

FMC 環境下でのリアルタイム通信におけるメディア同期方式

Media Synchronization System for Real-Time Communication
in Fixed Mobile Convergence (FMC) Environment田坂 和之† 今井 尚樹†
Kazuyuki Tasaka Naoki Imai磯村 学† 井戸上 彰†
Manabu Isomura Akira Idoue

1. はじめに

我々は、移動通信と固定通信を融合した FMC (Fixed Mobile Convergence) 環境下での多種多様な端末や通信網を用いたリアルタイム通信サービスを想定してきた[1]。音声や映像などのメディアがそれぞれ異なる通信網を経由して異なる端末へ送信される場合、通信帯域や遅延の差によって、メディアの到着時間変動する。結果、それらのメディアの生成時の時間関係が維持されずに出力される同期はずれが発生し、メディアの出力品質を低下させる。そこで本稿では、異種端末間でメディアの出力時刻を交換し、メディアの出力時刻を同期することで、リアルタイム通信におけるメディアの出力品質の低下を抑制するメディア同期方式を示す。

2. 想定環境

本稿では、FMC 環境下での二者間におけるリアルタイム通信を対象とする(図 1)。通信端末の多様化にともなうユーザは、複数の端末、通信網を同時に利用することができる。例えば、ユーザは移動網に接続した携帯電話で音声通話を行いつつ、固定網に接続したセットトップボックスにて動画の伝送を行うテレビ電話を利用するなどである。

3. FMC 環境下でのリアルタイム通信の概要

3.1 FMC 環境下でのリアルタイム通信の問題点

あるメディアの生成間隔が等しい場合、メディアの受信端末における出力間隔の差によって、ユーザに及ぼす影響が変化する[2]。

通信網の伝送遅延が一定である場合、出力時間の差は 0 となるが、実際には伝送遅延のゆらぎによりメディアの出力時間の差が生じる。それが 80 [msec] 以内であれば、そのメディアの同期(メディア内同期)は良好であるとされている。その差が 80 [msec] 以上、160 [msec] 以内である場合、ユーザにとって違和感となるレベルとされている。一方、その差が 160 [msec] を超える場合、メディアの同期ははずれており、メディアの出力品質は著しく低いと感じられる(同期はずれ)。

また、この閾値は、異種メディア間にも適用できる[2]。具体的には生成時間の近い異種メディア間の生成間隔と出力間隔の差が 80 [msec] 以内であれば、その間に同期(メディア間同期)は良好であり、その差が 80 [msec] 以上、160 [msec] 以内である場合、ユーザに違和感が生じる。さらに、その差が 160 [msec] を超える場合、メディア間の同期が、はずれていると感じられる。メディアの経由する通信網が異なると、伝送遅延に差が生じ、メディア間の生成間隔と出力間隔の差がさらに広がる。つまり、FMC 環境下では、異種メディア間の同期はずれが発生しやすいといえる。

ビデオオンデマンドなどの蓄積型のアプリケーションでは、メディア到達時間の遅いメディアに合わせて、出力時間差が 80 [msec] 以内となるように、他のメディアの出力時刻を遅らせることが可能である。

しかしながら、音声通話やテレビ電話などのリアルタイム通信では、メディアを生成してから、受信端末でメディアを出力するまでの時間が遅延するほど、リアルタイム性を失う。したがって、メディア間同期のために、単に出力時間を遅延させるだけでは不十分である。ITU-T では、リアルタイム性が欠如する閾値として、単方向遅延を 160 [msec] 以内と設定している[3]。

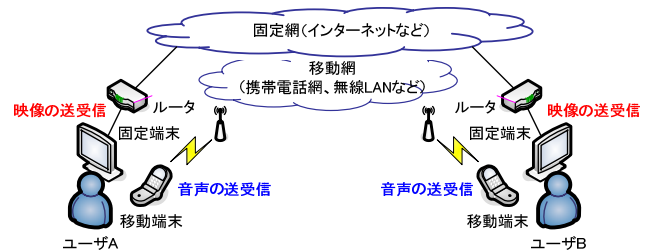


図 1 想定環境

3.2 考慮すべき課題

FMC 環境下でのリアルタイム通信において、3.1 節で述べた問題点から、考慮すべき課題を以下に示す。

[課題 1] メディアのリアルタイム性を保持するためには、メディアの生成時刻から 160 [msec] 以内に、受信端末でメディアを出力する必要がある。さらに、メディアの出力間隔の差を 80 [msec] 以内に保つように、メディアの出力時間を制御し、メディア内同期の品質を維持する必要がある。

[課題 2] 異種メディア間の生成間隔と出力間隔の差を 80 [msec] 以内に抑えるようメディアの出力時間を制御し、メディア間の同期はずれを防止する必要がある。すなわち、メディア間同期を実現する必要がある。

4. FMC 環境下でのメディア同期方式

3.2 節で述べた 2 つの課題を解決するメディア内同期機能ならびにメディア間同期機能を備えたメディア同期方式について、以下に述べる。

4.1 メディア内同期機能

端末間で時刻が同期されていることを前提とする。課題 1 を解決するため、通信網の伝送遅延のゆらぎによりメディア到着間隔が変化する場合、メディアの生成間隔に、そのメディアの出力間隔を近づけるように、メディアの出力時刻を決定する。

まず、メディアの受信端末は、出力時刻の間隔を計算するために必要な基準時刻(受信端末で最初に受信したメディアの到着時刻)を決定する。受信端末はこの基準時刻にメディアの生成間隔を加えた時間に近づけるように、メディアの出力時刻を制御する。

ただし、最初に受信したメディアの到着時刻が遅延する可能性がある。そこで本機能では、基準時刻となったメディア到着時刻とメディア到着時刻の平均時間を比較し、一定以上の差が一定回数継続して発生した場合、基準時刻となったメディアの生成時刻に平均時間を加えた時刻を、基準時刻とする。これにより、基準時刻となるメディアが突発的なゆらぎにより、基準時刻が大きくなった場合においても、メディア到達時間の平均値を使用するため、基準時刻の遅れを修正することができる。

受信端末は、基準時刻を決定すると、基準時刻と生成時刻間隔によって、メディアの出力すべき時刻(出力理想時刻)を求めることができる。

メディアの受信端末は、この出力理想時刻よりも早くメディアを受信した場合、出力理想時刻までメディアの出力を待機することとなる。一方、出力理想時刻よりも遅くメディアを受信した場合、そのメディアを受信した時点でそのまま出力する。

ただし、メディアの到着時間は、遅くとも 160 [msec] 以内となるように、本機能は、通信確立前に、できるだけ通信帯域を確保し、通信中に 160 [msec] を越える通信が継続する場合、通信経路の切替えやビットレート変換などを行う。

† (株) KDDI 研究所, KDDI R&D Laboratories Inc.

4.2 メディア間同期機能

課題 2 を解決するため、異種メディアが異なる経路を通る場合などによってメディア到着時間が変化する場合は、異種メディア間の生成間隔と出力間隔の差を 80 [msec] 以内に抑えるようメディアの出力時間を制御することでメディア間同期を実現する。

本機能では、メディア間同期にマスタ・スレーブ型の制御を行う。マスタ・スレーブ型は、マスタとなるメディア(マスタメディア)の出力時刻に合わせて、その他のメディア(スレーブメディア)の出力時刻を決定する方法である。これにより、マスタメディアの同期品質をスレーブメディアに比べて優先して維持することができる。テレビ電話では、音声のマスタメディア、映像をスレーブメディアとすることで、一般に音声の出力時刻に合わせて、映像の出力時刻を決定する。

マスタメディアは、スレーブメディアの出力時刻に依存せず、4.1 節で述べたメディア内同期方式のみを用いる。一方、スレーブメディアは、マスタメディアとスレーブメディアの出力間隔をマスタメディアとスレーブメディアの生成間隔に近づけるように、スレーブメディアの出力時刻を決定する。このため、スレーブメディアの出力時刻を決定する際、マスタメディアの生成時刻ならびに出力時刻をメディア補正情報として利用する。マスタメディアとスレーブメディアが異なる端末で出力される場合、マスタメディアを出力する端末は、スレーブメディアを出力する端末にメディア補正情報を送信する。

本機能では、マスタメディアからメディア補正情報を収集し、複数のスレーブメディアにメディア補正情報を転送するメディアサーバを利用する。このメディアサーバは、FMC 環境下でのメディア補正情報送信のため各ユーザが所有する端末のマスタ・スレーブ情報を管理し、メディア補正情報の送信先を決定している。

しかしながら、マスタメディアは、メディアサーバを経由してメディア補正情報を送信すると、直接スレーブメディアに送信する場合と比較して、遅延が発生する。本機能では、メディア到着時間が同期はずれを発生させるほど変動しない場合、メディア補正情報を定期的に送信するが、メディア到着時間が急激に変化した場合、メディア補正情報の遅延により、同期が遅れることとなる。したがって、このような場合、マスタメディアの受信端末は、メディア補正情報を送信する間隔を短くして、メディア補正情報を送信する。

4.3 メディア同期プロセス

FMC 環境におけるメディア同期のプロセスを図 2 に示す。

(1) セッションの確立

ユーザ A とユーザ B がリアルタイム通信を開始する場合、ユーザ A、ユーザ B のどちらかが、所有する端末を使用し、リアルタイム通信へ招待するため、Session Initiation Protocol (SIP) の INVITE メッセージをセッション管理サーバへ送信する。セッション管理サーバは、そのメッセージを受信すると、通信相手となるユーザに、INVITE メッセージを転送する。通信相手は、要求されたアプリケーションに応じて使用する端末を決定し、セッション管理サーバ経由で、通信開始の要求元に INVITE の応答メッセージを返信することで、メディアを送受信するためのセッションを確立する。

(2) セッション情報の購読開始

同じユーザが複数の端末を使用する場合セッション管理サーバは、メディアサーバならびに同ユーザが使用する端末間で、メディア補正情報を送受信するためのセッションを確立する。

(3) マスタ・スレーブメディアの決定

端末はアプリケーションの種類に応じて、マスタメディアとスレーブメディアを決定する。一つのメディアのみを使用するアプリケーションの場合、そのメディアがマスタメディアとなる。一方、複数のメディアを使用するアプリケーションの場合、出力を優先するメディアをマスタメディアとし、それ以外のメディアをスレーブメディアとする。

(4) メディア同期方式の決定

受信端末がマスタメディアのみを受信する場合、メディア内同期方式のみを行う。また、受信端末がスレーブメ

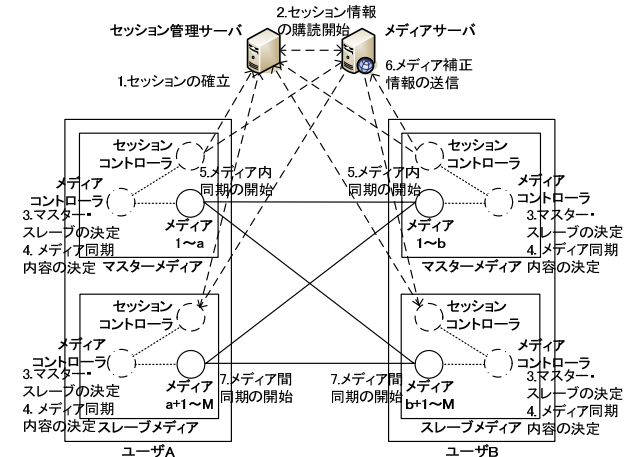


図2 メディア同期プロセス

ディアのみを受信する場合、メディア補正情報を受信し、メディア間同期を行う。ただし、スレーブメディアの受信端末は、パケットが落ちるなどして、メディア補正情報を受信することが困難な場合のみ、一時的にメディア内同期を行う。一方、マスタメディアとスレーブメディアを同時に受信する受信端末は、同一端末内にて、メディア内同期ならびにメディア間同期を行う。

(5) メディア内同期の開始

ユーザ A とユーザ B がリアルタイム通信を開始すると、マスタメディアは、メディア内同期を開始する。

(6) メディア補正情報の送信

マスタメディアの受信端末は、スレーブメディアの受信端末へメディア補正情報を(1)で生成したセッションを通じて定期的に送信する。なお、メディア補正情報の送信には、インスタントメッセージを送信するために用いられる、MESSAGE メソッドを使用する。

(7) メディア間同期

スレーブメディアの受信端末は、マスタメディアからメディア補正情報を受信すると、スレーブメディアの生成時刻に最も近いマスタメディアの生成時刻を参照し、その差(生成間隔)を計算する。この生成間隔を、参照先のマスタメディアの出力時刻に加えた時間が、スレーブメディアの出力すべき時刻となる。

ただし、受信端末は、スレーブメディアの出力時刻を計算後、実際にそのメディアを出力するまでに、新たなメディア補正情報を受信する場合がある。そのメディア補正情報に含まれるマスタメディアの生成時刻が、先に参照したマスタメディアの生成時刻よりも、スレーブメディアの生成時刻に近い場合、受信端末はスレーブメディアの出力時刻を再計算する。

5 おわりに

本稿では、FMC 環境でのリアルタイム通信を対象とし、同一メディアならびに異種メディア間において、メディアの出力時刻を制御することにより、リアルタイム性を保持しつつ、メディア内同期ならびにメディア間同期を実現するメディア同期方式について述べた。今後は、提案したメディア同期方式を基に実装し、メディア同期に要する時間や同期の誤差などの観点から、本方式の有効性を示す実験を行い、性能を評価する。最後に日頃ご指導いただく(株)KDDI 研究所秋葉所長、鈴木執行役員に深く感謝する。なお、本研究の一部は NICT からの受託研究「次世代ネットワーク (NGN) 基盤技術の研究開発」の成果である。

参考文献

- [1] Imai, N., Isomura, M. and Horiuchi, H. "Flexible and Seamless Service Migration for Real-time Communication with Ubiquitous and Heterogeneous Networked Resources", *Globecom 2004*, pp.988-994, 2004.
- [2] R.Steinmz. "Human perception of jitter and media synchronization", *IEEE J.Sel. Areas Communication*, Vol4, No1, pp.61-72, 1996.
- [3] ITU-T G.114, "One-way Transmission Time", (2000).