

Trabajo Práctico 1

Sistemas complejos en máquinas paralelas

Fecha de entrega: 12 de Octubre

2do Cuatrimestre 2010
20 de Septiembre de 2010

El trabajo práctico consta en resolver por el método de *Diferencias Finitas* la ecuación transitoria de calor 1-D en forma serial y en paralelo utilizando el método alfa para la discretización temporal.

La ecuación general es la siguiente:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = K \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + q \quad (1)$$

en donde K es el coeficiente de difusión térmica y q es una función que representa el término de fuente o sumidero de calor. La expresión se define en el dominio $0 \leq x \leq L$, $t \geq 0$, y $u(x, 0) = F(x)$ define la condición inicial.

Valores “normales” para las constantes pueden ser: $K = 0,01 \text{cm}^2/\text{s}$, $L = 1 \text{cm}$. Para simplificar, en este trabajo no vamos a incluir ni fuentes ni sumideros de calor. Entonces, se pide:

1. Adimensionalizar el sistema.
2. Resolver numéricamente en forma serial utilizando diferencias finitas centradas en forma iterativa (no matricial)¹. El programa debe detectar si llegó a un estado estacionario, en cuyo caso detener la ejecución mostrando una leyenda al usuario. Mostrar la solución para $\alpha=0, 0,5$ y 1 (coeficiente en discretización temporal) a distintos valores de t . Suponiendo un valor de $1,0$ para el coeficiente de difusión térmica adimensionalizado, utilizando 11 puntos para la discretización del dominio, la función $F(x) = 0 \quad 0 < x < 1$ como condición inicial y $u(0) = 10$ y $u(1) = -5$ como condiciones de borde, probar los siguientes casos:
 - a) $\Delta t = 0,001$
 - b) $\Delta t = 0,005$
 - c) $\Delta t = 0,01$
 - d) $\Delta t = 0,1$
3. Resolver usando el esquema que más les guste los siguientes ítems:
 - a) Mantener las condiciones del ejercicio anterior usando como condición inicial: $F(x) = 10 \quad 0 < x \leq 0,5$ y $F(x) = -5 \quad 0,5 < x < 1$
 - b) Mantener las condiciones del ejercicio anterior, pero usando como condiciones de borde: $u(0) = 5 \cos(100t)$ y $\frac{\partial u}{\partial x} = 0$
4. Implementar un programa en C o C++ usando una biblioteca que implemente el standard MPI de pasaje de mensajes. Debe permitir resolver los ejemplos anteriores utilizando el método explícito ($\alpha = 0$) e implícito ($\alpha = 1$). Además de los parámetros físicos, el programa deberá soportar funcionar con distinto número de procesadores y de nodos fantasmas (este parámetro seleccionado por el usuario). Además de guardar la solución en un archivo de texto, deberá mostrar el tiempo utilizado en el cálculo. Para verificar que el programa realizado sigue resolviendo el problema de calor correctamente, deberá mostrar la solución para el caso de las condiciones iniciales y de borde del ejercicio 2.

Además, deberán mostrar curvas de eficiencia (dura y escalada) y *speed-up* utilizando hasta ocho procesadores con las siguientes condiciones:

- a) con una malla de 1×10^3 puntos y utilizando 1 y 2 nodos fantasmas.
- b) con una malla de 1×10^5 puntos y utilizando 1, 2, 5 y 10 nodos fantasmas.
- c) con una malla de 1×10^7 puntos y utilizando 1, 2, 5 y 10 nodos fantasmas.

A partir de los resultados obtenidos, se deberá estimar la cantidad necesaria de operaciones para compensar una comunicación entre procesos via red.

Se deberá presentar un informe y el código generado. El informe debe contener la descripción del o los programas entregados, dificultades encontradas, detalles de uso y conclusiones de cada ejercicio (en los casos que tenga sentido).

¹ Recomendación: para este ejercicio usar Matlab