

5V-10

Inverse Kinematics を用いた教師役 CG キャラクタの動作生成

荻野裕介 村上真 米山正秀
東洋大学工学部情報工学科

1 はじめに

近年、インターネットを代表とする通信ネットワークの普及・高速化に伴い、ネットワークを介して学習を行う e-learning システムが普及しつつある。e-learning システムの導入により時間的制限や空間的制限が緩和され、多種多様な学習形態や機会の提供が可能になってきている。現在行われている e-learning システムをはじめとする遠隔教育には、講義内容をライブ配信する同期型のもので、録画して配信する非同期型のものがある。しかし、同期型のものでは教師が毎回授業を行う必要があり、講義の配信に専用の機材が必要である。また、非同期型のものでは、受講者の増加に伴いサーバの負荷が増大してしまう。また、映像に講義内容のインデックスをつけるなどの編集作業が必要であり、講義内容を修正・更新するのに再び撮り直さなければならないという欠点がある。本研究の目的はこれらの欠点を改善した学習支援システムを構築することである。

本研究では、ディスプレイに表示された仮想ホワイトボードと教師役 CG キャラクタを用いて講義を行う仮想講義システム、講義内容の作成などを行うオーサリングシステム、レポート提出などを行う授業管理システムなどを合成してシステムを構築する。本システムでは、仮想環境で講義を行うため専用の機材は不要となる。また、Java Applet で構築するためサーバの負荷を減少することができ、オーサリングシステムを構築することで修正、更新を容易にすることができる。更に、XML によって構造化することにより必要な情報へのアクセスが容易になる。

本研究では、仮想講義システムの構築を目的とする。

2 仮想講義システム

2.1 システム概要

仮想講義システムでは、教師役 CG キャラクタの台詞と動作、ホワイトボードに表示する教材コンテンツの出力を行う。

台詞と教材コンテンツは、予めオーサリングシステムを用いて作成されたものであり、仮想講義システムではそれぞれを合成音と CG で出力する。しかし、CG キャラクタの動作を全てオーサリングシステムで作成することは困難であるため、本研究では自動で動作生成することを目的とする。

2.2 CG キャラクタの動作生成

動作生成はモーションキャプチャシステムにより収録したデータを用いて行う。しかし、この手法では実測データしか再現できず、動作の切り替えも不自然なものとなる。そこで、これらの欠点を改善するため Inverse Kinematics (IK)を用いて動作制御を行う。

3 モーションキャプチャによる動作生成

3.1 方法

収録する動作データは、講演や授業で教師がどのような動作を行うかを分析することにより決定する。分析対象は 90 分の講演を収録したもの 2 本と 100 分の授業を収録したもの 1 本である。分析した結果の一部を表 1 に示す。

表 1 教師の動作分析

動作	回数
黒板に文字を書く	150
黒板の文字を指す	110
教卓に手を置く	11
テキストを見る	7
うなずく	6

3.2 動作生成例

分析の結果から得られた頻出動作をモーションキャプチャシステムを使用して収録し、そのデータを元に動作生成を行った。動作生成例を図 1 に示す。

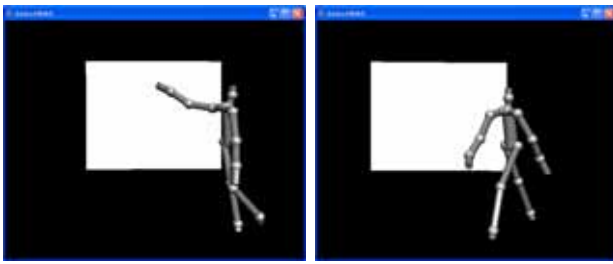


図1 モーションキャプチャによる動作生成例

4 IKによる腕部の動作生成

今回はIKを用いた腕部の動作生成を行う。

4.1 方法

4.1.1 動作生成手順

IKを用いた腕部の動作生成は次のような手順で行う。まず、手先の初期値、目標値を指定する。次に、初期値、目標値間の軌道を計算し、手先を軌道に沿って1フレーム分動かしたときの手先の位置に応じてIKを用いて関節角度を求める。そして、各関節を回転させ腕部を動かす。これを手先が目標点に到達するまで繰り返すことで、動作を生成する。

4.1.2 2リンク3自由度のIKの解法

本研究では、図2に示すように、肩は θ_1 、 θ_2 の2方向に回転し、肘は θ_3 の1方向に回転するという制限を設けて、腕部を2リンク3自由度のIK問題として解く。

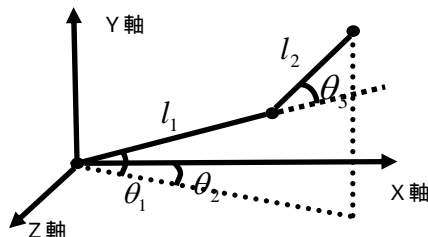


図2 腕部モデル(2リンク3自由度)

手先の座標値 x, y, z は、 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ と上腕の長さ l_1 と前腕の長さ l_2 から以下のように表すことができる。

$$x = \cos \theta_1 (l_1 \cos \theta_2 + l_2 \cos(\theta_2 + \theta_3)) \quad (1)$$

$$y = l_1 \sin \theta_2 + l_2 \sin(\theta_2 + \theta_3) \quad (2)$$

$$z = -\sin(l_1 \cos \theta_2 + l_2 \cos(\theta_2 + \theta_3)) \quad (3)$$

(1)~(3)式を $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ について解くと、

$$\theta_1 = \arctan(-z/x) \quad (4)$$

$$\theta_2 = -\arctan(b/a) + \arcsin(c/\sqrt{a^2+b^2}) \quad (5)$$

$$\theta_3 = -\arctan(b/a) - \theta_2 + \arcsin(d/\sqrt{a^2+b^2}) \quad (6)$$

となる。よって、手先の位置から腕部の姿勢が決定する。

4.1.3 姿勢制御

本研究では、肩が2自由度しかないため不自然な姿勢になってしまう場合がある。そのため、腕部の姿勢をより自然なものにするために、肩と手首を結ぶ直線を回転軸として回転させ、姿勢の制御を行う。回転角度は、南城ら[1]が実測データから重回帰分析により求めた式(7)により算出する。

$$= 27.467 + 0.297y + (-0.282)z \quad (7)$$

ここで、 θ は肩と手首を結ぶ直線を軸に回転させる角度、 y, z はそれぞれ手首の y 座標、手首の z 座標を表す。

4.2 動作生成例

IKを用いて腕部の動作を生成した例を図3に示す。

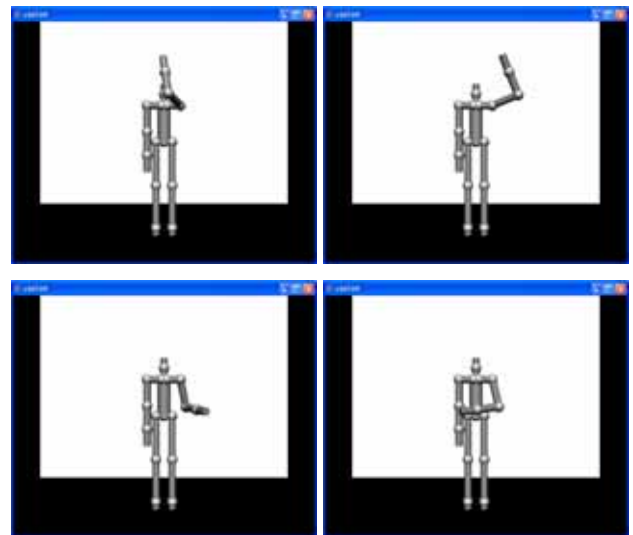


図3 腕部の動作生成例

5 まとめ

研究の結果、モーションキャプチャによる動作とIKによる腕部の動作を生成することができた。

今後はモーションキャプチャで生成した動作のIKを用いた制御、他の部位の動作生成、スムーズな動作の切り替えを行う予定である。

6 参考文献

[1]南城康之, 日隈直紀, 水野一徳, 西原清一, 福井幸男 “Inverse Kinematicsを用いた動態人体モデルの生成”