

Towards Real-Time Computing of Intraoperative Hyperspectral Imaging for Brain Cancer Detection Using Multi-GPU Platforms

Laura Mambrilla Moreno
Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alcalá
laura.mambrilla@edu.uah.es

Resumen. El sistema de detección de cáncer de cerebro desarrollado como parte del proyecto europeo "Detección de cáncer por imagen hiperespectral" (HELICoiD) proporciona una delimitación precisa del cáncer cerebral explotando una técnica no invasiva adecuada para el diagnóstico médico: la imagen hiperespectral (HSI). La gran cantidad de datos que caracterizan las imágenes hiperespectrales y las complejas elaboraciones realizadas por el sistema de clasificación hacen que los sistemas de Computación de Alto Rendimiento (HPC) sean esenciales para proporcionar procesamiento en tiempo real. La implementación más eficiente desarrollada en este trabajo, que explota la tecnología de Unidad de Procesamiento Gráfico (GPU), es capaz de clasificar la imagen más grande de la base de datos (el peor de los casos) en menos de tres segundos, satisfaciendo en gran medida la restricción de tiempo real establecida en 1 minuto para procedimientos quirúrgicos, convirtiéndose en una solución potencial para implementar el procesamiento de video hiperespectral en un futuro próximo.

Keywords: Cirugía, sistemas en tiempo real, detección de cáncer, tumores, unidades de procesamiento gráfico, imágenes hiperespectrales, cáncer, computación de alto rendimiento.

1 Introducción

El HSI es una técnica poderosa y prometedora para la identificación y delimitación del área del cancer cerebral durante los procedimientos quirúrgicos debido a no ser invasiva y a la precisión que proporciona.

HSI es una modalidad de imagen capaz de obtener información, tanto espacial como spectral, de la escena que se está capturando, midiendo la radiación reflejada, absorbida o emitida en determinadas longitudes de onda (canales espectrales). Las cámaras HS cubren los rangos espectrales VNIR (visual e infrarrojo cercano), NIR (infrarrojo cercano) y SWIR (infrarrojo de longitud de onda corta).

Entre las diferentes tecnologías paralelas, las Unidades Gráficas de Procesamiento (GPU) son las soluciones más atractivas pues permiten alcanzar altos rendimientos cuando se tiene que elaborar una gran cantidad de datos en un corto periodo de tiempo, convirtiéndose así en una mejor elección comparado con el FPGA o el ASIC. Además, el sistema monolítico permite procesar datos localmente, evitando la transmisión de datos a soluciones tecnológicas remotas.

Se requiere una plataforma multi-GPU para acelerar el algoritmo intraoperatorio de detección de cancer y para proporcionar una clasificación en tiempo real durante los procedimientos neuroquirúrgicos. Una vez que se adquiere la imagen HS del cerebro, el objetivo del sistema es asignar a cada pixel una etiqueta que represente una de las siguientes clases: tejido normal, tejido tumoral, tejido hipervascularizado y “cuerpo” en segundo plano.

2 Resultados

Dado que las imágenes HS se caracterizan por una gran cantidad de información, los sistemas híbridos considerados en este trabajo están equipados con algunas de las GPU NVIDIA más potentes actualmente disponibles en el mercado, caracterizadas por disponer de más de mil núcleos de procesamiento y grandes memorias.

El dispositivo con mejor desempeño es el NVIDIA RTX 2080 (TS3), logrando un factor de aceleración máximo de aproximadamente 170×. Este resultado se obtiene debido a la arquitectura reciente más eficiente, la frecuencia de reloj más alta y el mayor número de núcleos CUDA que caracterizan a esta placa.

La elección de las GPU se ha realizado con el objetivo de cubrir una amplia gama de arquitecturas de muchos núcleos, evaluando una placa específica para cálculos científicos y otras dos GPU de consumo general.

La tecnología GPU, junto con un diseño eficiente de los códigos del algoritmo, permite alcanzar factores de alta aceleración y ahorro de tiempo computacional. El objetivo es desarrollar un sistema de clasificación híbrido altamente optimizado, explotando tecnologías multi-GPU.

3 Conclusión

La restricción de tiempo en procesar una imagen operatorial en tiempo real se ha establecido en 1 minuto. La versión paralela más rápida toma solo 2.67 segundos para elaborar la imagen más grande de la base de datos, satisfaciendo completamente la restricción temporal. Además, todas las versiones paralelas son eficientes en tiempo, clasificando las imágenes en menos de 21 segundos. Este resultado se ha alcanzado aprovechando las tecnologías HPC y los sistemas híbridos equipados con las CPUs multicore y GPUs más recientes.

Finalmente, los resultados muestran un gran potencial en el uso de GPUs para procesar datos de HS de forma intraoperatoria, lo que permitirá en un futuro próximo el procesamiento en tiempo real de imágenes de video hiperespectrales.

4 Bibliografia

G. Florimbi, "Towards Real-Time Computing of Intraoperative Hyperspectral Imaging for Brain Cancer Detection Using Multi-GPU Platforms," in IEEE Access, vol. 8, pp. 8485-8501, January 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2963939.