

# Implementación de un Efecto sobre una Imagen

Cortés G. Diego F., Dueñas C. Francisco S., Salas M.

Jairo D.

Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Universidad Nacional de Colombia

Bogotá, Colombia

difcortegu@unal.edu.co

frsduenasca@unal.edu.co

jsalasm@unal.edu.co

**Resumen** — El objetivo de este trabajo es mostrar cómo la paralelización (block wise) mediante el uso de hilos POSIX en procesos, comparado con procesos secuenciales, toma tiempos de respuesta menores a mayor número de hilos usados para su ejecución. Para esto se realizó una implementación de varios efectos que se pueden aplicar a una imagen, pero solo se seleccionaron dos efectos de todos los implementados para la realización del análisis.

## I. INTRODUCCIÓN

El paralelismo es una forma de computación en la cual varios cálculos pueden realizarse simultáneamente [1]. Este método es de gran ayuda al momento de realizar procesos que pueden tomar mucho tiempo de ejecución para llegar a un resultado esperado, y en particular, en la implementación de filtros sobre una o varias imágenes, la paralelización es una herramienta fundamental a la hora de reducir el tiempo que puede tomar este tipo de procesos. Es por lo anterior que se realizó un análisis del tiempo de ejecución que puede tomar un proceso de manera secuencial vs. procesos que utilizan la paralelización para dar validez a lo antes mencionado.

## II. IMPLEMENTACIÓN

Para el desarrollo de la práctica 1 se procedió a realizar la implementación de un algoritmo que permitiese, a partir de una imagen, aplicar un filtro a esta con el fin de generar una nueva imagen con el filtro, todos los procesos se ejecutaron con un procesador AMD® Ryzen 7 3700x 8-core processor × 16, 3.6GHz.

### A. Lectura y escritura de imágenes

Se utilizó la librería OpenCV como recurso para la lectura y escritura de las imágenes utilizadas. Usando las funciones `imread()` y `imwrite()` de esta librería.

### B. Filtros (kernel)

Se utilizaron matrices de convolución (kernel), las cuales proporcionan un efecto sobre la imagen, dado que el filtro examina cada píxel de la imagen, multiplicando el valor de dicho píxel y el de los 8 circundantes por el valor correspondiente en el kernel. Para luego realizar una suma de los valores resultantes de la multiplicación y asignando ese valor al píxel en la posición central de matriz generada de por los píxeles utilizados para la operación, lo anterior se realiza de manera sucesiva hasta terminar de iterar cada uno de los píxeles de la imagen, esto se puede observar en la Figura 1.

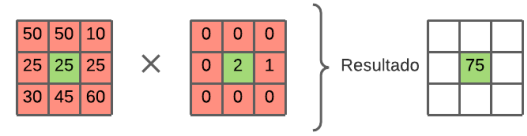


Figura 1. Ejemplo de la multiplicación y suma resultante de los píxeles en una matriz 3x3.

### C. Paralelización

La paralelización se hizo por bloques, a partir de la cantidad de hilos se dividieron las filas de la imagen, es decir a cada hilo se le asignó un grupo de filas para procesar. Se escogió esta forma de paralelización debido a que es la manera más simple de hacerlo y de igual manera produce buenos resultados, un ejemplo se puede observar en la Figura 2.

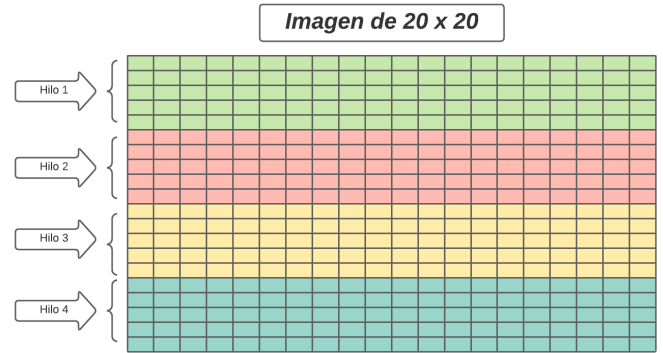


Figura 2. Ejemplo de la división de filas para 4 hilos en una imagen de tamaño 20x20.

### D. Speed Up

El análisis de rendimiento de programas paralelos tiene en cuenta el mejor tiempo de respuesta del programa secuencial entre el tiempo de ejecución con P procesadores, en la ecuación (1) se expresa esto:

$$Sp(n) = T^*(n)/Tp(n). \quad (1)$$

En donde  $T^*(n)$  es el tiempo de ejecución del mejor programa secuencial y  $Tp(n)$  el tiempo de ejecución con P procesadores.

## III. METODOLOGÍA

Se seleccionaron dos filtros de todos los implementados, filtro de enfoque (matriz 3x3) y filtro de desenfoque (matriz 15x15), además, se seleccionaron 3 imágenes a color de 720p, 1080p y 4K. A cada imagen seleccionada se le aplicó cada uno de los filtros, realizando este proceso de manera secuencial y con hilos POSIX (2, 4, 8 y 16 hilos) registrando los tiempos que tomaba cada proceso.

## IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### A. Tiempos de respuesta

En la Tabla 1 se muestran los valores obtenidos de los tiempos de respuesta al aplicar el filtro de enfoque en una imagen de 720p.

TABLA 1  
TIEMPOS DE RESPUESTA PARA FILTRO DE ENFOQUE EN IMAGEN DE 720P.

Tiempos de respuesta				
Secuencial	N° hilos 2	N° hilos 4	N° hilos 8	N° hilos 16
0.226142	0.113035	0.066791	0.052665	0.031206
0.218537	0.112141	0.06376	0.052372	0.031573
0.216936	0.113353	0.063413	0.050924	0.035077
0.213532	0.114571	0.062632	0.052874	0.038984
0.216549	0.121372	0.062505	0.053717	0.037651
0.217856	0.113847	0.062117	0.048701	0.030534
0.221196	0.115656	0.06129	0.051254	0.035457
0.215179	0.114939	0.062844	0.055952	0.032319
0.218089	0.111414	0.063848	0.051014	0.032123
0.221203	0.115133	0.063511	0.053432	0.029818

En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos de los tiempos de respuesta al aplicar el filtro de enfoque en una imagen de 1080p.

TABLA 2  
TIEMPOS DE RESPUESTA PARA FILTRO DE ENFOQUE EN IMAGEN DE 1080p.

Tiempos de respuesta				
Secuencial	N° hilos 2	N° hilos 4	N° hilos 8	N° hilos 16
0.491327	0.261086	0.128417	0.094578	0.063046
0.47909	0.253761	0.13553	0.115078	0.063221
0.487	0.248189	0.138784	0.11027	0.077242
0.477508	0.251635	0.129124	0.116273	0.064798
0.482689	0.268446	0.127807	0.095303	0.061393
0.485655	0.240877	0.127991	0.096633	0.061426
0.47821	0.248791	0.12778	0.113271	0.064709
0.488938	0.250948	0.134512	0.111415	0.063311
0.47817	0.242169	0.129794	0.11363	0.061517
0.488882	0.257529	0.128064	0.112459	0.062993

En la Tabla 3 se muestran los valores obtenidos de los tiempos de respuesta al aplicar el filtro de enfoque en una imagen de 4K.

TABLA 3  
TIEMPOS DE RESPUESTA PARA FILTRO DE ENFOQUE EN IMAGEN DE 4K.

Tiempos de respuesta				
Secuencial	N° hilos 2	N° hilos 4	N° hilos 8	N° hilos 16
1.851969	0.928654	0.479535	0.362436	0.227202

1.809489	0.957427	0.486108	0.335159	0.235146
1.842852	0.939229	0.474296	0.369403	0.229998
1.853739	0.961142	0.497345	0.285948	0.239134
1.820797	0.945219	0.484947	0.356517	0.228307
1.855952	0.953371	0.488705	0.305684	0.227694
1.860427	0.932018	0.481654	0.355084	0.245472
1.828589	0.946503	0.490436	0.36284	0.22778
1.817507	0.930971	0.495649	0.389319	0.231206
1.804562	0.951137	0.485646	0.308352	0.250046

En la Tabla 4 se muestran los valores obtenidos de los tiempos de respuesta al aplicar el filtro de desenfoque en una imagen de 720p.

TABLA 4  
TIEMPOS DE RESPUESTA PARA FILTRO DE DESENFQUE EN IMAGEN DE 720p.

Tiempos de respuesta				
Secuencial	N° hilos 2	N° hilos 4	N° hilos 8	N° hilos 16
4.310717	2.208274	1.141123	0.703804	0.53387
4.267355	2.202489	1.145314	0.84362	0.533248
4.441897	2.204456	1.127225	0.831213	0.528562
4.341146	2.182123	1.130844	0.603374	0.532835
4.30681	2.22168	1.122847	0.610468	0.531243
4.34174	2.162945	1.13621	0.637293	0.534435
4.301743	2.224539	1.137502	0.62542	0.533071
4.342494	2.208224	1.149167	0.655935	0.53382
4.288843	2.226687	1.117011	0.840892	0.534775
4.335566	2.171366	1.124049	0.640882	0.541656

En la Tabla 5 se muestran los valores obtenidos de los tiempos de respuesta al aplicar el filtro de desenfoque en una imagen de 1080p.

TABLA 5  
TIEMPOS DE RESPUESTA PARA FILTRO DE DESENFQUE EN IMAGEN DE 1080p.

Tiempos de respuesta				
Secuencial	N° hilos 2	N° hilos 4	N° hilos 8	N° hilos 16
9.74051	4.901327	2.556973	1.65305	1.188973
9.57568	4.984157	2.565464	1.43563	1.191335
9.68084	4.878158	2.539117	1.304335	1.205864
9.794869	4.983055	2.544648	1.339806	1.191968
9.70771	4.956057	2.530727	1.31302	1.192977

9.575552	4.858787	2.517701	1.333488	1.194128
9.752412	5.006026	2.535201	1.386017	1.191089
9.557492	4.900374	2.530012	1.504369	1.190493
9.634142	4.991665	2.52417	1.379237	1.191655
9.76594	4.885115	2.541272	1.357078	1.194216

En la Tabla 6 se muestran los valores obtenidos de los tiempos de respuesta al aplicar el filtro de desenfoco en una imagen de 4K.

TABLA 6  
TIEMPOS DE RESPUESTA PARA FILTRO DE DESEFOQUE EN IMAGEN DE 4K.

Tiempos de respuesta				
Secuencial	Nº hilos 2	Nº hilos 4	Nº hilos 8	Nº hilos 16
39.335542	19.848523	10.143308	5.296202	4.837549
39.191916	19.643252	10.118914	5.250978	4.794065
38.634222	19.987166	10.065132	5.238674	4.838161
38.216797	19.495808	10.092164	5.284336	4.792392
38.693722	19.885119	10.141191	5.528753	4.825354
38.300427	19.506277	10.191815	5.397558	4.832993
38.743894	19.523505	10.037213	5.283795	4.795686
38.206529	19.600376	10.537367	5.368535	4.841359
38.197206	19.601098	10.06955	5.255625	4.833062
38.735438	19.555089	10.273488	5.468882	4.837734

En la Tabla 7 se muestran los valores promedios obtenidos de los tiempos de respuesta al aplicar el filtro de enfoque en las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

TABLA 7  
TIEMPOS DE RESPUESTA PROMEDIO PARA FILTRO DE ENFOQUE EN LAS IMÁGENES.

Tiempos de respuesta promedio			
Número de hilos	Tiempos		
	720p	1080p	4K
Secuencial	0.2185219	0.4837469	1.8345883
2	0.1145461	0.2523431	0.9445671
4	0.0632711	0.1307803	0.4864321
8	0.0522905	0.107891	0.3430742
16	0.0334742	0.0643656	0.2341985

Con esta tabla se obtuvo la gráfica mostrada en la Figura 1.

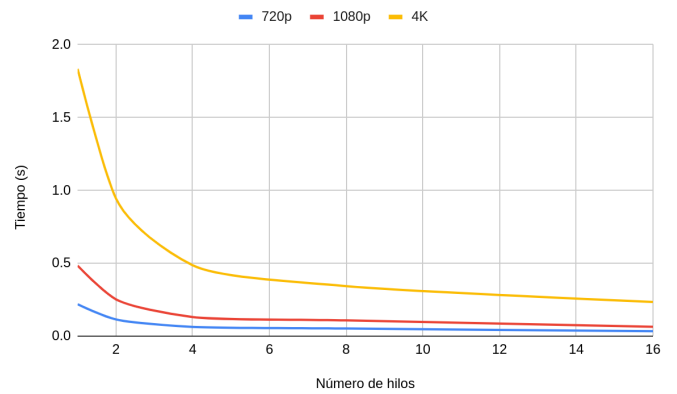


Figura 1. Gráfica de los tiempos de respuesta promedios para un filtro de enfoque en las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

En la Tabla 8 se muestran los valores promedios obtenidos de los tiempos de respuesta al aplicar el filtro de desenfoco en las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

TABLA 8  
TIEMPOS DE RESPUESTA PROMEDIO PARA FILTRO DE DESEFOQUE EN LAS IMÁGENES.

Tiempos de respuesta promedio			
Número de hilos	Tiempos		
	720p	1080p	4K
Secuencial	4.3278311	9.6785147	38.6255693
2	2.2012783	4.9344721	19.6646213
4	1.1331292	2.5385285	10.1670142
8	0.6992901	1.400603	5.3373338
16	0.5337515	1.1932698	4.8228355

Con esta tabla se obtuvo la gráfica mostrada en la Figura 2.

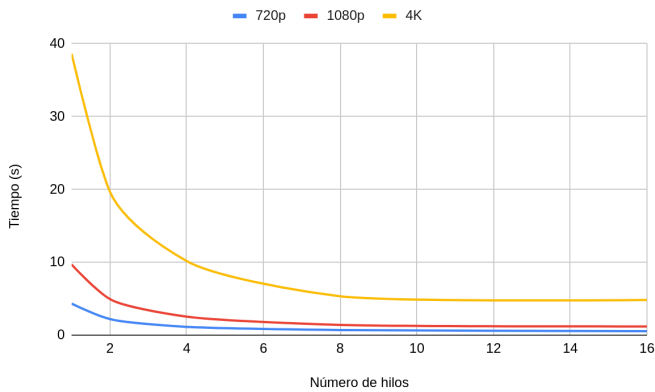


Figura 2. Gráfica de los tiempos de respuesta promedios para un filtro de desenfoque en las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

En la Tabla 9 se muestran los valores obtenidos de los mejores tiempos de respuesta al aplicar el filtro de enfoque en las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

TABLA 9  
MEJORES TIEMPOS DE RESPUESTA PROMEDIO PARA FILTRO DE DESENFQUE EN LAS IMÁGENES.

Mejores tiempos de respuesta			
Número de hilos	Tiempos		
	720p	1080p	4K
Secuencial	0.213532	0.477508	1.804562
2	0.111414	0.240877	0.928654
4	0.06129	0.12778	0.474296
8	0.048701	0.094578	0.285948
16	0.029818	0.061393	0.227202

En la Tabla 10 se muestran los valores obtenidos de los mejores tiempos de respuesta al aplicar el filtro de desenfoque en las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

TABLA 10  
MEJORES TIEMPOS DE RESPUESTA PROMEDIO PARA FILTRO DE DESENFQUE EN LAS IMÁGENES.

Mejores tiempos de respuesta			
Número de hilos	Tiempos		
	720p	1080p	4K
Secuencial	4.267355	9.557492	38.197206
2	2.162945	4.858787	19.495808
4	1.117011	2.517701	10.037213

8	0.603374	1.304335	5.238674
16	0.528562	1.188973	4.792392

### B. Speed Ups

Se procedió a calcular el Speed Up a partir de la ecuación (1) para cada uno de los filtros en las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

En la Tabla 11 se muestran los valores obtenidos de los Speed Ups al aplicar el filtro de enfoque en cada una de las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

TABLA 11  
MEJORES TIEMPOS DE RESPUESTA PROMEDIO PARA FILTRO DE DESENFQUE EN LAS IMÁGENES.

Speed Ups			
Número de hilos	Tiempos		
	720p	1080p	4K
Secuencial	0.9771652178	0.9871029664	0.9836332217
2	1.86415775	1.892296639	1.910464593
4	3.374874153	3.651222699	3.709792179
8	4.083571586	4.425837188	5.25997583
16	6.379002336	7.418683272	7.705267113

Con esta tabla se obtuvo la gráfica mostrada en la Figura 3.

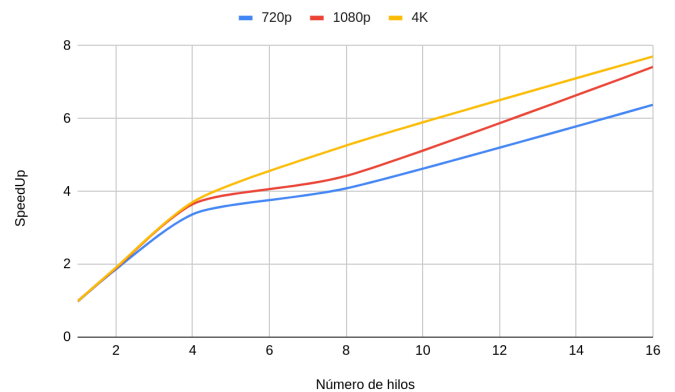


Figura 3. Gráfica de los Speed Ups para un filtro de enfoque en las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

En la Tabla 12 se muestran los valores obtenidos de los Speed Ups al aplicar el filtro de desenfoque en cada una de las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

TABLA 12  
MEJORES TIEMPOS DE RESPUESTA PROMEDIO PARA FILTRO DE DESENFQUE EN LAS IMÁGENES.

Speed Ups			
-----------	--	--	--

Número de hilos	Tiempos		
	720p	1080p	4K
Secuencial	0.9860262338	0.9874957363	0.9889098515
2	1.938580415	1.936882367	1.94243283
4	3.765991557	3.764973291	3.756973803
8	6.102410144	6.823840874	7.156608043
16	7.995022028	8.009497936	7.920072331

Con esta tabla se obtuvo la gráfica mostrada en la Figura 4.

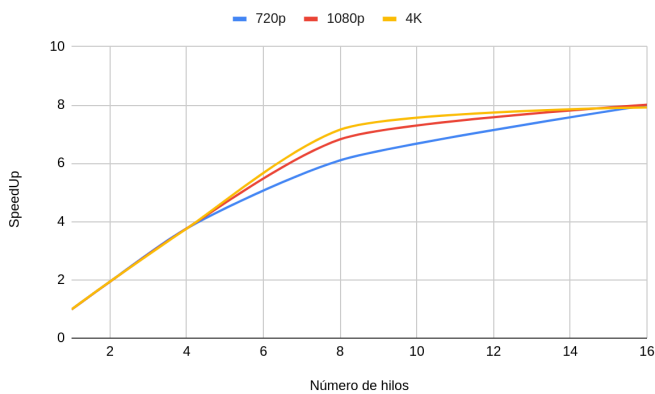


Figura 4. Gráfica de los Speed Ups para un filtro de desenfoco en las imágenes de 720p, 1080p y 4K.

Se observa que el tiempo de respuesta, a medida que el número de hilos utilizados para su ejecución aumenta, es menor al tiempo de respuesta del proceso secuencial, el cual en todos los casos es el mayor. Obteniendo un Speed Up mayor a medida que se aumentaba el número de hilos para la ejecución del programa.

## V. CONCLUSIONES

- Se comprobó que el uso de hilos POSIX (2, 4, 8 y 16), de manera adecuada, ayuda en gran medida a reducir los tiempos de respuesta que puede tomar un programa.
- A medida que el tamaño de una imagen incrementa, el hecho de implementar métodos de paralelización es fundamental para lograr que los tiempos de respuesta sean menores a los que se pueden esperar en programas secuenciales.

## REFERENCIAS

- [1] O. Sergio y M. Vicente. *Introducción a la computación paralela con GPUs*. Alicante, España: Universidad de Alicante, 2014.