PRIMER PARCIAL HPC

MULTIPLICACION DE MATRICES TAMAÑO NXM CON CUDA

ALUMNO: JOSE WILSON CASTAÑO MARIN

PROFESOR: JHON OSORIO RIOS

DESARROLLAR LOS SIGUIENTES PUNTOS:

1. Crear un programa que implemente la técnica de tiling en el algoritmo de multiplicación de matrices y que soporte la multiplicación de matrices de cualquier tamaño.

Se realizó la implementación respectiva y se encuentra en el repositorio https://github.com/wilcasmar/hpcwilcas.

2. Verificar el correcto funcionamiento del algoritmo, tanto en su versión secuencial como paralela con tiling y sin tiling.

Se realizaron pruebas de escritorio y en la plataforma adaptada para pruebas del laboratorio sirius. (http://judge.utp.edu.co:3000)

3. Tomar tiempos de ejecución para matrices de diferentes tamaños en las diferentes

versiones del algoritmo. (Secuencial, paralelo sin tiling y paralelo con tiling).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Enteros | | | | | | |
| tamaño matriz resultante | Matriz Dim C [n][m][o] | SECUENCIAL | PARALELO SIN TILING | PARALELO CON TILING | ACELRACION SIN TILING | ACELERACION CON TILING |
| 800 | 20 X4X40 | 0,000011 | 0,105713 | 0,000474 | 0,000104055 | 0,023206751 |
| 3200 | 40X16X80 | 0,00028 | 0,097754 | 0,000475 | 0,002864333 | 0,589473684 |
| 12800 | 80 X32x160 | 0,002566 | 0,097498 | 0,000497 | 0,026318489 | 5,162977867 |
| 51200 | 160X64X320 | 0,011248 | 0,092418 | 0,00068 | 0,121707892 | 16,54117647 |
| 204800 | 320X128X640 | 0,088003 | 0,098177 | 0,001482 | 0,89637084 | 59,38124157 |
| 819200 | 640X256X1280 | 0,765438 | 0,096619 | 0,005739 | 7,922230617 | 133,374804 |
| 3276800 | 1280X512X2560 | 6,12594 | 0,13244 | 0,0373 | 46,25445485 | 164,2343164 |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | 74,6621 | 0,374253 | 0,277837 | 199,49633 | 268,7262676 |
|  |  |  |  |  |  |  |

4. Realizar **GRÁFICAS** de aceleración donde se compare cada par de implementaciones.

|  |  |
| --- | --- |
| **ACELERACION PARALELA SIN TILING** | **ACELERACION PARALELA CON ILING** |

COMPARACION DE ACELERACIONES CON NUMEROS ENTEROS

SIN TILING CON TILING

5. Realizar una **GRÁFICA** de tiempos de cada una de las implementaciones.

|  |  |
| --- | --- |
| SECUENCIAL | PARALELO SIN TILING |

PARALELO CON TILING PARALELO CON TILING VS SIN TILINING

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

6. Tomar tiempos de ejecución para diferentes tamaños de bloque (4x4, 16x16, 32x32), manteniendo el mismo número de datos, verificar el funcionamiento del algoritmo.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Enteros | | | | | | |
| Bloques 4 - Ancho Tiles 4 | | |  |  |  |  |
| tamaño matriz resultante | Matriz Dim C [n][m][o] | SECUENCIAL | PARALELO SIN TILING | PARALELO CON TILING | ACELRACION SIN TILING | ACELERACION CON TILING |
| 800 | 20 X4X40 | 1,30E-05 | 0,096112 | 0,000472 | 0,000135259 | 0,02754237 |
| 51200 | 160X64X320 | 0,01311 | 0,089248 | 0,000802 | 0,146894048 | 16,3466334 |
| 819200 | 640X256X1280 | 0,779958 | 0,105915 | 0,017704 | 7,363999434 | 44,0554677 |
| 3276800 | 1280X512X2560 | 5,89487 | 0,229106 | 0,149237 | 25,72988049 | 39,500057 |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | 75,5396 | 1,262 | 1,17467 | 59,8570523 | 64,307082 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Enteros | | | | | | |
| Bloques 16 - Ancho Tiles 16 | | |  |  |  |  |
| tamaño matriz resultante | Matriz Dim C [n][m][o] | SECUENCIAL | PARALELO SIN TILING | PARALELO CON TILING | ACELRACION SIN TILING | ACELERACION CON TILING |
| 800 | 20 X4X40 | 0,00001 | 0,117592 | 0,000455 | 0,0000850 | 0,02197802 |
| 51200 | 160X64X320 | 0,011965 | 0,087145 | 0,000633 | 0,137299902 | 18,9020537 |
| 819200 | 640X256X1280 | 0,76607 | 0,093465 | 0,005932 | 8,196330177 | 129,141942 |
| 3276800 | 1280X512X2560 | 6,50393 | 0,130954 | 0,038538 | 49,6657605 | 168,766672 |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | 76,1612 | 0,38513 | 0,290221 | 197,7545244 | 262,424842 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Enteros | | | | | | |
| Bloques 32 - Ancho Tiles 32 | | |  |  |  |  |
| tamaño matriz resultante | Matriz Dim C [n][m][o] | SECUENCIAL | PARALELO SIN TILING | PARALELO CON TILING | ACELRACION SIN TILING | ACELERACION CON TILING |
| 800 | 20 X4X40 | 0,000024 | 0,091488 | 0,000477 | 0,000262329 | 0,05031447 |
| 51200 | 160X64X320 | 0,016023 | 0,090813 | 0,000622 | 0,176439497 | 25,7604502 |
| 819200 | 640X256X1280 | 0,768682 | 0,098734 | 0,005718 | 7,785382948 | 134,431969 |
| 3276800 | 1280X512X2560 | 6,88455 | 0,135386 | 0,037238 | 50,8512697 | 184,879693 |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | 74,5018 | 0,368588 | 0,278128 | 202,1275788 | 267,868751 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| BLOQUE 4 DE TILING 4 CON NUEROS DE PUNTO FLOTANTE | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Enteros | | | | | | |
| Bloques 4 - Ancho Tiles 4 | | |  |  |  |  |
| tamaño matriz resultante | Matriz Dim C [n][m][o] | SECUENCIAL | PARALELO SIN TILING | PARALELO CON TILING | ACELRACION SIN TILING | ACELERACION CON TILING |
| 800 | 20 X4X40 | 2,50E-05 | 0,095162 | 0,00047 | 0,00026271 | 0,053191489 |
| 51200 | 160X64X320 | 0,010763 | 0,093817 | 0,000799 | 0,114723344 | 13,47058824 |
| 819200 | 640X256X1280 | 0,796586 | 0,110175 | 0,110175 | 7,230188337 | 7,230188337 |
| 3276800 | 1280X512X2560 | 6,56524 | 0,238077 | 0,238077 | 27,57612033 | 27,57612033 |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | 76,9468 | 1,21667 | 1,21667 | 63,24377193 | 63,24377193 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Enteros | | | | | | |
| Bloques 16 - Ancho Tiles 16 | | |  |  |  |  |
| tamaño matriz resultante | Matriz Dim C [n][m][o] | SECUENCIAL | PARALELO SIN TILING | PARALELO CON TILING | ACELRACION SIN TILING | ACELERACION CON TILING |
| 800 | 20 X4X40 | 2,50E-05 | 0,095209 | 0,000475 | 0,00026258 | 0,052631579 |
| 51200 | 160X64X320 | 0,010763 | 0,086672 | 0,000622 | 0,12418082 | 17,30385852 |
| 819200 | 640X256X1280 | 0,802478 | 0,092273 | 0,00615 | 8,696780207 | 130,4842276 |
| 3276800 | 1280X512X2560 | 6,56019 | 0,128203 | 0,04046 | 51,17033143 | 162,1401384 |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | 78,1822 | 0,416158 | 0,306084 | 187,8666276 | 255,4272683 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Enteros | | | | | | |
| Bloques 32 - Ancho Tiles 32 | | |  |  |  |  |
| tamaño matriz resultante | Matrix Dim C [n][m][o] | SECUENCIAL | PARALELO SIN TILING | PARALELO CON TILING | ACELRACION SIN TILING | ACELERACION CON TILING |
| 800 | 20 X4X40 | 0,000024 | 0,091488 | 0,000477 | 0,000262329 | 0,050314465 |
| 51200 | 160X64X320 | 0,016023 | 0,090813 | 0,000622 | 0,176439497 | 25,76045016 |
| 819200 | 640X256X1280 | 0,768682 | 0,098734 | 0,005718 | 7,785382948 | 134,4319692 |
| 3276800 | 1280X512X2560 | 5,88455 | 0,135386 | 0,037238 | 43,46498161 | 158,0254042 |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | 74,5018 | 0,368588 | 0,278128 | 202,1275788 | 267,8687511 |

**ACELERACION CON DIFERENTES TAMAÑOS DE BLOQUES Y ANCHO DE TILES**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Enteros | | | | | | | | | | | | |
| Bloques 4 - Tiles 32 | | | | |  | |  | |  | |  | |
| tamaño matriz resultante | Matriz Dim C [n][m][o] | | SECUENCIAL | | PARALELO SIN TILING | | PARALELO CON TILING | | ACELRACION SIN TILING | | ACELERACION CON TILING | |
| 800 | 20 X4X40 | | 2,50E-05 | | 0,104437 | | 0,000476 | | 0,000239379 | | 0,052521008 | |
| 51200 | 160X64X320 | | 0,014663 | | 0,093082 | | 0,000813 | | 0,157527771 | | 18,03567036 | |
| 819200 | 640X256X1280 | | 0,771372 | | 0,10847 | | 0,017659 | | 7,111385637 | | 43,68152217 | |
| 3276800 | 1280X512X2560 | | 6,27188 | | 0,242251 | | 0,149095 | | 25,89000665 | | 42,06633355 | |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | | 74,5044 | | 1,2684 | | 1,17414 | | 58,73888363 | | 63,45444325 | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Enteros | | | | | | | | | | | |
| Bloques 16 - Ancho Tiles 4 | | | |  | |  | |  | |  | |
| tamaño matriz resultante | Matriz Dim C [n][m][o] | SECUENCIAL | | PARALELO SIN TILING | | PARALELO CON TILING | | ACELRACION SIN TILING | | ACELERACION CON TILING | |
| 800 | 20 X4X40 | 1,10E-05 | | 0,09637 | | 0,000471 | | 0,000114143 | | 0,023354565 | |
| 51200 | 160X64X320 | 0,015742 | | 0,076793 | | 0,000627 | | 0,204992643 | | 25,10685805 | |
| 819200 | 640X256X1280 | 0,77621 | | 0,09551 | | 0,006112 | | 8,127002408 | | 126,9977094 | |
| 3276800 | 1280X512X2560 | 6,3014 | | 0,124621 | | 0,03853 | | 50,5645116 | | 163,5452894 | |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | 74,3653 | | 0,400662 | | 0,289802 | | 185,606072 | | 256,6072698 | |

7. Realizar **GRÁFICAS** de aceleración y de tiempos del punto anterior.

|  |  |
| --- | --- |
| Aceleración bloques 4x4 sin tiling | Aceleracion bloques 4x4 con tiling |
|  |  |

Comparacion aceleraciones

|  |  |
| --- | --- |
| Aceleración con bloques de 16x16 con enteros | |
|  |  |

Comparacion de aceleraciones

|  |  |
| --- | --- |
| Aceleracion con bloques de 32x32 con enteros | |
|  |  |

Comparación de aceleraciones con bloques 32x32

Combinacion con cambio de diferentes tamaños de bloques y tiling

|  |  |
| --- | --- |
| Aceleración con bloques 4 y tiling 32 con enteros | |
|  |  |

Comparacion de aceleraciones con cambio de bloque y de tiling

|  |  |
| --- | --- |
| ACELERACION CON BLOQUES 16 Y ANCHO DEL TILE 4 | |
|  |  |

COMPARACION DE ACELERACIONES BLOQUES 16 – ANCHO TILING 4

**Graficas de tiempos con diferentes tamaños de Bloque y tiling con enteros.**

|  |  |
| --- | --- |
| Grafica de tiempos 4x32 | Grafica de tiempos 4x32 |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Grafica de tiempos 4x32 | COMPARACION DE TIEMPOS BLOQUES 4 TILING 32 |
|  |  |

Grafica de tiempos de 16x4 con enteros

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Gráfico de tiempos paralelo 16x4 | Comparación de tiempos 16x4 |
|  |  |

8. Realizar la implementación del algoritmo pero con números en punto flotante, realizar el mismo estudio para esta implementación.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Matriz A [n][m] B[m][o] usando Números con punto flotante | | | | | | |
| tamaño matriz resultante | Matriz Dim C [n][m][o] | SECUENCIAL | PARALELO SIN TILING | PARALELO CON TILING | ACELRACION SIN TILING | ACELERACION CON TILING |
| 800 | 20 X4X40 | 0,000024 | 0,109484 | 0,000474 | 0,00021921 | 0,050632911 |
| 3200 | 40X16X80 | 0,000137 | 0,097 | 0,000484 | 0,001412371 | 0,283057851 |
| 12800 | 80 X32x160 | 0,002642 | 0,096731 | 0,00084 | 0,027312857 | 3,145238095 |
| 51200 | 160X64X320 | 0,015482 | 0,091475 | 0,000626 | 0,169248429 | 24,73162939 |
| 204800 | 320X128X640 | 0,08379 | 0,093597 | 0,001396 | 0,895221001 | 60,02148997 |
| 819200 | 640X256X1280 | 0,789373 | 0,094846 | 0,005117 | 8,322680978 | 154,2648036 |
| 3276800 | 1280X512X2560 | 6,33678 | 0,126018 | 0,031572 | 50,28472123 | 200,7088559 |
| 13107200 | 2560X1024X5120 | 75,9336 | 0,3208029 | 0,23068 | 236,6986084 | 329,1728802 |

ACELERACION SIN TILING ACELERACION CON TILING

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

COMPARACION DE ACELERACIONES CON NUMEROS DE PUNTO FLOTANTE

**GRÁFICA** de tiempos CON NUMEROS DE PUNTO FLOTANTE.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

9. Realizar un capítulo de **CONCLUSIONES.** Donde expliquen los resultados obtenidos gráfica.

Conclusiones:

1. Se puede observar claramente que para multiplicación y operaciones entre las matrices cuando el programa apenas inicia con las operaciones básicas la velocidad es mayor en CPU, pero cuando aumentamos el trabajo y cambiamos de tamaño las matrices ya el rendimiento es mejor en GPU el paralelismo hace se agilicen los procesos.
2. Es notoria la ganancia de la aceleración cuando trabajamos con tiles, este tipo de memoria y su manejo hace que la aceleración sea mayor y por ende tendremos un mejor rendimiento.
3. En cuanto a la implementación con números de tipo entero y números punto flotante, la diferencia en tiempos de ejecución no es muy notoria.
4. Se destaca el comportamiento y el beneficio de usar memoria compartida, la diferencia al usar el algoritmo implementando Tiles con los demás algoritmos secuencia y paralelo normal es de destacarse reduciendo los tiempos de ejecución para matrices grandes.
5. La aceleración observada en los dos casos que el algoritmo es implementado paralelamente es mucho mayor utilizando Tiles.
6. Al realizar cambios en el tamaño del Bloque y el Ancho del TILE se evidencia que a medida que se aumenta el tamaño para el tamaño del Bloque y el Tile el funcionamiento es mucho mejor, optimizando los tiempos de ejecución, siempre y cuando los valores de Bloque fuera igual al Tile.

.