

Introducción a la evaluación de rendimiento

- Definiciones y conceptos
- Evaluación del rendimiento
- Comparación del rendimiento
- Comparación del coste
- Relación entre Prestaciones y Coste
- La ley de Amdahl

Motivación

- Existe la necesidad de medir la potencia/capacidad de los sistemas informáticos.
- Para
 - Comparar
 - Evaluar
 - Diagnosticar
 - Elegir
- Las medidas obtenidas deberían ser
 - Simples
 - Comprensibles
 - Fácilmente comparables (si miden a varios sistemas)
- Es deseable que la medida sea un valor cuantitativo simple:
 - 2Ghz, 500GB, **¿500 MIPS?**

Definiciones y conceptos básicos

- El término *prestaciones* aplicado a un sistema de procesamiento de información indica las facilidades que el sistema es capaz de proporcionar a sus usuarios.
- Un *sistema de procesamiento de información* es un conjunto de hardware (equipos de computo y comunicaciones) y software que es capaz de procesar datos de acuerdo a aplicaciones desarrolladas por los usuarios.
- El término *prestaciones* será empleado para señalar las facilidades que interesa *evaluar* al analizar el rendimiento del sistema.
- El *rendimiento* es el nivel de respuesta de una prestación... aunque ambos términos suelen emplearse de forma indistinta.
- La evaluación de un sistema puede emplearse para
 - La adquisición un nuevo sistema
 - Mejoramiento de un sistema
 - Planeación de capacidades
 - Diseño de un sistema
 - Etc.

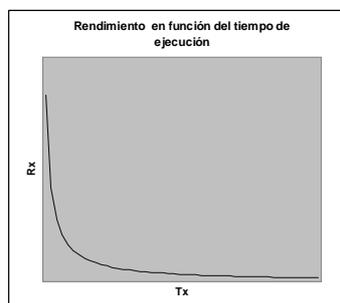
Introducción a la evaluación del rendimiento

- Una manera simple de comparar dos sistemas informáticos es usar como medida de *prestaciones* el tiempo (T) de ejecución de un programa (P).
- El tiempo obtenido mide el rendimiento (R) del sistema al ejecutar *ese* programa P .
- El programa de prueba P debería permitirnos evaluar las prestaciones del sistema informático en todos los aspectos que nos interesan.
 - ¿Es posible construir un programa que ponga a prueba todos los aspectos, que interesa evaluar, en el sistema analizado?
- Otro factor a considerar es el costo del Sistema informático (C)

Evaluación del rendimiento

- Una primera aproximación consiste en medir el tiempo en que un programa de prueba es ejecutado en el sistema.
- A menor tiempo de ejecución se asume un rendimiento más alto.
- Tenemos el rendimiento R_x viene dado por la expresión:

$$R_x = 1 / T_x$$



Comparación del rendimiento

- Sean dos computadores X e Y que tardan respectivamente T_x y T_y unidades de tiempo en ejecutar el mismo programa de prueba (**P**).
- Si $T_x = T_y$ diremos que el rendimiento de ambos computadores es igual o equivalente.
- Si $T_x < T_y$ podemos afirmar que “ X es más rápido que Y ”
- Para cuantificar el incremento de rendimiento de una máquina respecto de otra se debe determinar la aceleración (*speedup*).
- Esta viene dada por:

$$A = T_y / T_x$$

- Expresando la aceleración en términos porcentuales se tiene:

$$\frac{T_y}{T_x} = 1 + \frac{n}{100}$$

- Así, podemos decir que : “ X es n % más rápido que Y ”
- El rendimiento suele representarse por: A , A_r o ΔA .

Comparación del coste

- Sean dos computadores X e Y cuyo costo es respectivamente C_X y C_Y .
- Si $C_X > C_Y$ el incremento del coste de X con respecto a Y viene dado por:

$$\text{Incremento} = C_X / C_Y$$

- El incremento en términos porcentuales puede determinarse mediante la siguiente relación:

$$\frac{C_X}{C_Y} = 1 + \frac{n}{100}$$

- "X es un n % más caro que Y"
- El incremento de coste (o aceleración de coste) suele representarse por: A_c o ΔC .

Relación entre prestaciones y coste

- Para realizar un análisis que combine los aspectos de rendimiento y costo se pueden comparar las siguientes cantidades:

$$\frac{\text{Rendimiento}_x}{\text{Coste}_x} \text{ vs. } \frac{\text{Rendimiento}_y}{\text{Coste}_y}$$

- Si $T_X=16$, $T_Y=20$ y $C_X=3600$ $C_Y=3000$.

$$\frac{R_x}{C_x} = \frac{1}{T_x \times C_x} = \frac{1}{16 \times 3600} = \frac{1}{57600} = 1,7361e-5$$

$$\frac{R_y}{C_y} = \frac{1}{T_y \times C_y} = \frac{1}{20 \times 3000} = \frac{1}{60000} = 1,6667e-5$$

X tiene una mejor relación rendimiento/costo que Y

- Si $T_X=16$, $T_Y=20$ y $C_X=3600$ $C_Y=2800$.

$$\frac{R_x}{C_x} = \frac{1}{T_x \times C_x} = \frac{1}{16 \times 3600} = \frac{1}{57600} = 1,7361e-5$$

$$\frac{R_y}{C_y} = \frac{1}{T_y \times C_y} = \frac{1}{20 \times 2800} = \frac{1}{56000} = 1,7857e-5$$

Y tiene una mejor relación rendimiento/costo que X

Notas

- Hemos empleado $R_x = I / T_x$ como medida del rendimiento del sistema.
- Pero este índice puede ser determinado también a través de otras medidas.
 - ... y evidentemente dará diferentes valores
- En general depende de cada estudio en particular

Coste de una mejora

- ¿Cual es la mejora obtenida al mejorar un componente en un computador?
- Adición de componentes:
$$\Delta C = (Coste\ Original + Coste\ Compn) / Coste\ Original$$
- Reemplazo:
$$\Delta C = (Coste\ Original - Coste\ Ant\ Compn + Coste\ Nuevo\ Compn) / Coste\ Original$$
- Reemplazo sin reutilización
$$\Delta C = (Coste\ Original + Coste\ Nuevo\ Compn) / Coste\ Original$$
- Con este enfoque la comparación del *Rendimiento/Coste* de las configuraciones original y nueva está muy influenciado por el costo original del sistema.

Rendimiento/Coste de una mejora

- Sea un computador que emplea un tiempo T en ejecutar un programa de evaluación.
- Consideremos dos alternativas de mejora de un componente con costes C_1 y C_2 y tiempos $T > T_1$ y $T > T_2$ respectivamente.
- La comparación de rendimientos se hará tomando en cuenta T_1 y T_2
- La comparación de costes se hará tomando en cuenta los costes C_1 y C_2 .
- Se deja de lado el costo del sistema completo
- El análisis de rendimiento/coste se realizaría con:

$$\frac{R_1}{C_1} \text{ vs. } \frac{R_2}{C_2} \Leftrightarrow \frac{1}{T_1 \times C_1} \text{ vs. } \frac{1}{T_2 \times C_2}$$

- Aún así el análisis no es suficientemente adecuado
¿Cuanto influye el recurso mejorado en el tiempo total de respuesta?

Ley de Amdahl: Introducción (I)

- Frecuentemente solo se mejoran algunos de los componentes de un sistema informático y no todo el sistema.
- Es necesario acotar el *incremento de prestaciones* obtenido en un sistema como consecuencia de la mejora de uno o varios de sus componentes, para analizar el impacto de esta mejora.
- Esta mejora, representada como incremento de rendimiento o capacidad, dependerá de la calidad de las mejoras efectuadas y del tiempo en que éstas se utilicen.

Ley de Amdahl: Introducción (II)

- Sea un computador que tarda en ejecutar un programa un tiempo original T_0 .
- Se desea reducir ese tiempo mejorando una de las partes del computador.
- Sea f la fracción del tiempo T_0 durante la cual el programa hace uso exclusivo de un recurso del sistema.
- Se tiene:

$$T_0 = T_0 \times (1-f) + T_0 \times f$$



Ley de Amdahl

- Si se mejora el recurso f en un factor de k el tiempo mejorado será:

$$T_{\text{mejorado}} = T_0 \times (1-f) + \frac{T_0 \times f}{k}$$

- El incremento en el rendimiento obtenido depende de la fracción de tiempo que el recurso es empleado.
- Si dividimos el tiempo original entre el tiempo mejorado tenemos:

$$A = \frac{T_0}{T_{\text{mejorado}}} = \frac{T_0}{T_0 \times \left((1-f) + \frac{f}{k} \right)}$$

$$A = \frac{1}{1-f + \frac{f}{k}}$$

Ley de Amdahl*

- Si $f=0$ entonces $A=1$, no se consigue ninguna aceleración.
- Si $f=1$ entonces $A=k$, la aceleración global es equivalente al factor de mejora.

* Gene Amdahl, "Validity of the Single Processor Approach to Achieving Large-Scale Computing Capabilities", AFIPS Conference Proceedings, (30), pp. 483-485, 1967.

Ley de Amdahl (cont.)

- Si el factor de mejora k se hace muy grande, se tiene:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} A = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{1 - f + \frac{f}{k}} = \frac{1}{1 - f}$$

El incremento global de prestaciones está limitado por las operaciones que no están afectadas por la mejora en el sistema.

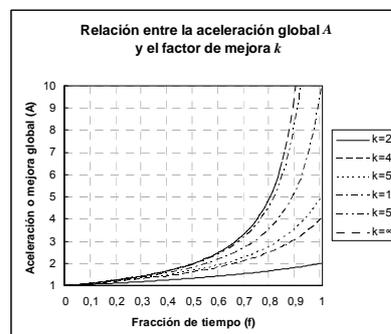
- Ej: Se mejora el procesador principal de un sistema, que es utilizado el 95% del tiempo.
 - La aceleración más alta que se puede conseguir es $1/0,05=20$
 - Empleando un procesador **2** veces más rápido la mejora del sistema es de $1/(0,05+0,95/2) = \mathbf{1,91}$
 - Empleando un procesador **50** veces más rápido la mejora del sistema es de solo $1/(0,05+0,95/50) = \mathbf{14,49}$

Ley de Amdahl (cont.)

- Esta ley también puede emplearse para determinar la fracción de tiempo que un recurso es empleado si se conocen los valores de k y A .

$$f = \frac{k \times (A - 1)}{A \times (k - 1)}$$

- Comportamiento de la aceleración en función de distintos valores de f .



Ley de Amdahl – Caso general

- Si se mejoran n recursos del sistema en factores k_1, k_2, \dots, k_n y cada uno de ellos se emplea en fracciones de tiempo f_1, f_2, \dots, f_n respectivamente, se tiene:

$$A = \frac{1}{f_o + \sum_{i=1}^n \frac{f_i}{k_i}}, \text{ con } f_o = 1 - \sum_{i=1}^n f_i$$

- Aceleración de A en función de dos factores de mejora k_1 y k_2 con valores máximos 10 y 5 y fracciones de utilización de 60% y 30% respectivamente.

