

CUDA 기반 대용량 레이더 데이터 고속 처리 알고리즘

송창훈 *

*LIG nex1

*changhoon.song@lignex1.com

CUDA based Fast processing algorithm for big radar signal data

Song Chang Hoon*

*LIG nex1

요 약

본 논문은 넓은 대역폭으로 수집된 대용량 신호 데이터를 처리하는 시스템을 제안한다. 기존 CPU (Central Processing Unit) 기반 신호 분석 시스템은 병렬 처리에 취약하여 속도가 느린 단점이 있다. 따라서 데이터를 GPU (Graphics Processing Unit) 메모리로 복사하여 GPU 기반 병렬 처리를 통해 기존 방식보다 빠르게 신호를 분석하는 것을 목표로 한다. 본 논문에서의 실험은 수집된 데이터를 컴퓨터 기반으로 수행했고 컴퓨터 사양은 RTX3070 그래픽카드를 사용하였다. 그래픽카드를 최적화 하기 위해서 CUDA 알고리즘을 사용하였다.

I. 서 론

본 논문에서는 초 광대역 레이더를 사용하여 수집한 대용량 신호 데이터를 낮은 지연시간 안에 분석하기 위한 방법을 제안한다. 초 광대역 레이더는 단시간에 대용량 데이터를 수집한다.[1] 기존 신호 분석 알고리즘은 하드웨어에서 레이더 신호를 수집하여 메모리에 데이터를 쓰면 소프트웨어에서 데이터를 하드웨어와 연결되어 있는 그래픽카드 메모리에 복사를 수행하고 복사된 데이터를 그래픽카드 메모리에서 수행한다. 그래픽카드는 CPU 보다 스레드가 많아서 대용량 데이터를 병렬 처리하기에 적합하다.[2-3] 그래픽카드에서 병렬 처리를 하기 위해 사용한 라이브러리는 CUDA 이며 MATLAB 으로 구현한 변조 분류 알고리즘을 MATLAB 에서 제공하는 GPU Coder 를 사용하여 CUDA 기반 변조 분류 알고리즘으로 변환하였다. 실험 방법은 변조 방식이 적용된 신호 데이터를 각각 샘플 수를 다르게 하여 생성하고 CPU 와 GPU 에서 각각 처리되는 속도를 비교하였다. 속도 비교로는 신호 분석에 자주 쓰이는 알고리즘인 FFT (Fast Fourier Transform), WVD (Wigner Ville Distribution)을 사용하였다.

II. 본론

CUDA 라이브러리는 NVIDIA 에서 제공하는 소프트웨어로 NVIDIA 그래픽카드에서 동작이 가능하다. 이 알고리즘은 cufft 등 FFT 를 병렬 처리로 빠르게 수행할 수 있도록 기능들을 제공해준다. 본 논문에서 CPU 기반 실험 결과는 MATLAB 을 사용하여 측정하였고, GPU 기반 실험 결과는 MATLAB 에서 제공하는 GPU Coder 를 사용하여 MATLAB 코드를

CUDA 코드로 변환한 뒤 측정한 것이다. 신호 생성은 64bit 실수와 64bit 허수로 이루어진 1 개 샘플을 2 의 10 승 길이로 생성한 데이터부터 2 의 26 승 길이까지 데이터를 생성하였다. 아래 그림은 각 기능별 수행 시간을 측정하는 방법을 나타낸다.

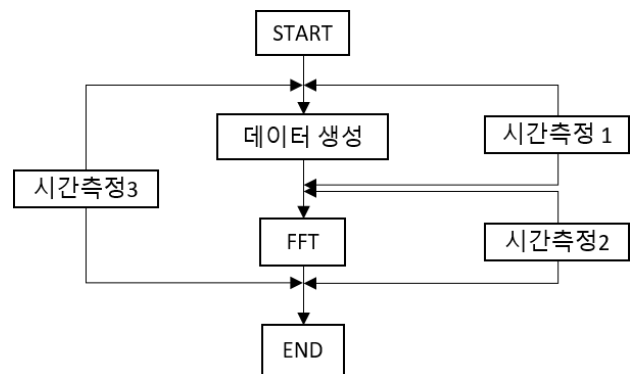


그림 1. 시간 측정 구간

그림 2.는 데이터 생성 구간에서 걸리는 시간을 측정하는 것이다. 데이터 생성하는 시간은 CPU 와 GPU 동일하나 GPU 는 생성된 데이터를 GPU 메모리에 복사하는 시간이 필요하다. 그 시간을 측정하는 결과는 아래 그림 2.와 같다.

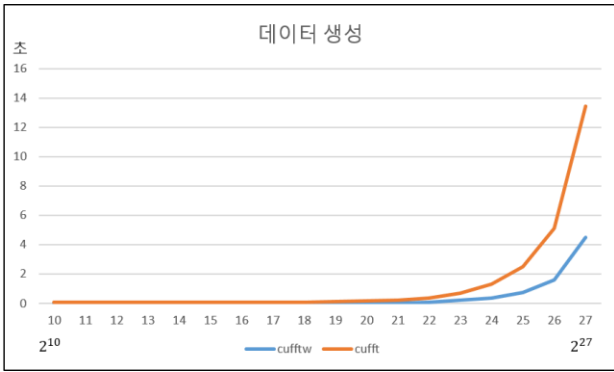


그림 2. 데이터 생성 시간 측정

그림 3.은 CPU 기반 FFT 수행 시간과 GPU 기반 FFT 수행 시간을 측정하였다. GPU에서는 CUDA 라이브러리에서 제공하는 cufft, cufftw 두개를 사용하였다.

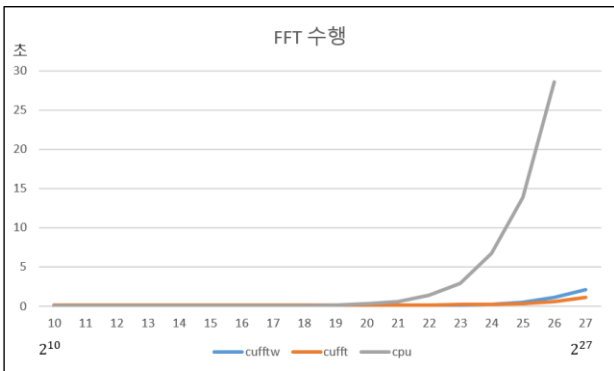


그림 3. FFT 수행 시간 측정

그림 5.에서 데이터 길이가 길어질수록 CPU에서의 연산 속도는 매우 느려지는 것을 알 수 있다. 아래 그림 5.는 데이터 생성부터 FFT 수행까지 전체 시간을 측정한 결과이다.

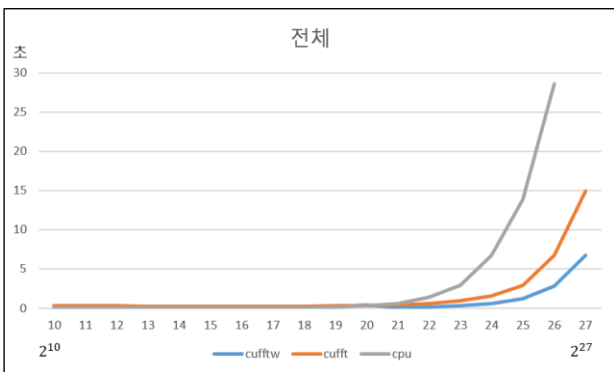


그림 5. 전체 수행 시간 측정

데이터를 GPU 메모리로 복사하는 과정에서 시간이 소요되는 문제가 있지만 병렬 처리를 통해 CPU 기반 동작보다 수행시간이 빠른 것을 알 수 있다. WVD 실험 결과는 입력 길이가 1000 일 때 CPU는 1.121 초, GPU는 0.023 초가 소요되었다

III. 결론

기존 레이더 신호처리 시 수집된 하드웨어에서 대용량으로 분석하기에 어려움이 있었다. 본 실험은

하드웨어에서 GPU 메모리로 데이터 이동 및 신호 분석 알고리즘 수행까지 얼마나 걸릴지 예측이 가능한 바탕이 될 수 있다. 2²⁶ 사이즈 데이터의 FFT를 수행할 때 CPU는 GPU보다 약 10배인 약 26초가 더 소요되었다. 본 과제에서 신호 분석 및 변조 인식까지 수행하기 위해 추가적인 기능들이 추가되어야 하며 본 논문 실험 결과를 바탕으로 변조 인식 알고리즘을 병렬 처리로 수행하고자 한다. 완성된 알고리즘은 컴퓨터가 아닌 Embedded Board에 GPU를 연결하여 실험을 완성하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 손도선, 이상훈. 대용량 다중채널 데이터 획득 시스템의 구현. 대한전자공학회 학술대회, 2009, 1275-1278.
- [2] 이성우, 하복남, 서인용, 장문중, 신창훈. 자동차 시스템의 대용량 데이터 처리기술. 대한전기학회 학술대회 논문집, 2010, 415-417.
- [3] Kim, J. W., Keon, S. K., Ok, J. W., You, E. N., Kim, D. J., Sim, Y. W., & Lee, D. H. Real-time image reconstruction for compact drone-borne SAR using GPU signal processing. The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science, 2019. 30(9), 780-783.