

予備親探索を用いた ALM におけるツリー構築の実装評価

Implementing Application Layer Multicast with proactive routing maintenance.

楠本 哲也 國近 洋平 甲藤 二郎 大久 保榮
Tetsuya KUSUMOTO Yohei KUNICHIKA Jiro KATTO Sakae OKUBO

早稲田大学理工学部 電子情報通信学科
Department of Electronics, Information and Communication Engineering, Waseda Univ.

1. 研究背景と目的

現在、xDSL や FTTH などブロードバンドの普及に伴い、動画、音声などのマルチメディアコンテンツが増加している。これらのコンテンツは比較的データのサイズが大きく、さまざまな配信方法が考えられている。配信方法としてはクライアント/サーバーモデル、CDN、IP マルチキャスト、ALM などが挙げられる。その中で既存のインフラを変更することなくアプリケーション層でマルチキャストを実現する ALM が注目されている。ALM は各エンドノードでパケットを複製し、ノード間はユニキャストでデータを送信する。しかし、ALM では各ノードが自由に離脱するため、経路再構築までの時間が特性劣化を引き起こす問題がある。そこで、各ノードが事前(proactive)に予備経路を作成しておき、親ノードの離脱時に即座に予備経路に切り替える方式が提案されている[1][2]。本稿では、[1]に示した ALM 手法を実装し、実網の上での評価を試みる。

2. 予備経路作成アルゴリズム

予備経路の作成アルゴリズムとして[1]では、あらかじめ子と祖父の間で RTT を測定し、それに基づいて親が離脱した際の次の接続先(予備親)を決定する。最も RTT が小さいノードが祖父を予備親とし、2 番目は 1 番目を、3 番目は 2 番目を予備親といったように RTT 順に決める。また、接続できるリンク数(degree)を各ノードは常に 1 つ余らせておくことで、予備親に確実に接続することができるようにしている。予備親に接続し、予備親の degree が全て埋まってしまった場合は接続先の兄弟の中で degree が空いているノードに接続する。

一方[2]では、各ノードは子の残りの degree の数を計算し、 n を着目ノードの子の数、 C_j を子ノード、 $d(C_j)$ を子ノード C_j の残りの degree 数としたとき、(1)式を満たすノードは予備親を決定することができ、満たさない場合はさらに孫ノードの残りの degree を含めて再計算を行い、(1)式を満たすまで計算に含めるノードを増やす。そして、そのノード間で距離を考慮して予備親を決定する。つまり、離脱ノードの子の内 1 つは祖父を予備親として選べるので、空いている degree の数がその子を除いた $n-1$ 分空きがあれば予備経路を作成できる。

$$\sum_{j=0}^{n-1} d(C_j) \geq n-1 \quad (1)$$

3. 実装の手順

今回は[1]のアルゴリズムの実装を進めた。単一ソースノードの放送型 ALM を想定しているため、まずソースノードを配置する。参加ノードは最初にソースノードに JOIN メッセージを送る。各ノードは degree が空いていれば接続を受け入れ、degree が全て使われていたら、子に JOIN メッセージをリダイレクションする。このようにツリーの構築後、参加、離脱により祖父、親、子の関

係が変わるたびに予備親を更新する。予備親も同時に離脱していた場合はソースノードに JOIN メッセージを送る。

4. 実装評価

実装を Windows 上に行い、動作を確認した。ソースノードはリアルタイムにキャプチャした画像を H263+ でエンコードし配信を行う。各ノードの degree 数は最大 3 に設定し、ノード数は図 1 のように学内ネットワークが 17 ノード、バックボーンを介したネットワーク A が 7 ノード(内 3 台は無線)、ネットワーク B が 1 ノードとなっており、3 つのネットワークで合計ノード数 25 ノードを使用した。

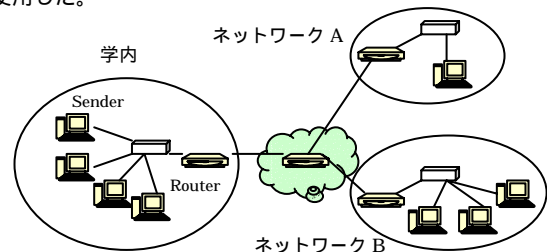


図 1. 測定した実網のトポロジ

離脱後に全ての子が祖父に JOIN メッセージを送って、次の親を探しだす reactive 型を比較対象とし、proactive 型の[1]のアルゴリズムにおいて、ランダムにノードを参加、離脱をさせたときの再接続に要する時間(リカバリタイム)を計測し評価を行った。それぞれの平均値を図 2 に示す。

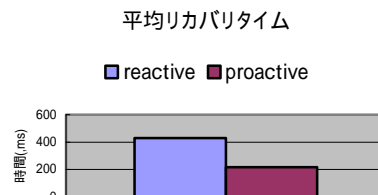


図 2. 評価結果

5. まとめ

今回、proactive な予備経路作成アルゴリズムを実装し、ノード離脱時のリカバリタイムを reactive 手法の半分程度に改善できることを実証した。今後は[2]の proactive 方式の実装評価と[1]の改良提案を進めていく予定である。

6. 参考文献

- [1]Y.Kunichika et al: "Application Layer Multicast with Proactive Route Maintenance over Redundant Overlay Trees."PV2004,Dec.2004
[2]M Yang and Z Fei "A Proactive Approach to Reconstructing Overlay Multicast Trees" IEEE INFOCOM 2004,Mar 2004.
*この研究は NICT プロジェクト「通信ネットワーク利用放送技術の研究開発」の一環として実施している。