

## 分散仮想環境における音声通信支援機構

3M-6

前田 慎司 小塚 宏 福岡 久雄

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

## 1. はじめに

分散仮想環境(DVE; Distributed Virtual Environment)は、3次元グラフィクスとサウンドにより構築されたネットワーク上の仮想世界に、遠隔地の複数のユーザがアバタとして入り込み、お互いの姿を見ながら行動し、様々なコミュニケーションを行うことを可能にする。

現在、我々は DVE 構築基盤ソフトウェア Spline<sup>[1]</sup> (Scalable Platform for Large Interactive Networked Environments)を用いた大規模な分散仮想環境の構築に取り組んでいる<sup>[2]</sup>。

本稿では、分散仮想環境において、多数のユーザが音声対話を行う機構を紹介する。

## 2. DVE 構築基盤ソフトウェア Spline

## 2.1 Spline の概要

Spline は、仮想世界の構成要素を様々なクラスとして提供し、仮想世界の情報(世界モデル; WM; World Model)をネットワーク上に分散した Spline アプリケーション・プロセスに複製し、WM の一貫性管理を行う。Spline アプリケーションは、Spline が提供する API を用いてローカルに複製された WM にアクセスし、Spline オブジェクトを生成、削除、変更、参照することにより、仮想世界を共有することができる。

## 2.2 オーディオレンダラ

オーディオレンダラは、WM 内の各アバタの位置情報を基に音量を制御し、他のユーザの音声をユーザに呈示する。マイクから入力されたユーザの音声は、単位時間(フレーム)毎にパケット化され、伝送の遅延を最小限にするため WM を介さず、RTP(Realtime Transport Protocol)を用いた UDP/IP マルチキャスト通信またはユニキャスト通信によりネットワークに送られる。音声対話

による通信量は、フレームサイズを 80ms、音声符号化に GSM を利用した場合、ヘッダのオーバーヘッドを含めて 18.8kbps/人である。

## 3. ユーザサーバ

高速で広帯域の LAN と低速で狭帯域の WAN が混在するネットワーク構成で DVE を構築し、多くのユーザが音声対話を行う場合、WAN の帯域がボトルネックになる。例えば、ISDN-BRI(128kbps)接続の場合、約 6 人分の音声を流すのが限界である。

ユーザサーバは WAN と LAN の中間に位置し、WAN の通信量を制御することにより、ネットワークの性能差を吸収する役割を担う(図 1)。

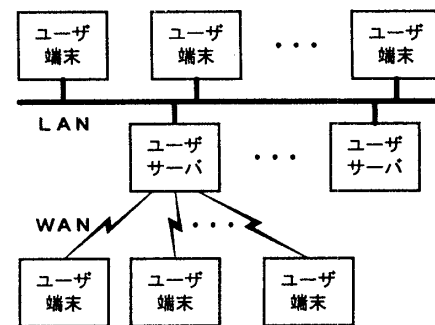


図 1: ユーザサーバ

## 3.1 通信量の削減方法

音声対話による WAN の通信量を削減する機構として、以下の 3 つの方式が挙げられる。

## ● トランスレータ

LAN の音声データを高圧縮率のフォーマットに変換し、WAN に転送する。

## ● ミキサ

LAN の複数の音声ストリームを合成し、1ストリームとして WAN に転送する。

## ● フィルタ

LAN の複数の音声ストリームから一部を選択して、WAN に転送する。

トランスレータ方式は音声品質の低下を伴い、また最大許容人数の大幅な増加も期待できない。ミキサ方式は合成された音声データを WAN 端末上で分離することが困難なため、仮想世界のアバタ間の相対位置によるアバタ単位の音量制御ができない。また、ミキシング時に音量制御を行う場合、サーバの負荷の増加とそれに伴う遅延が問題となる。フィルタ方式はフィルタリングの基準を決める必要がある。我々は、仮想世界ではアバタ同士が近づいて音声対話を行うことが多いと考え、アバタ間の距離を基準にフィルタリングを行う方式をユーザサーバに採用した。

### 3.2 ユーザサーバの実装方法

ここでは、ユーザサーバの実装方法について述べる。

#### 3.2.1. ユーザ管理

ユーザサーバは、各 WAN 端末と TCP/IP により接続し、WAN 端末から受信する以下の情報を管理する。

- ユーザ ID

各端末のユーザが操作するアバタと 1 対 1 に対応するユーザ固有の番号。音声パケットの発信者を特定するために音声パケットのヘッダに付加される。

- 送信マルチキャスト(MC; Multicast)アドレス

WAN 端末のユーザの音声を LAN に転送する際の MC アドレス。

- 受信 MC アドレス

WAN 端末に転送するために、ユーザサーバが LAN で受信しなければならない MC アドレス。

- 受信ユーザ ID リスト

WAN 端末に転送すべき音声パケットの発信者のユーザ ID リスト。

#### 3.2.2. 音声パケットのフィルタリング

ユーザサーバの負荷を軽減させるため、音声パケットのフィルタリング情報は各 WAN 端末が生成する。すなわち、各 WAN 端末は WM 内のアバタの位置情報を基に、自分のアバタの近くに居る 5 人のアバタのユーザ ID から受信ユーザ ID リストを生成し、リストの変更時にユーザサーバに送信する。ユーザサーバは LAN および他の WAN 端末から受信した音声パケットのヘッダを調べ、受信ユーザ ID リストに含まれるユーザ ID が設

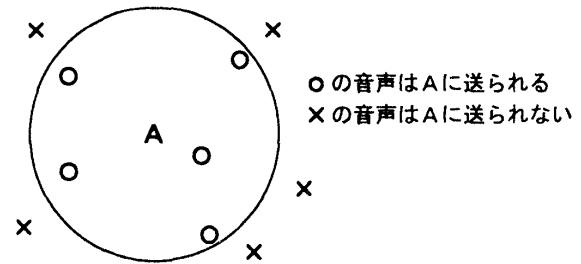


図 2: 音声のフィルタリング

定されている場合のみ、WAN 端末に転送する(図 2)。

#### 3.2.3. マルチキャストとユニキャストの変換

音声の通信は、LAN ではマルチキャスト通信を利用し、ユーザサーバと WAN 端末間は 1 対 1 のユニキャストを利用する。従って、ユーザサーバは、LAN から音声パケットを受信すると、必要に応じて各 WAN 端末にユニキャストし、WAN 側から音声パケットを受信すると、まず LAN にマルチキャストし、さらに必要に応じて各 WAN 端末にユニキャストする。

#### 3.2.4. Locale への対応

Spline は仮想世界を複数の部分世界(Locale)に分割して管理することにより、高いスケーラビリティを実現している。音声に関しては、アバタが属する Locale 毎に音声の通信に使用する MC アドレスを割り当てることにより、LAN 側の通信処理の負荷を軽減させている。

ユーザサーバは、接続中の WAN 端末のユーザが操作するアバタが Locale 間を移動する際に、音声の通信に使用する MC アドレスの変更を行う。

### 4. おわりに

大規模な分散仮想環境を構築する際にボトルネックとなる音声対話による WAN の通信量を削減する機構として、ユーザサーバの実装方法を紹介した。現在、ユーザサーバを利用した 40 人規模の分散仮想環境を構築し、各種試験を行っている。今後は音声データだけでなく、WM の更新頻度をネットワークの性能差等に応じて変化させることにより、さらに大規模な分散仮想環境に対応させることを考えている。

#### 参考文献

- [1] R.Waters 他, “分散仮想環境構築基盤ソフトウェア SPLINE”, 三菱電機技報 Vol.71, No.2, 1997.  
<http://www.melco.co.jp/giho/9702/9702108.htm>
- [2] 小塚 他, “スケーラビリティに着目した分散仮想環境の構築”, 情処第 57 回全国大会, Oct,1997.