

論文の内容の要旨

論文題目：

Distributed Rate Control Schemes for Streaming Delivery Systems over the Internet

(インターネットにおけるストリーミング配信システムの分散型レート制御手法に関する研究)

氏名： チャン ハ グエン

近年ブロードバンドネットワークインフラの普及やエンコーディング・デコーディング技術やネットワーク技術の発展とともにリアルタイムマルチメディアアプリケーションが普及するようになった。従来のダウンロードしてから再生を始まるマルチメディアアプリケーションと異なって、ストリーミングではメディアコンテンツをダウンロードしながら再生ができる技術である。しかしストリーミングアプリケーションではリアルタイム性が要求され、また大量かつ高速なデータを取り扱うのでサービス品質はネットワーク状態変動に敏感する。例えば、送信レートの削減あるいはネットワーク輻輳によってデータがロスした場合、再生品質に大きな影響を及ぼす。また、インターネットはベスト・エフォートネットワークであり、サービス品質を保証する機能は整っていない。そのため、インターネットにおいてストリーミング配信を行うにはサービス品質を考慮する必要がある。

我々の研究目的はレート制御手法を通じてインターネットにおけるストリーミング配信システムのサービス品質を向上する。一般にインターネットアプリケーションのサービス品質を提供する手段として CDN, QoS ルーティング, IntServ, DiffServ などが研究されている。しかし我々はストリーミングアプリケーションに QoS を提供するのにレート制御を行うのはもっとも効果なアプローチだと考えている。その理由は、これらの制御メカニズムは様々なネットワーク環境に適用できる、それにレート制御はエンド・エンドで行うので現在のインターネットアーキテクチャと親和性を保つ。また、我々が大規模なストリーミング配信システムを想定するので、受信者の観測やフィードバックによって行われる受信者駆動型、あるいは分散型と言ったレート制御手法に着目する。これらの大規模なシステムにおいて、送信者がすべての状態を管理し集中的なレート制御を行うのはスケラブルではないと考えられる。

我々の研究は大きく分けて二つの部分が含まれる。第一部分は **BBStream** といった受信者バッファの再生可能な時間を考慮したユニキャスト型ストリーミングレート制御手法である。ここで我々は、現在のストリーミングアプリケーションでは受信者にバッファを設けてネットワーク状況の変動を吸収して再生品質を維持するのに、レート制御はそのバッファを考慮せずに行うため、受信者の再生品質が劣化となることを示す。そのサービス品質

の劣化を防ぐために、ストリーミング配信システムは受信バッファを考慮したレート制御手法を適用する必要があることを示す。我々は **BBStream** レート制御手法の詳細を説明し、シミュレーションによって性能評価を行って、オープンソースストリーミング開発プラットフォームを用いて実装した。

第二部分は **RPLM** といったスパスモードルーティングプロトコルを適用した IP マルチキャストネットワークにおける階層型ストリーミング配信システムのレート制御手法である。ここで我々は、IP マルチキャストネットワークにおいて階層型マルチメディアを配信するのは適切なストリーミング配信システムなのに、スパスモードルーティングを適用した特定なネットワークトポロジーにおいてストリーミング配信を行うと受信品質が劣化してしまうことを示す。そのサービス品質の劣化を防ぐために、レート制御手法はサーバからのトラフィックを観測するだけでなく、すべての **Rendezvous Point** を経由したトラフィックを観測するとともに、従来と異なる受信階層のドロップ仕方も考慮する必要があることを示す。我々は **RPLM** レート制御手法の詳細を説明し、シミュレーションによる性能評価を示す。

キーワード：ストリーミング，サービス品質，レート制御，受信バッファ，階層型マルチキャスト，スパスモードルーティング