Universidad Nacional de Entre Ríos

Tecnicatura universitaria en desarrollo web

¿Por qué estudiar arquitectura?

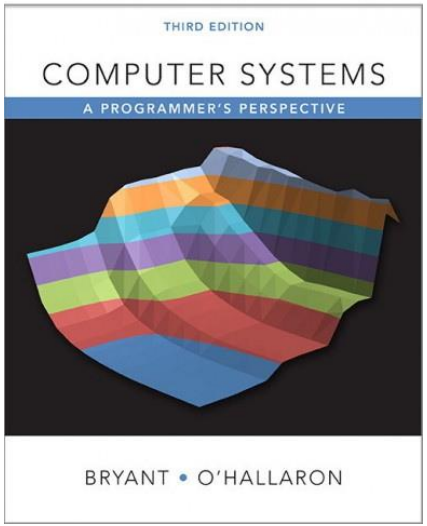
Semana 1 – Arquitectura de computadoras

Docente: José Ruiz {jose.ruiz@uner.edu.ar}

UNER virtual

Esta presentación esta basada en el libro de:

- Randal E. Bryant and David R. O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition, Pearson, 2016.



Archivos de presentación y ejemplos se alojan en:

https://github.com/ruiz-jose/tudw-arq.git

¿Por qué estudiar arquitectura de computadoras?

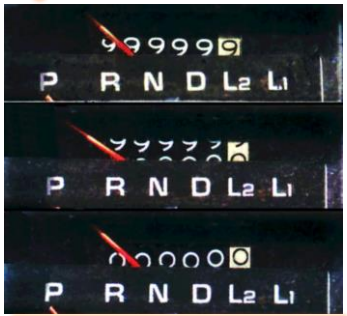
Cuestiones o realidades que un desarrollador debe conocer de una computadora

- Realidad #1: Aritmética de la computadora
- Realidad #2: Conocer ensamblador
- Realidad #3: El acceso a la memoria importa

Realidad #1: Aritmética de la computadora

ints ≠ enteros

¿Qué pasa si el cuenta kilómetros del auto supera los 999999 km?



KM = 000000

No puede representar todos los números, es necesario realizar una abstracción de la realidad!!

floats ≠ números reales

¿O si al contar ovejas se utiliza el tipo de datos enteros de una computadora?

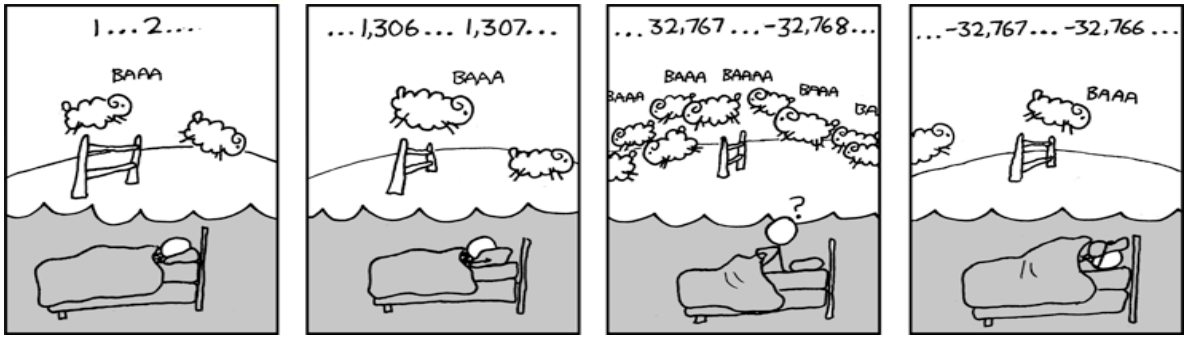


imagen: xkcd.com/571

32767 + 1 = **-32768**

- **Ejemplo 01.c**

  En C los enteros corto signado (signed short int) ocupan 2 bytes y tienen un rango de **{-32768; 32767}** $-2^{n-1} \leq Rango \leq 2^{n-1} - 1$

Realidad #1: Aritmética de la computadora

¿es x*x >= 0?

- floats: sí!
- ints: ?

En clases de matemáticas, esta propiedad se cumple siempre!! **Cuando x es un numero entero o real**

¿Pero en una computadora?

En la computadora, esto depende del tipo de datos de x.

❑ **Ejemplo 02.c**

En C los enteros signado (int) ocupan 4 bytes y tienen un rango de **{-2.147.483.648; 2.147.483.647}**

40000 * 40000 ⇒ 1600000000
50000 * 50000 ⇒ ?? -1794967296

¿es (x+y)+z = x+(y+z)?

- ints sí! propiedad asociativa
- floats: ?

❑ **Ejemplo 03.c**

(1E20 + −1E20) + 3,14 ⇒ 3,14
1E20 + (−1E20 + 3,14) ⇒?? 0.00

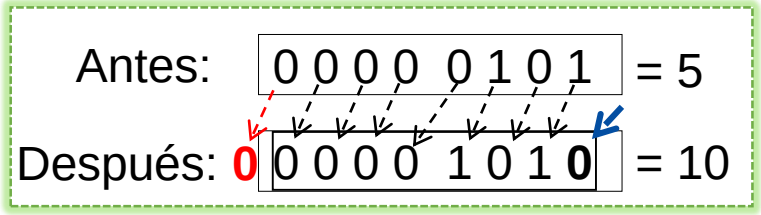
¿Qué es válido en qué contexto?

No se pueden asumir válidas todas las operaciones matemáticas por ser representaciones finitas

Realidad #2: Conocer ensamblador

- Seguramente nunca escribas código ensamblador
  - Pero, entenderlo es clave para el modelo de ejecución de la máquina.
  - Los compiladores son mejores que vos, y más pacientes.
- ¿Qué multiplicación es más rápida x*2 o x << 1?
  - C:

```
x=5;
x=x << 1;
```



Desplazamiento lógico de 1 bit izquierda

  - Ensamblador:

```
mov ax,5
shl ax,2  ;ax = 20
```

- **Ejemplo 04.c:**
  - Desplazar 1 bit a la izquierda multiplica un número por 2
  - Desplazar n bits a la izquierda multiplica el operando por 2^n

Realidad #2: Conocer ensamblador

x * 973 → `mul ax,973`

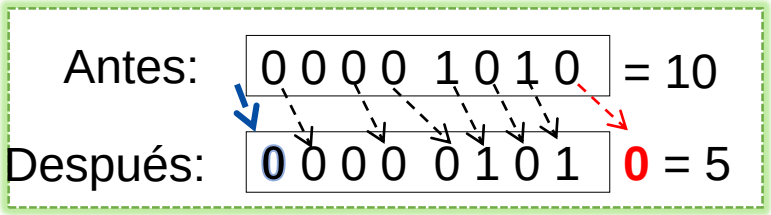
x * 1024 → `shl ax,10` *;2^{10} = 1024*

Realizar multiplicaciones con potencias de 2 (2^n) utilizando desplazamiento de bits a la izquierda aumenta el rendimiento del programa.

La división también es más rápida x/2 o x >> 1?

- C:

```
x=10;
x=x >> 1;
```



Desplazamiento lógico de 1 bit derecha

- Ensamblador:

```
mov ax,10
shr ax,1  ;ax = 5
```

- **Ejemplo 05.c:**
  - Desplazar 1 bit a la derecha divide un número por 2
  - Desplazar n bits a la derecha divide el operando por 2^n

Realidad #3: El acceso a la memoria importa

- La memoria no es **infinita**
- bugs
  - **Ejemplo 06.c:**
    - Referencia a elementos de un arreglo fuera de rango
    - Detección de destrucción de la pila (***** stack smashing detected ***: terminated**)
- El desempeño de la memoria no es uniforme

El desempeño de la memoria no es uniforme

```
void copyij(int src[2048][2048],
            int dst[2048][2048])
{
  int i,j;
  for (i = 0; i < 2048; i++)
    for (j = 0; j < 2048; j++)
      dst[i][j] = src[i][j];
}
```

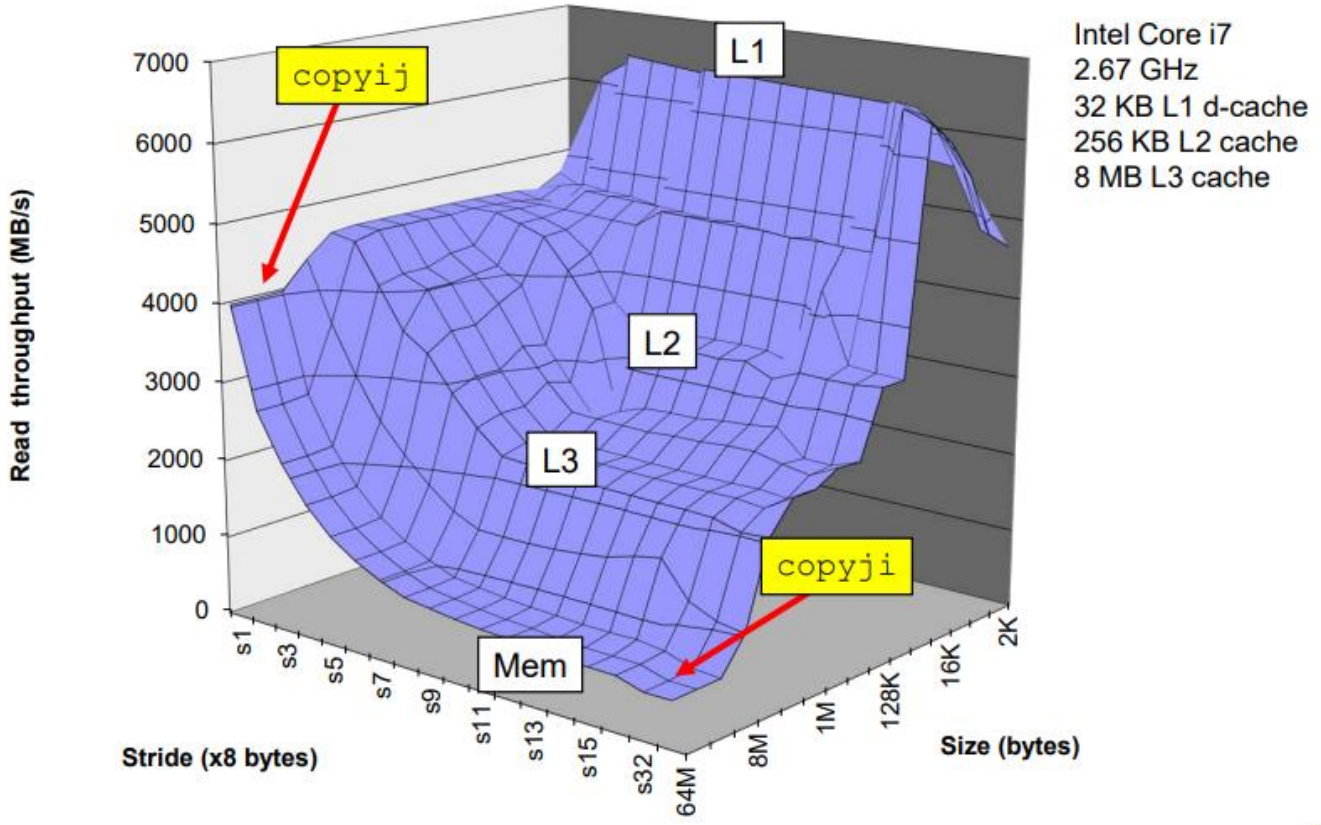
```
void copyji(int src[2048][2048],
            int dst[2048][2048])
{
  int i,j;
  for (j = 0; j < 2048; j++)
    for (i = 0; i < 2048; i++)
      dst[i][j] = src[i][j];
}
```

4.3ms 2.0 GHz Intel Core i7 Haswell 81.8ms

Acceso por columnas o por filas.. ¿**Por qué**?

- Ni siquiera contar la cantidad exacta de instrucciones predice el desempeño.
- ¿Cómo se optimiza el código? Para poder optimizar, se tiene que entender el sistema.
- Organización de la jerarquía de memoria, el desempeño depende de los patrones de acceso a memoria.
- Los efectos de la caché y la memoria virtual afectan enormemente el desempeño de un programa. Adaptar un programa a las características de la memoria de un sistema puede llevar a grandes mejoras en velocidad.

- El desempeño de la memoria no es uniforme



Preguntas?