

Hybrid Node 를 적용한 FD-TLM 알고리즘의 성능 향상

성경훈*, 박승상*, 고정환*

*LIG 넥스원

e-mail : xday21@gmail.com

The Performance Improvement for FD-TLM Algorithm with Hybrid Node

Kyunghun Sung*, Seungsang Park*, Junghwan Go*

*LIG Nex1

요 약

본 논문에서는 FD-TLM 알고리즘의 원리를 소개하고 기존 FD-TLM 이 가지는 많은 Computing 시간과 메모리 사용량 필요로 하는 단점을 극복하는 Hybrid Node 를 적용한 FD-TLM 알고리즘을 소개한다. 새롭게 소개하는 Hybrid Node FD-TLM 은 기존 FD-TLM 과 비교해 동일한 결과값을 가질 수 있으면서도 기존 대비 시뮬레이션 시간과 메모리 사용량을 절반 이하로 줄일 수 있다.

1. 서론

현대 사회에서 무선 통신은 인터넷, 핸드폰, 방송 등과 같이 많은 분야에서 응용되어 사용되고 있다. 하지만, 무선 통신을 위해 꼭 필요한 주파수 대역은 한정되어 있어 새로운 통신 시스템에서는 더 높은 주파수 대역을 이용할 수 밖에 없다. 사용되는 주파수 대역은 통신 시스템을 이용하는 사람들의 숫자에 비례해서 점점 더 올라가게 되었고 마침내 10GHz 이상, 즉 초고주파 대역까지 사용하지 않을 수 없게 되었다. 초고주파 대역의 회로 설계는 전기적 신호의 파장이 너무 짧아 기존의 회로 설계로는 정확한 설계를 수행 할 수 없다. 이러한 기존 회로 설계의 단점을 극복하기 위해서 TLM, FDTD 와 같은 Numerical Method 를 적용한 새로운 회로 설계 기법들이 최근 들어 많은 분야에서 적용되고 있다.

2. FD-TLM

다양한 Numerical 방법 중 본 논문에서는 하나의 부품이 여러 개의 노드로 구성되어 있고 그 노드는 Transmission Line 으로 구성되어 있다는 가정 하에 구조물의 전체적인 전자기파 움직임을 시뮬레이션 하는 TLM 알고리즘을 소개한다. TLM 알고리즘은 그 시뮬레이션 기준이 시간 도메인이나 주파수 도메인이나에 따라 TD-TLM 과 FD-TLM 으로 나뉘어지는데 본 논문에서는 주파수 도메인에서 시뮬레이션을 수행하는 FD-TLM 을 소개한다. FD-TLM 의 원리는 그림 1 에서와 같이 한 개의 노드에 1 V 전압이 인가되면 4 개의 Branch 로 0.5 V 전압 신호가 방사된다는 Scattering Matrix 를 이용하여 전체 구조물에서의 전기 신호의 움직임을 예측하는 방법이다. 이는 아래의 Maxwell's

curl 방정식을 적용한 방법이며 Microstrip line 이나 Wave Guide 와 같은 RF 부품의 전기적 신호를 예측하는데 매우 유용한 방법이다.

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \quad [식 1]$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \epsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad [식 2]$$

3. Hybrid Node FD-TLM 과 그 성능

본 논문에서 제안하는 Hybrid Node FD-TLM 은 기존 FD-TLM 의 단점 중의 하나인 많은 메모리 사용과 그로 인한 컴퓨팅 성능 저하 문제를 해결하기 위해 나온 방법이다. Hybrid Node 방법은 특히 3D Simulation 에서 그 효과를 보여주는데, 기존 Scattering Matrix 가 노드 당 18×18 Matrix 인 반해 Hybrid Node 를 적용한 Scattering Matrix 는 12×12 Matrix 다. 이로 인해 전체 시뮬레이션을 수행하기 위해 필요한 시간과 메모리의 사용량은 획기적으로 줄일 수 있으며 이는 그림 3 과 그림 4 에서의 시험 결과에서 보여준다. 이 Hybrid Node 를 적용한 FD-TLM 의 장점은 기존 FD-TLM 방법과 비교해서 그 시뮬레이션 결과가 정확하게 일치 한다는 점이다. 그림 2 는 이번 논문에서 시뮬레이션 한 3D Wave Guide 구조물 형상이며 그림 5 는 기존 FD-TLM 과 Hybrid Node FD-TLM 의 주파수 대역 별 Electrical Field 값을 비교한 결과이다.

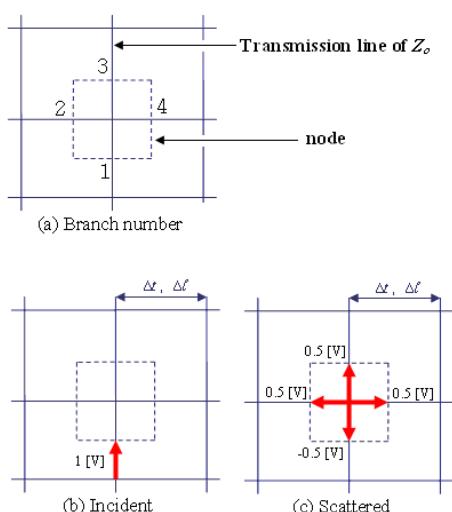
4. 결론

본 논문에서는 FD-TLM 알고리즘의 원리를 소개하였고 기존 FD-TLM 이 많은 Computing 시간과 메모리 사용량을 필요로 하는 단점을 소개하였다. 그에 비해 새롭게 소개하는 Hybrid Node 를 적용한 FD-TLM 은

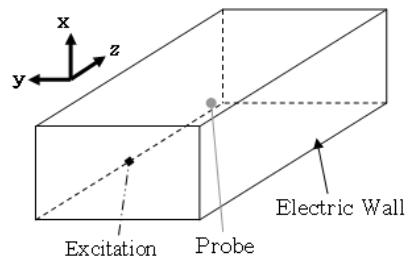
기존 FD-TLM 과 비교해 동일한 결과값을 가질 수 있으면서도(그림 5) 그림 3 과 그림 4의 결과에서처럼 절반 이하의 시뮬레이션 시간과 메모리 사용량을 필요로 함을 확인할 수 있다.

참고문헌

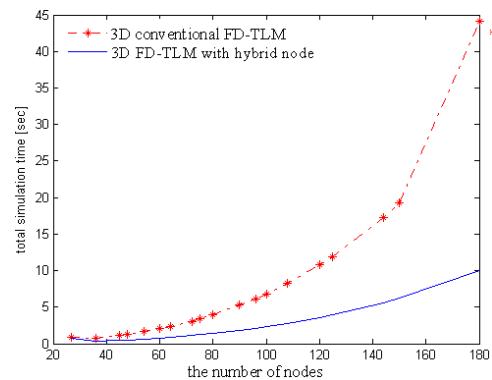
- [1] Jin, H. and Vahldieck, R. "A frequency domain TLM method" Microwave Symposium Digest, 1992., IEEE MTT-S International 1-5 Page(s):775-778 vol.2 (June, 1992)
- [2] Hoefer, W.J.R. "The Transmission-Line Matrix Method -- Theory and Applications" Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on Vol. 33, Issue 10, Page(s):882 – 893 (Oct. 1985)
- [3] Chen, S. and Vahldieck, R. "A new hybrid symmetrical condensed node for the frequency-domain TLM method" Microwave Symposium Digest, 1996., IEEE MTT-S International Volume 2, 17-21 Page(s):427 - 430 vol.2 (June, 1996)
- [4] Johns, P.B. "A Symmetrical Condensed Node for the TLM Method" Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on Vol. 35, Issue 4, Page(s):370 - 377 (Apr. 1987)
- [5] Johns, P.B. and Beurle, R.L. "Numerical solution of two dimensional scattering problems using a transmission line matrix," Proc. Inst. Electr. Eng., Vol. 118, Page(s):1203 – 1208 (Sep. 1987)



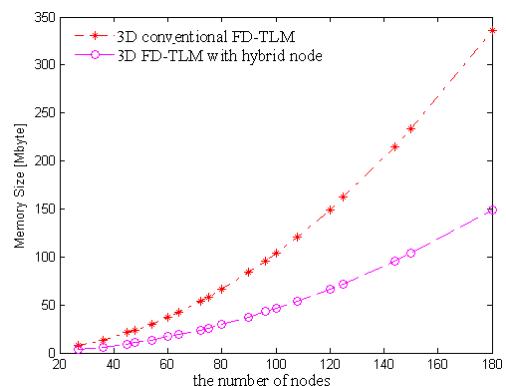
(그림) 1 FD-TLM Scattering Matrix 원리



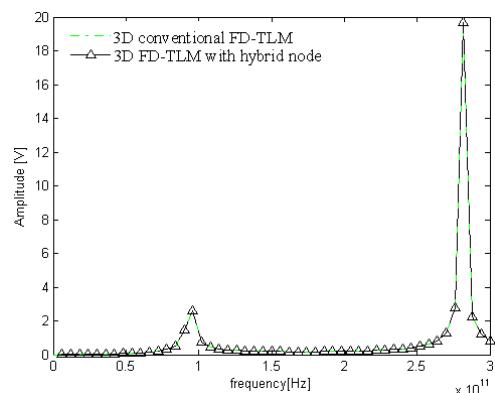
(그림) 2 3D Wave Guide 구조



(그림) 3 시뮬레이션 소요 시간 비교



(그림) 4 시뮬레이션 메모리 사용량 비교



(그림) 5 3D Wave Guide 주파수 별 E_x 값 비교