

多地点間通信システムにおけるトラフィックエンジニアリング -SAMTK-3D へのモニタクライアントの導入-

中山 裕美[†], 梶 克彦[†], 河口 信夫[†]

[†] 名古屋大学大学院工学研究科

1 はじめに

我々は、3次元仮想空間上で多数の参加者が同時に接続可能で、多様なイベントが実現可能なビデオコミュニケーションシステムとして、図1に示すようなSAMTK-3Dの開発を行っている¹⁾。SAMTK-3Dでは、3次元仮想空間内を参加者が自由に移動しながら、実際の映像と音声によるコミュニケーションが可能である。

本稿では、ネットワーク越しに映像と音声を伴うコミュニケーションを行う際に、ネットワークリソースを最大限に利用したコミュニケーションを可能とするための多地点間通信ポリシーを提案し、ポリシーに基づいた通信を行うためにSAMTK-3Dにモニタクライアントを導入する。

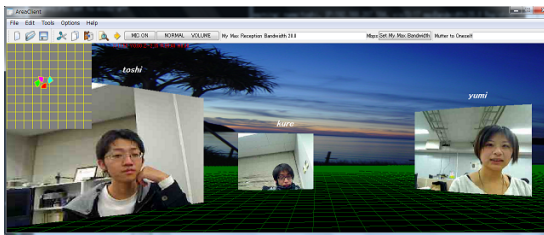


図1: SAMTK-3D 動作画面

2 多地点間通信におけるトラフィックエンジニアリング

我々は、SAMTK-3Dを用いた多地点間遠隔コミュニケーションにおいて、ネットワークリソースを最大限に活用するために、ネットワーク状況に応じた多地点間通信ポリシーの策定を目指している。

2.1 トラフィックエンジニアリング

トラフィックエンジニアリングとは、トラフィックの偏りを小さくしたり、効率的にルーティングを行ったりすることで、ネットワークトラフィックのアレンジを実現する手法である²⁾。

本研究では、多地点間通信においてネットワークリソースを最大限に利用するために、アプリケーションレイヤでのトラフィックエンジニアリングを行うための手法を検討する。ネットワークリソースを最大限に利用した多地点間遠隔コミュニケーションを行うためには、各クライアントのネットワーク状況に応じた多地点間通信ポリシーを設定する必要がある。実環境ではさまざまなネットワークが存在するため、多地点間通信ポリシーの設定には、通信経路の状況を知る必要がある。しかし、すべてのクライアントが互いにネット

ワークの状況を確認し合うと、多くのトラフィックが流れてしまう。そこで、仮想空間サーバに各クライアントのネットワーク状況を集約し、その情報に基づき、通信ノードをRTTや帯域によってクラスタリングを行い、通信量を変更したり、クライアントが使用するトランスポートを変更したりすることで、ネットワークリソースを最大限に利用可能とする。

2.2 SAMTK-3Dの現状

SAMTK-3Dでは、映像と音声はクライアント間でP2Pで通信し、その送信先リストを仮想空間サーバで管理している。各クライアントはトラフィックモニタによって、通信相手や自身の通信データの総量を確認することができる。しかし、これはクライアント自身が通信している相手やデータの総量を表示しているだけで、他のクライアントの通信先や各クライアント間通信のデータ量を確認することはできない。仮想空間サーバは各クライアントからそれぞれの送信先リストや帯域を受信しているが、各クライアントとTCP通信を行っているのみであり、これらの情報を制御に使用していない。

3 通信ポリシーとモニタクライアント

3.1 多地点間通信ポリシーの提案

各クライアントがSAMTK-3Dを用いて、ネットワークリソースを最大限に利用したコミュニケーションを実現するために、以下のような多地点間通信ポリシーを提案する。

通信ノードを n_i 、その集合を N_i 、全体集合を N とする($N_i \subseteq N$)。 n_i が利用可能な多地点間通信手法(トランスポート)を $T(n_i)$ 、 N_i が利用可能な多地点間通信手法を $T(N_i)$ とする。 N_i から N_j への一方向の通信ポリシーを集合間通信ポリシー P_{ij} と表す。このとき、 P_{ij} と $T(N_i)$ と $T(N_j)$ の関係は次の式で示される。

$$P_{ij} \subseteq T(N_i) \cap T(N_j)$$

ここで、 P_{ij} の要素は優先度によって順位づけされる。多地点間通信ポリシー P は P_{ij} の集合で表される。

また、各ノード n_i は、トランスポートによって複数の通信ノード集合 N_i に属することが可能で、使用するトランスポート間のRTTが小さいものや帯域の小さいものが集合となる。

あるときの多地点間通信において、図2のような通信ノード集合ができたとする。この図において、青い円は各ノード、赤い円は各ノードが受信時に使用するトランスポート、緑の円は送信時に使用するトラン

サポートを示す。このとき、ノード A とノード B の通信を考える。A は送信と受信の両方のトランスポートが通信ノード集合 N_i に、B は送信トランスポートが通信ノード集合 N_k に、受信トランスポートが通信ノード集合 N_j に含まれている。このとき、通信ノード集合が利用する多地点間通信手法は $T(N_i)$, $T(N_k)$, $T(N_j)$ となる。A から B への通信は、通信ノード集合 N_i から N_j への通信であるので、集合間通信 P_{ij} を用い、B から A への通信は、 N_k から N_i への通信であるので、集合間通信 P_{ki} を用いる。

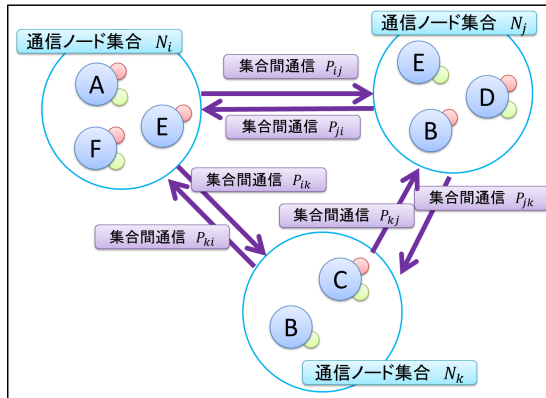


図 2: ノード集合・集合間通信の関係

3.2 モニタクライアント

ネットワークリソースを最大限に活用したコミュニケーションを行うためには、通信するデータ量の制御を行い、ネットワーク状況に応じた通信を行う必要がある。ネットワークの状況への適応は自動化が理想である。しかし、現状の SAMTK-3D では、ネットワーク状況に適応した通信を行うための制御を行っていない。そのため、まず手で制御を行うためのモニタクライアントを SAMTK-3D に導入する。モニタクライアントによってすべてのクライアント間通信を可視化し、ポリシーに基づく指示により、クライアント間通信の制御を行う。ノード集合間通信の状態を可視化し、ある特定のクライアントへの通信のロスが大きいことが分かれば、そのクライアントとの通信データ量を減らしたり、トランスポートを変更したりするといった対応が可能となる。

仮想空間サーバとの通信の流れを図 3 に示す。モニタクライアントが仮想空間サーバに接続すると、仮想空間サーバは各クライアントの送信先リストをモニタクライアントに送信する。モニタクライアントはサーバから送信先リストを受信し、画面上に送信元となるクライアントと宛先クライアントを線で結ぶ。クライアントが移動したり仮想空間から出たりして、送信先リストが更新されると、モニタクライアントの画面表示も更新される。モニタクライアントは、各クライアントがポリシーに基づいた通信を行うための制御情報を仮想空間サーバを経由してクライアントに送信し、クライアントがその制御情報を基に自身の通信をネットワークに適応する。

現在実装したモニタクライアントのプロトタイプの画面表示を図 4 に示す。このモニタクライアントは、通信相手を表示する機能のみを持っている。

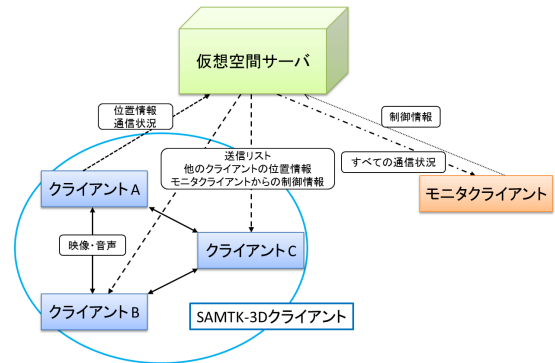


図 3: サーバとモニタクライアントの通信の流れ

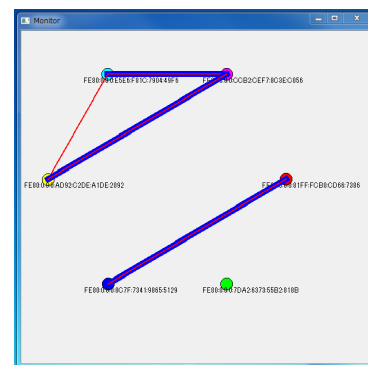


図 4: モニタクライアントの動作画面

4 おわりに

本稿では、実際のネットワーク越しに SAMTK-3D を利用する際に重要となる、ネットワークリソースを最大限に活用するための多地点間通信ポリシーを提案し、トラフィックを可視化するためのモニタクライアントを導入した。現在導入したモニタクライアントには、通信の相手を表示する機能しか実装されていない。今後はモニタクライアントに、仮想空間上のクライアントの位置に応じた表示や通信データ量の表示、ネットワーク状況の表示機能、RTT 計測メッセージの送信機能、通信記録機能を追加し、モニタクライアントを通じて多地点間通信ポリシーに基づく通信制御を実現し、クライアントがそれぞれのネットワーク状況に応じた通信を可能とする必要がある。

参考文献

- 1) 浅井俊晴, 中山裕美, 梶克彦, 河口信夫, “SAMTK-3D を用いた多地点間仮想空間コミュニケーションとその応用”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム, pp1664-1671, 2011.
- 2) Awduche D., Chiu A., Widjaja I. and Xiao X., “Overview and Principles of Internet Traffic Engineering”, RFC 3272, 2002.