

OpenMP, MPI, CUDA를 이용한 안테나 수치 계산 가속화

Accelerated Numerical Computations of Antennas Using OpenMP, MPI, CUDA

조용희
 목원대학교 정보통신융합공학부

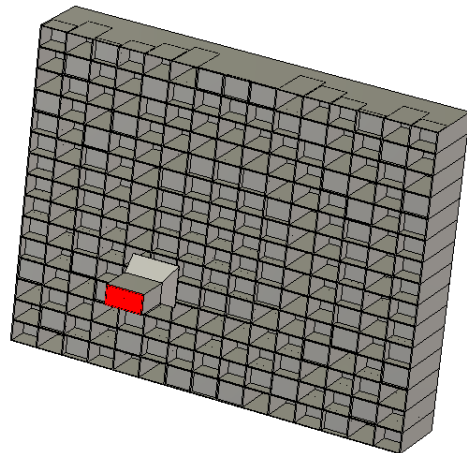
Cho, Yong-Heui
 Mokwon University

요약

대형 안테나 해석에서 큰 화두는 안테나 수치 계산 속도를 높이는 것이다. 현재 인기를 얻고 있는 병렬 처리 방식인 OpenMP, MPI, CUDA를 이용하여 안테나 수치 계산을 병렬화할 경우 발생하는 단점을 제시하고, 각 병렬 처리법의 장점도 소개한다.

I. 서론

현재 통신 환경은 무선화, 대용량화가 이루어지고 있어, 밀리미터파 통신의 필요성은 지속적으로 증대되고 있다. 밀리미터파 통신에서는 늘어난 대역폭으로 인해 초고속 데이터 전송이 가능하지만 전자파의 도달 거리가 축소되는 문제가 있어 대형 안테나가 필수적으로 도입되어야 한다. 대형 안테나는 전기적으로 크기가 큰 구조를 이루고 있어, 일반적인 안테나 설계법으로는 적절한 결과를 얻기 어렵다. 따라서, 현재 광범위하게 사용되는 전 영역 최적화 방식을 대형 안테나 설계에 사용해야 한다. 대형 안테나의 전 영역 최적화를 실현하기 위해 OpenMP, MPI, CUDA[1]-[3] 등의 병렬화 기법을 대형 안테나 수치 해석법에 적용할 수 있다. 본 발표에서는 OpenMP, MPI, CUDA 등을 이용한 병렬 처리법의 장단점을 소개한다.



▶▶ 그림 1. 대형 안테나의 전형적인 구조

II. OpenMP, MPI, CUDA

컴퓨터 기술의 발달로 OpenMP(Open Multiple-Processing), MPI(Message Passing Interface), CUDA(Compute Unified Device Architecture)와 같은 다양한 병렬 처리 기법들이 등장하고 있다. 그림 1과 같은 대형 안테나는 안테나의 전기적 크기가 파장에 비해 크기 때문에 해석 시간이 수 시간에서 수 주일의 시간이 걸린다. 따라서, 그림 1과 같은 안테나는 설계 변수가 매우 많으므로, 안테나를 구성한 변수의 순차적인 변경만으로는 요구 규격에서 명시한 설계 규격을 맞추는 것이 매우 어렵다. 다양한 안테나 변수 수정이 필요한 경우는 전 영역 최적화 기법[4]을 이용하여 최적 설계를 찾을 수 있지만, 대형 안테나는 안테나 설계를 위한 변수가 수천개에서 수만개가 될 수 있으므로, 안테나 수치 해석의 속도를 획기적으로 높이는 것이 현실점에서 가능한 해결책이다.

표 1. OpenMP, MPI, CUDA의 상호 비교

병렬 방식	장점	단점
OpenMP	<ul style="list-style-type: none"> - 프로그래밍이 매우 쉬움 - 메모리 관리의 용이성 - CPU에서 모든 처리 	<ul style="list-style-type: none"> - CPU 코어수를 늘리기 어려움 - 코어수로 인한 가속 한계 - 반복문 구조에만 사용 가능
MPI	<ul style="list-style-type: none"> - 매우 많은 노드 구성 가능 - 통신 연결 속도가 매우 중요 - 전역 최적화에 탁월한 가속성 	<ul style="list-style-type: none"> - 통신 기반 프로그램 필요 - OS와 충돌 빈번 - 통신 연결 실패가 빈번하게 나타남
CUDA	<ul style="list-style-type: none"> - 매우 많은 계산 코어 가능 - 동일한 반복 구조 연산의 가속성 탁월 - GPU와 CPU 동시 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 프로그래밍의 어려움 - CPU와 GPU의 철저한 구별 - 일반 구조의 코드는 가속화가 떨어짐

이를 극복하는 적절한 방법은 OpenMP, MPI, CUDA와 같은 병렬 처리법을 쓰는 것이다. 대형 안테나 수치 해석 과정에서 경험한 OpenMP, MPI, CUDA의 장단점은 표 1에 소개되어 있다.

따라서, 대형 안테나 수치 해석은 프로그램의 구조를 숙고하지 않고 기계적으로 OpenMP, MPI, CUDA 등을 적용할 수 없으므로, 안테나 수치 해석 구조를 분석하여 표 1에 제시한 각 병렬 처리 방식의 장단점을 고려한 프로그래밍 방식으로 수치 해석을 설계해야 전역 최적화에 필요한 가속화된 수치 해석 결과를 얻을 수 있다.

■ 감사의 글 ■

본 저지는 전형적인 대형 안테나 구조의 CAD를 공유해준 국방과학연구소 이민우 박사에게 깊이 감사합니다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] B. Chapman, G. Jost, and R. van der Pas, Using OpenMP: Portable Shared Memory Parallel Programming, The MIT Press, 2007.
- [2] 이홍석, 김정한, 이승우, 이식, 멀티코어 시대에 꼭 알아야 할 MPI 병렬 프로그래밍, 어드북스, 2010.
- [3] 정영훈, CUDA 병렬 프로그래밍 - 고성능 GPGPU를 이용한 NVIDIA 병렬 컴퓨팅 아키텍처, 프리렉, 2011.
- [4] Y. H. Cho, W. J. Byun, and M. S. Song, "High gain metal-only reflectarray antenna composed of multiple rectangular grooves," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 59, no. 12, pp. 4559-4568, Dec. 2011.
- [5] Y. H. Cho, "Analysis of an E-plane waveguide T-junction with a quarter-wave transformer using overlapping T-block method and genetic algorithm," IEE Proc. - Microw. Antennas Propag., vol. 151, no. 6, pp. 503-506, Dec. 2004.