

Organización de Computadoras

SEMANA 7

UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES

¿ Qué vimos?

- Números con punto fijo
- Interpretación
- Representación
- Rango
- Resolución
- Error absoluto
- Error relativo

Hoy!

- Notación científica
- Punto flotante
 - Idea
 - Interpretación
 - Mantisa fraccionaria vs mantisa entera
 - Resolución
 - Normalización
 - Bit implícito
- IEEE 754 (la próxima!)

Notación científica

- Útil para escribir números muy grandes o muy chicos de manera abreviada
- Ej: $6,02 \cdot 10^{23}$

Notación científica

- Útil para escribir números muy grandes o muy chicos de manera abreviada
- Ej: $6,02 * 10^{23}$
- **Mantisa:** Representa al número, tomando un valor en $[0,10)$
- **Exponente:** Permite recordar donde estaba la coma originalmente

Problemas con punto en fijo

- Rango bastante acotado
 - Ampliar rango → usando mas bits
 - Mejorar precisión → mas bits fraccionarios
- Problemas con el error relativo en los números chicos

Punto Flotante

- Usar la idea de notación científica en binario
- Mantisa * $2^{\text{exponente}}$
- Como el 2 es fijo no hace falta guardarlo
- Con pocos bits de exponente se pueden guardar números muy grandes (exponente positivo) o muy chicos (negativo)

Punto Flotante

- Usar la idea de notación científica en binario
- Mantisa * $2^{\text{exponente}}$
- Como el 2 es fijo no hace falta guardarlo
- Con pocos bits de exponente se pueden guardar números muy grandes (exponente positivo) o muy chicos (negativo)

Punto Flotante

- Los números se pueden guardar:



- Hay que aclararlo al elegir un sistema
- Se elige un sistema para la mantisa y otro para el exponente

Punto Flotante

Interpretación

- Interpretar la mantisa
- Interpretar el exponente
- Calcular: mantisa * $2^{\text{exponente}}$

- Ejemplo: Mantisa SM(8) , Exponente CA2(5)



- 1 0000001 11111
- 0 0100000 11111

Punto Flotante

Interpretación - Ejercicios

- Mantisa SM(8) , Exponente CA2(5)



- 1111 1111 11111
- 0000 0010 00001
- 1000 0100 11001

Punto Flotante

Rango

- ¿Que cadena nos da el mínimo con Mantisa SM(8) y Exponente CA2(5) ?
 - Signo?
 - Mantisa?
 - Exponente?

Punto Flotante

Rango

- ¿Que cadena nos da el mínimo con Mantisa SM(8) y Exponente CA2(5) ?
 - Signo? – $\rightarrow 1$
 - Mantisa? 1111111
 - Exponente? 01111
 - Cadena: 1 1111111 01111 $\rightarrow -127 * 2^{15}$

Punto Flotante

Rango

- ¿Que cadena nos da el mínimo con Mantisa SM(8) y Exponente CA2(5) ?
 - Signo? – $\rightarrow 1$
 - Mantisa? 11111111
 - Exponente? 01111
 - Cadena: 1 11111111 01111 $\rightarrow -127 * 2^{15}$
- ¿Y el máximo?
 - Lo mismo pero con el signo positivo
 - 0 11111111 01111 $\rightarrow 127 * 2^{15}$

Punto Flotante

Rango

- ¿Podemos ahora representar todos los números del rango?

- NO! Son inf



Punto Flotante

Resolución

- Consideremos la cadena:

0 0000010 10000

- ¿Cuál es su siguiente?

- 0 0000010 10001?

- 0 0000011 10000?



- ¿Cuál es la resolución entonces?

$$1 * 2^{-16}$$

Punto Flotante

Resolución

- Consideremos la cadena:

0 1111110 01111

- ¿Cuál es su siguiente?

- 0 1111110 10000?

- 0 1111111 01111?



- ¿Cuál es la resolución entonces?

$$1 * 2^{-15}$$

Punto Flotante

Resolución

- La resolución es variable!
- Cuanto mas chico es el exponente, mejor es la resolución . Ej M:BSS(4) y Exp: BSS(3)



- De esta manera se ataca el problema de la resolución constante de punto fijo

Punto Flotante

Tipos de Mantisa

- Mantisa entera: Todos los bits tiene valor entero. Es decir la coma está a la derecha.
- Mantisa fraccionaria: Todos los bits tienen valor fraccionario. La coma está a la izquierda

Ejemplo

- Sistema de Punto Flotante, con 10 bits de mantisa entera, 1 bit de signo y 5 de exponente en Exceso.
El número $0011001100\ 0\ 01010_2$ es $N = 204 * 2^{-6} = 3,1875$
- Considerando ahora mantisa fraccionaria:
El número $0011001100\ 0\ 01010_2$ es $N = (204/2^{10}) * 2^{-6} = 0,00311279296875$

Punto Flotante

- Mantisa SM(11) Exponente Ex(5,16)
- Interpretar las siguientes cadenas de bits
 - 00000001000 10001
 - 00000010000 10000
 - 00000100000 01111
 - 10000000000 01010

Punto Flotante

- Mantisa SM(11) Exponente Ex(5,16)
- Interpretar las siguientes cadenas de bits
 - 00000001000 10001
 - 00000010000 10000
 - 00000100000 01111
 - 00001000000 01110
- ¡El número 16 se puede escribir de varias maneras!
- El sistema es ambiguo, y se desperdician cadenas!

16!

Punto Flotante

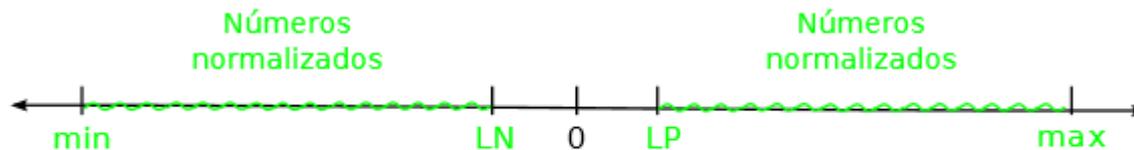
Normalización

- De todas las posibles representaciones se elige 1
- **Una cadena estará normalizada, si su dígito más significativo (el de más a la izquierda) es diferente a 0. Si un numero tiene representación normalizada, ésta será única.**
 - 00000001000 10001
 - 00000010000 10000
 - 00000100000 01111
 - *100000000000 01010*

Punto Flotante

Normalización

- ¿Cómo represento el cero en un sistema normalizado? (M BSS(2), E BSS(2))
- El número 0 no tiene representación normalizada posible
- Un sistema normalizado no puede representar el número 0.



Punto Flotante

Normalización – Bit implícito

- Si todas las cadenas normalizadas comienzan en 1, podemos no ponerlo!
- **Ganamos entonces un bit!**

Punto Flotante

Normalización – Bit implícito

- Interpretar la cadena 0011
- Exponente: BSS(2) – Mantisa: BSS(2) sin bit implícito
 - $I(0011) = (2^1 + 2^0) * 2^0 = 3$
- Exponente: BSS(2) – Mantisa: BSS(2) con bit implícito
 - $I(0011) = I(00\mathbf{1}11) = (2^2 + 2^1 + 2^0) * 2^0 = 7$

¿Que pasó hoy?!

- Notación científica
- Punto flotante
 - Idea
 - Interpretación
 - Mantisa fraccionaria vs mantisa entera
 - Resolución
 - Normalización
 - Bit implícito
- Lo que se viene!!! IEEE 754