

---

---

## **Especificación de requisitos de software**

**Proyecto: Paralelización en GPU de transformada PCA para la fusión de imágenes satelitales (ParallelPCA-Transform)**

# Ficha del documento

Fecha	Revisión	Autor	Verificado
17/01/2019	1	Nelson Enrique Vera Parra Andrés Ovidio Restrepo Rodríguez	Rubén Javier Medina Daza

Documento validado por las partes en fecha:

Por la universidad
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

## Contenido

<b>FICHA DEL DOCUMENTO</b>	<b>2</b>
<b>CONTENIDO</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
1.1 Propósito	4
1.2 Alcance	4
1.3 Personal involucrado	4
1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas	5
1.5 Referencias	5
1.6 Resumen	5
<b>2 DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	<b>5</b>
2.1 Perspectiva del producto	5
2.2 Funcionalidad del producto	6
2.3 Características de los usuarios	7
2.4 Restricciones	7
2.5 Suposiciones y dependencias	7
<b>3 REQUISITOS ESPECÍFICOS</b>	<b>7</b>
<b>3.1 Requisitos comunes de las interfaces</b>	<b>10</b>
3.1.1 Interfaces de usuario	10
3.1.2 Interfaces de hardware	10
3.1.3 Interfaces de software	10
<b>3.2 Requerimientos funcionales</b>	<b>10</b>
3.2.1 Requerimiento funcional 1	10
3.2.2 Requerimiento funcional 2	10
3.2.3 Requerimiento funcional 3	10
3.2.4 Requerimiento funcional 4	11
3.2.5 Requerimiento funcional 5	11
3.2.6 Requerimiento funcional 6	11
3.2.7 Requerimiento funcional 7	11
<b>3.3 Requerimientos no funcionales</b>	<b>11</b>
3.3.1 Requerimiento no funcional 1	11
3.3.2 Requerimiento no funcional 2	11
3.3.3 Requerimiento no funcional 3	11

# 1 Introducción

Este documento es una Especificación de Requisitos Software (ERS) para el software llamado: Paralelización en GPU de la transformada PCA para la fusión de imágenes satelitales (ParallelPCA-Transform). Esta especificación se ha estructurado basándose en las directrices dadas por el estándar IEEE *Práctica Recomendada para Especificaciones de Requisitos Software* ANSI/IEEE 830, 1998.

## 1.1 Propósito

El presente documento tiene como propósito definir las especificaciones funcionales y no funcionales para el desarrollo de una aplicación que permitirá la fusión de imágenes satelitales a través de la transformada PCA haciendo uso de la paralelización en GPU para la optimización de tiempos de ejecución. Éste será utilizado por estudiantes y profesores afines al área.

## 1.2 Alcance

Esta especificación de requisitos está dirigida a estudiantes e investigadores que ya hayan hecho uso de fusión satelital de imágenes, y deseen obtener resultados más rápido en sus estudios.

## 1.3 Personal involucrado

<b>Nombre</b>	Nelson Enrique Vera Parra
<b>Rol</b>	Analista y diseñador
<b>Categoría Profesional</b>	Ingeniería
<b>Responsabilidad</b>	Análisis de información y diseño.
<b>Información de contacto</b>	neverap@udistrital.edu.co

<b>Nombre</b>	Rubén Javier Medina Daza
<b>Rol</b>	Analista y diseñador
<b>Categoría Profesional</b>	Ingeniería
<b>Responsabilidad</b>	Análisis de información y diseño.
<b>Información de contacto</b>	rmedina@udistrital.edu.co

<b>Nombre</b>	Andrés Ovidio Restrepo Rodríguez
<b>Rol</b>	Analista, diseñador y programador
<b>Categoría Profesional</b>	Ingeniería
<b>Responsabilidad</b>	Análisis de información, diseño y programación del software
<b>Información de contacto</b>	aorestrep@correo.udistrital.edu.co

## 1.4 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Nombre	Descripción
Usuario	Persona que usará el software para ingresar los datos e iniciar el análisis.
Gestor de Fusión	Actor encargado de realizar cada una de las subrutinas destinadas para llevar a cabo la fusión de imágenes
TPCA	Transformada PCA
RGB	Espacio de color: Rojo, Verde, Azul
RF	Requerimiento Funcional
RNF	Requerimiento No Funcional
MUL	Imagen multiespectral
PAN	Imagen pancromática

## 1.5 Referencias

Título del Documento	Referencia
Standard IEEE 830 - 1998	IEEE

## 1.6 Resumen

Este documento consta de tres secciones. En la primera sección se realiza una introducción al mismo y se proporciona una visión general de la especificación de recursos del sistema.

En la segunda sección del documento se realiza una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que éste debe realizar, los datos asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afectan al desarrollo, sin entrar en excesivos detalles.

Por último, la tercera sección del documento es aquella en la que se definen detalladamente los requerimientos que debe satisfacer el sistema.

# 2 Descripción general

## 2.1 Perspectiva del producto

La fusión de imágenes satelitales es un proceso digital que permite reunir en una imagen procesada la riqueza espectral de una imagen multiespectral y la resolución espacial de una imagen pancromática. Para llevar esto a cabo se cuenta con algunas transformaciones ya establecidas previamente, dentro de estas se encuentra la transformada PCA.

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. La transformada PCA se utiliza para obtener una representación simple y con menor dimensión para un conjunto de  $p$  variables correlacionadas. Las componentes principales se obtienen transformando las variables originales a un nuevo conjunto de variables no correlacionadas usando una rotación ortogonal en el espacio  $p$ -dimensional, las primeras componentes resumirán en orden decreciente la mayor cantidad posible de variabilidad de las variables originales.

Al implementar los algoritmos de fusión de imágenes satelitales en forma serial, es decir, realizando su ejecución exclusivamente en CPU, se presentan tiempos elevados al utilizar imágenes de dimensiones superiores, es por esto que este proyecto busca realizar la implementación de la transformada PCA mediante procesamiento heterogéneo CPU/GPU con el fin de optimizar los tiempos de ejecución para este algoritmo.

## 2.2 Funcionalidad del producto

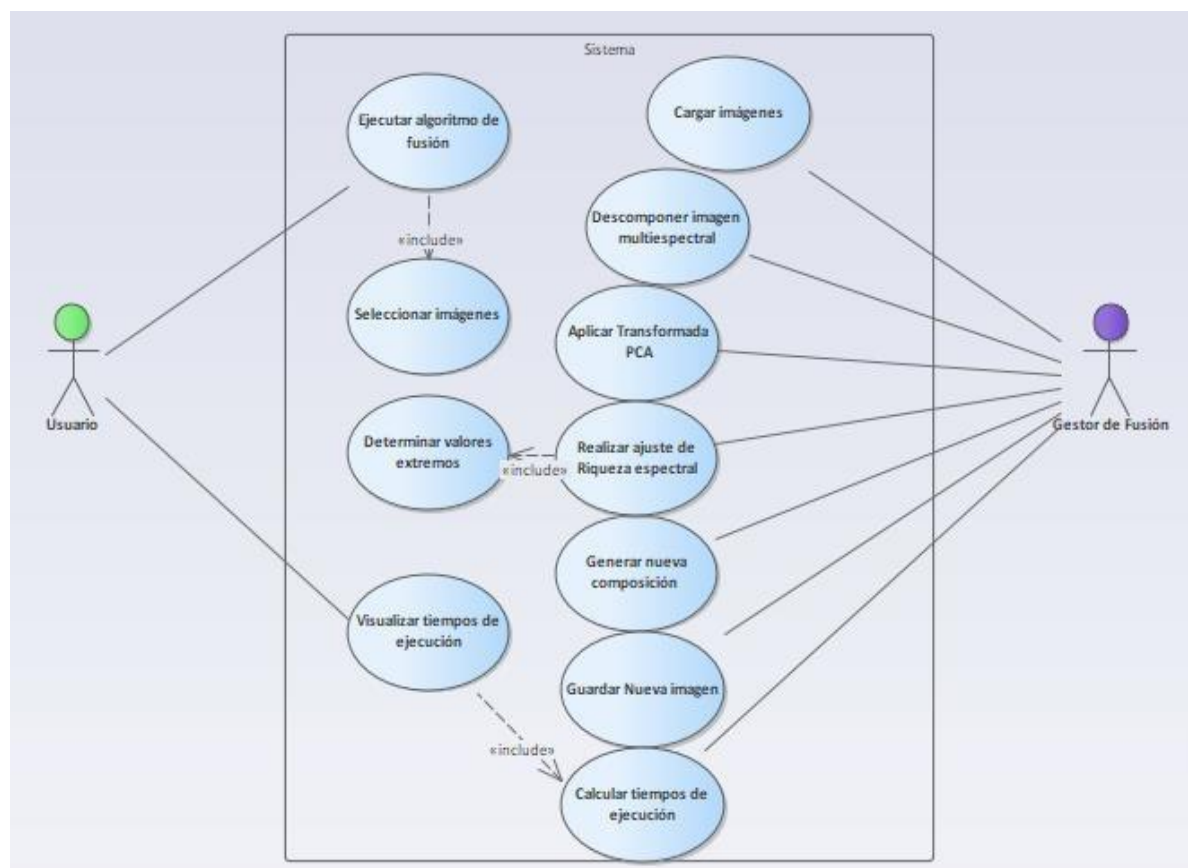


Ilustración 1. Diagrama de casos de uso del sistema

## 2.3 Características de los usuarios

<b>Usuario</b>	
<b>Formación</b>	Formación académica relacionada fusión de imágenes satelitales, transformadas matemáticas, paralelización en GPU.
<b>Actividades</b>	Realizar la fusión de imágenes satelitales por medio de una imagen multiespectral y una pancromática.

## 2.4 Restricciones

- Interfaz para ser usada mediante terminal de Linux.
- Lenguajes y tecnologías en uso: Python.
- El sistema deberá tener un diseño e implementación sencilla, independiente de la plataforma o del lenguaje de programación.

## 2.5 Suposiciones y dependencias

- Se asume que los requisitos aquí descritos son estables.
- Los equipos en los que se vaya a ejecutar el sistema deben cumplir los requisitos antes indicados para garantizar una ejecución correcta de la misma.

# 3 Requisitos específicos

### Requerimientos Funcionales

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF01
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Cargar imágenes
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El gestor de fusión cargará las imágenes proporcionadas por el usuario al momento de ejecutar el algoritmo de fusión.
<b>Características:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se deben poder cargar imágenes con extensión .TIFF</li><li>• Se deben poder cargar imágenes con cualquier número de bits de profundidad</li></ul>
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• RNF02</li></ul>
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF02
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Descomponer la imagen MUL
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El gestor de fusión realizará la descomposición de la imagen multiespectral en las bandas que definen su riqueza espectral. La imagen multiespectral será tratada como su representación matricial.
<b>Características:</b>	Las bandas en las cuales será descompuesta la imagen multiespectral serán RGB (Red, Green, Blue).
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	N/A
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF03
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Aplicar TPCA en GPU
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El gestor de fusión toma cada una de las bandas resultantes de la descomposición de la imagen multiespectral y procede a realizar la transformada PCA con cada canal de color.
<b>Características:</b>	Cada banda se debe multiplicar por un factor determinado por el número total de bandas y a su vez ser dividida por la suma total de las bandas, acto seguido se debe realizar una multiplicación posición a posición entre la banda resultado y la imagen pancromática
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	N/A
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF04
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Determinar los valores extremos de cada banda
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El gestor de fusión determinará el valor máximo y valor mínimo de cada una de las bandas generadas a partir de la transformada PCA.
<b>Características:</b>	N/A
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	N/A
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF05
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Realizar ajuste Rescale Global Min en GPU
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El gestor de fusión aplicará un algoritmo llamado Rescale Global Min con el propósito de realizar un ajuste de riqueza espectral a cada una de las bandas.
<b>Características:</b>	La ejecución de este ajuste espectral se realizará haciendo uso de los valores extremos obtenidos previamente.
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	N/A
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF06
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Generar composición de la nueva imagen
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El gestor de fusión realizará la combinación de las nuevas bandas generadas.
<b>Características:</b>	La nueva imagen estará determinada por los canales de color procesados (RGB).
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	N/A
<b>Prioridad del requerimiento:</b>	



Alta	
<b>Identificación del requerimiento:</b>	RF07
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Guardar la nueva imagen generada
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El gestor de fusión guardará la nueva imagen multiespectral con su respectivo ajuste de riqueza espectral.
<b>Características:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La extensión final de la nueva imagen será .TIFF.</li><li>• La imagen tendrá la riqueza espectral de la imagen multiespectral</li><li>• La imagen tendrá la resolución espacial de la imagen pancromática</li></ul>
<b>Requerimiento NO funcional:</b>	RNF03
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

### Requerimientos No Funcionales.

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF01
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Mostrar Tiempo final de la ejecución
<b>Descripción del requerimiento:</b>	En la terminal de Linux se debe mostrar el tiempo final de respuesta de la ejecución del algoritmo de fusión. Este tiempo abarca la implementación de la transformada de PCA y el ajuste de riqueza espectral determinado por el algoritmo Rescale Global Min.
<b>Características:</b>	El tiempo final de respuesta estará representando por un número decimal, el cual indica el tiempo en segundos.
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF02
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Seleccionar imágenes para ser fusionadas
<b>Descripción del requerimiento:</b>	El usuario debe estar en la capacidad de seleccionar la imagen multiespectral y pancromática, convirtiéndose en parámetros necesarios para la ejecución del script.
<b>Características:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El usuario puede utilizar imágenes propias mediante un servidor FTP.</li><li>• Las imágenes deben ser del mismo tamaño y de orden diádico, es decir: 2<sup>n</sup></li></ul>
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

<b>Identificación del requerimiento:</b>	RNF03
<b>Nombre del Requerimiento:</b>	Descargar Imágenes
<b>Descripción del</b>	Cada ejecución exitosa del algoritmo de fusión tendrá como resultado

<b>requerimiento:</b>	una imagen generada a partir de este, la cual se podrá descargar por medio de un servidor FTP.
<b>Características:</b>	El nombre de la imagen generada está determinada por el tercer parámetro de ejecución del algoritmo, el cual debe ser el nombre deseado para la imagen resultado.
<b>Prioridad del requerimiento:</b> Alta	

### 3.1 Requisitos comunes de las interfaces

#### 3.1.1 Interfaces de usuario

La interfaz del usuario consistirá en una terminal de Linux con acceso a un conjunto de imágenes de prueba para la verificación de su funcionamiento.

#### 3.1.2 Interfaces de hardware

Será necesario disponer de equipos de cómputo en perfecto estado para el servidor, con las siguientes características:

- Adaptadores de red.
- Procesador de mínimo 1.0GHz o superior con 4 núcleos.
- Memoria mínima de 16GB.
- Tarjeta gráfica NVIDIA Tesla K80

#### 3.1.3 Interfaces de software

- Sistema Operativo: Linux.

### 3.2 Requerimientos funcionales

#### 3.2.1 Requerimiento funcional 1

- **Cargar imágenes:** El gestor de fusión cargará las imágenes proporcionadas por el usuario al momento de ejecutar el algoritmo de fusión.
  - ✓ Se deben poder cargar imágenes con extensión .TIFF
  - ✓ Se deben poder cargar imágenes con cualquier número de bits de profundidad

#### 3.2.2 Requerimiento funcional 2

- **Descomponer la imagen MUL:** El gestor de fusión realizará la descomposición de la imagen multiespectral en las bandas que definen su riqueza espectral. La imagen multiespectral será tratada como su representación matricial.
  - ✓ Las bandas en las cuales será descompuesta la imagen multiespectral serán RGB (Red, Green, Blue).

#### 3.2.3 Requerimiento funcional 3

- **Aplicar TPCA en GPU:** El gestor de fusión toma cada una de las bandas resultantes de la descomposición de la imagen multiespectral y procede a

realizar la transformada PCA con cada canal de color.

- ✓ Cada banda se debe multiplicar por un factor determinado por el número total de bandas y a su vez ser dividida por la suma total de las bandas, acto seguido se debe realizar una multiplicación posición a posición entre la banda resultado y la imagen pancromática

### 3.2.4 Requerimiento funcional 4

- **Determinar los valores extremos de cada banda:** El gestor de fusión determinará el valor máximo y valor mínimo de cada una de las bandas generadas a partir de la TPCA.

### 3.2.5 Requerimiento funcional 5

- **Realizar ajuste Rescale Global Min en GPU:** El gestor de fusión aplicará un algoritmo llamado Rescale Global Min con el propósito de realizar un ajuste de riqueza espectral a cada una de las bandas.
- ✓ La ejecución de este ajuste espectral se realizará haciendo uso de los valores extremos obtenidos previamente.

### 3.2.6 Requerimiento funcional 6

- **Generar composición de la nueva imagen:** El gestor de fusión realizará la combinación de las nuevas bandas generadas.
- ✓ La nueva imagen estará determinada por los canales de color procesados (RGB).

### 3.2.7 Requerimiento funcional 7

- **Guardar la nueva imagen generada:** El gestor de fusión guardará la nueva imagen multiespectral con su respectivo ajuste de riqueza espectral.
- ✓ La extensión final de la nueva imagen será .TIFF.
- ✓ La imagen tendrá la riqueza espectral de la imagen multiespectral
- ✓ La imagen tendrá la resolución espacial de la imagen pancromática

## 3.3 Requerimientos no funcionales

### 3.3.1 Requerimiento no funcional 1

- ✓ **Mostrar tiempo final de ejecución:** En la terminal de Linux se debe mostrar el tiempo final de respuesta de la ejecución del algoritmo de fusión. Este tiempo abarca la implementación de la transformada PCA y el ajuste de riqueza espectral determinado por el algoritmo Rescale Global Min.

### 3.3.2 Requerimiento no funcional 2

- ✓ **Seleccionar imágenes para ser fusionadas:** El usuario debe estar en la capacidad de seleccionar la imagen multiespectral y pancromática, convirtiéndose en parámetros necesarios para la ejecución del script.

### 3.3.3 Requerimiento no funcional 3

- ✓ **Descargar imágenes:** Cada ejecución exitosa del algoritmo de fusión tendrá como resultado una imagen generada a partir de este, la cual se podrá descargar por medio de un servidor FTP.