

論文内容の要旨

論文題名 デジタル衛星通信の高度化に関する研究

氏 名 原 孝雄

本論文は、デジタル衛星通信の代表的な四つの方式SCPC(Single Channel Per Carrier)方式、TDMA方式、S/TDMA(Satellite Switched TDMA)方式、VSAT方式等の高性能化、経済化、高度化に際して研究した成果をまとめたものである。

1960年代に実用化された衛星通信は、初期の頃は電話・TV中継が主体で通信方式としてFMすなわちアナログ方式が主流であったが、電話のデジタル化や近年のインターネットの普及により、伝送効率・品質に優れ回線構成も柔軟なデジタル方式の重要性が増してきた。デジタル衛星通信方式として主なものは、小容量のSCPC方式、中・大容量基幹網としてのTDMA方式、次世代大容量のSS/TDMA方式、さらには小容量のアクセス回線に適合するVSAT方式がある。これらデジタル衛星通信方式の実用には、各方式に固有の技術課題が存在するが、本研究は其中でPSK波の波形伝送、変復調および同期など各方式それぞれのコア技術について研究し、システムの性能向上や経済化の実現について検証している。本論文は以下のような構成となっている。

第1章では本研究の背景としてデジタル衛星通信システムについて概説している。

第2章と第3章ではSCPC方式の構成及びその高度化のために行った研究について述べている。SCPC方式は、電話またはデータ一回線当たり1波の搬送波を衛星中継器に400~1000波FDMA方式で配列する。本研究は、衛星中継器による多数波の共通増幅のために生ずる混変調雑音を抑え回線品質の向上を目的とした信号のあるときのみ搬送波を送信するボイスアクチベーション方式を採用する場合の、変復調系の最適化に関し、2-mode PLL(Phase Locked Loop)による高品質で安定な搬送波再生系を実験によって、またチャンネル間干渉が少なく、判定タイミングジッタ(誤差)にも強い零符号間干渉フィルタを理論的に求めることによって検証している。

第4章ではTDMA方式の小型化・経済化のために行った研究について述べている。TDMA方式では、これまで地球局の線形性を保つために大型の高出力増幅器(HPA)を用いるのが一般的で、その結果装置が大規模で複雑となりその利用は大容量の基幹回線に限られていた。本研究では地球局の小型化・経済化と適用領域の拡大を狙いTDMAのシングルキャリアの特徴を生かして衛星中継器とHPAの両者を飽和点で動作させることを考案した。二段の非線形系におけるQPSK波の伝送特性をコンピュータシミュレーションによって求める手法を確立して伝送路フィルタおよび搬送波再生系の設計最適化と誤り訂正符号との複合化によって、HPAの最大定格電力を1/4程度に小型化でき伝送特性の少しの犠牲で地球局の大幅な小型化・省電力化が可能なことを理論および実験により実証している。

第5章ではTDMAの運用の簡便化を図るためのアクジションの高速化を実現した研究について述べている。

第6章ではSS/TDMA方式のアクジションと同期の高速化を実現するために行った研究について述べている。SS/TDMA方式については、送信信号が全て返送されることを前提にして親局を時間基準として行う通常のTDMA方式のアクジションやバースト同期方式は使えないため、本研究では時間基準を衛星のSYNC WINDOWと呼ばれる領域に置いて行うイニシャルアクジション技術を確立するとともにバースト同期方式にクロックのAFCを併用することなどによって高速かつ高精度の同期を確立する方法を考案してこの問題を解決している。

第7章ではVSAT方式の企業や公共システムへの適用領域の拡大を図るためその機能・性能向上を実現した研究について述べている。

第8章は本研究の研究成果の総括と今後の研究課題について述べている。

論文審査結果の要旨

本論文は、デジタル衛星通信の代表的な四つの方式SCPC方式、TDMA方式、S/TDMA方式、VSAT方式等の高性能化、経済化、高度化にに関して研究した成果をまとめたものであり、これらデジタル衛星通信方式の実用には、各方式に固有の技術課題が存在するが、本研究は其中でPSK波の波形伝送、変復調および同期など各方式それぞれのコア技術について研究している。その結果としてシステムの性能向上や経済化のための種々の提案を行い、シミュレーションおよび実験によりその有効性を実証している。本論文の主な成果は以下に要約される。

1. SCPC方式における高品質で安定な搬送波再生系を実現する方法として2-mode PLLを提案し、実験によってその有効性を確認している。またSCPC方式においてチャンネル間干渉が少なく、判定タイミングジッタにも強い零符号間干渉フィルタを理論的に新たに見出し、実験により誤り率特性が改善されることを検証している。

2. TDMA方式では、これまで地球局の線形性を保つために大型の高出力増幅器を用いるのが一般的で、その結果装置が大規模で複雑となつたため非常に高価になり、その利用は大容量の基幹回線に限られていた。本研究では地球局の小型化・経済化と適用領域の拡大を狙いTDMAのシングルキャリアの特徴を生かして衛星中継器とHPAの両者を飽和点で動作させることを考案している。二段の非線形系におけるQPSK波の伝送特性をコンピュータシミュレーションによって求め、これを用いて伝送系の最適化により、高出力増幅器の大幅な小型化・経済化を図り、地球局の大幅な小型化・省電力化が可能であることを理論および実験により実証している。

3. SS/TDMA方式については、送信信号が全て返送されることを前提にして親局を時間基準として行う通常のTDMA方式のアクジションやバースト同期方式は使えない。このため本研究では時間基準を衛星のSYNC WINDOWと呼ばれる領域に置いて行うイニシャルアクジション技術を確立し同時にバースト同期方式にクロックのAFCを併用することなどによって高速かつ高精度の同期を確立する方法を考案してこの問題を解決している。これにより、SS/TDMA方式のアクジションと同期の高速化が実現できることを理論および実験により実証している。

4. VSAT方式の企業や公共システムへの適用領域の拡大を図るためその機能・性能を向上を図った研究成果について実験により示している。

以上述べたように、本論文は各種のデジタル衛星通信の高度化に関する研究のための研究である。この研究成果は今後のIT社会の発展に貢献し、デジタル衛星通信研究の分野において学術上、実用上寄与するところは大きい。よって本論文は、博士(工学)の学位論文として価値があるものと認める。