MEMORIA DE PROGRAMACION CONCURRENTE Y DISTRIBUIDA

Sistemas concurrentes y distribuidos

26 DE FEBRERO DE 2017

XABIER JAUREGI
Universidad de Mondragón

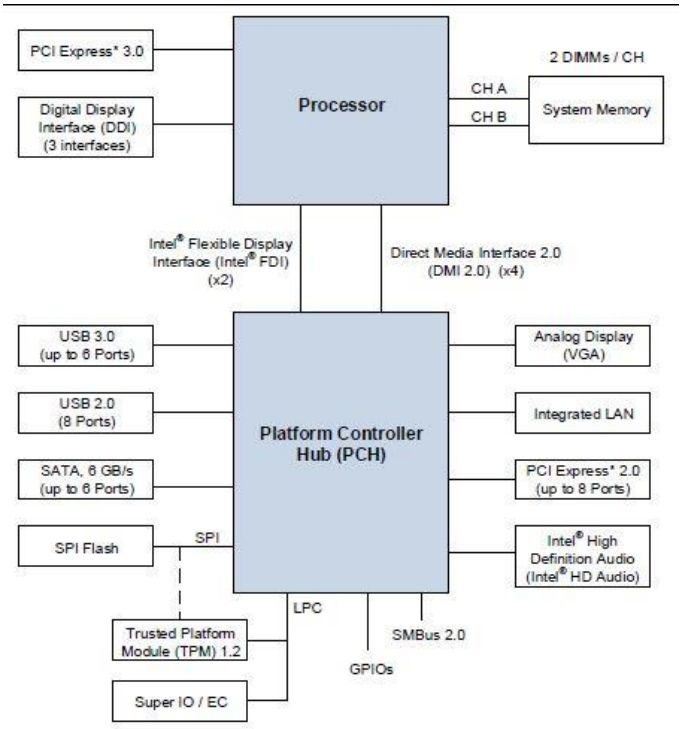
Índice

1. EL MICOPROCESADOR DE MI EQUIPO 3
2. EJECUCION DE PROBLEMAS SECUENCIALES 3
   2.1 Multiplicación de matrices: 3
   2.2 Cálculo de números primos 4
   2.3 Cálculo del número pi 4
   2.4 Cálculo del camino más corto 4
      2.4.1 Resultados de ejecución con muro tipo 1 4
      2.4.2 Resultados de ejecución con muro tipo 2 4
   2.5 Difusión del calor en una malla 5
3 EJECUCIÓN DE PROBLEMAS SINCRONIZACIÓN 5
4. EJECUCIÓN DE PROBLEMAS PARALELIZADOS 6
   4.1 Lock-Atomic-Synchonized: 6
   4.2 Multiplicación de matrices: 6
      4.2.1 Resultados de ejecución con 2 hilos(Executor) 6
      4.2.2 Resultados de ejecución con 4 hilos(Executor) 7
      4.2.3 Resultados de ejecución con 6 hilos(Executor) 7
      4.2.4 Resultados de ejecución con 2 hilos(Runnable) 7
      4.2.5 Resultados de ejecución con 4 hilos(Runnable) 7
      4.2.6 Resultados de ejecución con 6 hilos(Runnable) 7
   4.3 Cálculo de números primos 8
      4.3.1 Resultados de ejecución con 2 hilos(CompletionService) 8
      4.3.2 Resultados de ejecución con 4 hilos(CompletionService) 8
      4.3.3 Resultados de ejecución con 6 hilos(CompletionService) 8
      4.3.4 Resultados de ejecución con 100 hilos(CompletionService) 8
      4.3.5 Resultados de ejecución con 2 hilos(Runnable) 9
      4.3.6 Resultados de ejecución con 4 hilos(Runnable) 9
      4.3.7 Resultados de ejecución con 6 hilos(Runnable) 9
   4.4 Cálculo del número pi 9
      4.4.1 Resultados de ejecución con 2 hilos(CompletionService) 9
      4.4.2 Resultados de ejecución con 4 hilos(CompletionService) 9
      4.4.3 Resultados de ejecución con 6 hilos(CompletionService) 10
      4.4.4 Resultados de ejecución con 100 hilos(CompletionService) 10
      4.4.5 Resultados de ejecución con 2 hilos(ForkJoin) 10
      4.4.6 Resultados de ejecución con 4 hilos(ForkJoin) 10
      4.4.7 Resultados de ejecución con 6 hilos(ForkJoin) 10

4.4.8 Resultados de ejecución con 2 hilos(Thread) 10
4.4.9 Resultados de ejecución con 4 hilos(Thread) 11
4.4.10 Resultados de ejecución con 6 hilos(Thread) 11
4.5 Cálculo del camino más corto 11
4.5.1 Resultados de ejecución con 2 hilos (CompletionService) 11
4.5.2 Resultados de ejecución con 4 hilos (CompletionService) 11
4.5.3 Resultados de ejecución con 6 hilos (CompletionService) 12
4.6 Difusión del calor en una malla 12
4.6.1 Resultados de ejecución con 2 hilos (CompletionService) 12
4.6.2 Resultados de ejecución con 4 hilos (CompletionService) 12
4.6.3 Resultados de ejecución con 6 hilos (CompletionService) 12
5. CONCLUSIONES 13
6. CODIGO DEL PROGRAMA 15

1. EL MICOPROCESADOR DE MI EQUIPO

- Mi ordenador dispone de un Intel® Core™ i5-4200U que está compuesto por 4 procesadores.
- Tiene una frecuencia base de 1.60GHz y un máximo de 2.60GHz.
- Tiene 2 cores y dispone de una cache de 3MB.
- Esquema general del procesador:



2. EJECUCION DE PROBLEMAS SECUENCIALES

2.1 Multiplicación de matrices:

A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.

Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100 x 100	16	0	15	16	16
500 x 500	301	302	329	301	301
1000 x 100	3234	3149	3044	3078	3127

2.2 Cálculo de números primos

A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.

Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Lim 100	0	0	0	0	0
Lim 10000	3	0	0	4	0
Lim 100000	32	31	37	31	16

2.3 Cálculo del número pi

A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.

Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	1620	1646	1620	1635	1636
10.000.000 ciclos	170	169	177	184	165
10.000.000.000 ciclos	162721	162596	162603	162643	164278

2.4 Cálculo del camino más corto

A la hora de ejecutar este programa tenia abierto este documento Word el cual lo estaba editando. Y al mismo tiempo estaba ejecutando Spotify (escuchando música).

2.4.1 Resultados de ejecución con muro tipo 1

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Espacio 80 x80	2048	2020	2011	2065	2065
Espacio 100 x 100	1829	1863	1832	2103	1896
Espacio 150 x 150	4846	4846	4846	4846	4846

2.4.2 Resultados de ejecución con muro tipo 2

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Espacio 80 x80	2015	2017	2080	2125	2015
Espacio 100 x 100	1956	1910	1823	1849	1883
Espacio 150 x 150	9921	9873	9753	10240	9810

2.5 Difusión del calor en una malla

La cantidad de ejecución ha sido reducida a 3, ya que las ejecuciones de dicho programa eran largas.

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º
Malla 50 x50	143755	136673	143211
Malla 100 x 100	607731	608854	608261
Malla 150 x 150	1272415	1372723	1251541

3 EJECUCIÓN DE PROBLEMAS SINCRONIZACIÓN

1. **Explica y cuantifica la ventaja de la utilización de un Thread Pool frente a la utilización de Threads. Describe el ejemplo a utilizar y proporciona los datos obtenidos.**
   Una de las mayores ventajas que he podido deducir a la ora de hacer pruebas con threads simples creados a mano y threads que están dentro de un thread pool ha sido la velocidad a la hora de ejecutar programas cortos.
   Una de las ventajas que nos ofrece el thread pool es que no crea thread nuevos si no que reutiliza los ya creados. Me he dado cuenta de que la creación de un thread nuevo es considerable en cuanto a rendimiento se refiere.
   Por lo tanto, como conclusión crear uno o unos threads manuales considero necesario en caso de que el programa sea un programa de larga ejecución y que no necesite iniciar muchos hilos.
   El thread pool digamos que esta optimizado para los programas cortos y que generan una carga grande en cuanto a la creación de hilos se refiere.

2. **¿Existen diferencias apreciables en la utilización de los distintos elementos de sincronización: monitor Object, Lock, Semaphore?**

   Tomando como ejemplo la prueba que he llevado a cabo para responder a esta respuesta, no he podido apreciar una diferencia notable.
   La prueba realizada ha sido incrementar un valor por medio de 1000000 hilos donde cada hilo accedía al recurso compartido y lo incrementaba por uno.

3. **Qué es mejor, hacer un objeto ThreadSafe o limitar un acceso a un hilo o un singleThreadPool**
   Después de realizar varias pruebas y ver las diferencias de los tiempos de ejecución de cada programa y cada sistema diremos que la utilización de cada una de ellas depende mucho del caso en el que nos situemos.
   Por ejemplo, si nos centramos en el tema del ThreadPool podemos decir que es muy útil cuando la vida del programa es muy corta el mismo crea un numero de hilos muy “grande” para llevar acabo la resolución del problema. La ventaja de esta es que en vez de crear los hilos en cada ejecución reutiliza los ya creados anteriormente y que no están en funcionamiento.
   El caso de limitar el acceso a un objeto por medio de locks o sistemas parecidos como semáforos en cambio depende del tiempo en el que el recurso está ocupado por el hilo que esté usándolo. Es decir, si un hilo coge la llave de un recurso, hace con él una tarea pesada

y no devuelve la llave hasta terminar esa tarea estaremos prolongando mucho el tiempo de ejecución de nuestro sistema, por lo que es más óptimo poner estas exclusiones a la hora de leer y escribir en las variables compartidas.

4. EJECUCIÓN DE PROBLEMAS PARALELIZADOS

4.1 Lock-Atomic-Synchonized:

Esta demo es para casar las conclusiones de uso de los diferentes tipos de locks o llaves que tenemos. En definitiva, para comparar los diferentes tipos de métodos de sincronización en cuanto a tiempos de ejecucion se refiere.

A la hora de mirar a la tabla de tiempos es importante saber que tenían ejecutando en paralelo este documento Word.

En esta prueba se han lanzado 1000000 threads que acceden a una misma variable y lo incrementan. Para ello se han utilizado diferentes métodos de sincronización y así evitar la corrupción de la variable compartida que es incrementada.

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Sistema Lock	9102	9415	9172	9511	9266
Sistema Semaphore	10958	9199	9286	9730	9264
Sistema Synchronized	9156	9171	9147	9379	10365
Sistema Atomic	9181	11627	9208	9167	9225

4.2 Multiplicación de matrices:

A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.

A la hora de la ejecución el ordenador estaba conectado a la fuente de alimentación el cual acelera el rendimiento del ordenador de una manera considerable.

Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.

4.2.1 Resultados de ejecución con 2 hilos(Executor)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
500 x 500	478	388	399	462	441
1000 x 1000	4075	3997	3577	3459	4225
1500 x 1500	32954	32246	38025	32243	33326
2500 x 2500	192976	196124	196466	196512	206215
3000 x 3000	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR

4.2.2 Resultados de ejecución con 4 hilos(Executor)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
500 x 500	301	281	297	313	328
1000 x 1000	5287	5168	5289	5164	5351
1500 x 1500	30365	31594	30277	30154	31154
2500 x 2500	183953	166764	142124	181547	182348
3000 x 3000	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR

4.2.3 Resultados de ejecución con 6 hilos(Executor)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
500 x 500	278	305	280	298	358
1000 x 1000	5203	5403	5455	5189	5255
1500 x 1500	35723	32487	25866	32205	32165
2500 x 2500	167747	171423	167245	168215	162517
3000 x 3000	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR	ERROR

4.2.4 Resultados de ejecución con 2 hilos(Runnable)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
500 x 500	217	218	216	200	201
1000 x 1000	1988	2121	2075	2051	2042
1500 x 1500	32544	34164	32335	32872	33088
3000 x 3000	347038	347697	341338	345471	348654

4.2.5 Resultados de ejecución con 4 hilos(Runnable)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
500 x 500	210	147	147	218	147
1000 x 1000	4606	5190	5182	4744	4593
1500 x 1500	26336	25185	26414	25514	25801
3000 x 3000	264953	255663	260090	259600	259613

4.2.6 Resultados de ejecución con 6 hilos(Runnable)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
500 x 500	153	164	115	149	146
1000 x 1000	5167	5119	5108	4859	5104
1500 x 1500	25287	25137	24782	24968	25674
3000 x 3000	240289	241914	242853	245258	243198

4.3 Cálculo de números primos

A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.

A la hora de la ejecución el ordenador estaba conectado a la fuente de alimentación el cual acelera el rendimiento del ordenador de una manera considerable.

Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.

ejecución.

4.3.1 Resultados de ejecución con 2 hilos(CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Lim 10.000	12	12	11	9	23
Lim 100.000	26	34	114	33	70
Lim 1.000.000	391	488	363	460	407
Lim 100.000.000	+15min	+15min	+15min	+15min	+15min

4.3.2 Resultados de ejecución con 4 hilos(CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Lim 10.000	16	0	2	9	16
Lim 100.000	26	16	55	22	16
Lim 1.000.000	283	350	399	335	343
Lim 100.000.000	+15min	+15min	+15min	+15min	+15min

4.3.3 Resultados de ejecución con 6 hilos(CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Lim 10.000	0	0	0	0	6
Lim 100.000	41	15	16	41	29
Lim 1.000.000	335	355	319	325	301
Lim 100.000.000	136186	125052	125435	125417	119179

4.3.4 Resultados de ejecución con 100 hilos(CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Lim 10.000	36	15	47	15	32
Lim 100.000	37	54	115	47	84
Lim 1.000.000	300	255	245	256	235
Lim 100.000.000					

El ordenador ha dejado re responder

4.3.5 Resultados de ejecución con 2 hilos(Runnable)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Lim 10.000	3	3	4	3	4
Lim 100.000	31	28	16	30	33
Lim 1.000.000	523	542	535	528	505
Lim 100.000.000	202762	236675	237805	246883	24818

4.3.6 Resultados de ejecución con 4 hilos(Runnable)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Lim 10000	0	0	0	16	0
Lim 100.000	16	16	15	11	16
Lim 1.000.000	394	449	383	383	390
Lim 100.000.000	247167	247511	246351	247846	246057

4.3.7 Resultados de ejecución con 6 hilos(Runnable)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
Lim 10.000	0	0	0	16	0
Lim 100.000	32	28	37	31	32
Lim 1.000.000	280	263	253	260	254
Lim 1.00.000.000	151959	165365	128825	149738	161844

4.4 Cálculo del número pi

4.4.1 Resultados de ejecución con 2 hilos(CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	918	904	919	901	925
1.000.000 ciclos	16	16	16	16	15
10.000.000.000 ciclos	91099	91469	91262	91356	90689

4.4.2 Resultados de ejecución con 4 hilos(CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	492	490	520	481	489
1.000.000 ciclos	16	16	15	16	11
10.000.000.000 ciclos	46515	46394	46607	48394	46621

4.4.3 Resultados de ejecución con 6 hilos(CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	568	505	505	507	521
1.000.000 ciclos	3	15	16	16	16
10.000.000.000 ciclos	48011	46973	48642	47532	47677

4.4.4 Resultados de ejecución con 100 hilos(CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	531	581	531	532	531
1.000.000 ciclos	171	47	47	47	47
10.000.000.000 ciclos	47660	46488	46450	47421	46689

4.4.5 Resultados de ejecución con 2 hilos(ForkJoin)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	8404	8423	9243	8916	8720
1.000.000 ciclos	105	100	100	85	115
10.000.000.000 ciclos	85551	84778	84569	84102	84986

4.4.6 Resultados de ejecución con 4 hilos(ForkJoin)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	4601	4979	4677	4581	4521
1.000.000 ciclos	54	47	54	47	53
10.000.000.000 ciclos	45947	45307	45437	45637	45500

4.4.7 Resultados de ejecución con 6 hilos(ForkJoin)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	285	321	285	301	300
1.000.000 ciclos	11	38	1	15	15
10.000.000.000 ciclos	30377	30864	28427	28542	28533

4.4.8 Resultados de ejecución con 2 hilos(Thread)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	933	938	934	937	933
1.000.000 ciclos	16	16	22	16	16
10.000.000.000 ciclos	91285	91220	91133	90637	91509

4.4.9 Resultados de ejecución con 4 hilos(Thread)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	608	486	540	484	487
1.000.000 ciclos	18	15	31	9	19
10.000.000.000 ciclos	46358	47792	47169	47102	47656

4.4.10 Resultados de ejecución con 6 hilos(Thread)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º	Ejecución 4º	Ejecución 5º
100.000.000 ciclos	504	494	502	503	501
1.000.000 ciclos	18	16	31	0	3
10.000.000.000 ciclos	46492	47745	50161	47409	48000

4.5 Cálculo del camino más corto

A la hora de ejecutar este programa para obtener los tiempos de ejecución tenia abierto y en uso Spotify y este mismo documento Word.

En esta implementación he paralelizado la función que calcula los nodos adyacentes desde un nodo y una ruta determinada. Para ello he usado el CompletionService donde una vez calculados los nodos adyacentes de cada nodo devuelvo un HasMap de la ruta y sus nodos.

4.5.1 Resultados de ejecución con 2 hilos (CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º
espacio1.txt	42578	44034	44838
espacio1Muro2.txt	47982	46508	42206
espacio2.txt	27510	26942	27475
espacio2Muro2.txt	26640	24546	27299
espacio3.txt	480716	450603	489020
espacio3Muro3.txt	482381	481547	498257

4.5.2 Resultados de ejecución con 4 hilos (CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º
espacio1.txt	43965	45519	44888
espacio1Muro2.txt	42235	45148	42935
espacio2.txt	25989	26830	24960
espacio2Muro2.txt	26313	28341	25491
espacio3.txt	456802	458102	459220
espacio3Muro3.txt	468768	468547	469214

4.5.3 Resultados de ejecución con 6 hilos (CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º
espacio1.txt	42890	48597	45634
espacio1Muro2.txt	42000	47671	44225
espacio2.txt	24651	26041	24797
espacio2Muro2.txt	27722	24880	29420
espacio3.txt	444803	528669	527219
espacio3Muro3.txt	420591	422165	425251

4.6 Difusión del calor en una malla

La cantidad de ejecución ha sido reducida a 3, ya que las ejecuciones de dicho programa eran largas.

Esta implementación no ha sido realizada con el "exchanger". Lo que he hecho ha sido paralelizar la función difundir el cual el encargado de hacer el cálculo de la expansión del calor.

Usando el CompletionService he dividido la malla en filas donde cada hilo se encarga de una determinada cantidad de filas. La idea que he usado es implementar dos mallas, en el cual en cada ciclo guardo el estado de la malla anterior y hago el cambio de la difusión de calor.

4.6.1 Resultados de ejecución con 2 hilos (CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º
Malla 50 x50	123690		
Malla 100 x 100	484885	492560	481394
Malla 150 x 150	1084496	1088730	1090234

4.6.2 Resultados de ejecución con 4 hilos (CompletionService)

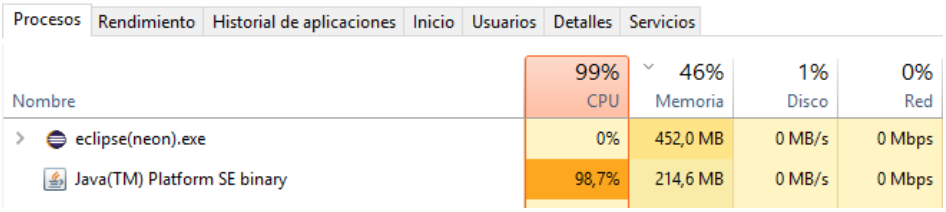
	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º
Malla 50 x50	107388	100870	100870
Malla 100 x 100	415859	415254	426526
Malla 150 x 150	897147	891482	891601

4.6.3 Resultados de ejecución con 6 hilos (CompletionService)

	Ejecución 1º	Ejecución 2º	Ejecución 3º
Malla 50 x50	105158	102309	104701
Malla 100 x 100	404648	389977	384006
Malla 150 x 150	885460	885460	1072308

5. CONCLUSIONES

1. Es curioso ver como aumenta el uso de la CPU cuando ejecutas los programas. He ejecutado un programa con 4 hilos(numero de procesadores de mi ordenador)C y la CPU se ha disparado al 99% de su capacidad, tal y como se puede ver en la imagen posterior



   También es interesante ver que cuando ejecutas dos hilos la carga del procesador baja al 50% y aumenta de una manera considerable los tiempos de ejecución.

2. Tal y como se ha hablado en uno de los puntos anteriores me he dado cuenta que la creación de los hilos es una función bastante considerable en cuanto al rendimiento del sistema se refiere. Por lo tanto, tenemos que andar con cuidado a la hora de definir el sistema de paralización que vayamos a implementar, ya que esto puede afectar al programa y en vez de conseguir acelerarlo conseguiremos ralentizarlo.

3. Se debe reflexionar y analizar muy bien el código antes de empezar a paralelizar cualquier programa, ya que la creación de los hilos en el lenguaje Java tiene un costo computacional muy elevado tal y como se ha podido observar en la tabla de tiempos del programa donde se comparaban los diferentes usos de sincronización en el programa “Lock-Atomic-Synchonized”.

4. Cuando se elaboran programas multi-hilos, se deben repetir las pruebas infinidad de veces para prever cualquiera condición de que pudiera alterar el resultado final bajo condiciones que no hemos tenido en cuenta. Estas condiciones excepcionales se descubren después de múltiples ejecuciones del programa con diferentes juegos de datos de entrada. En los casos que hemos probado, cada programa ha sido ejecutado por lo general cinco veces con diferentes números de hilos y diferentes tipos de datos de entrada.

5. Centrándonos en el ejercicio del cálculo de los números primos en la prueba que se ha llevado a cabo con los 100 hilos en un rango de 0 a 10.000 he podido observar el peso que tiene la tarea del content switch.
   Es decir, a la hora de dividir un trabajo pequeño, en este caso un rango muy pequeño en muchas tareas que en este caso han sido 100. Los tiempos de ejecución se han disparado por el peso que el cambio de contenido implica.

6. En el programa de la búsqueda de camino más corto, más concretamente en la prueba de paralización con CompletionService y Executor he podido observar que la paralización no siempre acelera el proceso. En este caso si nos centramos en la prueba de CompletionService he paralelizado la función para obtener los nodos adyacentes de un determinado nodo y una determinada ruta. El problema por el cual va más lento es porque cada hilo analiza su propio camino más corto y por lo tanto la creación de los nodos adyacentes tarda más en analizar que ejecutándolo en un solo hilo.

7. En el ejercicio del cálculo de Pi en la prueba donde he ejecutado el programa con 100 hilos y un rango de 100.000.000 valores el ordenador ha dejado de funcionar, se ha quedado conjelado y HE PERDIDO TODOS LOS DATOS no guardados del documento de Word.

8. Las ventajas de la paralización son evidentes, pero en muchas ocasiones suele ser complicado o casi imposible encontrar la manera de paralelizar los procesos dentro de una aplicación sin que el resultado final de la aplicación se vea afectado. Por lo tanto, aunque el concepto se fácil de entender, el aplicarlo a un caso práctico puede ser una tarea uy complicada, tal y como se ha podido demostrar en ciertos programas de esta memoria.

9. Como conclusión del último ejercicio puedo decir que el uso de los hilos manuales no es nada rentable. Es decir, el tiempo de ejecución se dispara, ya que en cada ciclo estaríamos creando un hilo esperando a que finalice su tarea y destruyéndolo. Dicho en otras palabras, no estaríamos paralelizando nada, solo ralentizándolo.

10. En el ejercicio de la difusión de calor con la implementación de CompletionService se ha paralelizado la función difundir, el cual he creído que deterioraba mucho la velocidad del programa.
    En este ejercicio tal y como se ha explicado en el apartado de ese ejercicio he dividido la malla en filas y no en fragmentos más pequeños(mallas más pequeñas). A cada ciclo de actualización le he enviado un referencia de la malla en el ciclo anterior y después lo he modificado, guardando el mismo para enviarlo al ciclo siguiente.
    Creo que el sistema se podía acelerar un poco más mediante el uso de “Runnable” en vez de usar un “Callable”, ya que el uso del future veo algo innecesario.

11. ¿Cuantos mas hilos mejor? Bueno, esto depende del sistema que tengamos y como implementemos la paralización. Generalmente se dice que para poder usar la paralización con el mayor rendimiento posible tenemos que poner tantos hilos como procesadores tenga nuestro sistema.
    Pero hay unos casos por muy pocos que sean donde poner más hilos nos puede salir rentable. Uno de esos casos es cuando nuestro sistema está a la espera de un I/O y otro es cuando un hilos espera por un tiempo prolongado a un “mutex”.
    El caso es que si cuando todos los hilos de una aplicación están completos computacionalmente hablando, es absurdo o ineficiente pones usar más hilos que numero de procesadores tengamos.

6. CODIGO DEL PROGRAMA

Todo el código generado que corresponde a los tiempos de ejecución de los programas esta disponible en GitHub:

https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master