

氏 名	たん うゝ いえつと ぐえん Thang Viet Nguyen
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 甲 第 4 2 6 号
学位授与の日付	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規程第 3 条第 3 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 情報・生産科学専攻
学 位 論 文 題 目	<b>Adaptive Control Design for ABR Traffic Congestion Control in ATM Networks</b> (ATMネットワークにおける ABR トラフィック輻輳制御のための適応制御設計)
審 査 委 員	(主査) 教授 森 武宏 教授 大住 晃 教授 黒江康明

## 論文内容の要旨

Asynchronous Transfer Mode (ATM)は Broadband Intergrated Service Digital Networks (B-ISDN)のような広帯域通信ネットワークの基幹技術である。ATM ネットワークは仮想の回線交換ネットワークの一つで、回線交換ネットワークとパケット交換ネットワーク（コンピュータネットワーク）とを有効に結合するための工夫がされている。ATM ネットワークサービスの一つである Available Bit Rate (ABR)は主としてデータ通信のために設計されるが、他の優先サービスの剰余帯域を利用するため、ベストエフォートサービスと考えられる。しかし、交信時の予測不能なバーストが原因で ABR では輻輳が生じ、適正な制御がなされなければサービス品質の低下は避けられない。従って、ABR トラフィックのための輻輳制御は非常に重要であり、ATM ネットワークでは最も本質的な解決課題となっている。本論文は、制御理論的なアプローチによりこの課題に取り組んだものであり、有効な輻輳制御手法を提案している。

提出論文は 7 つの章から成っている。第 1 章の緒言に続いて、第 2 章で上述の ATM ネットワークにおける ABR トラフィックの輻輳問題のあらましと制御の要点を述べている。第 3 章は対象とするネットワーク数学モデルの構築について詳述したものである。そこでは特に、バッファの飽和に関する性質に注意が払われている。以下の三つの章では順により精密度、実用度を高めた制御手法が提案される。まず、第 4 章では、バッファ飽和、初期条件、制御不可能なソースを無視した線形コントローラの適応的設計法が示されている。そこでは、プラントパラメータの推定によりコントローラパラメータはリアルタイムで適応的に計算され、変更される。次の第 5 章では、デッドビートコントローラを用い初期条件、バッファ飽和の解決しつつ、より速い収束結果を得る方法が提示されている。三番目の一次増分デッドビートコントローラの提案は第 6 章でなされている。この制御手法はさらに制御不可能なソースの問題を解決

し、大域的な待ち長さの収束を保証している。以上の手順により段階的にユーザへの公正さ、ネットワーク効率、未知の時間遅れ、待ち長さ制御などの実用的な課題を解決できることが示された。各章にはシミュレーション例が掲げられ、これらの主張を裏付けている。最後の第7章は得られた成果のまとめであり、本研究の総括を行ったものである。

## 論文審査の結果の要旨

高速広帯域通信ネットワークのための基幹技術の一つである ATM (Asynchronous Transfer Mode) ネットワークにおけるサービスの一つに ABR (Available Bit Rate) があるが、これは剰余帯域を利用するベストエフォートサービスである。この特質を利用するには輻輳を極力抑制する必要がある。本研究はこの現代的な課題に取り組んだもので、制御理論的アプローチに依拠し、厳密な解析的枠組みによる実践的な輻輳制御系の設計方法を提案している。一般に情報通信技術者を主体にしたネットワーク制御研究は、経験則、ヒューリスティックス、シミュレーションに頼りがちであるが、制御工学に立脚した解析設計法はこのような数学的厳密さをもつという長所がある。コントローラの設計は解決すべき課題の数に応じて、三段階で行われている。すなわち、線形適応コントローラ、デッドビート適応コントローラ、一次増分デッドビートコントローラの順で設計手順が示されている。一般に、制御系設計法は多様であり多くの選択肢があるが、申請者は制御対象の特質をよく把握し、解決すべき課題に応じた適切な手法を選び、ネットワーク制御法として完成させることに成功している。開発した方法によれば、ユーザーへの公正さ、効率、時間遅れへの対処、待ち長さ制御などの実用的な諸問題を包括的に解決している。これらはすべてコンピュータシミュレーションにより確認、実証されている。以上のように、申請者の研究は通信ネットワークの重要課題に実践的な解決方法を示すという意味で少なくない意義をもっていると評価される。また、制御工学、制御理論応用のフロンティアを広げるという意義も見過ごせない。

本論文の基礎となったのは、下記の公表済み論文あるいは投稿中論文である。いずれも、申請者が筆頭著者となっている。

- [1] T.V. Nguyen, T. Mori, Y. Mori and Y. Kuroe, “An adaptive control design for ABR service in ATM networks”, vol. E88-B, no. 7, pp. 2896-2907, *IEICE Trans. on Communications*, Jul. 2005.
- [2] T.V. Nguyen, T. Mori and Y. Mori, “Adaptive one increased-order deadbeat congestion control algorithm for ABR traffic in ATM networks”, *Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Advanced Communication Technology (IEEE/ICACT2006)*, South Korea, Feb. 2006.
- [3] T.V. Nguyen, T. Mori and Y. Mori, “Adaptive deadbeat congestion control algorithm for data communication networks”, submitted to *IEICE Trans. on Communications*, 2006.

[4] T.V. Nguyen, T. Mori and Y. Mori, “Relaxed monotonic conditions for Schur stability of real polynomials”, submitted to the *IEEE Trans. on Automatic Control*, Oct. 2004 .