

双方向コミュニケーションサービスにおけるサービス適応型同期制御ミドルウェア

大芝 崇 中島 一彰 田淵 仁浩
NEC インターネットシステム研究所

1. はじめに

近年のブロードバンドネットワークの普及に伴い、ユーザ間で映像音声通話をしながら電子資料や Web ページなどを共有する、電子会議や遠隔教育サービスなどの双方向コミュニケーションサービスが注目を集めており、企業内ネットワークでも利用が進みつつある。双方向コミュニケーションサービスにおいて円滑なコミュニケーションを確立するためには、エンドユーザ間における情報のリアルタイム共有の実現が重要である[1]。実用的な品質のリアルタイム共有を実現するには、共有情報の同期誤差を一定範囲以下に抑える必要がある[2]。

一般に、企業内ネットワークでは、様々な帯域のネットワークが混在しており、ネットワーク内のトラフィック量は常に変動する。このため、ネットワークの混雑時には、利用可能帯域が比較的小さいリンクで結ばれたエンドユーザ間において、許容範囲を超えた同期誤差が発生し得る。

本稿では、このようなネットワークの変動などに対応可能な、サービス適応型同期制御ミドルウェアを提案する。

2. 従来技術の同期制御における問題点

同期誤差の許容範囲の基準例として、例えば[2]では、音声に対する矢印ポインタの表示タイミングの同期誤差の許容範囲は - 500 ミリ秒 ~ + 750 ミリ秒であることが示されている。しかし、同期誤差発生に関する対策については、マルチメディア通信の標準規格[3][4][5]では規定されていないため、電子会議や遠隔教育サービスなどのアプリケーション[6][7]側で対策を施す必要がある。

一般に、従来の双方向コミュニケーションシステムにおける同期制御機能は、ネットワーク敷設時点での遅延や揺らぎなどの予測に基づいて、アプリケーション毎に実装される(図 1 左)。しかし、ネットワークの混雑時には、特に WAN などの比較的狭帯域なリンクを介した拠点間のエンドユーザ同士では、必ずしも同期誤差が許容範囲内に収まるとは限らないという問題が発生し得る。

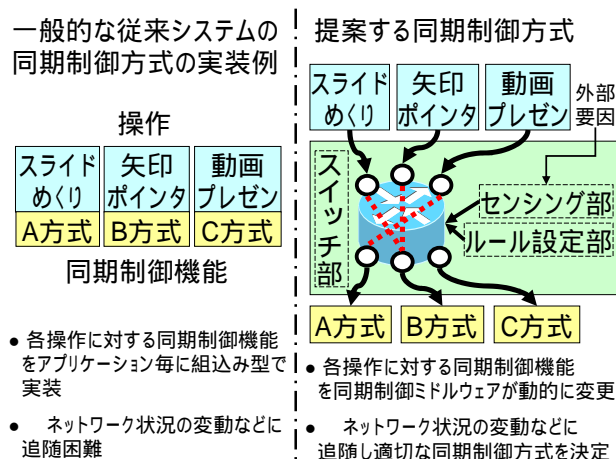


図 1: 同期制御方式の比較

3. サービス適応型同期制御ミドルウェアの提案

本稿では、この問題の解決のために、ネットワークの状況などの、システムの外部要因の変動に応じて、同期制御方式を適応的に切替えることにより、実用的な品質のユーザ間のリアルタイム共有を実現する、サービス適応型同期制御ミドルウェアを提案する。

3.1 本ミドルウェアの構成と動作

本ミドルウェアは、センシング部と、ルール設定部と、スイッチ部により構成されている(図 1 右)。各部の役割と動作は次の通りである。

まず、センシング部は、ネットワークの状況や参加ユーザ数、共有コンテンツのサイズなどの、システムの外部要因の情報を監視する。

次に、ルール設定部は、操作の種類と、同期制御方式との対応付けを管理する。アプリケーション構築者やユーザは、操作の種類毎に、条件式を用いてこの対応付けのルールを記述できる。例えば、スライドめくり操作に関する条件式として「ネットワークの遅延時間や参加ユーザの総数が、あるしきい値を超えない場合には同期制御方式として A 方式を、越えた場合には B 方式を使用する」などのルールが記述できる。

最後に、スイッチ部は、センシング部の外部要因情報を読み込み、ルール設定部の操作種類毎の条件式に従って、どの同期制御方式を使用するかを、サービスの実行時に動的に決定する。

ここで、A 方式は楽観方式の同期制御方式であり、B 方式は NTP (Network Time Protocol)などを用いて全端末の時刻を同期させておき、実行時刻を指定して同期制御を行う方式であるとする。B 方式は A 方式よりも厳格な同期制御を行うため、高精度の同期制御が期待できるが、一方で A 方式に比べてユーザの操作の結果が全端末上に反映されるまでに遅延が発生するというトレードオフがある。

3.2 動画プレゼンテーションへの適用例

我々が開発した双方向コミュニケーションシステム[8]を利用して、本方式を用いた遠隔教育システムを試作し、本方式の妥当性の確認を行った。まず、講師端末 1 台と生徒端末 7 台を同一 LAN 内で接続した。ただし、生徒端末のうち 3 台は帯域制御装置を挟んで LAN にブリッジ接続しており、帯域制御装置によりネットワーク遅延の揺らぎを発生させることによって、擬似的に、この生徒端末 3 台だけがネットワークの混雑の影響を受けるような環境を用意した。次に、教材として動画ファイルを各生徒端末に予め配信しておき、その後、講師が動画の再生開始と一時停止を繰り返す(図 2)、一時停止のたびに、各端末での動画の一時停止位置のズレを調べた。

その結果、故意に従来方式と同等の動作をさせるため「常に A 方式を使用する」ようにルール設定部を設定した場合には、ブリッジ接続された生徒端末

だけで、動画の一時停止位置の大きなズレが発生し、これは[2]の品質基準の許容範囲を超えた同期誤差であった。一方で「ネットワークの混雑時には B 方式を、平常時には A 方式を使用する」ようにルール設定部を設定した場合には、全端末の同期誤差が[2]の品質基準の許容範囲内になったことを確認した。

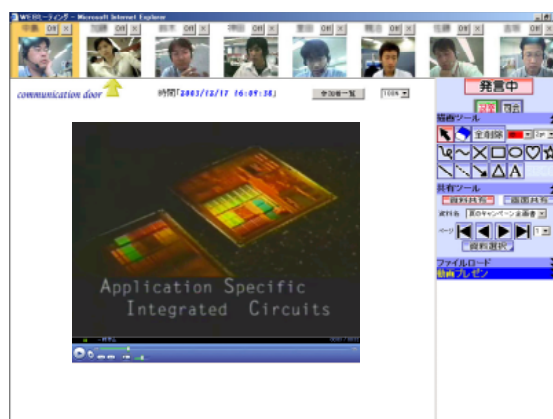


図 2：動画プレゼンテーションの実行画面

4. おわりに

本稿では、システムの外部要因の変動に応じて同期制御方式を適応的に切替えることを特長とするサービス適応型同期制御ミドルウェアについて提案し、試作システムを用いて提案方式の妥当性を確認した。

今後の課題は、複数拠点間の WAN 環境での性能評価や、被験者によるエンドユーザの視点でのユーザビリティ評価である。

参考文献

- [1] Gutwin, C. et al., Using Cursor Prediction to Smooth Telepointer Jitter, *Proceedings of the 2003 international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work*, 2003, pp.294-301.
- [2] Steinmetz, R., Human Perception of Jitter and Media Synchronization, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol.14, no.1, 1996, pp.61-72.
- [3] Recommendation H.323, Packet-based Multimedia Communications Systems, ITU-T, 2003.
- [4] Recommendation T.120, Data Protocols for Multimedia Conferencing, ITU-T, 1996.
- [5] Rosenberg, J. et al., RFC 3261, SIP: Session Initiation Protocol, IETF, 2002.
- [6] WebEx 社. (<http://www.webex.com/>)
- [7] Centra 社. (<http://www.centra.com/>)
- [8] 中島他、リアルタイム Web 共有方式による双方向コミュニケーション基盤、*情報処理学会 第 50 回グループウェアとネットワークサービス研究会*, 2004.