

FILTROS DE SOBEL EN CPU Y GPU

HIGH PERFORMANCE COMPUTING

DANIEL ESTEBAN ARIAS ACOSTA
1088279598

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
Y COMPUTACIÓN
PEREIRA 2015

RECOLECCIÓN DE DATOS

1. En las tablas 1.1 a la 1.6, se encuentran recolectadas 20 muestras correspondientes a los tiempos de ejecución del algoritmo de Sobel, en sus cuatro versiones (SECUENCIAL, BASICO, usando MEMORIA CONSTANTE y usando MEMORIA COMPARTIDA), para 6 imágenes de distintas dimensiones respectivamente.

	TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE LOS ALGORITMOS (SEGUNDOS)				ACELERACIONES CON RESPECTO AL ALGORITMO EN CPU (X)		
	CPU	GPU	CONSTANT MEM,	SHARED MEM,	GPU	CONST, MEM	SHARED MEM,
1	0,009818	0,000988	0,000672	0,000783	9,9372	14,6101	12,5389527458
2	0,007029	0,000918	0,000612	0,0007	7,6569	11,4853	10,0414285714
3	0,008672	0,00097	0,000663	0,000751	8,9402	13,0799	11,5472703063
4	0,008914	0,000976	0,000673	0,000761	9,1332	13,2452	11,7135348226
5	0,008793	0,000974	0,000672	0,000765	9,0277	13,0848	11,4941176471
6	0,009255	0,000976	0,000668	0,000754	9,4826	13,8548	12,274535809
7	0,00904	0,000972	0,000668	0,000749	9,3004	13,5329	12,0694259012
8	0,007386	0,000914	0,00061	0,000705	8,0810	12,1082	10,4765957447
9	0,007096	0,000927	0,00061	0,000702	7,6548	11,6328	10,1082621083
10	0,008713	0,001036	0,000724	0,000811	8,4102	12,0345	10,7435265105
11	0,008887	0,000973	0,000672	0,000757	9,1336	13,2247	11,7397622193
12	0,009344	0,00097	0,00067	0,000751	9,6330	13,9463	12,4420772304
13	0,007505	0,000922	0,000613	0,000712	8,1399	12,2431	10,5407303371
14	0,008986	0,000973	0,000668	0,00077	9,2354	13,4521	11,6701298701
15	0,011526	0,000914	0,000614	0,000699	12,6105	18,7720	16,4892703863
16	0,008077	0,000919	0,00062	0,000707	8,7889	13,0274	11,4243281471
17	0,008952	0,000974	0,000678	0,000769	9,1910	13,2035	11,6410923277
18	0,00911	0,00097	0,000673	0,000766	9,3918	13,5364	11,8929503916
19	0,008867	0,000957	0,000651	0,000742	9,2654	13,6206	11,9501347709
20	0,008867	0,000957	0,000651	0,000742	9,2654	13,6206	11,9501347709
	PROMEDIO						
	0,00874185	0,000959	0,0006541	0,0007448	9,113951703	13,3657617578	11,7374130309

Tabla 1.1. Tiempos de ejecución del algoritmo de Sobel, en sus diferentes versiones para la imagen (img1.jpg) cuyas dimensiones son 580 x 580.

	TIEMPOS DE LOS ALGORITMOS (SEGUNDOS)				ACELERACIONES CON RESPECTO AL ALGORITMO EN CPU		
	CPU	GPU	CONSTANT MEM.	SHARED MEM.	GPU	CONST. MEM	SHARED MEM.
1	0,009989	0,001083	0,000757	0,000852	9,2235	13,1955	11,7241784038
2	0,010278	0,001091	0,000776	0,00087	9,4207	13,2448	11,8137931034
3	0,010172	0,001107	0,000761	0,000859	9,1888	13,3666	11,8416763679
4	0,010477	0,001112	0,000768	0,000869	9,4218	13,6419	12,0563866513
5	0,009775	0,001091	0,000746	0,000844	8,9597	13,1032	11,5817535545
6	0,00861	0,001023	0,000702	0,000792	8,4164	12,2650	10,8712121212
7	0,008635	0,001042	0,000698	0,000802	8,2869	12,3711	10,7668329177
8	0,010602	0,001086	0,000757	0,000854	9,7624	14,0053	12,4145199063
9	0,008588	0,001046	0,000703	0,000799	8,2103	12,2162	10,7484355444
10	0,010069	0,001092	0,000756	0,000852	9,2207	13,3188	11,8180751174
11	0,008928	0,001048	0,000702	0,000798	8,5191	12,7179	11,1879699248
12	0,011323	0,00111	0,000758	0,000854	10,2009	14,9380	13,2587822014
13	0,009961	0,001065	0,000749	0,00084	9,3531	13,2991	11,8583333333
14	0,009048	0,001051	0,000709	0,000797	8,6089	12,7616	11,3525721455
15	0,007907	0,001025	0,000703	0,000802	7,7141	11,2475	9,8591022444
16	0,010054	0,001122	0,000814	0,000902	8,9608	12,3514	11,1463414634
17	0,010465	0,00108	0,000755	0,000851	9,6898	13,8609	12,2972972973
18	0,010126	0,001083	0,000756	0,000853	9,3500	13,3942	11,8710433763
19	0,010009	0,001088	0,000756	0,000849	9,1994	13,2394	11,789163722
20	0,010535	0,001111	0,000759	0,000859	9,4824	13,8801	12,2642607683
PROMEDIO							
	0,00977755	0,0010778	0,00074425	0,0008399	9,0594899179	13,1209279609	11,6260865082

Tabla 1.2. Tiempos de ejecución del algoritmo de Sobel, en sus diferentes versiones para la imagen (img2.jpg) cuyas dimensiones son 638 x 640.

	TIEMPOS DE LOS ALGORITMOS (SEGUNDOS)				ACELERACIONES CON RESPECTO AL ALGORITMO EN CPU		
	CPU	GPU	CONSTANT MEM.	SHARED MEM.	GPU	CONST. MEM	SHARED MEM.
1	0,020317	0,00235	0,001523	0,001785	8,6455	13,3401	11,3820728291
2	0,020335	0,002475	0,001613	0,001896	8,2162	12,6069	10,7252109705
3	0,020215	0,002457	0,001613	0,001893	8,2275	12,5325	10,6788166931
4	0,020882	0,002469	0,001632	0,001895	8,4577	12,7953	11,019525066
5	0,018748	0,002379	0,001551	0,001813	7,8806	12,0877	10,3408714837
6	0,021207	0,002492	0,001648	0,001902	8,5100	12,8683	11,1498422713
7	0,020825	0,002444	0,001641	0,0019	8,5209	12,6904	10,9605263158
8	0,02141	0,002497	0,001665	0,001943	8,5743	12,8589	11,0190427174
9	0,020408	0,002493	0,001657	0,00191	8,1861	12,3162	10,6848167539
10	0,017601	0,002369	0,001535	0,00179	7,4297	11,4664	9,8329608939
11	0,020194	0,002368	0,001527	0,001527	8,5279	13,2246	13,2246234447
12	0,020166	0,002464	0,001625	0,001909	8,1843	12,4098	10,5636458879
13	0,020804	0,002479	0,001644	0,001906	8,3921	12,6545	10,9150052466
14	0,020171	0,020171	0,001656	0,001907	1,0000	12,1806	10,5773466177
15	0,017091	0,002358	0,001525	0,001799	7,2481	11,2072	9,5002779322
16	0,020961	0,002476	0,001645	0,00193	8,4657	12,7422	10,8606217617
17	0,018937	0,002359	0,001538	0,001812	8,0276	12,3127	10,4508830022
18	0,021039	0,002495	0,001663	0,001915	8,4325	12,6512	10,9864229765
19	0,020741	0,002449	0,001627	0,001889	8,4692	12,7480	10,9798835363
20	0,020263	0,002506	0,001641	0,001902	8,0858	12,3480	10,6535226078
PROMEDIO							
	0,02011575	0,0033275	0,00160845	0,00186115	7,8740747848	12,5020932517	10,8252959504

Tabla 1.3. Tiempos de ejecución del algoritmo de Sobel, en sus diferentes versiones para la imagen (img3.jpg) cuyas dimensiones son 1366 x 768.

	TIEMPOS DE LOS ALGORITMOS (SEGUNDOS)				ACELERACIONES CON RESPECTO AL ALGORITMO EN CPU		
	CPU	GPU	CONSTANT MEM.	SHARED MEM.	GPU	CONST. MEM	SHARED MEM.
1	0,066606	0,007921	0,004639	0,005662	8,4088	14,3578	11,7636877428
2	0,065632	0,008107	0,004813	0,005844	8,0957	13,6364	11,2306639288
3	0,066304	0,008234	0,004987	0,005956	8,0525	13,2954	11,1323035594
4	0,064954	0,007865	0,004563	0,005588	8,2586	14,2349	11,6238367931
5	0,065668	0,008134	0,00486	0,005879	8,0733	13,5119	11,1699268583
6	0,06543	0,008145	0,004852	0,005889	8,0331	13,4852	11,1105450841
7	0,063374	0,007837	0,004573	0,005575	8,0865	13,8583	11,3675336323
8	0,068323	0,008135	0,00482	0,005866	8,3986	14,1749	11,6472894647
9	0,063887	0,007834	0,004728	0,005677	8,1551	13,5125	11,2536550995
10	0,06794	0,008122	0,004799	0,005817	8,3649	14,1571	11,6795599106
11	0,063835	0,007878	0,004591	0,005623	8,1029	13,9044	11,3524808821
12	0,065361	0,00815	0,00484	0,005874	8,0198	13,5043	11,1271705822
13	0,064707	0,008162	0,004858	0,005902	7,9278	13,3197	10,9635716706
14	0,059169	0,00793	0,004617	0,005681	7,4614	12,8155	10,4152437951
15	0,066245	0,008164	0,00488	0,005879	8,1143	13,5748	11,2680728015
16	0,065912	0,008117	0,00483	0,00587	8,1202	13,6464	11,2286201022
17	0,064385	0,007887	0,004582	0,005619	8,1634	14,0517	11,4584445631
18	0,065154	0,008021	0,00475	0,005778	8,1229	13,7166	11,2762201454
19	0,066	0,008161	0,004851	0,005878	8,0872	13,6054	11,2283089486
20	0,066237	0,008176	0,004841	0,005869	8,1014	13,6825	11,2859090135
PROMEDIO							
	0,06525615	0,008049	0,0047637	0,0057863	8,1074333766	13,7022878459	11,2791522289

Tabla 1.4. Tiempos de ejecución del algoritmo de Sobel, en sus diferentes versiones para la imagen (img4.jpg) cuyas dimensiones son 2560 x 1600.

	TIEMPOS DE LOS ALGORITMOS (SEGUNDOS)				ACELERACIONES CON RESPECTO AL ALGORITMO EN CPU		
	CPU	GPU	CONSTANT MEM,	SHARED MEM,	GPU	CONST. MEM	SHARED MEM,
1	0,324418	0,039255	0,022871	0,028462	8,2644	14,1847	11,3982854332
2	0,319614	0,038829	0,021963	0,02756	8,2313	14,5524	11,5970246734
3	0,311621	0,038179	0,021332	0,027404	8,1621	14,6081	11,3713691432
4	0,309213	0,038688	0,021877	0,027373	7,9925	14,1342	11,2962773536
5	0,317384	0,039258	0,022377	0,027861	8,0846	14,1835	11,3916944833
6	0,321054	0,03889	0,022538	0,028062	8,2554	14,2450	11,4408809066
7	0,320474	0,03869	0,02243	0,027954	8,2831	14,2877	11,4643342634
8	0,312764	0,038669	0,022384	0,027824	8,0882	13,9727	11,2407993099
9	0,317552	0,038836	0,022543	0,022543	8,1767	14,0865	14,086501353
10	0,310854	0,038168	0,021313	0,026903	8,1444	14,5852	11,5546221611
11	0,312512	0,03815	0,021694	0,027312	8,1917	14,4055	11,4422964265
12	0,315015	0,038085	0,021675	0,027278	8,2714	14,5336	11,5483173253
13	0,31601	0,038461	0,02199	0,02827	8,2164	14,3706	11,1782808631
14	0,319667	0,038991	0,022675	0,028366	8,1985	14,0978	11,2693717831
15	0,32515	0,03932	0,022614	0,027934	8,2693	14,3783	11,6399369943
16	0,323618	0,039737	0,022858	0,028393	8,1440	14,1578	11,3978093192
17	0,310784	0,038993	0,022094	0,027736	7,9703	14,0664	11,205076435
18	0,31808	0,038919	0,021581	0,027201	8,1729	14,7389	11,6936877321
19	0,323415	0,039416	0,023032	0,028743	8,2052	14,0420	11,2519569982
20	0,32309	0,039149	0,02278	0,028414	8,2528	14,1831	11,3708031252
PROMEDIO							
	0,31761445	0,03883415	0,02223105	0,02757965	8,1787542556	14,290688562	11,5419663041

Tabla 1.5. Tiempos de ejecución del algoritmo de Sobel, en sus diferentes versiones para la imagen (img5.jpg) cuyas dimensiones son 5226 x 4222.

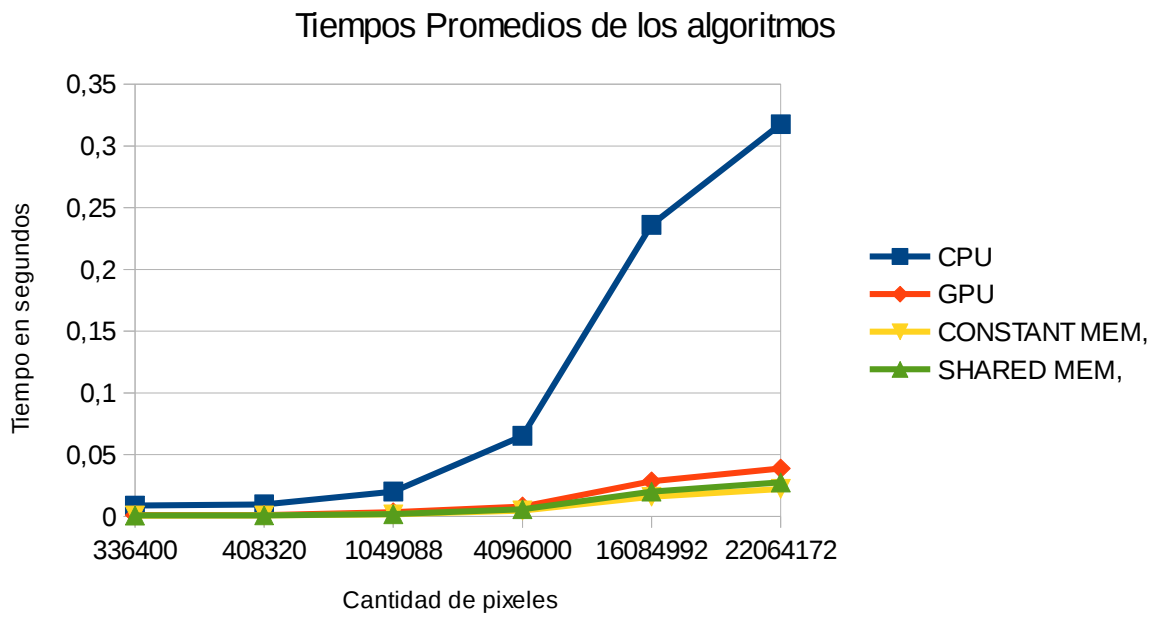
	TIEMPOS DE LOS ALGORITMOS (SEGUNDOS)				ACELERACIONES CON RESPECTO AL ALGORITMO EN CPU		
	CPU	GPU	CONSTANT MEM,	SHARED MEM,	GPU	CONST, MEM	SHARED MEM,
1	0,242687	0,028649	0,016235	0,020382	8,4710	14,9484	11,9069276813
2	0,244135	0,028111	0,015674	0,019978	8,6847	15,5758	12,2201922114
3	0,231038	0,027933	0,015619	0,019858	8,2711	14,7921	11,6345049854
4	0,23782	0,028562	0,016194	0,020385	8,3264	14,6857	11,6664213883
5	0,235465	0,028605	0,016135	0,020854	8,2316	14,5934	11,2911192097
6	0,224552	0,028552	0,015771	0,020043	7,8647	14,2383	11,2035124482
7	0,233564	0,027937	0,016069	0,02029	8,3604	14,5351	11,511286348
8	0,237015	0,028629	0,016136	0,020385	8,2788	14,6886	11,6269315673
9	0,234799	0,02845	0,016054	0,020289	8,2530	14,6256	11,5727241362
10	0,236016	0,028604	0,015833	0,020103	8,2512	14,9066	11,7403372631
11	0,233584	0,028558	0,016171	0,016171	8,1793	14,4446	14,4446230907
12	0,236533	0,027933	0,01605	0,020964	8,4679	14,7373	11,2828181645
13	0,229663	0,028616	0,016195	0,020346	8,0257	14,1811	11,2878698516
14	0,227164	0,028063	0,01559	0,019885	8,0948	14,5711	11,4238873523
15	0,242141	0,028041	0,015605	0,019891	8,6352	15,5169	12,1733950028
16	0,253581	0,028547	0,015791	0,020412	8,8829	16,0586	12,4231334509
17	0,235735	0,028626	0,01618	0,020368	8,2350	14,5695	11,5737922231
18	0,240091	0,028423	0,016033	0,020236	8,4471	14,9748	11,8645483297
19	0,232669	0,027878	0,015497	0,019803	8,3460	15,0138	11,7491794173
20	0,233266	0,027961	0,015625	0,019794	8,3425	14,9290	11,7846822269
	PROMEDIO						
	0,2360759	0,0283339	0,01592285	0,02002185	8,3324699669	14,8293129118	11,8190943174

Tabla 1.6. Tiempos de ejecución del algoritmo de Sobel, en sus diferentes versiones para la imagen (img6.jpg) cuyas dimensiones son 4928 x 3264.

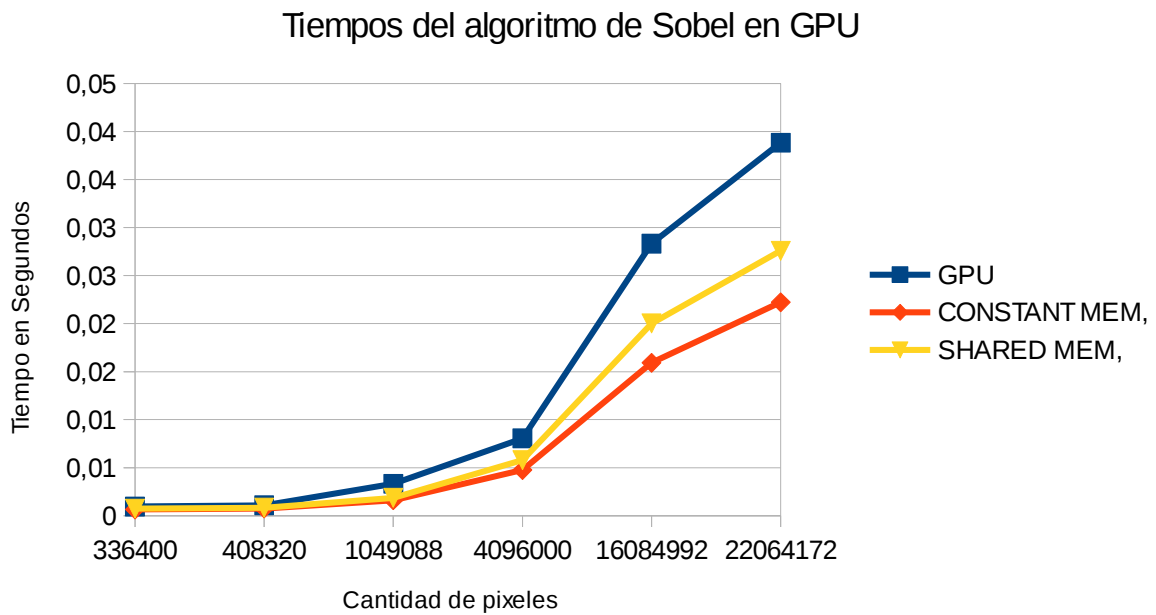
2. En la tabla 2.1, se encuentran condensados los tiempos PROMEDIOS de ejecución del algoritmo de Sobel, en las 4 versiones del algoritmo con sus respectivas aceleraciones en diferentes imágenes.

Nº IMGAGEN	DIMENSIONES IMAGEN	TAMAÑO EN PIXELES	TIEMPOS PROMEDIADOS DE LOS ALGORITMOS (SEGUNDOS)				ACELERACIONES PROMEDIADAS CON RESPECTO AL ALGORITMO EN CPU (X)		
			CPU	GPU	CONSTANT MEM,	SHARED MEM,	GPU	CONST, MEM	SHARED MEM,
1	580 x 580	336400	0,00874185	0,000959	0,0006541	0,0007448	9,113951703	13,3657617578	11,7374130309
2	638 x 640	408320	0,00977755	0,0010778	0,00074425	0,0008399	9,0594899179	13,1209279609	11,6260865082
3	1366 x 768	1049088	0,02011575	0,0033275	0,00160845	0,00186115	7,8740747848	12,5020932517	10,8252959504
4	2560 x 1600	4096000	0,06525615	0,008049	0,0047637	0,0057863	8,1074333766	13,7022878459	11,2791522289
6	4928 x 3264	16084992	0,2360759	0,0283339	0,01592285	0,02002185	8,3324699669	14,8293129118	11,8190943174
5	5226 x 4222	22064172	0,31761445	0,03883415	0,02223105	0,02757965	8,1787542556	14,290688562	11,5419663041

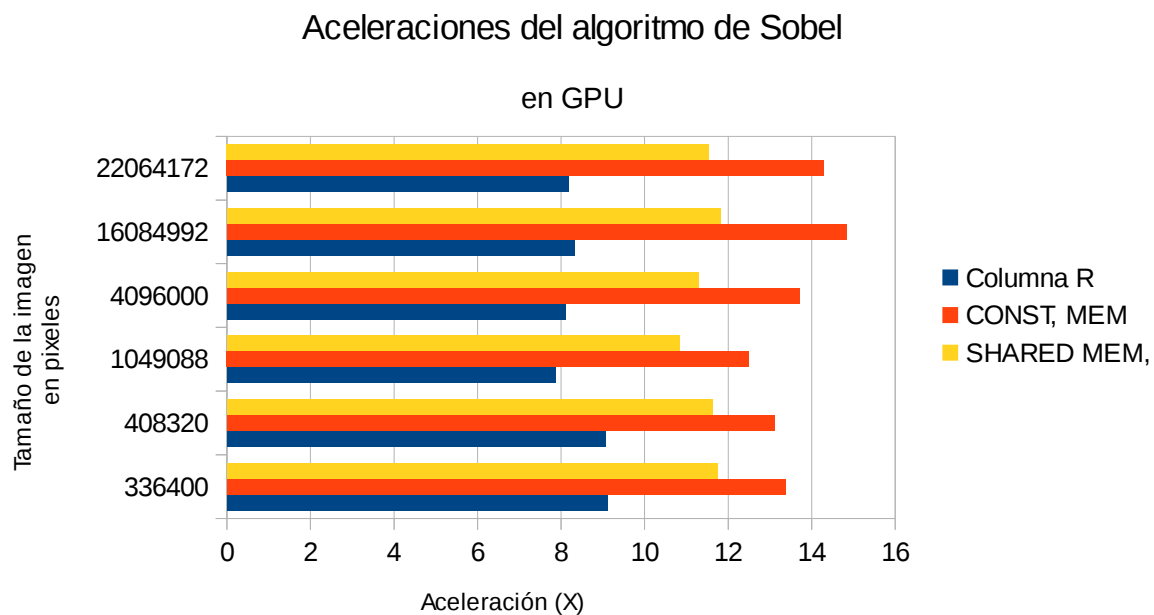
Tabla 2.1. Tiempos promediados de la ejecución del algoritmo de Sobel, para imágenes de varias dimensiones.



Gráfica 2.1. Comparación de los tiempos de respuesta de la CPU vs GPU .



Gráfica 2.2. Comparación de los tiempos de respuesta en la GPU.



Gráfica 2.3. Aceleraciones del algoritmo de Sobel en la GPU.



Imagen 2.1. Filtro de Sobel aplicado a img1.jpg, en CPU, GPU, GPU con memoria constante y GPU con memoria compartida; de izquierda a derecha respectivamente.

CONCLUSIONES

En la gráfica 2.1, se puede observar una gran diferencia entre los tiempos de respuesta entre los algoritmos ejecutados por parte de la GPU y el secuencial en CPU(cuya implementación está hecha a partir de una librería especializada en el manejo y procesamiento de imágenes). De ésta gráfica se concluye que siempre será mas rápido ejecutar el filtro de Sobel en la GPU, para imágenes que tengan mas de 408320 píxeles.

En la gráfica 2.2, se hace un zoom de la 2.1, para apreciar la diferencia de tiempos entre las tres versiones del algoritmo en la GPU; en la cual se comienza a notar un cambio sustancial a partir de los 22064172 píxeles, arrojando mejores resultados la versión con memoria constante. En la gráfica de aceleraciones (2.3) se puede corroborar la superioridad de la versión con memoria constante, mostrando aceleraciones superiores a las otras dos versiones ejecutadas en la GPU. Sería de esperar que la versión de memoria compartida mostrara un mejor performance, sin embargo, esto no es así puesto que esta implementación también hace uso de memoria compartida, a cuyo costo se le añade los cambios de máscara y la transferencia de información al device. Por ende, se llega a la conclusión que el uso de memoria constante, es la mejor opción para obtener un filtro de Sobel más rápido.