

## Resumen

---

En la actualidad varios estándares de comunicación están surgiendo y evolucionando buscando velocidades de transmisión más altas, mayor fiabilidad y mejor cobertura. Esta expansión está principalmente impulsada por el continuo aumento en el consumo de servicios multimedia móviles debido a la aparición de nuevos dispositivos portátiles como los smartphones y las tabletas.

Una de las técnicas empleadas más importantes para satisfacer estas demandas es el uso de múltiples antenas de transmisión y recepción, conocida como sistemas MIMO (Multiple Input Multiple Output). El uso de esta tecnología permite aumentar la velocidad y la calidad de la transmisión a través del uso de múltiples antenas en el transmisor y en el receptor.

Las tecnologías MIMO se han convertido en una parte esencial en diferentes estándares inalámbricos y de banda ancha, tales como Wireless Local Area Network (WLAN), Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX), Long Term Evolution (LTE) y Next Generation Handheld (DVB-NGH), para la recepción de la televisión digital terrestre (TDT) en dispositivos portátiles. Estas tecnologías se incorporarán también en futuros estándares, por lo tanto, se espera en los próximos años una gran cantidad de investigación en este campo.

Está claro que el estudio de los sistemas MIMO es crítico en la investigación actual, sin embargo los problemas que surgen de esta tecnología son muy complejos. Los sistemas de computación de alto rendimiento, y en concreto, las arquitecturas hardware actuales como multi-core y many-core (p. ej. unidades de procesamiento gráfico (GPU)) están jugando un papel clave en el desarrollo de algoritmos eficientes y de baja complejidad en las transmisiones MIMO. Prueba de ello es que el número de contribuciones científicas y proyectos de investigación relacionados con su uso se han incrementado en los últimos años.

Además, algunas librerías de alto rendimiento se están utilizando como herramientas por investigadores o empresas involucradas en el desarrollo de futuros estándares de comunicación. Dos de las librerías más destacadas son: IT++ que es una librería basada en el uso de distintas librerías ya optimizadas para procesadores multi-core y el paquete Communications System Toolbox diseñada para su uso con MATLAB y Simulink, que utiliza com-

putación con GPU. Sin embargo, no hay una biblioteca capaz de ejecutarse en una plataforma heterogénea utilizando todos los recursos disponibles.

En vista de los altos requisitos computacionales en la investigación MIMO y la escasez de herramientas capaces de satisfacerlos, hemos implementado una librería que facilita el desarrollo de aplicaciones paralelas adaptables de acuerdo con las diferentes arquitecturas de la plataforma de ejecución. La librería, llamada MIMOPack, implementa de manera eficiente utilizando la computación paralela, un conjunto de funciones para llevar a cabo algunas de las etapas críticas en la simulación de un sistema de comunicación MIMO.

La principal aportación de la tesis es la implementación de detectores eficientes de salida Hard y Soft, ya que la etapa de detección es considerada la parte más compleja en el proceso de comunicación. Estos detectores son altamente configurables y muchos de ellos incluyen técnicas de preprocesamiento que reducen el coste computacional y aumentan el rendimiento. La librería propuesta tiene tres características importantes: la portabilidad, la eficiencia y facilidad de uso. Esta librería se puede ejecutar en la última generación de arquitecturas máquina. La versión actual permite computación en GPU y multi-core, incluso simultáneamente, ya que está diseñada para ser utilizada sobre plataformas heterogéneas que explotan toda la capacidad computacional reduciendo así el tiempo de respuesta de los problemas más complejos. Con el fin de simplificar el uso de la biblioteca, las interfaces de las funciones son comunes para todas las arquitecturas independientemente de la máquina donde serán ejecutadas. Por otra parte, algunas de las funciones se pueden llamar desde MATLAB aumentando la portabilidad de códigos desarrollados entre los diferentes entornos computacionales.

De acuerdo con el diseño de la biblioteca y la evaluación del rendimiento, consideramos que MIMOPack puede facilitar la implementación de códigos científicos a investigadores industriales y académicos sin tener que saber programar con diferentes lenguajes y arquitecturas. MIMOPack permitirá incluir algoritmos más complejos en las simulaciones y obtener los resultados más rápidamente. Esto es particularmente importante en la industria, ya que los fabricantes trabajan para analizar y proponer sus propias tecnologías lo antes posible con el objetivo de que sean aprobadas como un estándar. De este modo, los fabricantes pueden hacer valer sus derechos de propiedad intelectual frente a sus competidores, quienes luego deben obtener las correspondientes licencias si quieren incluir dichas tecnologías

en sus productos.

***Palabras Clave:*** Librería HPC, GPU, multi-núcleo, CUDA, MIMO, Decodificación Esférica, detección por búsqueda en árbol.