

7D-4

三次元動画像を用いた遠隔教育システムの構築

曾田 俊彦 角山 正博
†新潟工科大学大学院 工学研究科

1. はじめに

近年インターネットの普及に伴って、ネットワークを用いた遠隔教育システムが利用されるようになってきた。既存の研究には、仮想的に構築した講義室にアバタとして接続し講義に参加するもの[1]や、三次元動画像で教育対象を表現する事によって学習するもの[2]がある。一方、スポーツ等の動きを伴う教育では、受講生は自由に動作を観察して理解を深めたい場合があるが、既存のシステムではこれに対応するのは困難である。

例えば上記の仮想的に講義室を構築する場合に三次元動画像を用いるものもあるが、学習の対象を三次元動画像で表現しないため、運動等の理解には不向きである。また、三次元動画像で教育対象を表現する場合にも、指導者が受講者に一方的に解説する場合が大部分であるため、疑問が生じてもその場で質問する事ができないという問題がある。

本研究はこれらの問題点を解決するために、主に運動等の動きの多いものを対象とした、三次元動画像を用いた教育システムの開発を目的としている。ここではサーバ部とクライアント部の開発を行ったので報告する。

2. 遠隔教育システム

2-1. システムの概要

本研究では DirectX を用いて遠隔教育システムを開発する。本システムは、指導者がインターネット上に仮想的な講義室(サーバ)を構築し、受講者がサーバにクライアントとして接続することによって講義を受ける。コミュニケーションはチャットを用いて行い、アプリケーション上に描画された三次元モデルを使用しながらスポーツなどの動作を学習する。

講義は指導者と受講生が双方向でチャットや三次元モデルを操作しながら行うが、講義の円滑化を図るために受講生の発言や操作には制限が課されている。受講生が発言や操作を行うためには挙手をし、指導者が許可した場合のみこれらに対する権利が与えられる。

2-2. 三次元モデル

三次元動画像を使用する利点として、実世界では実現不可能な表現が可能になるということがあげられる。例として、三次元モデルの動作を任意の位置、角度、あるいは速度で観察する事が出来、それに合わせた手や足のみの描画等、実写動画では不可能な表現を実現する事が出来る。これらの表現や機能を応用することによって、より直感的に動作を学習することが可能になる。

これらの三次元動画像のモデル表現方法として、本研究では滑らかに人体を表現できるワンスキンモデルを採用す

る。ワンスキンモデルは一つのモデルに関節を反映させたボーンデータを与え、ボーン回りでモデル表面の形状が変化するモデルである。

このモデルを遠隔教育に用いる場合には次の条件を満たす必要がある。

- ・ モデルとモーションデータ等のアーカイブ化
- ・ 同一ボーンにおける各データの共通化

そこで本研究では、これらの条件を満たすために、同じボーンに対してはモデルとモーションを自由に変更できるように、各データを分離した独自のファイルを作成している。なお、DirectX 専用のモデルファイルである X 形式では、一つのモデルにボーンとモーションが一体化されている。

本研究では人の動きを対象としているため、図1に示すように人体の全身モデルを構築している。このモデルでは全部で 22 本のボーンがあり、これは人体の主要な関節にもとづいている。図中の○が関節の始点を表しており、各関節には親子関係が結ばれている。□の関節が親子関係の最上位であり、そこからツリー構造で各関節が接続されている。手先の部分には道具を使うスポーツ等のためにさらにもう 1 本ボーンが入っている。また、□の関節部分には左右の腰関節部分のボーンがあり、同様に黒い関節部分にも左右の肩につながるボーンがある。

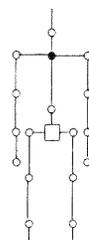


図1. ボーンデータ

2-3. ポーズ設定アルゴリズム

次に簡略化したボーンモデルを用いて、モデルのモーションについて説明する。モーションはモデルの姿勢が少しずつ異なるフレームを次々に表示させる事によって実現される。このときモデルの姿勢をポーズという。モーションデータはキーフレームと呼ぶ、定められた時間におけるモデルのポーズのデータによって構成されている。また、モーション再生時にはキーフレームのポーズを補間して各フレームにおけるモデルのポーズを求めている。

図2は2つのキーフレームに基づくモーションの再生を示している。ここでKF(0)はモーション開始時のポーズであり、KF(1000)は 1000[ms]後のモーション終了時のポーズである。これらのキーフレーム間の 500[ms]におけるポーズ

ズを求めると図中の F(500) のようになる。

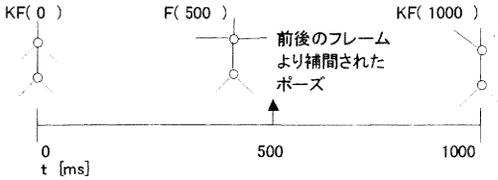


図2. モーション再生

次にキーフレームに基づいて任意の時刻のモデルのポーズを設定するアルゴリズムについて説明する。なお、関節の回転には 4×4 の回転行列を使用している。

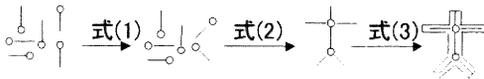


図3. モデルのポーズの設定

モデルを表示する手順を図3に示す。まずモデルの一つの関節の位置と回転を求める。それぞれの軸 X, Y 及び Z の回転行列を mBX , mBY 及び mBZ とすると、回転行列 mBR は次のように求められる。

$$mBR = mBZ \times mBY \times mBX \quad (1)$$

次に移動及び回転操作を施したボーンを人体の各部位に移動させる。この操作によって各ボーンが親子関係に従って接続される。次の式(2)中の mMP はモデル自体のワールド行列を表し、 mBW はボーンのワールド行列であり、 $[P]$ は親である事を示している。

$$mBW = mBR \times mBP[P] \times mBR[P] \times mMP \quad (2)$$

この操作の後、次の式(3)を用いて、構築されたボーン情報に合わせて表皮を形成していく。式(2)によって求められたボーン情報に式(3)を適用することによって、モデルに表皮が反映される。なお、このモデルではポリゴンの一頂点にそれぞれ回転比率情報を与えておく事によって、関節を大きく曲げたときにも関節がつぶれる事が無いようになっている。ここで式中の mPW は頂点ワールド行列を、 mPP は頂点位置行列を、 $Inv mBR$ は mBR の逆行列を、 $RtimBR$ は mBR に回転比率を反映させた行列、また $Inv mMP$ は mMP の逆行列を表している。

$$mPW = mPP \times Inv mBR \times RtimBR \times mBW \times Inv mMP \quad (3)$$

3. 開発したシステム

3-1. 開発環境

本システムの開発にはコンパイラに VC++6.0 を、3

DAPI に DirectX9.0 SDK (summer 2003) を使用している。開発環境を表 1 に示す。

表 1. 開発環境

OS	WindowsXP SP2
CPU	Celeron 1.2GHz
メモリ	512MB
ビデオカード	Trident CyberBlade XP 16MB

3-2. システムの動作

次に本システムの動作を説明する。

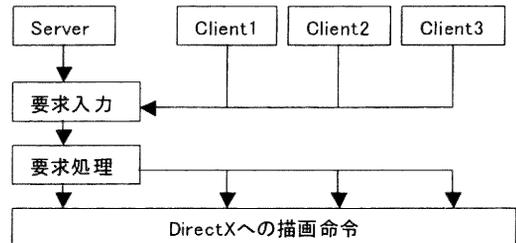


図4. システムの動作

本システムの動作を図 4 に示す。構築したシステムは 1 台のコンピュータ中にサーバ部とクライアント部が構成されており、外部のネットワークは使用していない。Server と Client1 から 3 はそれぞれ独立して動作しており、Client の入力は全て Server へ送信されるようになっている、その後で各要求に対する処理結果が Server から各 Client へ戻され、最終的な画面表示が DirectX の描画システムを使用し同一のウィンドウを 4 分割して描画される。

4. むすび

運動等の動きの多い対象を扱うための三次元動画像を用いた遠隔教育システムの構築を目的とし、サーバ部とクライアント部を開発した結果を報告した。本システムは人の動き等を解りやすく表示することが出来るため、このシステムを遠隔教育に用いる事によって学習対象を任意の角度から観察することが出来、スポーツなどの動きの多い分野の学習を効果的に行うことが出来るようになるものと考えられる。

今後の課題として、ネットワーク制御部の開発を行い、実際の環境で講義を行えるようにする予定である。

参考文献

- [1]岩崎昇一, “3D 教材開発用フレームワークの開発,” 信学技報, ET-2002-27, Jul. 2002.
- [2]藤井 論, “3D グラフィックスと XML を用いた環境学習システムの開発,” 信学技報, ET-2003-12, pp29-34, Jul. 2002.