

## 動的経路選択による分散型音声・画像通信 システムの開発

石田亨, 山松重二, 岡田雄一郎†1, 田中要†2, 菱田隆彰†, 神保雅一‡

(財)ソフトピアジャパン研究開発部, †岐阜大学大学院工学研究科, ‡慶応義塾大学理工学部

### 1. はじめに

インターネットの拡大によって, 2つのサイト間に複数の物理的パスが存在することはまれではなくなっている. 一般に2サイト間の通信は, IPレベルで制御された経路で指定されたパスを利用する. しかし, 各リンクのトラフィックなど, 実時間の通信環境が反映された経路ではなく, 音声・画像等の用に通信環境によってその品質が問題となるようなアプリケーションにとって有利なものではない.

本研究では, 複数の中継(交換)サーバがアプリケーションレベルで動的に経路選択を行い, その時点での最適経路でクライアント間の通信を実現できる音声・画像通信システムを開発した. 経路の“距離”情報は各サーバが自律的に収集するし最適経路を選択する. 本システムの概要及び実験結果を基に動的経路選択の効果について報告する.

### 2. 音声・画像転送クライアント

本システムはクライアント・サーバとも Sun Workstation, Solaris2.5.1 上に実装した.

音声符号化形式は, au フォーマット, 8bit, 8kHz とし UNIX システムコールベースで音声データの制御を容易なものとしている. 1秒間のデータサンプリング(8000Byte)で音声データとして扱うと, この処理だけで1秒間のタイムロスが生じて実時間性を損なうため, オーディオデバイスのバッファサイズを1000Byteとし, 8回/秒の入出力を行うことにより実用的な実時間性を確保している. また, 高速な並列処理のため, Pthread を用いている. 音声データは UDP/IP, 通信制御部分は TCP/IP で通信を行っている.

画像入力には SunVideoCard/SunCamera II を採用した. 画像データの処理・SunCamera II の制御には, Sun Microsystems から提供されている XIL イメージングライブラリを用いた. これにより最大 640×480, 30frame/秒からサイズ, フレームレートを細かく設定が可能で帯域に応じた設定を可能としている. 画像圧縮形式は, 圧縮率を優先し CellB 圧縮を用いた.

画像サイズは, 640×480, 320×240, 160×120 の3サイズ, フレームのスキップも, 0,5,10 フレーム・スキップを選択可能とし, 実環境下での通信データ量を柔軟に調整できるようにした. 通信は音声同様, TCP/IP, UDP/IP で通信, 制御を行う.

### 3. 中継サーバ

本システムは, クライアント間の通信を, 複数の中継サーバを介して実現する. 中継サーバは, 他の中継サーバやクライアントまでの“距離”情報を自律的/動的に収集しその時点で最適な経路を選択し通信を中継させる. 経路の選択には分散型非同期 Bellman-Ford のアルゴリズム改良型 [1] を採用した. このアルゴリズムでは他のサーバとの間で経路更新の同期をとる必要がなく, 特別な初期状態から開始する必要がないため, 実装が単純化できる.

各サーバは ntp によって時刻同期がとられているが, サーバ内での処理時間や経路変更のオーバーヘッドを考慮し, 別の経路が 10ms 以上“近い”と判断された場合に経路をの切替を実施する. サーバの経路情報更新に伴い経路に一時的なループが発生する可能性がある. このような状況が検出された場合には, その経路情報は採用せず, 直接

Development of an AV Tele-Communication system with Dynamic Path Selection Mechanism.

Akira ISHIDA, Juji YAMAMATSU, Yuichiro OKADA†1, Kaname TANAKA†2 and Masaichi JIMBO‡

Softopia Japan Foundation, † Gifu University, ‡ Keio University

現所属 †1 三菱電機システムウェア(株) †2 日本ユニシス(株)

最終目的地のクライアントへ転送する。

サーバの予期せぬ停止による経路の混乱を防ぐため、サーバは他のサーバに対する経路情報データの入出力回数を記録している。この入出力回数に大きな差がある場合に、そのサーバは停止しているものと判断し、経路情報からそのサーバを通過する経路の消去、そのサーバに登録されているクライアントの消去を実施し経路の混乱を防いでいる。

#### 4. 実環境における“距離”変化

実環境（図1）において“距離”変化を計測した結果が図2、図3である。

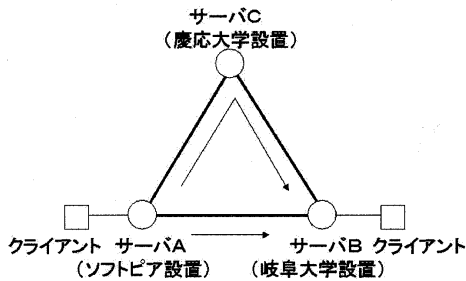


図1 2つの通信経路

横軸は時間で1日間1秒毎に計測している。縦軸は“距離”（時間）を $\mu s$ で示している。図2が、サーバが最短であると判断した経路の距離、

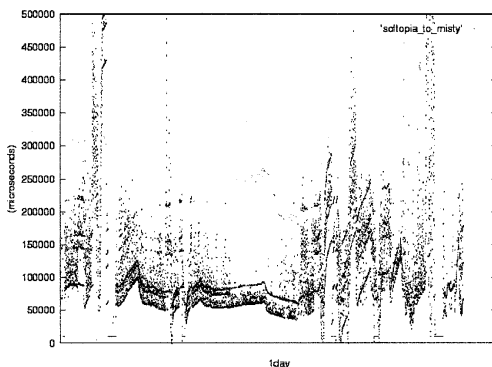


図2 AからBへの距離（動的経路利用）

図3がそれぞれに対応したIPレベルの経路の“距離”である。実環境によっては、経路による距離

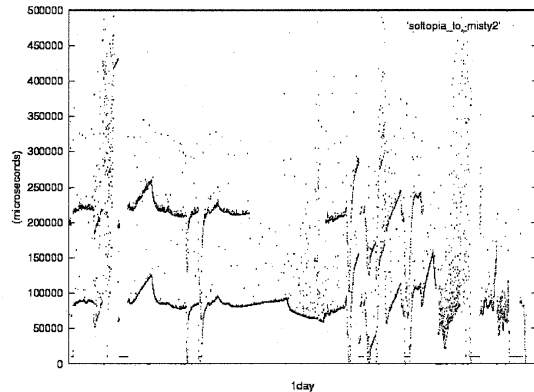


図3 AからBへの距離（動的経路未使用）

の差は大きく、実時間性が重要なアプリケーションに対しては効果が期待できると考えられる。

#### 5. まとめ

複数の中継サーバがアプリケーションレベルで動的に経路制御する分散型音声・画像通信システムを開発し、実環境における有効性を検証した。今回はテレビ電話型のアプリケーションとして実装を行ったが、サーバ間の経路選択メカニズムは、他のアプリケーション、とくに実時間性を要求されるアプリケーション（ストリーム中継システムなど）にも応用が可能であり、効果が期待できる。広域的な環境であるほど効果が期待できると考えられるため、大規模な環境における実証が今後の課題である。

謝辞 本研究は、岐阜大学、筑波大学、関西電力、慶応義塾大学、財団法人ソフトピアジャパンの共同研究プロジェクトの一環として実施されたものであり、関係各位に感謝する。

#### 参考文献

- [1] データネットワーク 八屋禮剛監訳 オーム社 1990
- [2] 動的経路選択による音声通信システムの構築  
田中要 岐阜大学大学院工学研究科 修士論文 1999
- [3] ATM ネットワークの性能評価とそれに基づく映像・音声転送システムの構築 岡田雄一朗  
岐阜大学大学院工学研究科 修士論文 1999