

Laboratorio de Paralelismo



Juan Esteban Bello Durango

Sistemas Distribuidos

Profesor: John Corredor Franco

1. Introducción

El objetivo principal de este informe es comparar el rendimiento de un algoritmo de multiplicación de matrices utilizando diferentes combinaciones de Tamaños de Matriz e Hilos. Para este propósito se utilizará el programa mmClasicaOpenMP (paralelo con OpenMP), Esto se hace con el objetivo de entender la paralelización en computación y como afecta la cantidad de hilos utilizados al rendimiento de operaciones como el producto punto entre dos matrices.

La métrica de desempeño que será utilizada es el tiempo de ejecución, definido como el tiempo total promedio que tarda el programa en completar la tarea en relación con los números de hilos que se usen para ejecutar el programa, obtenido del promedio de 30 repeticiones cada uno correspondientes a los datos requerido para una distribución normal.

2. Validación del funcionamiento el código

```
[user@user-nitroan51554 Lab01_Bello]$ ./mmClasicaOpenMP 6 1

53.000000 49.000000 29.000000 99.000000 63.000000 35.000000
62.000000 97.000000 65.000000 31.000000 16.000000 99.000000
72.000000 1.000000 1.000000 20.000000 92.000000 38.000000
42.000000 65.000000 66.000000 43.000000 1.000000 20.000000
31.000000 61.000000 70.000000 45.000000 49.000000 3.000000
32.000000 56.000000 96.000000 97.000000 83.000000 95.000000
**-----**

55.000000 32.000000 21.000000 92.000000 28.000000 86.000000
49.000000 40.000000 87.000000 42.000000 66.000000 94.000000
37.000000 9.000000 85.000000 54.000000 21.000000 21.000000
37.000000 57.000000 52.000000 80.000000 92.000000 19.000000
3.000000 99.000000 60.000000 94.000000 47.000000 50.000000
75.000000 24.000000 94.000000 38.000000 14.000000 49.000000
**-----**

22

12866.000000 16637.000000 20059.000000 23672.000000 17886.000000 16519.000000
19188.000000 12176.000000 27144.000000 21034.000000 14493.000000 22055.000000
7912.000000 13513.000000 11816.000000 18412.000000 8799.000000 13149.000000
11031.000000 7568.000000 16323.000000 14452.000000 11135.000000 12955.000000
9321.000000 11550.000000 17470.000000 17514.000000 12849.000000 13322.000000
19019.000000 20154.000000 32658.000000 29652.000000 20763.000000 20680.000000
**-----**
```

$$\begin{pmatrix} 53.000000 & 49.000000 & 29.000000 & 99.000000 & 63.000000 & 35.000000 \\ 62.000000 & 97.000000 & 65.000000 & 31.000000 & 16.000000 & 99.000000 \\ 72.000000 & 1.000000 & 1.000000 & 20.000000 & 92.000000 & 38.000000 \\ 42.000000 & 65.000000 & 66.000000 & 43.000000 & 1.000000 & 20.000000 \\ 31.000000 & 61.000000 & 70.000000 & 45.000000 & 49.000000 & 3.000000 \\ 32.000000 & 56.000000 & 96.000000 & 97.000000 & 83.000000 & 95.000000 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 55.000000 & 32.000000 & 21.000000 & 92.000000 & 28.000000 & 86.000000 \\ 49.000000 & 40.000000 & 87.000000 & 42.000000 & 66.000000 & 94.000000 \\ 37.000000 & 9.000000 & 85.000000 & 54.000000 & 21.000000 & 21.000000 \\ 37.000000 & 57.000000 & 52.000000 & 80.000000 & 92.000000 & 19.000000 \\ 3.000000 & 99.000000 & 60.000000 & 94.000000 & 47.000000 & 50.000000 \\ 75.000000 & 24.000000 & 94.000000 & 38.000000 & 14.000000 & 49.000000 \end{pmatrix} \\
= \begin{pmatrix} 12866 & 16637 & 20059 & 23672 & 17886 & 16519 \\ 19188 & 12176 & 27144 & 21034 & 14493 & 22055 \\ 7912 & 13513 & 11816 & 18412 & 8799 & 13149 \\ 11031 & 7568 & 16323 & 14452 & 11135 & 12955 \\ 9321 & 11550 & 17470 & 17514 & 12849 & 13322 \\ 19019 & 20154 & 32658 & 29652 & 20763 & 20680 \end{pmatrix}$$

Como Podemos observar en las imágenes, la respuesta del programa mmClasicaOpenMP para una matriz de tamaño 6 x 6 es correcta y por ende podemos asumir que las operaciones con matrices de tamaño mayor también son correctas.

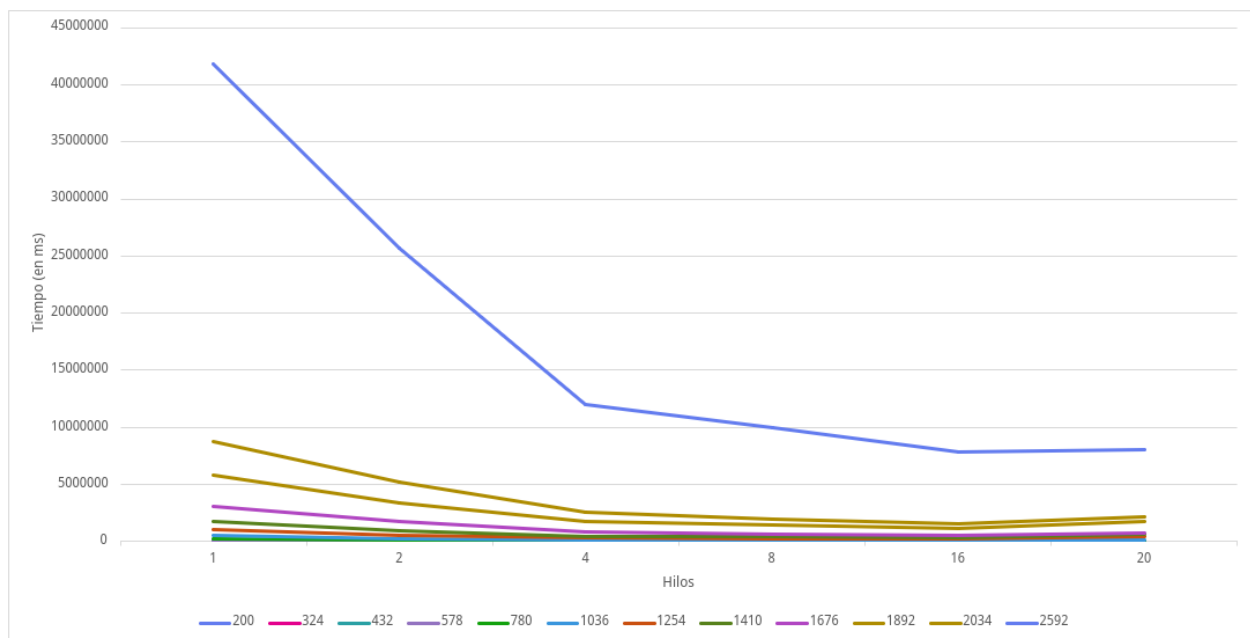
3. Batería de experimentación

Valores de las variables escogidos para el laboratorio son:

- Tamaño de matrices: Se requirieron 12 valores de tamaño de matriz que entraran en un rango de 200 a 14.000 para este laboratorio, se escogieron los valores 200, 324, 432, 578, 780, 1036, 1254, 1410, 1676, 1892, 2034 y 2592 teniendo en cuenta los tiempos de ejecución observados durante la sesión de clase debido a que, si bien son relativamente bajos en el rango de tamaños para escoger, se quería asegurar que la batería completa de datos pudiera completarse sin interrupción por el uso de los computadores del aula de clase por parte de otros estudiantes posterior al espacio de clase
- Número de hilos: Se usaron 1, 2, 4, 8, 16 y 20 hilos respectivamente, estos valores fueron seleccionados con el fin de comparar las diferencias de rendimiento basado en la cantidad de recursos del sistema utilizados y teniendo en cuenta la cantidad de núcleos disponibles en la maquina dispuesta correspondiente a 20 núcleos.

4. Resultados y análisis

	Hilos					
Tamaños Matriz	1	2	4	8	16	20
200	4014.366667	2920.033333	1668.6	981.4333333	691.4	659.1666667
324	13354.46667	8974.3	6390.166667	3703.566667	2104.833333	2013.433333
432	41860.43333	23090.76667	15223.56667	11247.33333	8735.266667	7300.9
578	78442.4	42494.86667	28378.63333	21511.46667	17668.4	15605.8
780	210851.4333	108956.9333	63584.66667	47069.8	50680.46667	42932.06667
1036	507663.5667	260877.2	147889.2667	116612.6	101186.7667	115036.8
1254	1010444.733	564687.8	301183.1	281306.7667	247805.6	453676.7333
1410	1736581.8	943154.5667	471629.4667	414262.7	353464.5	612322.0333
1676	3123655.3	1773900.633	824192.2	627313.6333	557646.5333	781467.9667
1892	5841109.9	3402173.233	1736497.4	1501108.467	1129891.267	1791603.4
2034	8801482.433	5249515.433	2533542.733	1979940.133	1525550.1	2174438.433
2592	41845329.57	25655805.5	11962257.67	9943434.833	7811308.4	8032150.1



Análisis

En los resultados de la batería de pruebas podemos observar una reducción de Tiempo con Más Hilos: En todos los tamaños de matriz, se observa una disminución significativa del tiempo de ejecución al aumentar el número de hilos

Por ejemplo, para matriz 200x200 con 1 hilo se demoró 4,014.37 ms, mientras que para 20 hilos se demoró 659.17 ms (83.6% de reducción)

También observamos que la mejora no es lineal pues duplicar los hilos no reduce el tiempo a la mitad, además entre 16 y 20 hilos se observan casos de menor desempeño para matrices grandes, lo que sugiere sobrecarga por overhead

5. Conclusión Final

Se puede concluir que OpenMP demuestra ser altamente efectivo para paralelizar la multiplicación de matrices, logrando reducciones de tiempo de hasta el 80% en matrices grandes. Para la configuración hardware utilizada (20 núcleos), el número óptimo de hilos se encuentra entre 8 y 16, dependiendo del tamaño de la matriz. Y Finalmente el decremento en el rendimiento al usar 20 hilos evidencia el overhead asociado con la gestión de demasiados hilos, especialmente para operaciones que requieren sincronización