

氏 名	生 越 重 章 お ごせ しげ あき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1891 号
学位授与の日付	昭 和 61 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	デ ィ ジ タ ル 移 動 通 信 に お け る 複 局 送 信 技 術 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査) 教授 池上文夫 教授 木村磐根 教授 長尾 真

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、デジタル移動通信を実現するための重要な技術である、複数の基地局（複局）から同時に信号を送信する複局同時送信方式に関するものである。この方式の狭帯域変復調方式、ダイバーシティ技術、ならびに同時送信用変調方式について、理論的および実験的研究を行ない、その有効性を明らかにするとともにシステムの総合的評価法について述べたものであり、6章から成っている。

第1章は緒論であり、研究の背景、現在の自動車電話方式の概要、移動通信におけるデジタル伝送技術の現状と本研究の目的について述べている。

第2章では、デジタル移動通信に適する、高い伝送効率をもち、しかも複局送信に整合性のある狭帯域変復調方式として、GMSK 変調信号の2ビット遅延検波方式を提案している。遅延時間の小さいレイリーフェージングの条件下での誤り率を、2ビット間の変調位相差の関数として表わす方法を導き、誤り率および帯域制限による劣化を計算した結果、従来の方式に比べて劣化が少ないことを理論的に明らかにした。また室内および野外実験によりそのすぐれた特性を確認している。なお野外実験では同期検波に比べてフロア誤り率が減少することも示した。

第3章では、デジタル移動通信の伝送特性を改善する送信ダイバーシティ方式について述べている。誤り率特性のすぐれた、上記2ビット遅延検波方式を用いた時、ダイバーシティ送信による誤り率の改善特性を理論的に解析し、この方式により誤り率が  $10^{-3}$  となる所要 CN 比が 12.5 dB 改善されることを示した。また、2ブランチ構成のダイバーシティ通信において、搬送周波数のオフセットに伴う占有周波数帯域幅を1ビット遅延検波方式に比して約80%に抑えることができる。これらの結果も室内および野外実験により確認している。以上の効果に同一周波数の耐干渉性による周波数の空間利用効率も含め、電波スペクトルの総合利用効率を、ダイバーシティ送信を用いない場合に比べて約2.8倍に高めることができる。

第4章では、複局同時送信における変調波形オフセット方式を提案している。同一周波数の複局送信において、各局の変調信号に周期的な変調波形を重畳し、局により周期波形の位相を変えることにより送信

ダイバーシティ効果を得ることができる。この場合、誤り率と位相差および変調指数の関係を解析し、各種の隣接ゾーン数に対する最適条件を求めた。この結果、ベースバンドのデジタル信号に対して周波数が信号のクロックレートの整数倍に等しい周期波形を用い、各局は振幅が等しく位相の異なる波形を重畳することにより、各無線ゾーンのオーバーラップ領域で平均誤り率 $10^{-3}$ で 13 dB の CN 比の改善効果が得られることを示している。

第5章では、複局同時送信方式のダイバーシティ送信による誤り率改善効果の評価法として、受信信号レベルの瞬時変動に対するダイバーシティ効果による改善と、短区間平均信号レベルの変動に対するサイトダイバーシティ効果による改善の両面について検討し、異周波同時送信、シンクロナス同時送信およびオフセット同時送信の3方式について比較評価を行なった。その結果、周波数利用効率および所要 CN 比改善効果の点からオフセット同時送信方式が最も望ましいことを示している。以上の研究結果を用いて、複局同時送信方式の回線設計に関して熱雑音を考慮した基地局送信電力の決定法とその応用例を述べている。

第6章は以上の結果をまとめた結論である。

### 論文審査の結果の要旨

移動通信は今後デジタル化されるすう勢にあり、現在の自動車電話方式の制御信号伝送系ではすでにデジタル信号が使用されている。この方式では複数の無線ゾーン構成が用いられ、広域の制御には複数の基地局（複局）から制御信号を同時に送信する複局同時送信方式が実用されている。

本論文は、周波数利用効率と信号伝送効率の高い複局同時送信技術として、変復調方式、ダイバーシティ送信による誤り率改善効果およびその評価法について理論解析および実験による確認を行ない、最適方式の提案を行なったもので、得られた成果の主なものは次の通りである。

1. デジタル移動通信では、激しいレイリーフェージング発生時の誤り率特性がすぐれ、周波数利用効率の高い狭帯域変復調方式が望ましい。本研究はこれらの条件を満足し、かつ複局同時送信に整合性をもつ GMSK 信号の2ビット遅延検波方式を提案し、帯域制限の下で誤り率劣化の少ないすぐれた変復調方式が得られることを実験的に確認している。

2. 上記2ビット遅延検波方式を用いた複局同時送信のダイバーシティ送信による誤り率改善効果を解析し、改善が著しいことを示した。その結果、同一周波数干渉を低減して空間的な周波数利用効率を高めるにも有効である。2ビット遅延検波方式は従来の方式に比して所要周波数帯域幅が狭く、本方式の適用により総合的な電波の周波数スペクトル利用効率を2.8倍に向上できる。

3. 同一周波数の複局同時送信では、ビートの発生による妨害を避けるために搬送周波数をオフセットする方法が通常用いられるが、この方式は周波数安定度の要求が厳しい。本研究は、変調信号に周期的波形を重畳しその位相を基地局毎に変える、同一周波数による変調波形オフセット方式を考案した。この方式の誤り率を最小とする条件を求め、狭い周波数帯域幅で所要 CN の著しい改善が得られることを明らかにした。本方式はすでに中小都市用自動車電話方式に実用されている。

4. これまで複局同時送信のダイバーシティ効果は受信信号レベルの瞬時変動のみに着目していたが、

本研究では短区間平均信号レベルの変動のサイトダイバーシティ効果を含む総合改善度を解析し、新しい評価法を確立した。この評価法によりオフセット同時送信方式が周波数利用率および誤り率改善の点ですぐれていることを示した。

以上を要するに、本論文はデジタル移動通信の複局送信技術に関する新しい方式の提案と解析により、高い伝送効率と周波数利用効率を可能とするもので、学術上また実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和60年11月19日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。