

멀티스레드를 이용한 PO법 시뮬레이터 구현 방안

김태용* · 이훈재*

*동서대학교

Consideration of PO Simulator Implementation using Multi Thread

Tae Yong Kim* · HoonJae Lee*

*Dongseo University

E-mail : tykimw2k@gdsu.dongseo.ac.kr

요 약

현재 범용성이 높은 전자계 시뮬레이터가 널리 보급되어 왔으며, 안테나 설계, EMC 설계, 측정, 초고주파 소자 설계 등에 활용되고 있다. 본 연구에서는 X 밴드 영역에서 다양한 전자계 문제 해석을 목적으로 멀티 코어 기반 PC 자원을 보다 효율적으로 활용하고, 나아가 TCP/IP 기반 네트워크 토폴로지 구성을 통한 효율성 높은 전자계 시뮬레이터 구현을 위한 프레임워크 구축과 구현 방안을 제안한다.

ABSTRACT

Current general-purpose electromagnetic field simulator has been widespread and is being used to antenna design, EMC design, measurement, and microwave device design, etc. This paper is to solve various electromagnetic problems of X-band region for the purpose multi-core-based PC utilizing network resources more efficiently, and then the electromagnetic field simulator based on TCP / IP-based network topology, configuration, and its framework design is proposed.

키워드

전자계 시뮬레이터, 특수 시뮬레이터, 네트워크 토폴로지

1. 서 론

최근 인터넷 및 인트라넷의 보급으로 네트워크 기반에서의 컴퓨팅 환경에 변화가 일어나고 있으며, 서로 다른 동작 플랫폼 사이에서의 분산 컴퓨팅이 가능해지고 있다[1]. 그러나 상이한 동작 플랫폼, 데이터 교환을 위한 통신 프로토콜의 차이 등과 같은 다양한 컴퓨팅 환경 때문에 일관된 컴퓨팅 환경을 구축하는 것은 매우 복잡하고 어려운 작업으로 여겨지고 있다. 그리고 관련 업체 및 표준화 단체에서 분산 컴퓨팅을 위한 표준을 제안하고 있지만 분산 응용 프로그램의 요구가 점차 다양화됨에 따라 보다 일관적이고 플랫폼에 독립적인 개발 환경을 필요로 하게 되었다.

Java 언어가 등장하면서 분산 응용프로그램 개발자들은 이러한 개발 환경을 제공 받을 수 있는

기회를 갖게 되었다. Java언어가 제공하는 엔터프라이즈 플랫폼은 분산 컴퓨팅을 위한 다양한 API를 제공하며 응용 프로그램의 생산성 향상 및 플랫폼 독립성을 제공한다[2,3].

최근 안테나, 통신 디바이스 및 전자기기에 대한 고도의 집적화 과정을 통하여 소형화 및 고주파 응용이 가능해지고 있다[4,5]. 그러나 관심 주파수 대역이 높아짐에 따라 문제의 규모는 상대적으로 커지고 있어 단일 PC상에서 수치해석 알고리즘을 실현하고 설계에 적용하는 것은 많은 제약이 따른다. 따라서 설계 및 해석 대상으로 하는 문제의 규모에 관계없이 메모리의 공유, 데이터의 효율적 교환, 분산처리를 통한 연산 수행 등이 가능한 분산 컴퓨팅 환경의 구축이 필요하다[5].

본 연구에서는 프레넬 존 플레이트 안테나와

같은 대규모 안테나 설계 문제를 네트워크 기반에서 효율적으로 해석할 수 있는 시뮬레이터 개발을 목적으로 통신 프로토콜, 데이터 공유 방법 및 구현 방법을 구체화시키는데 있다. Java 언어에서 제공하는 스레드(Thread)를 기반으로 원격지에 있는 유향 PC 자원을 활용하는 의미에서 연산 수행에 필요한 태스크를 네트워크를 경유하여 공유하는 방식으로 분산 컴퓨팅이 가능한 병렬처리 방안을 제시하고 그 유효성을 검증하고자 한다.

II. 물리광학 근사

물리광학 근사법(PO: Physical Optics)은 산란체의 표면에 입사되는 전자계 및 면 전류만이 기여하고, 전자계(Total electromagnetic fields)는 산란체의 표면에서 경계조건을 만족시키도록 근사적으로 해석이 가능한 수법이다[4]. 따라서 그림 1에서 나타낸 전개 $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ 는 산란체의 표면에서 입사전계 $\mathbf{E}^i(\mathbf{r})$ 와 산란전계 $\mathbf{E}^s(\mathbf{r})$ 사이에서 다음 조건을 만족하여야 한다.

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \mathbf{E}^i(\mathbf{r}) + \mathbf{E}^s(\mathbf{r}) \quad (1)$$

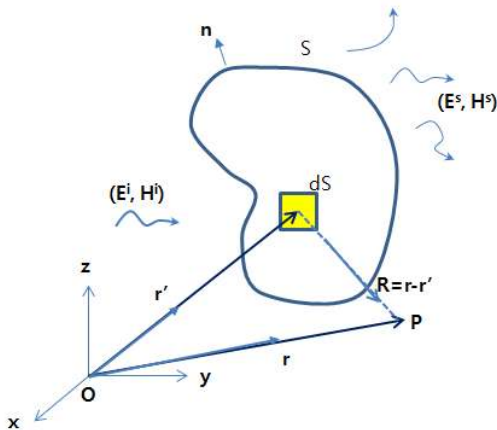


그림 1. 임의의 산란체와 전자계

또한 산란체의 표면에 입사되는 전개 $\mathbf{E}^i(\mathbf{r})$ 에 의해서 도체 표면에 유기되는 표면 전류 $\mathbf{J}_s(\mathbf{r})$ 는 다음과 같이 근사적으로 나타낼 수 있다.

$$\mathbf{J}_s(\mathbf{r}) \cong \mathbf{J}_s^{GO}(\mathbf{r}') = \begin{cases} 2\mathbf{n}' \times \mathbf{H}^i(\mathbf{r}') & \in \text{illumination} \\ 0 & \in \text{shadow} \end{cases} \quad (2)$$

이로부터 산란전계 $\mathbf{E}^s(\mathbf{r})$ 과 $\mathbf{H}^i(\mathbf{r}')$ 는 다음과 같이 근사하여 계산할 수 있다.

$$\mathbf{E}^s(\mathbf{r}) = \frac{jk\eta}{4\pi} \int_S \mathbf{R} \times \mathbf{R} \times (2\mathbf{n}' \times \mathbf{H}^i(\mathbf{r}')) \frac{e^{-jkR}}{R^3} dS \quad (3)$$

$$\mathbf{H}^i(\mathbf{r}') = \frac{E_0}{\eta_0} (-\sin\psi^i, \cos\psi^i, 0) e^{-jk \cdot \rho'} \quad (4)$$

입사계와 산란 전개는 식 (3)과 (4)를 이용하여 임의의 산란체를 대상으로 면적분을 통하여 계산이 가능하다. 그러나 산란체 표면 전체에 대하여 면적분을 수행할 경우, 관심 주파수가 밀리미터파 이상이고 산란체의 규모가 클수록 적분에 소요되는 계산시간은 증가하게 되며 많은 메모리 공간이 필요하게 된다.

III. 자바 스레드 기반 계산 알고리즘

본 연구에서는 Java 언어에서 제공하는 스레드를 활용하여 메시지 패싱 모델을 채용하여 연산에 필요한 자원을 네트워크에 존재하는 유향 PC 자원으로 작업요청을 하고, 그 결과를 취합하여 고속으로 연산을 수행할 수 있는 병렬처리 플랫폼 구축을 목적으로 한다.

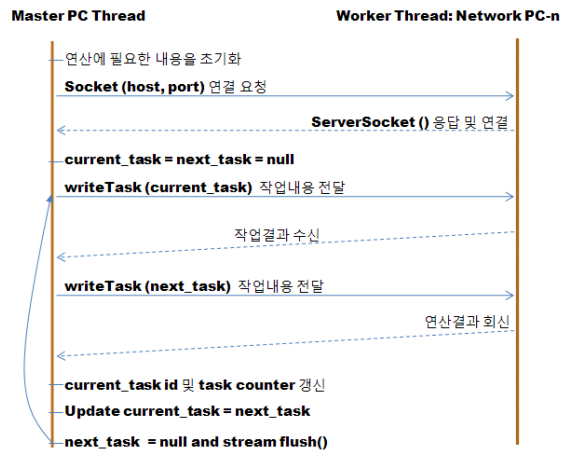


그림 2. 네트워크 기반 작업 분배 및 처리

임의의 산란체를 대상으로 PO법을 적용하여 전자계를 계산하는 알고리즘은 주로 면적분에 소요되므로 스레드 기반 병렬화를 통하여 문제의 초기화를 제외한 나머지 축차연산 과정을 하나의 작업 태스크 영역으로 분리하고, 이를 원격지에 있는 네트워크 자원에 연산 요청을 하여 그 결과를 받아오는 것이 바람직하다. 따라서 각 작업단위의 규모와 분할방법에 따라서 연산의 규모가 결정될 수 있으며 작업의 병렬화를 통한 고속화 연산이 가능하다. 이를 실현하기 위한 서버 스레드 PC와 클라이언트 PC 사이의 통신 프로토콜은 그림 2와 같이 수행된다[5].

그림 1의 영역은 면적분 계산을 위해 삼각형

요소 단위로 이산화를 수행하고, 각 행 단위로 작업 태스크를 정의하여 네트워크 자원들에게 작업 요청을 할 수 있다.

네트워크에 존재하는 PC 자원들은 이들 작업 태스크를 기본 단위로 요청받고, 구축된 계산 알고리즘을 수행하여 작업결과를 처리하여 마스터 PC로 반환하게 된다. 여기서 마스터 PC의 역할은 네트워크 PC 자원들에게 작업을 분배하고 이를 취합하는 역할을 수행하게 된다. 또한 네트워크에 있는 PC 자원들은 별도의 스레드 단위로 대기하고 있다가 마스터 PC의 작업요청에 응답하는 클라이언트 역할을 담당하게 된다(그림 2 참조).

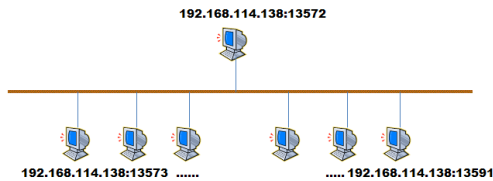


그림 3. 단일 PC에서 멀티 스레드 이용

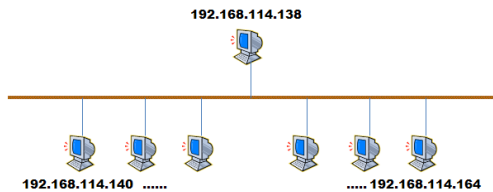


그림 4. 네트워크 기반 실험 모델

최근 멀티코어 프로세서들이 범용 PC 뿐만 아니라 임베디드 시스템에 탑재되어 그 사용이 보편화되고 있다. 본 연구에서 제시하는 병렬화 방안안에 대한 성능을 시험하기 위해서는 그림 3과 4와 같은 실험환경을 이용할 수 있다.

그림 3은 4-코어 PC에서 네트워크의 클라이언트 PC들의 역할을 멀티 스레드 환경으로 대체할 수 있음을 의미한다. 이때 연산에 필요한 스레드의 수에 의존하여 연산수행 시간을 경감시켜 단일 PC에서의 병렬화 구현이 가능하다.

두 번째 실험환경은 네트워크에 필요한 PC 자원들이 동일 네트워크 그룹에 존재한다고 가정할 수 있다. 이는 일반적인 인터넷과 같은 네트워크로 확장이 가능하지만 실험환경의 편의성을 고려하여 연산에 참여 가능한 PC들은 동일 네트워크 그룹으로 제한하였다. 이 경우에는 마스터 PC에서 분배하는 각 태스크의 요청작업을 클라이언트 PC들이 분배받아 각 적분연산을 처리한 뒤 그 결과를 반환하는 형태이다.

IV. 결 론

본 논문에서 제안한 데이터 통신 프로토콜을

기반으로 임의 구조를 가지는 전자계 산란체로부터의 전파 모델링이 가능하다.

정식화를 통하여 얻은 적분 방정식은 삼각형 요소로 이산화 된 수치 모델로부터 간단히 계산 가능하지만, 수치 모델은 도체로 구성된 임의 구조체에 국한된다. 보다 복잡한 모델, 즉 유전체 기관위에 형성된 마이크로 스트립라인과 같은 경우에는 벡터 형식의 전자계 성분을 모두 고려한 지배방정식을 도출할 필요가 있으며, 복잡한 경계 조건을 만족하도록 정식화를 수정할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] <http://www.koreaathome.org/> (코리아애헤움)
- [2] <http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html>.
- [3] 강철구 역, 멀티코어를 100% 활용하는 자바 병렬프로그래밍, 에이콘, 2008.
- [4] Lal Chand Godara, Handbook of Antennas in Wireless Communications, CRC Press, 2002.
- [5] 김태용, “자바 스레드와 네트워크 자원을 이용한 병렬처리,” 한국항행학회 논문지 제 14권 제 6호, pp. 984-989, 2010.