# Arquitectura de Computadores. Tema 1

## Arquitecturas paralelas: clasificación y prestaciones

### Lección3: Evaluación de prestaciones de una arquitectura

### 

Tiempo de respuesta de un programa es una arquitectura



Alternativas para obtener tiempos



Tiempo de CPU





Hay procesadores que pueden lanzar para que empiecen a ejecutarse (emitir) varias instrucciones al mismo tiempo

* CPE: número mínimo de ciclos transcurridos entre los instantes en que el procesador puede emitir instrucciones
* IPE: instrucciones que pueden emitirse (para empezar su ejecución) cada vez que se produce dicha emisión.





Hay procesadores que pueden codificar varias operaciones en una instrucción

* Noper: número de operaciones que realiza el programa
* Op\_instr: número de operaciones que puede codificar una instrucción





Productividad: MIPS Y MFLOPS



* Depende del repertorio de instrucciones (difícil la comparación de máquinas con repertorios distintos)
* Puede variar con el programa (no sirve para caracterizar la máquina)
* Puede variar inversamente con las prestaciones( mayor valor de MIPS corresponde a peores prestaciones)



* No es una medida adecuada para todos los programas (sólo tiene en cuenta las operaciones en coma flotante del programa)
* El conjunto de operaciones en coma flotante no es constante en máquinas diferentes y la potencia de las operaciones en coma flotante no es igual para todas las operaciones (por ejemplo, con diferente precisión, no es igual una suma que una multiplicación…):
  + Es necesaria una normalización de las instrucciones en coma flotante

Conjunto de programas de prueba (Benchmark)

* Propiedades exigidas a medidas de prestaciones
  + Fiabilidad: representativas, evaluar diferentes componentes del sistema y reproducibles
* Permitir comparar diferentes realizaciones de un sistema o diferentes sistemas: aceptadas por los interesados (usuarios, fabricantes, vendedores)
* Interesados:
  + Vendedores y fabricantes de hardware o software
  + Investigadores de hardware o software
  + Compradores de hardware o software
* Tipos de Benchmarks
  + De bajo nivel o microbenchmark
    - Test ping-pong, evaluación de las operaciones con enteros o con flotantes
  + Kernels
    - Resolución de sistemas de ecuaciones, multiplicación de matrices, FFT, descomposición LU
  + Sintéticos
    - Dhrystone, Whetstone
  + Programas reales
    - SPEC CPU2006: enteros (gcc, gzip…)
  + Aplicaciones diseñadas
    - Predicción de tiempo, simulación de terremotos
* Benchmark suites
  + SPEC CPU2006
    - Evaluación de operaciones con enteros (CINT2006) y con punto flotante (CFP2006) en un core
    - Tipo: aplicaciones reales
    - Herramientas: C, C++ y Fortran
  + SPEC OMP 2001
    - Científico
    - Variables compartidas
    - Aplicaciones diseñadas. Basado en SPEC CPU2000. Evalúa procesador, memoria, SO y herramientas de programación
    - Herramientas: OpenMP
  + SPEC HPC2002
    - Científico
    - Variables compartidas, paso de mensajes y combinación de ambos
    - Tipo: basados en aplicaciones HPC diseñadas reales. Evalúa procesador, comunicación, E/S, compilador y bibliotecas
    - Herramientas: Serie, OpenMP, MPI, combinación MPI-OpenMP
  + TPC (transaction processing performance council)
    - Procesamiento de transacciones o OLTP; sistemas de soporte de decisiones o DSS; comercio electrónico, servidores web y de aplicaciones
    - Tipo: entradas software comercial (bases de datos, servidores de internet) y carga de trabajo diseñada
  + NPB2, NPB3 (NAS Parallel Benchmark)
    - Científico
    - Paso de mensajes, variables compartidas
    - Tipo: núcleos y aplicaciones diseñadas
    - Herramientas: NPB2 (MPI), NPB3 (OpenMP, java, HPF)
  + Implementaciones de la biblioteca BLAS (basic linear algebra subprograms)
    - Tipo: núcleos con operaciones del álgebra lineal
    - Herramientas: hay implementaciones con diferentes herramientas de programación (Fortran, C, C++…)
* LINPACK
  + El núcleo de este programa es una rutina denominada DAXPY (doublé alpha X plus Y) que multiplica un vector por una constante y lo suma a otro vector. Las prestaciones obtenidas se escalan con el valor de N (tamaño del vector).



Mejora o ganancia de prestaciones (speed-up o ganancia en velocidad)

Si en un computador se incrementan las prestaciones de un recurso haciendo que su velocidad sea p veces mayor (Ej: se utilizan p procesadores en lugar de uno, la ALU realiza las operaciones en un tiempo p veces menor,…):

El incremento de velocidad que se consigue en la nueva situación con respecto a la previa (máquina base) se expresa mediante la ganancia de velocidad o speed-up, Sp:



La ley de Amdahl

La mejora de velocidad, S, que se puede obtener cuando se mejora un recurso de una máquina en un factor p está limitada por:



Donde f es la fracción del tiempo de ejecución en la máquina sin la mejora durante el que no se puede aplicar esa mejora.

