

動画像伝送における QoS マッピングルールの獲得

2V-1

中岡 謙 松田 潤
ATR 環境適応通信研究所

1. はじめに

分散型マルチメディアアプリケーションを用いた動画像伝送においては、動画像の持つ実時間性や画質などを保証する必要がある。このような要求に対してサービス品質 (Quality of Service: QoS) の保証を目的とした QoS 制御に関する研究が近年盛んに行われている。QoS 保証された動画像伝送を行うためにはネットワーク資源や端末資源を事前に確保する必要がある、これらの資源量は動画像に対して要求される QoS に基づいて算出される。

QoS の概念は用いられるレベルによって異なるため、アプリケーションなどの上位レベルとネットワークおよび端末などの下位レベルの間において QoS マッピングと呼ばれる QoS パラメータの変換が必要である。従来はシステム構築者などが事前に QoS マッピングルールを記述していたが、アプリケーションレベルの QoS とネットワークレベルおよび端末レベルの QoS の間には表現的な隔たりがあり、しかも単純な線形写像による変換では対応しきれないため、事前に QoS マッピングルールを記述することが難しいという問題がある。

筆者らは文献 [1]、[2] において、強化学習の枠組みであるファジィクラシファイアシステムにより QoS マッピングルールを獲得する手法を提案し、シミュレーション結果を通して、ユーザもしくはシステム構築者が事前に詳しい QoS マッピングルールを記述することなく、ユーザが希望するメディア品質を実現するために必要な QoS マッピングルールを自律的かつ適応的に獲得することが可能であることを示した。文献 [2] におけるシミュレーションでは、ある 1 パターンのアプリケーション QoS に対して QoS マッピングルールの学習を行った。一般に、ネットワークや端末の性能・使用状況によって要求される動画像品質は異なるため、各動画像品質に応じた様々なアプリケーション QoS が必要となる。

そのため、新たなアプリケーション QoS パターンが入力されるたびに QoS マッピングルールを学習することになるわけだが、アプリケーション QoS パターンの増加に伴いルール獲得に要する学習時間を考慮しなければならない。

本稿では、様々なアプリケーション QoS パターンに対して QoS マッピングルールの獲得シミュレーションを行い、アプリケーション QoS パターンの増加に伴う QoS マッピングルールの獲得に要する学習時間についての検討を行う。

2. QoS マッピングルールの獲得

図 1 にファジィクラシファイアシステム (Fuzzy Classifier System: FCS) を用いた QoS

マッピングルール獲得のためのアーキテクチャを示す。FCS はルールベース、ファジィ推論機構、信頼度割当機構、ルール改善機構の 4 つのブロックで構成され、動画像の送受信、符号/復号化、再生などを担当するアプリケーション上に搭載される。

ルールベースには、アプリケーション QoS をネットワーク QoS および端末 QoS へと変換する QoS マッピングルールが蓄えられている。ファジィ推論機構はアプリケーション QoS を入力として受け取り、ルールベース中の QoS マッピングルールを用いてファジィ推論による QoS マッピングを行い、出力としてネットワーク QoS および端末 QoS を求める。これらネットワーク QoS および端末 QoS に基づいてネットワーク資源と端末資源を確保した後、動画像の伝送を開始する。メディア品質判定部は端末上で再生されている動画像品質の評価を行い、その評価結果を報酬として信頼度割当機構へと渡す。信頼度割当機構は、ファジィ推論の対象となった QoS マッピングルール

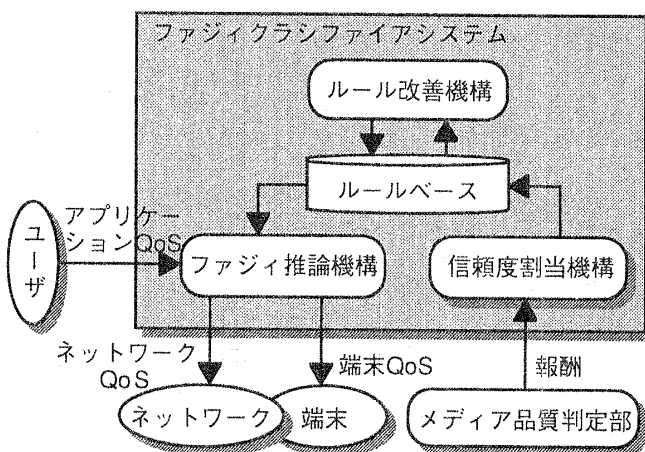


図1 QoSマッピングルール獲得構成図

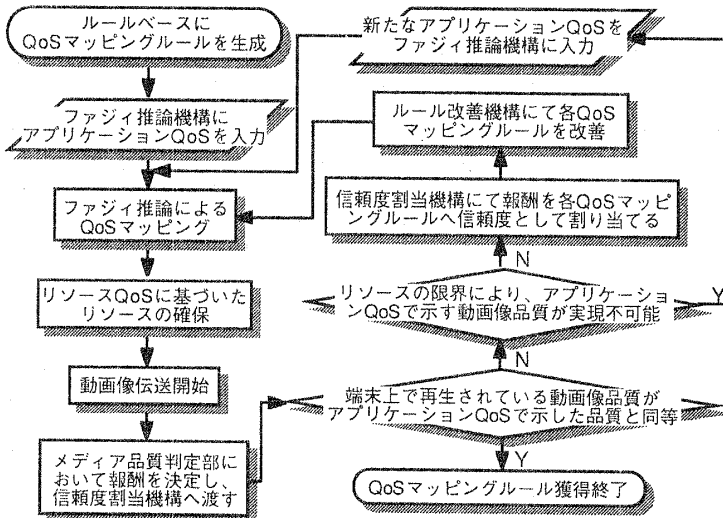


図2 QoSマッピングルール獲得手順

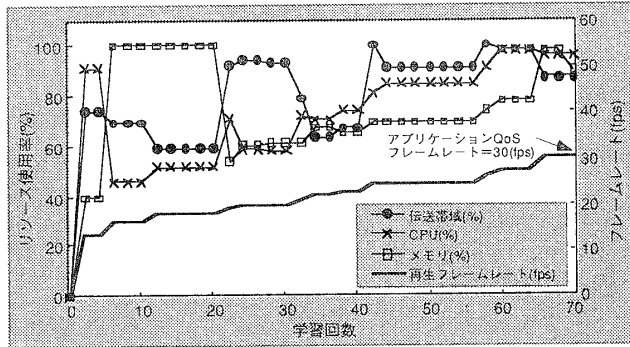


図3 再生フレームレートおよびリソース使用率

へ受け取った報酬を信頼度という形で割り当てる。ルール改善機構は、各 QoS マッピングルールに割り当てられた信頼度に基づいて、遺伝的アルゴリズム等を用いて QoS マッピングルールの改善を行う。図 2 に FCS による QoS マッピングルールの獲得手順を示す。

3. 評価および考察

ネットワークに接続された 2 つの端末間における動画伝送のモデルを考え、本アーキテクチャの有効性を検証するために、計算機シミュレーションによる評価を行う。

QoS マッピングルールは受信端末に搭載された FCS により獲得される。送信端末から受信端末へ伝送される動画データとしては Motion JPEG を想定する。アプリケーション QoS はフレームレート f (fps)、画像サイズ s (pixel) (s は画像の横サイズであり、横：縦 = 4 : 3 とする)、圧縮クオリティ q の 3 種類を用い、ネットワーク QoS は接続されたネットワークの最大伝送帯域に対する使用率 b (%)、端末 QoS は CPU 使用率 c (%) とメモリ使用率 m (%) を用いる。メディア品質判定部にて決定される報酬は、アプリケーション QoS で示されるフレームレートと受信端末上で再生されている動画のフレームレートとの差に基づいて与える。

フレームレート 30(fps)、画像サイズ 320(pixel)、圧縮クオリティ 50 のアプリケーション QoS に対して QoS マッピングルールの獲得を行った結果を図 3 に示す。横軸は試行回数、左縦軸はネットワーク QoS および端末 QoS で表されるリソース使用率、右縦軸は受信端末上で再生される動画のフレームレートを示している。試行回数とは、QoS マッピングルールがルール改善機構で更新される回数である。試行回数を重ねるごとに受信端末上で再生される動画のフレームレートがアプリケーション QoS で示されるフレームレートに近づいていく様子が分かる。

上記シミュレーションでは、ある 1 つのアプリケーション QoS パターンに対してルールベース中の QoS マッピングルール群の学習を行った結果であるが、一般にネットワークや端末の性能・使用状況によって様々なアプリケーション QoS が必要となる。そこで、アプリケーション QoS パターンの増加に伴うルール獲得に要する学習時間を調べるために、50 種類のアプリケーション QoS パターンに対して QoS マッ

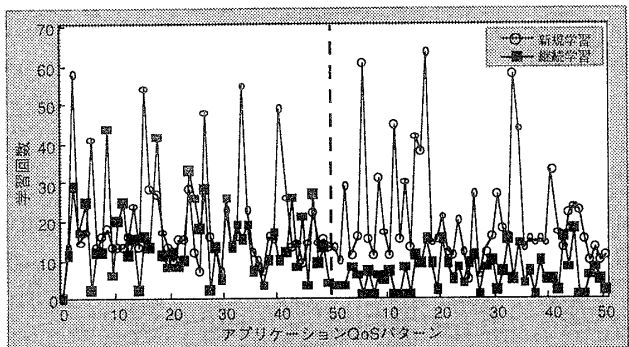


図4 アプリケーションQoSと学習回数

ングルールの獲得を行い、それに要した学習回数を図 4 に示す。横軸はアプリケーション QoS パターン番号、縦軸は学習回数を表す。1 つのアプリケーション QoS パターンを学習するたびにルールベース中に新たに QoS マッピングルール群を用意する方法を新規学習、複数のアプリケーション QoS パターンの学習を同一の QoS マッピングルール群を用いて行う方法を継続学習と呼ぶ。継続学習では、様々なアプリケーション QoS パターンを学習するに従いルール獲得に要する学習回数が次第に減少していき、50 種類のアプリケーション QoS パターンを学習し終えた後に再び同じアプリケーション QoS パターンを学習させた場合、前回よりも獲得に要する学習回数が減少していることが分かる。このことから、本手法における QoS マッピングルール群は、以前に学習したアプリケーション QoS パターンに対する記憶性と、未学習のアプリケーション QoS パターンに対する汎用性を備えていると言える。

4. まとめ

本稿では、ネットワークや端末の性能・使用状況の変化に伴う様々なアプリケーション QoS パターンに対する QoS マッピングルールの獲得を行った。継続学習において、一度学習したアプリケーション QoS パターンに要する再学習回数が減少することを示したものの、再学習回数としては更なる削減が必要である。また、未学習のアプリケーション QoS パターンに対する学習回数のさらなる削減も望まれる。そのため、獲得される QoS マッピングルールの汎用能力を高め、それらルールの相互補完によって新たなルールを生成するような手法が必要であると考えている。

参考文献

- [1] 中岡、松田、「ファジィクラシファイアシステムによる QoS マッピングルール獲得手法の検討」、1998 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集 2、pp.511
- [2] K. Nakaoka and J. Matsuda, "A Method for Acquisition of QoS Mapping Rules for Distributed Multimedia Application", Proceedings of the 1999 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'99), Vol.1, pp.496-502