

氏名	こむら たか あき 古村隆明
学位(専攻分野)	博士(情報学)
学位記番号	情博第31号
学位授与の日付	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	情報学研究科知能情報学専攻
学位論文題目	インターネット放送に関する研究 ——バッファ管理, 前方誤り訂正, 階層伝送——

論文調査委員 (主査) 教授 池田克夫 教授 美濃導彦 教授 石田 亨

論文内容の要旨

本論文は、インターネット放送を実現するために必要になる、バッファ管理、前方誤り訂正、階層伝送について考察し提案を行っている。

第1章では、インターネット放送について定義し、インターネット放送に不可欠なIPマルチキャストと、高品質なインターネット放送に必要なQoS (Quality of Service) 保証技術について考察して本研究の位置づけを行っている。

第2章では、受信ホストのバッファで発生する遅延を最小にするためのバッファ管理手法について考察を行い、その管理方法を考案している。バッファに関連する遅延とジッタの発生する原因について、また、最大遅延や最小遅延とジッタとの関係について考察を行い、ジッタの値から遅延を最小にするためのバッファのサイズと再生開始のタイミングを決定する方法を考案している。

本考案の管理手法を用いれば、ジッタの影響は完全に吸収し、かつ遅延が最小になる処理を行うことができる。この方式はインターネット放送に限らず、インターネット上での音声通話のようなアプリケーションを実装する際にも適用できる。第3章では、QoS保証された経路上で保証されたパケットロス率よりも更に低い誤り率でデータを再生できるようにするため、前方誤り訂正 (Forward Error Correction; FEC) 符号の利用を論じている。

考案した方式の特徴は、QoS保証によってネットワークでのパケットロス率が既知であることを利用する点である。これによって、送信者が要求する任意の誤り率を達成できるように誤り訂正符号のパラメータを算出することができる。これまでの前方誤り訂正法ではどの程度の誤り率を達成できるのかが分からないままであった。

QoS保証経路では、通信の前の帯域を予約しておく必要があるが、本論文の方式ではFECによってどれだけデータ量が増加するかを事前に知ることができるため、QoS保証時に適切な帯域予約を行うこともできる。また、QoS保証方式の一つである Comfortable Service を用いて誤り率を下げる方法と、FECを用いて誤り率を下げる場合の二通りについて、ネットワークの利用効率について比較を行っている。

第4章では、利用できる帯域が異なる複数の受信者が、一つのマルチキャストグループに参加する環境で、それぞれの受信者に適切な量のデータを効率良く転送するための階層符号化と階層伝送について考察し、より効率の良いデータ転送を行うためにパケットの送信順序を変更するアルゴリズムを考察している。

また、MPEGとMotion JPEGによって圧縮された動画像を階層伝送するシステムを実装し、それぞれの実装で遅延の増加について考察している。

MPEG階層伝送システムでは、単位時間あたりのフレーム数によって階層化を行い、パケット送信順序制御を行うことでルータでの階層伝送の処理が効率良く行われたことを確認した。また、Motion JPEG階層伝送システムでは画質による階層化を行い、MPEGのシステムに比べて低遅延で階層伝送を実現した。

第5章は結論であり、本論文で得られた成果について総括し、将来の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、インターネットにおける実時間のストリーム型フローの同時伝送に要求される品質保証に関する研究をまとめたものであり、主な成果は次の通りである。

1 単方向通信時に、受信ホストのバッファで発生する遅延を最小にするためのバッファ管理手法について考案し、その有効性を確認した。また、送信ホストと受信ホストの同期ずれに対処するために、バッファの残量に応じて再生速度を変更する手法を考案し、有効性を確認した。

2 QoS 保証などでパケットロス率が保証されている経路において、データの誤り率を任意の値以下にするために誤り訂正符号を利用する方法を考案した。この方法を用いることで、受信者が受け取るデータの品質の下限を決めることができる。また、誤り訂正符号によって増加するデータ量もあらかじめ分かる仕組みになっているため、QoS 保証で予約すべき帯域も正確に分かることが検証された。

3 マルチキャストの環境下で帯域の異なる受信者に適切な量のデータを転送するために、階層伝送を利用する。このとき、パケットの送信順序を制御する方法を考案した。これによってルータでの階層伝送処理が効率的に行なわれることを確認した。MPEG と Motion JPEG を階層伝送するシステムを実装して評価を行い、パケット送信順序制御が有効に働くことを検証した。

以上要するに本論文は、インターネット放送の品質保証に関する手法を考案し、その有効性を示したもので学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年2月21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。