

# Elementos de complejidad algorítmica

Modelo de tiempo de cómputo

Verónica E. Arriola-Rios

Facultad de Ciencias, UNAM

9 de marzo de 2021



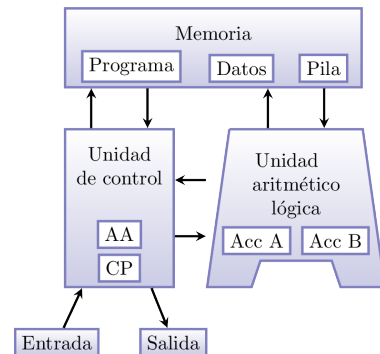
## Ciclo de acarreo (*fetch cycle*)

- 1 Ciclo de acarreo (*fetch cycle*)
- 2 Modelo de Bruno Preiss
- 3 Modelo simplificado
- 4 Bibliografía

# Arquitectura de Von Newman

Se le considera una computadora secuencial por el orden en que se ejecutan las operaciones. Savage Carmona 2004

- 1 Traer la instrucción.
- 2 Decodificar la instrucción.
- 3 Traer operadores.
- 4 Ejecutar la instrucción.
- 5 Guardar el resultado.
- 6 Actualizar las banderas.
- 7 Revisar las interrupciones.



# Modelo de Bruno Preiss

- 1 Ciclo de acarreo (*fetch cycle*)
- 2 Modelo de Bruno Preiss
- 3 Modelo simplificado
- 4 Bibliografía

# Temas

- 2 Modelo de Bruno Preiss
  - Axiomas
  - Ejemplos por axioma

# Modelo detallado de la máquina virtual de Java

**Axiomas.** El tiempo requerido para:

- ① Acarrear un operando (variable o constante)  $\tau_{\text{fetch}}$   
Almacenar un resultado  $\tau_{\text{store}}$
- ② Operaciones aritméticas (incluyendo comparaciones)  $\tau_{+}, \tau_{-}, \tau_{\times}, \tau_{\div}, \tau_{<}$ , etc.
- ③ Operaciones de autoincremento y autodecremento  $\tau_{++}, \tau_{--}$  [1]
- ④ Llamadas a métodos  $\tau_{\text{call}}$   
Regresar de un método  $\tau_{\text{return}}$
- ⑤ Pasar un argumento a un método  $\tau_{\text{store}}$
- ⑥ Calcular la dirección de un elemento en un arreglo  $\tau[\cdot]$
- ⑦ Crear un objeto nuevo  $\tau_{\text{new}}$

---

[1] Estas operaciones son tan comunes que usualmente el hardware tiene una versión rápida para ellas. 🔍 🔍 🔍

# Temas

- 2 Modelo de Bruno Preiss
  - Axiomas
  - Ejemplos por axioma

# Ejemplos del modelo detallado

## ① Ejemplo:

$$y = x$$

$$y \underbrace{=} \underbrace{x}_{\tau_{\text{store}} + \tau_{\text{fetch}}}$$

## ② Ejemplo:

$$y = 1$$

$$y \underbrace{=} \underbrace{1}_{\tau_{\text{store}} + \tau_{\text{fetch}}}$$



# Ejemplos del modelo detallado (autoincremento)

## 3 Ejemplo:

$$y = y + 1$$

$$y \underbrace{=} \underbrace{y}_{\tau_{\text{store}}} \underbrace{+}_{\tau_{+}} \underbrace{1}_{\tau_{\text{fetch}}}$$

## 4 Ejemplo:

$$y+ = 1$$

$$y \underbrace{+}_{\tau_{\text{fetch}} + \tau_{+} + \tau_{\text{store}}} \underbrace{=}_{\tau_{\text{fetch}}}$$

## 5 Ejemplo:

$$\underbrace{++ y}_{\tau_{++}}$$

$$\underbrace{y ++}_{\tau_{++}}$$

# Ejemplos del modelo detallado

## 6 Ejemplo:

$$y = f(x)$$

$$y \underbrace{=}_{\tau_{\text{store}}} \underbrace{f}_{+\tau_{\text{call}}} ( \underbrace{x}_{+\tau_{\text{fetch}}} \underbrace{)_{+\tau_{\text{store}}}}_{+\tau_{f(x)}}$$

## 7 Ejemplo:

$$\text{return result}$$

$$\underbrace{\text{return}}_{\tau_{\text{return}}} \underbrace{\text{result}}_{+\tau_{\text{fetch}}}$$

# Ejemplos del modelo detallado

- ⑧ Calcular la dirección de un elemento en un arreglo  $\tau[\cdot]$

**Ejemplo:**

$$y = a[i]$$

$$y \underbrace{=} \underbrace{a}_{\tau_{\text{store}}} \underbrace{+ \tau_{\text{fetch}}}_{\tau_{[\cdot]}} \underbrace{[i]}_{+ \tau_{\text{fetch}}}$$

# Modelo detallado de la máquina virtual de Java (ej)

- 9 Crear un objeto nuevo  $\tau_{new}$  - depende del objeto.

## Ejemplo:

---

```
1 Integer ref = new Integer(o);
```

---

$$\begin{aligned}
 \mathcal{T}_{\langle Integer \rangle} = & \tau_{store} + \tau_{new} + \\
 & \underbrace{\tau_{fetch}}_o + \underbrace{\tau_{store}}_{\text{pasar } o} + \underbrace{\tau_{call}}_{\text{llamada al constructor}} + \\
 & T_{Integer(o)}
 \end{aligned}$$

# Ejemplo más complejo

```
1  l = new Línea(new Punto(1,1), new Punto(0,1))
```

$$\begin{aligned}
 \mathcal{T}_{\langle \text{Línea} \rangle} = & \tau_{\text{store}} + \tau_{\text{new}} + \underbrace{2\tau_{\text{store}}}_{\text{pasar 2 parámetros}} + \\
 & \underbrace{\tau_{\text{call}}}_{\text{llamada al constructor Línea}} + T_{\text{Línea}(p1,p2)} + \\
 & 2(\tau_{\text{new}} + \underbrace{2\tau_{\text{store}}}_{\text{pasar 2 parámetros}} + \underbrace{2\tau_{\text{fetch}}}_{\text{leer 2 constantes}} + \\
 & \underbrace{\tau_{\text{call}}}_{\text{llamada al constructor Punto}} + T_{\text{Punto}(c1,c2)})
 \end{aligned}$$

# Modelo simplificado

- 1 Ciclo de acarreo (*fetch cycle*)
- 2 Modelo de Bruno Preiss
- 3 Modelo simplificado**
- 4 Bibliografía

# Modelo simplificado

- Toda  $\tau$  es un múltiplo del periodo del reloj de la computadora  $T$ . Por ejemplo:

$$\tau_{\text{fetch}} = k_{\text{fetch}} T, \quad k_{\text{fetch}} \in \mathbf{Z}, \quad k_{\text{fetch}} > 0$$

## Modelo de comparaciones

- $T = 1$
- $k = 1$

Operaciones básicas:

- Operaciones aritméticas y lógicas básicas (+, -, or, and, not).
- Asignaciones.
- Comparaciones.



Cada una de éstas requiere una unidad de tiempo.

# Bibliografía

- 1 Ciclo de acarreo (*fetch cycle*)
- 2 Modelo de Bruno Preiss
- 3 Modelo simplificado
- 4 Bibliografía



# Bibliografía I

-  Preiss, Bruno (1999). *Data Structures and Algorithms with Object-Oriented Design Patterns in Java*. Wiley.
-  Savage Carmona, Jesús (2004). *Diseño de Microprocesadores, Curso del Dr. Jesús Savage Carmona*. Inf. téc. Maestría en Ciencia e Ingeniería de la Computación, UNAM.

# Licencia

Creative Commons  
Atribución-No Comercial-Compartir Igual

