



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 符号分割多重/多元接続方式を用いた遍在アンテナシステムに関する研究   |
| Author(s)    | 大槻, 英知  |
| Citation     | 大阪大学, 2004, 博士論文  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/2033">https://hdl.handle.net/11094/2033</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|            |  |
|------------|--|
| 氏名         | おお つき ひで あき<br>大 橋 美 知   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)   |
| 学位記番号      | 第 18714 号  |
| 学位授与年月日    | 平成 16 年 3 月 25 日   |
| 学位授与の要件    | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>工学研究科通信工学専攻  |
| 学位論文名      | 符号分割多重/多元接続方式を用いた遍在アンテナシステムに関する研究  |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 小牧 省三<br>(副査)<br>教授 北山 研一 教授 塩澤 俊之 教授 河崎善一郎<br>教授 馬場口 登 教授 元田 浩 |

### 論文内容の要旨

本論文は、符号分割多重/多元接続方式を用いた遍在アンテナシステムに関する研究成果をまとめたものであり、以下の 6 章により構成されている。

第 1 章は、序論であり、本論文に関連する研究分野の現状を述べるとともに、本論文における研究背景および研究目的を明らかにしている。

第 2 章では、遍在アンテナシステムについて概説し、その利点と問題点を明らかにしている。また、無線通信路におけるマルチパスフェージングとダイバーシティについて説明を行っている。

第 3 章では、符号分割多元接続方式を用いた遍在アンテナシステムのシステム構成について説明を行い、符号分割多元接続方式を用いた遍在アンテナシステムでは複数基地局からの同じ信号が同じチップタイミングで受信されることによって自信号自身が干渉となり、信号品質の劣化が引き起こされることを明らかにしており、この信号品質の劣化に対して、光リンク部分に遅延を挿入することを新しく提案している。また、信号品質改善特性について理論解析を行い、その計算結果から本提案方式の有効性を明らかにしている。

第 4 章では、符号分割多元接続方式を用いた遍在アンテナシステムにおける送信電力の低減効果を解析している。一般に符号分割多元接続では、遠近問題を回避するために送信電力制御を頻繁に行わなければならない。また、送信電力の削減は移動端末の小型化や通話時間の拡大につながる。符号分割多元接続方式を用いた遍在アンテナシステムでは、複数の無線基地局への信号を制御局で一括受信できるためダイバーシティ利得が得られ、送信電力低減や送信電力制御範囲の縮小が可能となる。所要送信電力について理論解析を実施し、その結果から送信電力、送信電力制御範囲の低減効果を定量的に明らかにしている。

第 5 章では、符号分割多重方式を用いた遍在アンテナシステムのシステム構成について検討を加え、信号品質を改善する方法として光リンクへの遅延挿入と同時に誤り訂正符号の適用を提案している。符号分割多重方式においては、複数移動局への送信信号間の同期がとれているので符号として直交符号が使われている。しかし、遍在アンテナシステムにおいては、同じ信号を複数アンテナから受信するために、移動局では直交符号間の同期を確保できなくなり、信号品質の劣化を引き起こす。この解決法として誤り訂正符号化と光リンク遅延の挿入を提案し信号品質改善特性に

について解析とシミュレーション計算を実施し、その結果から本提案方式の有効性を示している。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果について総括を行っている。

## 論文審査の結果の要旨

電波をそのままの形式で光信号に変換し、光ファイバ内伝送を行い集中制御局で信号処理を行う遍在アンテナシステムにおいて、符号分割多重/多元接続方式を使用した場合に關し理論解析を行っている。本論文はこれらの結果をまとめたものであり、得られた成果は次の通りである。

(1) 符号分割多元接続方式を用いた遍在アンテナシステムに対し、RAKE受信後のSN比の確率密度関数、累積確率分布、平均ビット誤り率を理論的に導出し、基地局数が多い程受信SN比が落ち込む確率を低減できることを明らかにしている。この結果、無線リンクの平均SN比が低下した場合においても平均BERを低く、同時に瞬時BERの分散を小さくすることができることを明らかにしている。

(2) 複数基地局からの同一信号が同じチップタイミングで受信されることによってRAKE受信機でそれらの信号を分離することができず、自信号自身が干渉雑音となり信号品質の劣化が引き起こされるという問題に対して光リンク遅延挿入を提案し、理論解析によりその信号伝送品質改善効果を算出している。この結果から、光リンクに遅延を挿入することにより、大きなダイバーシチ効果が得られ、平均BER特性が大きく劣化する確率を大きく低減可能であることを明らかにした。また、光リンクに遅延を挿入することにより、光無線リンク全体での最大の遅延差が大きくなるため、RAKE受信機のフィンガ数を多くする必要があることも明らかにした。

(3) 遍在アンテナシステムにおける上りリンクにおいて、所要送信電力に関する解析を行い、その結果、ダイバーシチ効率により、大きな電力制御幅が必要となる確率が低減されることを明らかにした。また、単一基地局受信に比べて、制御幅を約7[dB]、同時に最大送信電力を約19[dB]低減できることを定量的に明らかにしている。

(4) 下りリンクにおいては、自信号自身が干渉雑音となり信号品質の劣化を引き起こすという問題に加え、移動局において直交符号間の同期がとれず、信号品質の劣化を引き起こすという問題に対して、誤り訂正符号化と光リンク遅延の挿入を同時に行なう方法を提案し、その信号品質改善効果について解析を行っている。その結果、符号化のみ、あるいは光リンク遅延挿入のみでは信号品質の改善は得られないが、符号化と光リンク遅延挿入を行うことにより信号品質特性が大きく改善できることを明らかにした。また、基地局間の受信地点で2つの基地局から送信される信号間の遅延時間差が0となる地点が存在しないように光リンク遅延挿入を行い、さらに符号化を行うと、全ての地点でダイバーシチ効果が得られ单一基地局受信の場合よりもBER特性が改善できることを明らかにしている。

以上のように本論文では、符号分割多重/多元接続方式を用いた遍在アンテナシステムに対する検討を加え、特性解析を行ない各種の劣化を改善する手法を新しく提案するとともに、実際にシミュレーション計算を行ない、その改善特性を把握している。これらの成果は、今後のワイヤレス機器の高速大容量伝送の実現に寄与するのみならず、人類共通の財産である電波周波数の利用効率向上に対しても重要な技術であり、通信工学の発展に寄与するところが極めて大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。