

氏名	もり くら まさ ひろ 守 倉 正 博
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 2515 号
学位授与の日付	平 成 3 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	時分割多元接続システムにおける同期制御方式の研究

論文調査委員 (主 査)
教授 木村 磐根 教授 小倉 久直 教授 松本 紘

論 文 内 容 の 要 旨

衛星通信システムにおいて、時分割多元接続 (TDMA; Time Division Multiple Access) 方式は今後益々その比重が増しつつあるが、これには単一中継器運用 TDMA 方式から、衛星上再生中継 TDMA 方式まで各種の方式があり、それらに対して同期制御法、同期制御装置構成法が共通の技術的課題である。本論文はこれらの問題について研究結果をまとめたもので7章からなっている。

第1章は序論であって、本研究の動機と目的について述べると共に、従来の研究について概説し、本論文の構成と概要について述べている。

第2章は全ての衛星 TDMA 方式において基本となる単一中継器運用方式に関して、TDMA システムの時間基準をとるための受信同期、情報送信用データバーストの送出を可能とするための TDMA システムの初期捕捉、および定常的に通信を行うための送信同期の3つに分類して考察している。初期捕捉については、距離推定法を用いた場合に技術的課題となる初期捕捉ウィンドウについても検討を行い、送信同期については、フィードバックループ制御法を用いた場合に問題となる同期制御情報の高信頼化について検討している。

第3章では、同期語および同期語検出器の構成と特性について述べ、所望する同期特性を得るための同期語長、同期語パターンの選定法、相関閾値について述べている。また同期語検出特性を改善する方法として強力な誤り訂正方式を採用した場合の単一中継器 TDMA 通信方式の同期語検出法について検討を行い、新たに符号化ユニークワード検出法を提案している。さらに実験によりこの検出法の特性を明らかにし、その有効性を示している。

第4章では、衛星通信回線において柔軟なネットワークの構築、およびシステムの経済化を図るために、1つの地球局が複数のトランスポンダにアクセスする、いわゆるトランスポンダホッピング TDMA 方式に高利得誤り訂正を採用し、ハードウェアの軽減を図ることを検討している。TDMA 同期法については基準局ハードウェアを軽減するフレーム構成について検討し、またトランスポンダホッピング時のガードタイム構成要素を明らかにしている。また新たに記憶型バースト復調器周波数自動制御 (AFC) 回路を

提案し、実験により、その特性を明らかにしている。

第5章では衛星上で切り替えを行う、いわゆる SS-TDMA (satellite switched-TDMA) 方式、および衛星上再生中継 TDMA 方式を実現する上で技術的課題となる衛星搭載マスタクロックの制御法について検討を行い、マスタクロックの最適制御間隔を理論的に導出している。すなわち衛星上のマスタクロックのドップラー効果の影響を除去し、高安定な地上網クロックにマスタクロックを周波数同期させる場合に残留周波数誤差を最小化する制御間隔について検討している。また実験により、その妥当性を確認している。

第6章は、まず地球局 TDMA 装置及び衛星搭載 TDMA 装置の構成について述べ、それを小型化する上で鍵となる大規模 TDMA 装置の LSI 化手法について検討を行い、その設計法を述べている。具体的には、ソフトウェア処理とハードウェア処理の配分の最適化を行い、汎用性のある LSI の設計を行えるよう配慮してある。

第7章は、本論文の成果を総括しまとめとしている。

論文審査の結果の要旨

衛星通信システムに用いられる時分割多元接続方式 (TDMA) では、地上各局の衛星への送信信号が、時間的に互いに衝突して、通信に障害を与えることを防ぐため、同期制御が重要な課題となる。

本論文は単一中継運用方式、およびマルチビーム中継方式の各種の TDMA 方式において、技術的課題となっている同期制御法、同期制御装置の構成法などについて研究した結果をまとめたもので、得られた主な成果は下記の通りである。

(1) 単一中継器運用方式において、誤り訂正に加え、多数決判定を採用した並列転送方式を提案し、従来の直列方式に比べ、符号誤り率 10^{-4} に対し、正しく受信できる確率を10桁程度改善できた。

(2) 低 C/N 時の同期のためのユニークワード検出率特性を改善する方法として、符号化ユニークワード検出法を提案し、符号化率 1/2、拘束長 4 の畳み込み符号化 3 ビット軟判定ビタビ復号法を適応することにより、ユニークワード長を 1/3 に軽減できた。

(3) 複数中継器運用方式において、地球局ハードウェアを軽減するトランスポンダホッピング用 TDMA 装置を提案した。また本構成における同期法、ガードタイムを検討し、同期については基準局 1 局による管理を可能とするフレーム構成を提案した。

(4) 記憶型バースト復調 AFC 回路を提案し、実験的に C/N=5dB に対して、最大バースト間周波数偏差 2MHz まで符号誤り率の劣化を 0.3dB 以下にできることを示した。

(5) 衛星上切り替え (SS-TDMA) 方式において衛星搭載のクロックを、安定な地上網のクロックに同期させるため、マスタクロック制御間隔の最適化について検討し、従来方式と比べ短期安定度を 1/27 に改善できることを明らかにした。

以上要するにこの論文は、時分割多元接続方式の衛星通信システムで問題になる同期制御法、同期制御装置等について研究したもので、学術上、実際に寄与するところが大きい。よって本論文は京都大学博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。

平成3年7月24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。