

グループ型通信対応サービス切替え方式の実装と評価

田坂 和之[†] 今井 尚樹[†] 堀内 浩規[†]

[†](株)KDDI 研究所

1. はじめに

携帯電話を利用した多人数によるコミュニケーションサービスが開始されるなど、グループ型通信が注目されつつある[1]。将来的には、携帯電話などの移動端末や、PCなどの固定端末が混在するユビキタス環境下においても、グループ型通信のサービスが実現されることが望ましい。加えて、ユビキタス環境では混在する端末やネットワークをユーザが動的に切替え可能であることが期待される。筆者らは、サービスを継続しながら利用端末・アプリケーション・リンクを切替え可能な、グループ型通信対応サービス切替え方式(以下、gSMIG: Group Communication with Service Migration)の研究開発を実施してきた[2]。本稿では、gSMIGを実現するために必須となるネットワークトポロジー動的切替え機能と、サービス切替え機能について述べるとともに、本機能の実装と性能評価を報告する。

2. グループ型通信対応サービス切替え方式

本稿ではグループ型通信のアプリケーションとして、多人数でのTV会議や音声会議を想定する。一般的にグループ型通信では、センタサーバが映像・音声データを集中管理するトポロジーとなる。このセンタサーバにより、性能差がある端末の収容や、ネットワークの帯域差を吸収可能となるが、一方で冗長な経路によるエンド端末間の遅延増加や、センタサーバがSingle Point of Failure (SPoF)になるといった問題も発生する。そこで、一部のユーザ端末にプロキシ機能を持たせて他端末を収容するトポロジーと、全ての端末同士が直接データを送受信するピアツーピア型のトポロジーとを、グループ型通信に参加する端末の性能やネットワーク帯域に応じて切替える。

加えて、ユーザが、サービスを継続しながらも、利用中の端末を別の端末へ切替えたい場合、システム側は、利用中のセッションを次の端末へシームレスに切替えなければならない。さらに、参加端末を切替えることで、切替え先の端末が利用中のアプリケーションを利用できない場合がある。例えば、ユーザが、デスクトップ端末でTV会議アプリケーションを利用していたが、携帯電話端末に切替えたため、映像を受信することが不可能な場合などである。このような場合、参加端末間のセッションを動的に切替えることにより、サービスを継続しながら通話可能な参加端末同士で、端末・リンク・アプリケーションを切替える。

以下では、上記を実現するためのネットワークトポロジー動的切替え機能ならびにサービス切替え機能を示す。

2.1. ネットワークトポロジー動的切替え機能

参加端末はグループへ参加する際に、端末性能やネットワーク帯域をプレゼンス情報として会議サーバへ登録する。会議サーバは、このプレゼンス情報を基にして、グループ型通信のトポロジーを決定する。このトポロジー決定方法の詳細を、以下に述べる。

会議サーバは、参加端末の登録時に、参加端末のCPUやメモリ容量ならびにネットワーク帯域を収集し、参加端末のフルメッシュによる通信可否を判断する。しかしながら、参加端末の中には、性能不足やネットワーク帯域の不足により、これらの情報を会議サーバへ提供することが困難な端末も存在する。そこで、自端末の負荷や各端末との回線遅延の提供が困難な端参加端末は、各端末間の回線遅延を測定しない。このような会議サーバか

gSMIG: Group Communication with Service Migration

[†]Kazuyuki TASAKA (ka-tasaka@kddilabs.jp)

[†]Naoki IMAI (naoki@kddilabs.jp)

[†]Hiroki HORIUCHI (hr-horiuchi@kddilabs.jp)

KDDI R&D Laboratories Inc. (†)

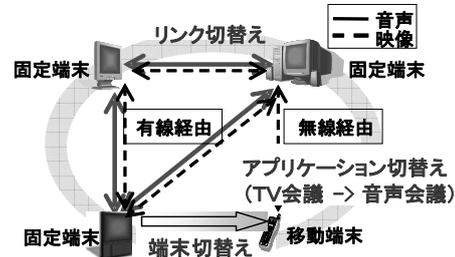


図1: ユビキタス環境下でのグループ型通信

らフルメッシュでの通信が不可と判断された参加端末(以下、従属端末)は、プロキシ(以下、代表端末)経由で他の参加端末との通信を行う。代表端末は、参加端末の性能と接続先ネットワーク帯域が会議サーバ上に予め設定している閾値より高い参加端末、ならびに会議サーバが定期的に収集する参加端末のCPUやメモリ使用率ならびに他の端末との回線遅延が、会議サーバで設定している閾値より低い端末の中で、最も条件がよい端末から選択される。ただし、グループ内に代表端末が存在しない場合は、中央集中型で用いるサーバ(以下、メディアサーバ)を経由した通信を行う。

この代表端末ならびに従属端末の決定により、ピアツーピア型や中央集中型、これらが混在するトポロジーなど、ネットワークトポロジーが動的に決定される。

2.2. サービス切替え機能

ユーザが端末を切替えたい場合、利用中の参加端末、あるいは切替え先の参加端末から会議サーバへ、切替え要求とともに、切替え先端末のアドレスや切替え先の端末が実行するアプリケーション情報を送信する。

次に、会議サーバが切替え要求を送信した参加端末と同じグループ内に存在する通話中の全参加端末へ、切替え前および後の端末が持つアドレスを含んだ経路切替え要求を送信する。さらに切替え前の端末と後の端末で利用されるアプリケーションが変更される場合、会議サーバは、各端末へ、切替え後の端末が持つアドレスならびに利用するアプリケーションを、アプリケーション切替え要求と共に送信し、サービスを切替える。

3. 実装概要

gSMIGを構成する参加端末、会議サーバ、メディアサーバは、全てLinuxカーネル2.6.11上に実装した。このLinux上で利用する通信は、全てIPv4アドレスである。このIPv4網上で、参加端末同士ならびに標準端末とサーバとで送受信される制御信号は、IETFで標準化されているSession Initiation Protocol (SIP)[3]を利用した。

各参加端末で利用するリアルタイムアプリケーションとしては、TV電話、VoIP、チャットアプリケーションを作成した。これらアプリケーションを利用する2章で述べた2つの機能は、固定端末ならびにノートPC上にそれぞれ実装した。以下にその詳細を示す。

3.1. ネットワークトポロジーの切替え

2.1節で述べたように、会議サーバは、各参加端末から定期的に各端末の負荷ならびに回線遅延を収集するが、従属端末からの収集は、従属端末の負荷を増加させてしまうため、従属端末からの収集を行わない実装とした。

情報に必要な参加端末のIPv4アドレスは、インターネットの利用増加に伴うグローバルアドレス枯渇問題がある。このため、プライベートアドレスを利用する端末が増加している。そこで本稿では、IPv4のプライベートアドレスを持つ参加端末からも、グループの参加を可能とするため、Universal Plug and Play (UPnP)を用いたNAT越え技術を利用する。この技術により、ユーザは参加端末に割当てられたIPv4グローバルアドレスを確保する必要がなくなり、参加端末の利用性を向上させることも可能となる。

3.2. サービス切替え

参加端末がサービス切替え要求を会議サーバへ送信するため、本実装では、SIP の REFER メソッドを使用したユーザが、所有する端末のどこからでもサービス切替え要求を送信することが可能とするため、切替え前の端末、あるいは切替え後の端末、どちらの端末からも切替え要求を送信可能とした。つまり、どの参加端末からも、REFER メソッドを使用可能な実装とした。

次に会議サーバは、ネットワークポロジを決定した後、UPDATE メソッドを用い、各端末へ経路変更後の情報を該当端末へ送信する。これにより、切替え前と後でサービスを継続することが可能となる。

4. 性能評価

図 2 に実験ネットワークの構成を示す。グループ通信には最大 4 人が参加するものとし、参加端末 A と B、及び参加端末 C と D がそれぞれ異なるサブネットワークに存在する。これらの端末にはプライベートアドレスが付与される。一方、移動端末として、参加端末 a が携帯電話網に接続される。システム性能評価のための実験シナリオならびに実験項目を以下に記述する。

4.1. 端末切替え

図 3(a)の上側に示すように、参加端末 4 台(A~D)でグループを構成して TV 会議を実施する。ここで、代表端末は端末 B とする。次に、図 3(a)下側に示すように、参加端末 D から参加端末 a に端末を切替える。会議サーバは、参加端末 a の性能や接続先ネットワーク帯域から、参加端末 a を TV 会議を継続することが困難である従属端末と判断する。その結果、参加端末 a が送受信するデータは代表端末(参加端末 B)経由となる。同時に、アプリケーションを TV 会議から音声会議へ切替える。その後、参加端末 a を再び参加端末 A に切替える。これらの切替えに関して以下の点を確認する。

参加端末 A から参加端末 a への切替え、及び参加端末 a から参加端末 A に切替えた際に、会議サーバへ端末切替え要求を送信してから、参加端末 B~D が経路の切替え要求を受信するまでの時間である経路切替え時間を測定する。また、端末切替え要求と共に送信するアプリケーション切替え要求を送信してから、他の参加端末(B~D)がアプリケーションを切替えるまでの時間(アプリ切替え時間)を測定する。ここで他の参加端末は、アプリ切替え要求を受信した後、会議サーバで決定されたネットワークポロジに基づいた切替え要求を受信する、加えて、会議サーバが他の参加端末から参加端末 a や A を所有するユーザ宛に送信されたパケットをロスした時間を測定する。

4.2 経路切替え

参加端末 a の Proxy となる参加端末 B が過負荷となった結果、Proxy として動作することが困難となり、これに応じて会議サーバが代表端末の変更を移動端末 a に通知する(図 3(b))。移動端末 a は、次の代表端末候補となっていた参加端末 C へ接続を切替える。さらに代表端末 C も過負荷となり、グループに代表端末の候補が存在しない場合は、メディアサーバが代表端末として動作し、参加端末 a の Proxy となる。これらの経路切替えに関して、以下の点を確認する。

参加端末 a の経路切替えの際に要する経路切替え時間を測定する。また、経路切替えで生じた参加端末 a 宛に送信されるパケットロスの継続時間を測定する。

4.3. 実験結果

端末切替えに伴う経路切替え時間、アプリ切替え時間ならびにパケットロス時間を表 1 に示す。経路切替え時間、アプリ切替え時間ならびにパケットロス時間において、固定端末へ切替える場合より、携帯端末へ切替える場合の方が、時間を要する理由は、参加端末 a で送受信するパケットが携帯電話網・代表端末を経由するためであると考えられる。

次に、代表端末の負荷増加に伴い生じる経路切替え時のサービス切替えに関する実験結果を表 2 に示す。表 2 の結果では、メディアサーバと固定端末の性能差より、

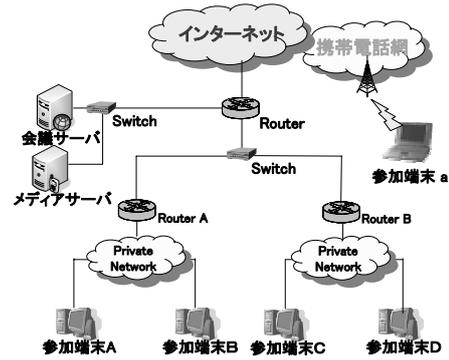


図 2: 実験ネットワーク環境

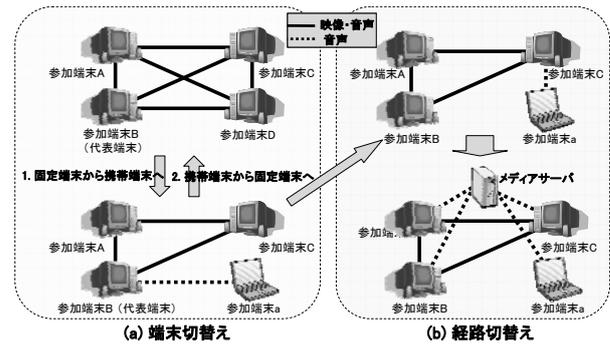


図 3: 端末切替えと経路切替え

表 1: サービス切替え性能

	パケットロス継続時間	アプリ切替え時間	経路切替え時間
A→a	1.76 [sec]	1.84 [sec]	3.12 [sec]
a→A	0.80 [sec]	1.38 [sec]	1.74 [sec]

表 2: 経路切替え時のサービス切替え性能

	パケットロス継続時間	経路切替え時間
B→C	0.32 [sec]	1.59 [sec]
C→M	0.17 [sec]	0.66 [sec]

パケットロス時間ならびに経路切替え時間に差が出る結果となった。また、端末の CPU 使用率は約 30%から約 10%となり、参加端末全体の負荷が分散されていた。

以上の結果より、本稿で提案したシステムは、多種多様な端末が様々なネットワークに接続するユビキタス環境下においても、グループ型通信でのサービス切替えが実現可能であることがいえる。

5. おわりに

本稿では、グループ型通信を対象に、グループに参加する各参加端末の処理能力や端末にかかる負荷、端末が接続するネットワークの帯域や回線遅延に応じてネットワークポロジを動的に切替えることにより、グループ型通信に対応したサービス切替え方式(gSMIG)を提案した。加えて、提案方式に基づいたシステムを実装し、実験評価により本システムの有効性を示した。

最後に日頃ご指導頂く(株)KDDI 研究所秋葉所長、長谷川執行委員に深く感謝する。

参考文献

- [1].KDDI au: Hello Messenger (ハローメッセンジャー), http://www.au.kddi.com/service/hello_messenger/
- [2] 田坂和之, 今井尚樹, 堀内浩規, “ユビキタス環境下でのグループ型通信対応サービス切替方式の一検討”, FIT2005, Sept. 2005.
- [3] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camerillo, A. Johnston, J.Peterson, R.Sparks, M. Handley, and E. Schooler, “SIP: Session Initiation Protocol”, IETF RFC 3261, June 2002.