “se complican” al depender de los signos y las magnitudes.

Representación de punto fijo

Enteros con signo

- Operaciones Aritméticas
  - No trabajan directamente con la representación
  - Deben interpretarse en base a los signos relativos.
  - El proceso requiere la comparación de los signos y las magnitudes para después realizar una suma o una resta

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- Algoritmo de suma:
  - Dados dos números binarios A y B en representación valor absoluto y signo.
  - Si los signos de A y B son iguales
    - Sumar las dos magnitudes.
    - Asignar al resultado el signo en común.
  - Si los signos de A y B son diferentes
    - Comparar las magnitudes y restar la magnitud más pequeña a la más grande.
    - Asignar al resultado el signo de la magnitud mayor.

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- Ejemplo (+25) + (-37) = - (37 - 25) = -12

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- La multiplicación y la división se tratan sin dificultad operando por un lado con las magnitudes y por otro con los signos.
- Existe la posibilidad de desbordamiento (overflow) en estas operaciones.
  - Se detecta cuando el resultado requiera n+1 bits siendo que la representación solo utiliza n bits.

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- Desbordamiento (overflow)
  - Representación con 4 bits

```
Acarreos:      1

          4    0100
        + 4    0100
---------------------------
          8    1000
             Desbordamiento
```

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- Exceso a M
  - En este sistema los números se incrementan en M y el resultado se representa luego en binario puro.
  - El número X se representa X + M expresado en binario.

Representación de punto fijo
Enteros con signo

- Se emplean n bits en la representación
  - $M = 2^{n-1}$
    - Para 8 bits el sistema se llama exceso a $128 = 2^{8-1}$
    - Los números se representan como su verdadero valor + 128 y en binario.
  - Rango de representación $-(2^{n-1})...(2^{n-1} - 1)$
    - Así los números desde –128 a 127 se corresponden con los números desde 0 a 255 , los cuales se pueden expresar como enteros de 8 bits

Representación de punto fijo

Enteros con signo

- Ejemplo con 4 bits
  - Rango de representación: - 8 al 7
  - 4 bits -> $M = 2^{4-1} = 2^3 = 8$
  - Para representar el nro 5
    - $5 + M = 5 + 8 = 13$
    - $13_{10} = 1\ 1\ 0\ 1_2$

Representación de punto fijo

Enteros con signo

- Ventajas:
  - Existe una única representación para el cero.
  - Conserva el orden de los números
  - Rango no simétrico
- Desventajas
  - No conservan la suma, (X1 + M) + (X2 + M) = (X1 + X2 + 2M)
  - Rango no simétrico