

バンド幅が不確定な通信環境における

1W-4 バーチャルヒューマンの動作ストリームに関する研究

○今津 誠, 吉田 典正, 北嶋 克寛
東京農工大学大学院工学研究科

1. はじめに

近年のインターネットと3Dグラフィックスの発展に伴い、インターネットを通じたバーチャルヒューマン(VH)の操作を目的とするシステムへの要求が高まっている。これは、インターネット上でのバーチャルファッションショーや3DCGキャラクタによるアニメーション放送、3次元チャットシステムなどの用途において特に期待が大きい。しかし、インターネットには不特定多数のユーザとのデータの送受信が可能であるという利点がある一方で、バンド幅が不確定でデータの到着時間が一定ではなく、データの遅延が生じるという問題がある。このような環境でVHの動きを常に円滑に表示させるためには、操作方法やデータの送受信の方法に特別な工夫が必要となる。本研究では、特に遅延が起きた場合に対応できるVHの操作システムを構築することを目指し、JavaやVRML⁽¹⁾、VRML Humanoid Animation(h-anim)⁽²⁾などの標準技術を用い、モデム程度の通信環境でも利用可能なシステムの構築を行ったので報告する。

2. インターネットを通じたVHの操作システム

図1に示すように、本システムでは、サーバ側でVHの動作ストリームの作成と送信を行い、クライアント側でそれを受信しバッファリングして動きを再生する。

3. クライアント側でのVHの構造と動きの再生

ネットワークでの利用を考慮し、VHの構造は少ないデータ量で操作を行うためにh-anim⁽²⁾の仕様に従い16個のパーツとそれらをつなぐ関節からなる骨格構造とする。操作方法は関節を(0,0,0)とした任意ベクトルに対する回転角度でVHの状態を表す。ネットワークを通してこれらの状態を変更する「操作コマンド」をコマンド番号、パーツ番号p、任意軸(x,y,z)、回転角度r、時間等をパラメータにして次のように定義する。

- ・ 任意時間後の状態挿入：1 p x y z r 操作開始時刻 操作時間
- ・ 中間地点挿入：2 p x y z r 相対位置[0,1]

4. 動作ストリームの作成と送受信

表1のように操作対象のパーツ番号、回転軸の任意ベクトル、回転角度、経過時間の情報を持つモーションキャプチャのデータなどを一定時間における全パーツの情報をまとめてブロック化し、コマンド番号や時間に関する情報を加えて、後述する方法でソートした表2のような動作ストリームを作成する。これをサーバで読取り、クライアントに送信する。

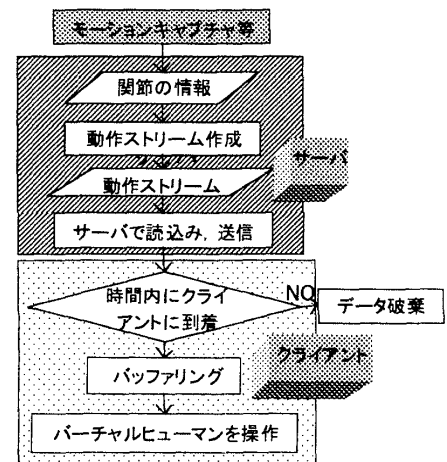


図1 システム全体図

表1 キャプチャデータ

0010	-0.05454	0
0010	0.060908	1
0010	0.065448	2
0010	0.076356	3
0010	0.05454	4

表2 動作ストリーム

1	0010	0.05454	20	4
2	0010	-0.05454	0.2	
2	0010	0.060908	0.4	
2	0010	0.076356	0.8	
2	0010	0.065448	0.6	

クライアントは動作ストリームを受信し、それをレンダリング開始時刻までバッファリングし、解析を行い、それを図 2 のように、次の順序で VH に割り当てた後、レンダリング時に間を補間することで動きの再生を行う。

1. 現在の状態を取得
2. 任意時間後の状態を挿入
3. 中間の状態を挿入 (操作コマンドの数だけ繰り返す)
4. 1.2.3 の間の状態を補間

ここで、動作ストリームのブロック化の間隔とバッファリング時間は同じである。この時間は特に規定しないが、長すぎると動作ストリーム発行から実際の動きの再生までのタイムラグが大きくなり、逆に短すぎると、バッファリング時間を過ぎた動作ストリームは破棄されるのでデータ遅延に対応できなくなる。

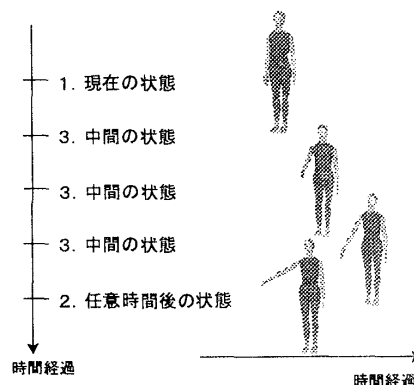


図 2 VH の操作

5. バンド幅が不確定な環境において生じる問題に対する処理

ネットワークを通して操作データを送信する場合、必要なデータに対して送られてくるデータが下回るといった問題が生じる。これを解決するために、時系列に並んだ動作ストリームの i 番目の操作データが持つ任意軸に対する回転角度 $r(i)$ と前後の角度の平均 $(r(i+1) + r(i-1))/2$ との差 $E(i)$ でソートする。

$$E(i) = |(r(i+1) + r(i-1))/2 - r(i)|$$

$E(i)$ が大きいと、角度情報 $r(i)$ を除いたとき $r(i-1)$ と $r(i+1)$ から補間される値と $r(i)$ との差が大きくなり、補間が難しくなる。よって $E(i)$ が大きく補間が難しい操作コマンドを先に、 $E(i)$ が小さく補間が容易で、無くなっても VH のレンダリングに影響が小さいものを後方に配置するという方法でソートして動作ストリームの順序を入れ替える。このような動作ストリームを送受信することで、遅延に対応したシステムを実現した。

6. 実験例と結果

0.15 秒刻みで作成された 15 秒間の歩行操作の実験を行った。10 個のパーツに対して合計 1,100 個の操作コマンドを与え、後方から動作ストリームのデータを 10% ずつ除去して操作し、除去しないデータと比較したところ、50% 除去の動作ストリームまでは除去しない場合の動きと見た目ほとんど変わらない結果が得られた。

7. おわりに

今回の歩行実験では、50% 程度のデータ遅延までは対応することが可能である。それ以上の約 70% の遅延までは動作を認識することができた。 $E(i)$ の改良などで、今後さらにこの値は上がることが期待される。

[参考文献]

- (1) Rikk Carey, Gavin Bell, Chris Marrin, "ISO/IEC 14772-1:1997, Virtual Reality Modeling Language, (VRML97)", <http://www.vrml.org/Specifications/VRML97/index.html>, 1997.
- (2) Bernie Roehl, "Specification for a Standard VRML Humanoid Version 1.0", <http://ece.uwaterloo.ca/~h-anim/spec.html>, December 2, 1997.
- (3) Ryohei Suzuki, "Human Adult Walking", Primate Morphophysiology, Locomotor Analyses and human Bipedalism pp.3-24, 1985.