

# 論文審査の結果の要旨

氏名 岡田 明正

本論文は、高速通信や信頼性の高い通信が望まれている屋内での通信システムを、信号を平面状に伝搬させるシート状通信媒体（以後、通信シート）と電子回路を含むフロアタイル状の二次元通信タイル（以後、通信タイル）と呼ばれる通信ユニットを連結することで構築する手法を提案し、その基本特性と設計要件を明らかにしたものである。あらゆるモノがネットワークにつながり、センサや情報端末からの情報伝送量が増大し続けている昨今、無線通信帯域の有効利用が喫緊の課題となっている。この問題の一つの解決法として二次元通信、すなわちシート状媒体に局在した電磁波によって通信を行う方式が提案されているが、従来の通信シートの大きさは高々卓上を被覆する程度までであり、またそれによって高速通信が可能になることも実証されてはいなかった。本論文は、二次元通信を部屋全体の規模に拡張する具体的な方法を示すとともに、実試作によって大容量通信ネットワークが形成可能であることを実証している。信号伝達の基本特性を明確にし、良好な通信特性を得るための要件と、その設計のための解析手法が与えられている。本論文は以下の6章からなっている。

本論文の第1章では序論であり、屋内通信の現状と課題を整理している。高速・高信頼通信を実現するために、広帯域を使用可能である UWB 無線と、平面状に信号を伝搬させて信号伝送を行う二次元通信を組み合わせるといふ本論文の基本構想が述べられ、関連研究の中での本論文の位置づけを明確にしている。

第2章では、提案手法である二次元通信タイルを用いた通信システムについて、その基本仕様と要求事項を整理し、理論と実験により全体システムの実現可能性を検証している。通信タイルの大きさは標準的なフロアタイルと同等とし、隣接タイル間を接続する非接触コネクタを備えることで、既存のフリーアクセスフロアに容易に組み込める構成を想定し、典型的な使用状況において、UWB 帯のほぼ全帯域で熱雑音に対して十分な信号強度を確保できることを確認している。

第3章では、通信タイルの通信特性を信号伝搬モデルおよび実測により解明している。通信プロトコル設計のための基礎特性として、SN 比と遅延広がりに着目し、まず単一の通信タイル内での信号伝搬モデルを構築するとともに電磁シミュレーション・実測との比較を行い、モデルの妥当性を検証している。次に、複数の通信タイルが接続されたシステム全体における遅延特性をモデルおよび実験により明らかにし、遅延広がり特性がタイルシステムの規模に依存しないこと、UWB 無線における代表的な通信プロトコルである MB-OFDM をはじめ、さらに効率のよい通信プロトコルが適用可能であることを論じている。

第 4 章では、通信シートからの放射の抑制手法が論じられている。無限長の通信シートであれば遠方場への放射は発生しないが、実際には有限長であるために放射が発生している。このような放射を抑制すれば、隣接タイル間での干渉の問題が生じないだけでなく、無線通信端末を含む周囲の電磁場源からの影響を受けにくい、高信頼な通信が可能になる。この問題を扱うため、まず通信シートからの放射モードについて整理し、それらの放射を容易に数値計算する手法を確立している。具体的には、遠方での磁界成分を、通信シート上のエバネセント場の電界分布から非反復的に求める直接解法を見出している。この解析法を用い、放射を抑制するためにはシート端部で滑らかに電界分布を消失させることが有効であることを示すとともに、そのようなエバネセント場を生成するための構造を付加した通信シートを試作し、実験的に放射抑制手法の有効性を確認している。

第 5 章は、提案システムを利用した通信端末位置検出手法が論じられている。屋内での高精度位置検出法は様々な状況で必要とされているが、依然発展途上の研究領域である。通信タイルシステムにおいては、電磁波の伝搬領域が各タイル内に限定されているという特性を活かすことで、通信タイルの構成を大きく変更することなく安定した位置検出が可能となる。ここではその基本原理と要求事項を明確にした上で、その実現性を実験によって検証している。

第 6 章では、本論文の結論が述べられている。

以上要するに本論文は、床面全面を高速・高信頼通信媒体として活用する二次元通信タイルシステムを提案・実証し、関連する物理現象を解明して基本特性を明らかにするとともに良好な通信を実現するための設計手法を確立したものである。本論文の成果は、無線通信、ユビキタスコンピューティング、ロボティクス、ヒューマンインタフェース等の幅広い分野に貢献する。

したがって、博士（科学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上 1948 字