

平成16年 1月 14日

| | | |
|-----------|----------------------|--------|
| 電子・情報工学専攻 | 学籍番号 | 995034 |
| 申請者氏名 | Glen Dario Rodriguez | |

| | |
|--------|-------------------------|
| 指導教官氏名 | 後藤 信夫 横山 光雄 田所 嘉昭 |
|--------|-------------------------|

論文要旨(博士)

| | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 論文題目 | A Study of Electromagnetic Wave Propagation in Large Areas using a Parallel FDTD Method for Broadband Wireless Communication (並列FDTD法を用いたブロードバンド無線通信のための広域市街地における電磁波伝搬に関する研究) |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(要旨 1,200字程度)

データの高速無線通信において高ビットレート化および多チャンネル化が進みつつあり、最適設計のために、システムの特性を事前評価することが重要となっている。システム評価には市街地における建物や道路等の信号の伝搬への影響や信号の歪を含む必要がある。市街地における評価には、計算機シミュレーション方法が有用であり、FDTD法が最も正確である。800 MHz以上の搬送波周波数および1 Mbps以上のビットレートでは、シミュレーションの正確さが重要となる。しかし、従来のFDTD法では必要メモリ容量と処理時間に問題があり適用できなかつた。

本研究の第1の目的は、並列処理を用いたFDTD法により広域市街地における電磁波伝搬を解析することである。特に、必要メモリ容量に関して新しい並列アルゴリズムを提案し、さらに計算処理時間を短くするためにグリーン関数を導入した。第2の目的として、提案した並列FDTD法を高速デジタル通信システムに応用し、伝搬特性の通信システムへの影響について検討することである。

並列FDTD法に関して、従来の研究は処理時間を最小化を目的とするものであり、波長の1000倍程度以下の狭い問題にしか適用できない。本研究は、1000波長程度以上の非常に大きな次元解析問題におけるメモリ容量の課題に対して解決手法を与える。

提案する並列アルゴリズムにおいては、最初に、線形、等方性、かつ非分散性媒質に対するFDTD法の定式化が線形連立方程式に還元されることを示す。方程式は部分的なガウス代入法を用いたプロセスを使って解かれ、さらに、プロセスが異なるパラメータで再帰的に自己呼び出しされる。本手法では、メモリが4 Gbyte以上必要であるような問題の場合、従来のFDTD法と比べ、必要なメモリがわずか4%の160Mbyteに減じる。

市街地モデルでは大部分が自由空間であり、システムが線形であることから自由空間の数値的グリーン関数を用いることができる。多くのガウス代入は、前の計算結果を用いる高速プロセスと置きかえられる。本アルゴリズムでは、計算速度が一桁向上し、さらに必要メモリが通常のFDTD法の20%以下となる。

この並列FDTD法を用いて、コンクリートの建物と完全導体の建物からなる、一辺250mおよび500mの大きさの広域市街地モデルで空間的かつ動的な伝搬特性を検討した。その結果、見通し内の点 (LoS) と見通し外の点 (NLoS) における、様々な伝搬特性を明らかにした。第2の目的に対して、FDTD法の結果を用いた市街地マイクロセルモデルに関する検討を行ない、他のモデルと比較した。遅延プロファイルが位置およびLoSとNLoS市街地により異なるため、マイクロセルにおける、受信点の位置による複数のサブモデルを考える必要があることを示した。最後に、FDTD法を用いた電磁波伝搬の数値解析を基にしたTDMAとCDMAの移動通信の電波伝搬と通信性能の評価を行なった。特に、マルチパス干渉の効果について議論した。ブロードバンド無線通信においてFDTD法のような時間領域解析手法に関する研究は、これまで論じられてこなかったが、高い精度で解析が可能であり、FDTD法が多くの優れた点を有していることを示した。