

Método Multiplicative para la fusión de imágenes satelitales

Manual de Usuario

Tabla de contenido

1	Descripción	4
2	Requisitos	4
3	Iniciar aplicación	5
4	Realización de pruebas	5
5	Medición de desempeño	7

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1. Imagen multiespectral	4
Ilustración 2. Imagen pancromática	4
Ilustración 3. Imagen de salida	5
Ilustración 4. Comparación de CPU y GPU	5

1 Descripción

Esta aplicación hace uso de la computación heterogénea Multi-Core (CPU) / Many-Core (GPU) para acelerar el proceso de fusión de imágenes multiespectrales y pancromáticas mediante el uso del método Multiplicative.

La fusión permite la combinación y utilización de datos procedentes de fuentes diferentes. La idea es obtener información de “mayor calidad” que la original, la cual dependerá de la aplicación. La fusión de imágenes es una respuesta a la frecuente necesidad de tener en una sola imagen datos de alta resolución espectral y espacial a partir de imágenes de diferente resolución espacial y/o diferentes sensores remotos. La fusión permite obtener información detallada sobre el medio ambiente urbano y rural, útil para una aplicación específica en diferentes estudios geográficos.

Siendo Multiplicative el método de fusión de imágenes seleccionado, se procede a realizar la explicación matemática de este método. Para realizar esa fusión es necesario cumplir con ciertos requerimientos, el primero de ellos es tener la imagen multiespectral, la cual debe tener 3 bandas, y la imagen pancromática la cual debe tener 1 banda, adicionalmente estas imágenes deben ser del mismo tamaño y ser de orden 2^n , teniendo último como nombre imágenes diádicas, al cumplir estos requerimientos, el procedimiento matemático se resume en las siguientes ecuaciones

$$Trans_1 = Mul_1 * Pan \quad (1)$$

$$Trans_2 = Mul_2 * Pan \quad (2)$$

$$Trans_3 = Mul_3 * Pan \quad (3)$$

$$Trans = Trans_1 + Trans_2 + Trans_3 \quad (4)$$

Donde $Trans_n$ se refiere al resultado de una banda al aplicar el método Multiplicative, Mul_n es una de las bandas de la imagen multiespectral y Pan es la banda de la imagen pancromática. El procedimiento anterior es multiplicar cada una de las bandas de la imagen multiespectral por la banda de la imagen pancromática, donde se obtienen 3 bandas, las cuales se concatenan para obtener la imagen fusionada por el método Multiplicative.

2 Requisitos

Para el funcionamiento de este software, es necesario el siguiente hardware:

1. Tarjeta gráfica: NVIDIA

También es necesario el siguiente software:

1. Python 2.7: <https://www.python.org/download/releases/2.7/>
2. Numpy 1.16.0: <https://pypi.org/project/numpy/>

3. Scikit-image 0.15.0: <https://pypi.org/project/scikit-image/>
4. Pycuda 2018.1.1: <https://pypi.org/project/pycuda/>
5. Skcuda 0.5.2: <https://scikit-cuda.readthedocs.io/en/latest/install.html>

3 Iniciar aplicación

Para iniciar la aplicación, ubique su carpeta a través de la consola. Ahora, utilice el siguiente comando para realizar la ejecución de la aplicación en CPU:

```
python multiplicative_cpu.py parametro1 parametro2 salida
```

Y el siguiente comando para realizar la ejecución de la aplicación en GPU:

```
python multiplicative_gpu.py parametro1 parametro2 salida
```

Como se puede evidenciar tienen la misma cantidad de parámetros, a continuación, se hace la descripción de cada uno de ellos

- parametro1: String con la ruta absoluta de la imagen multiespectral a utilizar de tamaño $A \times A$ donde A es un número diádico, es decir, 2^n .
- parametro2: String con la ruta absoluta de la imagen pancromática a utilizar de igual tamaño que la multiespectral.
- salida: Nombre de la imagen de salida después de realizar la ejecución de la aplicación.

4 Realización de pruebas

Las pruebas se realizaron implementando una instancia de este software en un servidor del Centro de Cómputo de Alto Desempeño de la Universidad Distrital (CECAD). Las características de este servidor se encuentran en la *Tabla 1*.

Tabla 1 Características Servidor

Procesador	Intel (R) Xeon (R) CPU E-52697 v3 @ 2.60GHZ
Tarjeta Graficadora	NVIDIA Tesla K80
Memoria RAM	128Gb

Al realizar la ejecución de la aplicación se ejecutará un comando como el siguiente

```
python multiplicative_gpu.py '/home/nvera/andres/images/rgb81r.tif'  
'/home/nvera/andres/images/pan8r.tif' salidagpu
```

En este comando se pueden evidenciar los parámetros anteriormente descritos haciendo uso del script en GPU. A continuación, se muestran las imágenes multiespectral (Ilustración 1) y pancromática (Ilustración 2).



Ilustración 1. Imagen multiespectral



Ilustración 2. Imagen pancromática

Aplicando el método Multiplicative se obtiene una imagen resultante con la resolución espectral de la imagen multiespectral original y la resolución espacial de la imagen pancromática original, lo que da como resultados la siguiente imagen (Ilustración 3):



Ilustración 3. Imagen de salida

5 Medición de desempeño

Finalmente, la siguiente figura presenta los resultados obtenidos al realizar la prueba del método Multiplicative en CPU y en CPU/GPU con imágenes de distintos tamaños como 1024, 2048, 4096 y 8192 píxeles, realizando una comparación en los tiempos de ejecución obtenidos:

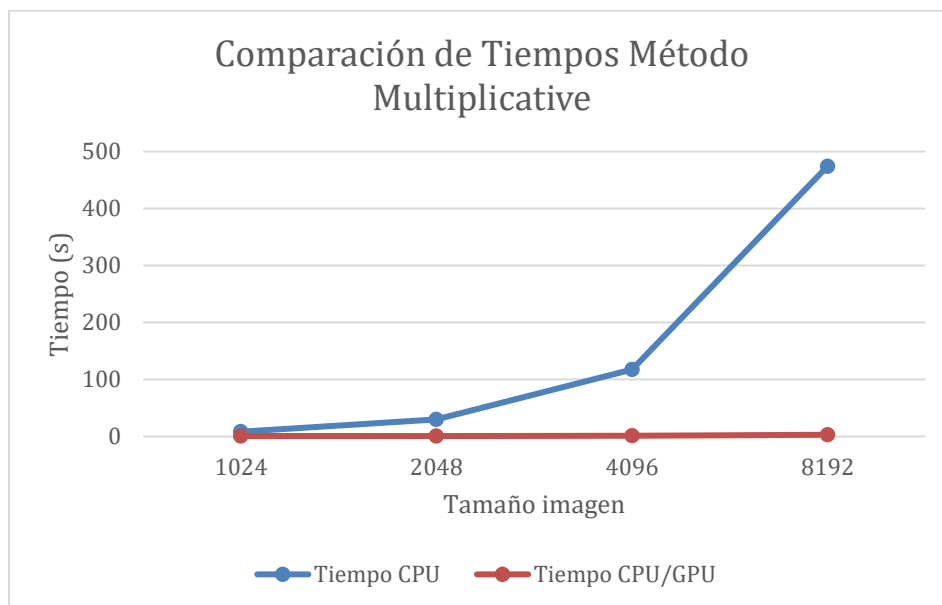


Ilustración 4. Comparación de CPU y GPU

A partir de la gráfica anterior, se puede evidenciar que tanto el tiempo de procesamiento en GPU como CPU aumentan conforme aumenta el tamaño de la imagen, pero los tiempos en GPU no varían significativamente, como si lo hacen los tiempos en CPU, por lo tanto, se puede determinar que tras realizar la implementación del algoritmo de fusión de imágenes satelitales por el método Multiplicative en un contexto de computación heterogénea CPU/GPU se optimizan los tiempos de respuesta. A continuación, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta los valores consolidados en la gráfica anterior, con el fin de entender el comportamiento plasmado:

Tabla 2. Datos comparación CPU y CPU/GPU

Tamaño (px)	CPU (s)	GPU (s)
8192	474.1440	3.0575
4096	117.7238	1.5071
2048	30.1828	1.0261
1024	8.3475	0.9675

Adicionalmente, se evaluaron índices matemático-estadísticos como: Coeficiente de correlación y universal image quality index Q, ERGAS y Bias, con el fin de evaluar, la calidad y correlación entre la imagen fusionado y la imagen multispectral original. La *Tabla 3*, presenta los valores obtenidos al calcular el coeficiente de correlación, Universal Image Q Index, ERGAS y Bias para la imagen resultado en relación a la multispectral, por lo tanto, son resultados de riqueza espectral. Este proceso se aplicó para los distintos tamaños de imágenes utilizadas para llevar a cabo este estudio.

Tabla 3 Índices Matemático-estadísticos espectrales

Tamaño	CC banda a banda			Q	ERGAS	BIAS
	R	G	B			
1024	0.8450	0.8367	0.8220	0.3096	19.92	0.7680
2048	0.8625	0.8510	0.8339	0.3300	19.35	0.7457
4096	0.7854	0.7508	0.7416	0.3549	20.44	0.8074
8192	0.8125	0.7865	0.8045	0.3646	21.81	0.7954

La *Tabla 4*, presenta los valores obtenidos al calcular el coeficiente de correlación, Universal Image Q Index, ERGAS y Bias para la imagen resultado en relación a la pancromática, por lo tanto, son resultados de detalle espacial. Este proceso se aplicó para los distintos tamaños de imágenes utilizadas para llevar a cabo este estudio.

Tabla 4 Índices Matemático-estadísticos espaciales

Tamaño	CC banda a pancromática			Q	ERGAS	BIAS
	R	G	B			
1024	0.8184	0.8511	0.8495	0.3102	20.85	0.7732
2048	0.8749	0.8704	0.8377	0.3335	19.33	0.7452
4096	0.8547	0.8845	0.7925	0.3655	18.65	0.7325
8192	0.8269	0.8258	0.8147	0.3848	18.21	0.7154