

多種ユーザに対するメディア配信を実現する アプリケーション層ネットワークの提案

加藤 雄一郎 山口 弘純 谷口 健一

大阪大学 大学院情報科学研究科 コンピュータサイエンス専攻

E-mail:y-katou@ics.es.osaka-u.ac.jp, {h-yamagu, taniguchi}@ist.osaka-u.ac.jp

1 はじめに

本稿では、サービス品質要求が異なる端末群に対するメディア配信サービスを実現するアプリケーションレベルマルチキャストネットワーク（以下サービスネットワーク）を構築するアルゴリズムを提案する。このネットワークは、フォーマット変換やレート制御など、サービス品質変換を行うことができるマルチキャストノードである MSN (Media Service Node) から構成され、(複数の) MSN を経由することで各端末の要求に見合う品質でメディア配信を行う。このネットワークでは、各 MSN にサービス品質変換処理を分散させることで、単一サーバでの処理負荷を回避できる。同様のネットワークアーキテクチャは文献 [1] において提案されているが、サービス品質に対する要求の多様性を考慮したものではない。提案するアルゴリズムでは、各 MSN が提供するサービス品質変換を変化させ、ネットワークを動的に再構築することで、要求端末数の変化に柔軟に対応できる。

2 提案するサービスネットワーク構築アルゴリズム

2.1 サービスネットワークのアーキテクチャ

図 1 にサービスネットワークの一例を示す。図 1 において、Source はストリーミングデータの送信端末を示しており、サービスネットワークを管理している。各サービス要求端末 (Users) はサービスネットワークにサービス品質 Q_i ($i = 0, 1, \dots, i = 0$ はオリジナルの品質を示す) でのストリーム受信要求を出し、複数の MSN を介して (または source から直接) ストリームを受信する。ここで、 (Q_i, Q_j) は MSN で品質 Q_i のストリームを受信し、品質 Q_j に変換したうえで複数の MSN や要求端末に配信することを表す (ただし、 $j = i$ または $i + 1$)。なお、ひとつの MSN が配信可能なストリーム数には品質に応じた上限があり、品質を下げることによってストリーム数を増加させ、配信可能な要求端末数を増やすことができる。

2.2 構築アルゴリズム

本稿では、メディア配信サービスを (1) サービス開

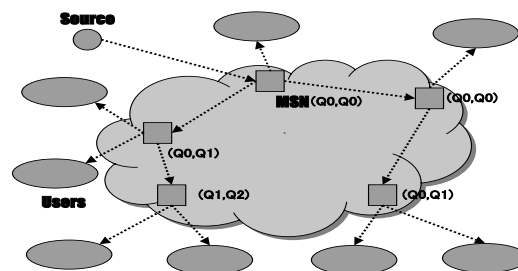


図 1: MSN で構成されたサービスネットワーク
始前, (2) サービス開始後の 2 つのフェーズで区別する。ライブストリーミングの配信サービス開始前には、ある程度の要求端末がメディア受信要求を出しているとして仮定できる。そこで、(1) サービス開始前のサービスネットワークは、端末群のサービス受信要求、MSN で提供できるサービス品質変換機能や同時出力可能なストリーム数から、整数線形計画法 (ILP) を用いて、なるべく多くの要求端末に対してストリーミングデータの配信を行い、かつ各受信端末のサービス品質要求に応じるようにする。

(2) サービス開始後は、既存のサービスネットワークをなるべく変更せずに、要求端末数の変化に応じて、後述するサービス品質変更プロセスにより、各 MSN の提供する品質変換機能を変更する。また子端末の数が少なくなった MSN は、サービス品質統合プロセスにより、子端末を同じ品質を提供している複数の MSN に移行させて、自身は新たな受信要求や、より高品質での受信要求に備える。これにより、ストリームを受信できていない端末 (待ち端末) や、サービス品質要求に対して満足のいく品質でのストリームを受信していない端末 (低満足端末) に対するサービスを改善できる。

サービス品質変更プロセス

待ち端末が増加した場合、より多くの要求端末にストリームを配信するためには、MSN が配信するストリームのサービス品質を下げることで、逆に、受信端末数が少なくなり、各受信端末に高品質のサービスを提供できる場合は、サービス品質を上げることでサービスを改善する。なお、本稿では詳細は省略するが、これらによるサービスネットワークの変更はなるべく少なくなるようにしている。図 2 はサービス品質を下

Application-level Service Networks
to Provide Streaming Services
for Heterogeneous Users
Yuichiro KATO,
Hirozumi YAMAGUCHI and Kenichi TANIGUCHI
Graduate School of Information Science and Technology
Osaka University
Toyonaka, Osaka 560-8531, Japan

げる例を表す。

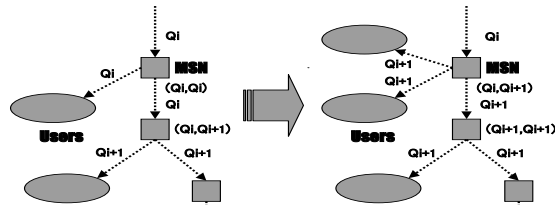


図 2: サービス品質変更プロセス (サービス品質を下げる場合)

サービス品質統合プロセス

Q_i のストリームを配信しているある MSN の子端末および子 MSN 数が少なくなった場合、その MSN は子端末および子 MSN を他の MSN 群に統合し、ストリームの受信および配信を停止する (空き MSN となる)。

このサービス品質統合プロセスにより生じた空き MSN は待ち端末や低満足端末に対して、新たにストリームを配信するために用いられる。

3 性能評価

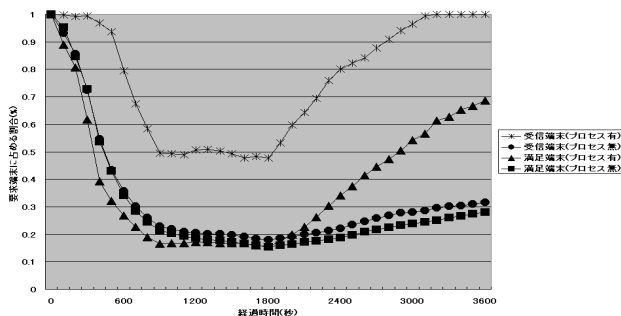


図 3: サービス受信端末および満足サービス受信端末が全端末に占める割合

構築アルゴリズムの性能評価を以下の環境を仮定し、シミュレーションにより行った。サービス品質 Q_0 のストリームを最大 100 本出力できる source と、8 個の MSN が存在するとし、各 MSN はサービス品質 Q_0 、 Q_1 、 Q_2 のストリームをそれぞれ最大 100 本、130 本、200 本出力できる。サービス開始前は、サービス品質 Q_0 、 Q_1 、 Q_2 のストリームを出力する MSN がそれぞれ 5 個、2 個、1 個存在し、600 から 700 の要求端末が存在するものとした。サービス開始後は新たに到着する要求端末が多く、時間経過に従い少なくなるような状況を想定し、サービス開始後は毎秒 8 から 10、900 秒から毎秒 4 から 6、1800 秒後から 0 から 2 の端末が新たに到着するものとした。また、文献 [2, 3] で示されているように、ライブストリーミングの配信サービスでは、大半のセッションは短期間で切断される状況であると仮定することができ、サービス受信後から

離脱する時間は 120 秒以内が約 70%、120 秒から 600 秒以内が約 10%、600 秒から 1200 秒が約 10%、1200 秒以上が約 10%とした。なお、サービス要求後受信できない端末は、待ち端末となる。また、大半の要求端末が、サービス品質の高いストリームを受信できるネットワーク帯域やメディアの再生能力であるような状況を仮定し、サービス品質 Q_0 、 Q_1 、 Q_2 を要求する端末はそれぞれ 50%、25%、25%とした。

図 3 はサービス開始後からのサービス変更および統合プロセスを用いてサービスネットワークを構築した場合 (プロセス有) とそうでない場合 (プロセス無) の (1) 要求端末に占める受信端末の割合、(2) 要求端末に占める要求サービス品質で受信する受信端末 (満足端末) の割合を示している。この結果から、サービス開始後新たに到着する要求端末が多い場合は、サービス変更プロセスにより各 MSN の品質を下げることで、受信端末の割合がプロセス無に比べ大きいことがわかる。その後新たに到着する要求端末が減ってくると、サービス変更プロセスおよび統合プロセスにより、各 MSN の品質を上げることで満足端末の割合が時間の経過とともに大きくなることわかる。

今後は、ILP などを用いて最適なネットワークを構築した場合と (1)、(2) の項目やネットワーク再構築にかかるコストを比較し、構築アルゴリズムの評価を行う。

4 おわりに

本稿では、ライブストリーミング配信サービスを対象に、サービス品質に対する要求の異なる端末群に対するメディア配信サービスを実現するアプリケーションレベルサービスネットワークを構築するアルゴリズムを提案し、シミュレーションによる性能評価を行った。今後は、サービスノードがエンドホストであるような P2P ネットワークによるサービスネットワーク ([3, 4]) を構築するアルゴリズムを検討する予定である。

参考文献

- [1] S. Banerjee, C. Kommareddy, K. Kar, B. Bhat-tacharjee and S. Khuller, "Construction of an Efficient Overlay Multicast Infrastructure for Real-time Applications," To appear in IEEE Infocom 2003.
- [2] J. V. D. Merwe, S. Sen and C. Kalmanek, "Streaming Video Traffic : Characterization and Network Impact," In Pro. of 7th Int. Workshop on Web Content Caching and Distribution, 2002.
- [3] V. N. Padmanabhan, H. J. Wang and P. A. Chou, "Distributing Streaming Media Content Using Co-operative Networking," In Proc. of 12th NOSSDAV, pp. 177-186, 2002.
- [4] R. Lienhart, M. Holliman, Y.K. Chen and M. Yeung, "Improving Media Services on P2P Networks," IEEE Internet Computing, vol.6, no.1, pp.73-77, 2002.