

# Transformada de PCA sobre computación Heterogénea CPU/GPU

## Manual de Usuario

### Tabla de contenido

1	Descripción.....	3
2	Requisitos.....	3
3	Iniciar aplicación .....	3
4	Realización de pruebas .....	4
5	Resultados.....	6

## Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1. Imagen multiespectral.....	5
Ilustración 2. Imagen pancromática .....	5
Ilustración 3. Imagen de salida .....	6
Ilustración 4. Comparación CPU y GPU.....	6

# 1 Descripción

La fusión permite la combinación y utilización de datos procedentes de fuentes diferentes, buscando 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. Las técnicas de fusión de imágenes, como una solución alternativa, se pueden utilizar para integrar el detalle geométrico de una imagen, para este caso de estudio una imagen multiespectral (MULTI) de baja resolución y una pancromática (PAN) de alta resolución, donde se busca producir una nueva imagen de alta resolución espacial y espectral (N-MULT).

Una de las principales ventajas de la transformada PCA, es la reducción de la dimensión de la información dejando para su uso únicamente la más significativa y propia de un espacio de datos específico. En el campo de análisis de imágenes el uso de PCA se justifica al manejar la correlación que existe entre los píxeles de una imagen reduciendo los datos a manejar y dejando únicamente aquellos con la mayor parte de información.

Para la realización de la transformada PCA se deben separar las bandas RGB de la imagen MULTI, luego de esto se forma un arreglo al que se le realiza la varianza y covarianza. A continuación, se calculan los componentes principales. En la siguiente etapa se combinan los componentes resultantes para generar una nueva imagen N-MULT.

## 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 1.14.5: <https://pypi.org/project/numpy/>
3. Pycuda 2017.1.1: <https://pypi.org/project/pycuda/>
4. Skcuda 0.5.2: <https://scikit-cuda.readthedocs.io/en/latest/install.html>
5. Opencv 4.0.0: <https://pypi.org/project/opencv-python/>
6. Scikit-image 0.14.2: <https://pypi.org/project/scikit-image/>
7. Linalg 1.0.4: <https://pypi.org/project/linalg/>

## 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 pca_cpu.py 'parametro1' 'parametro2' salida
```

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

```
python pca_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 AxA 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*.

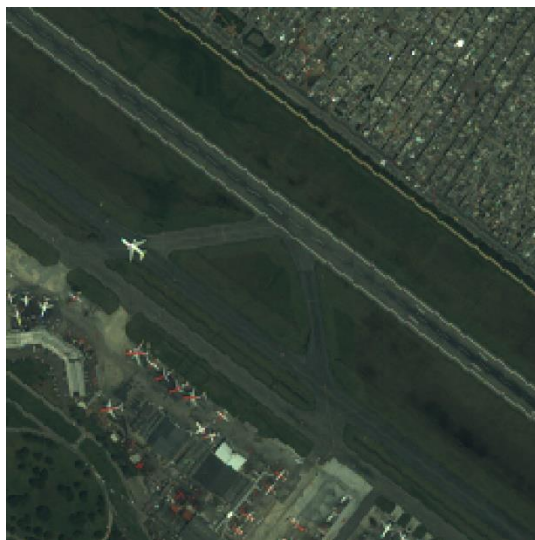
*Tabla 1 Características Servidor*

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

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

```
python          pca_gpu.py          '/home/nvera/andres/images/1024rgb.tif'  
'/home/nvera/andres/images/1024pan.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) utilizadas para la ejecución del script.

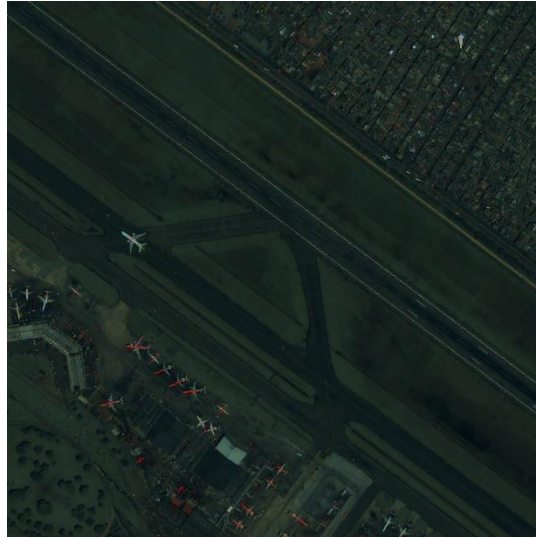


**Ilustración 1.** Imagen multiespectral



**Ilustración 2.** Imagen pancromática

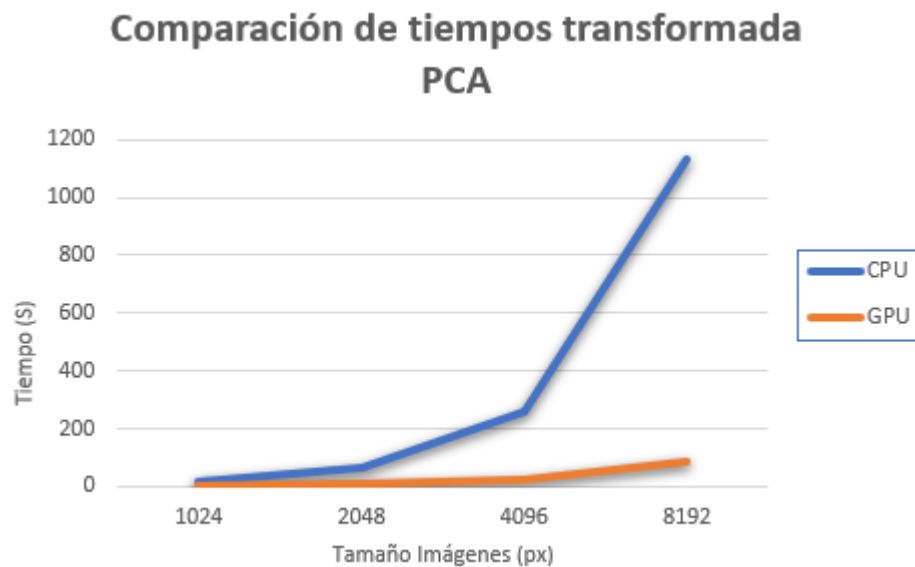
Realizando la transformación PCA se obtiene la salida con la resolución espectral de la imagen multiespectral original y la resolución espacial de la imagen pancromática original, lo que da como resultados la siguiente imagen (Ilustración 3):



**Ilustración 3.** Imagen de salida

## 5 Resultados

Finalmente, la siguiente figura presenta los resultados obtenidos al realizar la prueba de la transformación de PCA en CPU y en 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 transformada PCA en un contexto de computación heterogénea CPU/GPU se optimizan los tiempos de respuesta. A continuación, la *Tabla 2* presenta los valores consolidados en la gráfica anterior, con el fin de entender el comportamiento plasmado.

*Tabla 2 Tiempos de ejecución CPU y GPU*

Tamaño de la imagen	CPU	GPU
1024	19,679	2,871
2048	64,023	7,01
4096	260,506	22,505
8192	1132,438	89,54

Por último, se presenta la comparación visual, realizando un acercamiento en una zona u objeto de la imagen multiespectral original, con el fin de observar el resultado mejorado en la imagen fusionada. **La Ilustración 5** presenta la comparación visual de la imagen de 1024 píxeles, donde se puede observar que la **Ilustración 5C** correspondiente a la imagen fusionada tiene un alto detalle espacial combinado con riqueza espectral, a partir de eso se puede diferenciar casi de forma perfecta que el objeto enfocado es un avión, tarea un poco complicada de afirmar con certeza a partir de la primera imagen, la **Ilustración 5A** hace referencia a la imagen multiespectral original y la **Ilustración 5B** a la imagen pancromática.



(A)



(B)



(C)

*Ilustración 5 Objeto seleccionado para imagen de 1024 píxeles*

