

審査の結果の要旨

氏名 小池 新

本論文は「Study on High-Quality Communication Protocols for Broadband Networks (ブロードバンドネットワークでの高品質通信プロトコルに関する研究)」と題し、ブロードバンドネットワーク時代に適合した公平かつ安定したネットワークを構築し高品質な end-to-end の通信を実現することを目的とし、フィードバック制御をベースとする高品質通信プロトコルに対して、ネットワークで得られる情報をフィードバック型制御へ反映させるための連携方法や利用方法に対する様々な面からのアプローチの提案及び評価を行っている。

第1章は「Introduction(序論)」であり、本研究の主題となるブロードバンドネットワーク環境での高品質通信プロトコルの課題について概観すると共に、本研究での検討の中心となるフィードバック型の高品質通信プロトコルとして ATM での ABR (Available Bit Rate) サービスカテゴリおよび IP 上の TCP (Transmission Control Protocol) に関する課題を簡略に述べ、本研究の概要と目的、論文構成を示している。

第2章は「Parameter Settings for ATM ABR protocols(ATM ABR プロトコルに関するパラメータ設定)」と題し、上位レイヤでの制御の影響などを除外し、ネットワークの与える輻輳情報と ABR の制御自体との関係に関しての検討を加えている。まず、ABR サービスカテゴリの設計目標とその具現化である輻輳制御方法であるレート制御型のフィードバック制御に関して詳述している。そしてネットワーク中のスイッチが与える輻輳情報の与え方について概観している。特に、ネットワーク中のスイッチが1ビットの輻輳情報しか提供しない場合について、制御パラメータ設定の方法に関する議論が行われ、パラメータ設定方法についての提案がなされた。また輻輳情報の送信端末への返送方法を工夫することで、どのような性能上の差異が生じるかについての検討結果を論じている。

第3章は「APIs for Flow Control and ABR/TCP Interworking as Their Applications (フロー制御のための API とそのアプリケーションとしての ABR/TCP インターワーキング)」と題し、ABR と TCP という2つの異なる通信レイヤに存在するフィードバック制御プロトコルの間での連携について論じている。2つのレイヤに独立に存在するフィードバック制御が end-to-end での通信性能に及ぼす影響を明らかにし、両者の連携方法を探ることを課題としている。まず ABR をバックボーンネットワークに適応することでセル廃棄が生じない ATM バックボーンネットワークを構築したとしても、上位レイヤで実施されている制御である TCP による制御との整合が取れず、エッジルータなどでパケット廃棄が発生し、結果として end-to-end の性能劣化を招く自体が生じうることに着目し

ている。さらにこれらを背景に ABR でのレート制御情報を上位レイヤで扱うための新たな API (Applications Programming Interface) 構築の必要性を論じている。従来の ATM 用の API は固定的な帯域情報の要求や遅延要求の設定などの機能に限られて構築されていた。本研究では上位レイヤとの連携を考えると、動的に変動する ABR のレート情報を通信途中で上位レイヤのプロトコルとやりとりする新たな API が必要となることを指摘し、実現するための API を提案している。さらにこれらの API のプリミティブについて詳述している。そしてこれらの ABR 用の制御情報を扱う API を使うことで、end-to-end の性能改善がどのようになされるかに関する一連の検討結果を詳述している。この制御情報の利用による ABR と TCP の連携方法として、ABR のレート制御情報と連動したルータ等での TCP の Ack (Acknowledgement) パケット間隔の制御方法が本研究の中で提案し、その効果についての解析結果について論じている。

第 4 章は「Proposal and Evaluation of a Network-Initiated TCP Control (ネットワーク駆動型 TCP 制御の提案と評価)」と題し、ネットワーク自身が持つ潜在的な情報をどのように end-to-end の TCP 制御に適合するかを論じている。特にブロードバンドネットワークの時代となり、end-to-end のフィードバック制御のみでは、ネットワーク資源の有効利用や end-to-end の性能改善に様々な問題が生じることが明らかになってきている。この種の問題の一例に TCP コネクション間の公平性の問題がある。これらを解決する手法の検討を本研究の課題として扱っている。end-to-end での制御だけでなく、ネットワーク自身がアクティブに介入する手法を提案し、一連の検討を論じている。まず類似の手法についての概観を簡潔に行い、Ack パケット間隔を調整する方法の適用を論じている。下位レイヤに ABR 使用して、そのフィードバック情報を明示的に使用した前章での研究とは異なり、そのような下位レイヤから明示的に伝えられる情報を使わない環境での Ack パケット間隔調整方法の実現方法の提案とその効果に関する一連の検討を論じている。特にネットワーク内にボトルネックルータがある場合を検討している。シミュレーションによる解析により、end-to-end での TCP の性能改善とともに、TCP コネクション間の公平性についても改善についての結果も論じている。

第 5 章は「Conclusions (結論)」であり、本論文で述べた内容を総括し、ネットワーク情報の利用についての展望について論じている。

以上これを要するに、本論文は、フィードバック制御をベースとする高品質通信プロトコルの実現のため、ネットワークで得られる情報をフィードバック型制御へ反映させるための連携方法や利用方法に対する様々な面からのアプローチを提案し、さらにシミュレーションによりその有用性を示したものであり、情報通信工学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士 (工学) の学位請求論文として合格と認められる。