



## Máster de Tecnologías de Telecomunicación

### Trabajo Fin de Máster

# Técnicas de compresión de imágenes hiperespectrales para aplicaciones espaciales

Aday García del Toro

Dr. Roberto Sarmiento Rodríguez

Dr. José Fco. López Feliciano

Diciembre 2012

### Introducción:

Las imágenes hiperespectrales se forman captando la energía reflejada o emitida por objetos terrestres en un gran número de longitudes de onda, dando como resultado un cubo de datos que contiene cientos de bandas. Una de las aplicaciones más importantes de este tipo de imágenes es la identificación de sustancias a través de cámaras hiperespectrales instaladas en satélites de observación de la Tierra. Sin embargo, este tipo de tecnología lleva aparejada determinados problemas debido a la gran cantidad de información que se debe procesar. En concreto, la compresión de imágenes hiperespectrales es un tema de gran interés para empresas y organismos públicos relacionados con el sector espacial debido principalmente a la necesidad de adecuar la capacidad de adquisición de los sensores hiperespectrales con las capacidades de comunicación de los enlaces a tierra.

Los cubos hiperespectrales se han comprimido tradicionalmente con técnicas de compresión sin pérdidas, que eliminan ciertas redundancias innecesarias de la imagen, pero permiten reconstruir los datos originales de manera exacta a partir de la imagen comprimida. Por el contrario, la compresión con pérdidas elimina cierta información a cambio de conseguir mayor compresión de los datos, por lo que ha alcanzado mucha popularidad recientemente.

Palabras clave: *imagen hiperespectral, compresión con pérdida, LCE, FPGA*

### Objetivos:

- Estudio de algoritmos de compresión de imágenes hiperespectrales, tanto con pérdidas como sin pérdidas.
- Análisis de las ventajas e inconvenientes del algoritmo Lossy Compression for ExoMars (LCE) desarrollado en la Universidad Politécnica de Turín (Italia).
- Implementación software de dicho algoritmo, dividiendo el código en módulos funcionalmente independientes.
- Implementación hardware del algoritmo haciendo uso de la herramienta de síntesis Catapult C, e incluyendo un módulo de control para los distintos bloques funcionales.
- Verificación y obtención de resultados obtenidos tras la síntesis y comparación con otras soluciones aportadas previamente por la Agencia Espacial Europea (ESA).

### Resultados:

	Algoritmo LCE (propuesta de TFM)		ESA sin pérdidas
	4VLX200 (-11)	5VFX 100 (-1)	4VLX200 (-11)
LUT	9283	<b>7746</b>	10306
Slices	4642	<b>1937</b>	6312
Bloques RAM	4	<b>4</b>	9
DSP48	25	<b>25</b>	9
Frecuencia máx.	75,844 MHz	<b>86,964 MHz</b>	81 MHz



Satélite Pleiades-HR y unidad de compresión



Satélite SPOT5 y unidad de compresión



### Conclusiones:

- Se ha desarrollado un núcleo IP que implementa el algoritmo LCE para compresión de imágenes hiperespectrales con pérdidas.
- Haciendo uso de la herramienta Catapult C, se ha sintetizado dicho algoritmo en una FPGA 5VFX100T (-1) de la familia Virtex-5.
- Los resultados obtenidos cumplen los requisitos fijados en cuanto a frecuencia mínima de 75 MHz.
- Se han propuesto estrategias de optimización del algoritmo para ser acometidas en un futuro dispositivo de compresión de imágenes hiperespectrales en misiones espaciales.

