

モーションキャプチャを用いた ピアノ演奏動作の CG 表現と演奏との同期処理

山本和樹† 武田晴登† 片寄晴弘† 長田典子†

関西学院大学 理工学部 情報科学科†

1. はじめに

ピアノ演奏に関する研究の多くは音楽的観点からのものであり、演奏動作に着目した研究は多くない[1]。とりわけ演奏動作の生成や CG 表現技術については、ピアノ練習支援システムや演奏支援 GUI など機械的な指の動きを扱ったものが多く、動きのリアリティに着目した研究は少なかった。

我々はピアノ演奏動作の解析や CG 表現の研究を進めている。本稿ではモーションキャプチャシステムを用いてリアルな演奏動作の CG アニメーションを出力するとともに、これを応用した音楽インタフェースと同期する GUI を提案する。

2. モーションキャプチャを用いたピアノ演奏 CG

2.1 モーションキャプチャ使用の利点

ピアノ演奏時に、指は個別に動くことはなく全ての指と連動して動いている。この動きを計算から求めるのは非常に複雑で、CG 制作における汎用性もなくなる。モーションキャプチャを用いることで、複雑な計算をせず、実演奏の自然な動きを取得できる。

2.2 ピアノ演奏アニメーションの作成方法

図 1 に 3DCG でピアノ演奏アニメーションを作成する流れ図を示す。

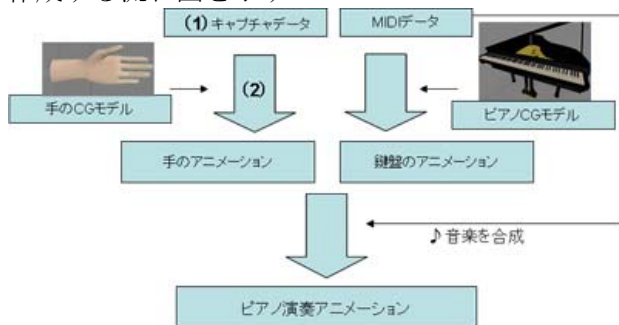


図 1: 処理の流れ

2.2.1 指の動きのアニメーション作成

(1) 3次元位置データの獲得

まずピアノ演奏時の指の動きを、モーションキャプチャを使用して取得する。指の関節部分に光学式マーカを取り付け、3次元位置座標を計測する(図 2)。ピアノ演奏では指くぐりや両手が交差する際に、マーカが欠落したり誤認識が起こったりしやすくなる。その場合には直前の速度データや他のマーカとの相対位置から 3次元座標の補間を行い、データを修正する。



図 2: モーションキャプチャの様子

(2) 手の CG モデルへのキャプチャデータ適用

次に(1)で取得したデータを CG モデルに適用する。今回は片手あたり 16 関節およびボーン(関節と関節を結ぶ線分)を図 3 のように配したモデルを使用する。



図 3(A): 3D 形状



図 3(B): 関節の構成

モーションキャプチャのマーカデータを手のモデルに当てはめるためには、3次元位置データをボーンの関節回転角へ変換する必要がある。一つの関節に対し二つのマーカデータを対応させることで、関節の中心位置と回転データに変換できる。

“CG animation of hand motions in piano performance using Motion Capture system and its synchronization with musical performance”

† Department of Informatics, School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

2.2.2 鍵盤の動きのアニメーション生成

ピアノ鍵盤のモーションは演奏データから作成する。モーションキャプチャ撮影前に MIDI (Musical Instrument Digital Interface) のノート・ナンバと各鍵のボーン動きを予め関連づけておくことで、MIDI データに対応した鍵盤の動作を生成できる。

2.2.3 手と鍵盤の動きの合成

手の動作とピアノ鍵盤の動作を合成することによりピアノ演奏アニメーションを表現できる。

また音については、モーションキャプチャ撮影時に録音した MIDI データをピアノ演奏アニメーションと同期させて再生させる。

2.3 ピアノ CG アニメーションの実装

2.3.1 動作条件

手のモデルとピアノのモデルは LightWave により制作した。これらのモデルを plugin を介してモーションキャプチャシステム Motion Builder に読み込んだ。

2.3.2 対象曲

今回は対象曲としてショパンの「Waltz op.64 No2」の一部を用いた。またキャプチャ時のテンポはメトロノームを用いて一定になるようにし、音楽インタフェースなどの同期処理を行う機器との対応付けを簡略化した。

2.3.3 結果

出力されたピアノ演奏アニメーションの 1 シーンを図 4 に示す。実演奏のリアルな手の動きをモーションキャプチャを使うことによって、3DCG アニメーションで再現できることが確認された。



図 4: ピアノ CG アニメーションのシーン例

3. インタラクティブピアノ演奏 CG アニメーションの作成

モーションキャプチャデータを利用し、テンポをインタラクティブに取得し、演奏動作のリアルタイムレンダリングを行うことで、音楽と

同期したピアノ演奏 CG アニメーションを出力するシステムを提案する。リアルタイムレンダリングを用いることにより、フレームレートを変えずに滑らかに描画することが可能である。

これは次のように実現できる。まず前処理として、楽譜と事前にモーションキャプチャで取得した実演奏の時刻との対応表を用意する。外部からオンラインで入力される拍打データからテンポを推定し、対応表をもとに楽譜に対応したモーションデータを決定し、リアルタイムでレンダリングを行う。

今回は OpenGL を使用し、モーションキャプチャデータと MIDI データを読み込み、リアルタイムでピアノ演奏 CG アニメーションを描画した。手の 3D モデルはシンプルなものを採用した (図 5)。拍ごとにテンポを変化させながらリアルな指の動きを再現することができた。

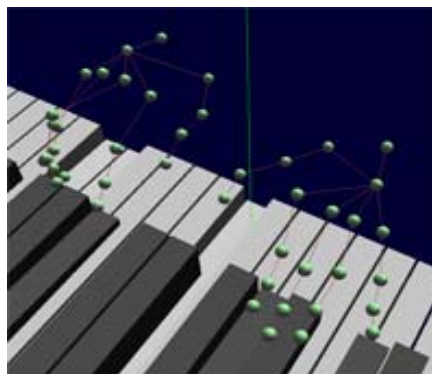


図 5: リアルタイムレンダリングによるピアノ演奏アニメーションのシーン例

4. まとめ

本研究ではモーションキャプチャで取得したピアノ演奏動作のモーションデータを 3DCG で表現した。また拍情報を与えることによってインタラクティブにピアノ演奏動作をレンダリングする GUI システムを OpenGL によって構築した。今後は 3DCG モデルの精度向上、および拍打動作による音楽演奏インタフェース iFP[2]との同期処理を行っていく予定である。

参考文献

- [1] H. Sekiguchi, and S. Eiho, "Generating and Displaying the Human Piano Performance," *Trans. IPSJ* 40(6), pp.2827-2837, 1999.
- [2] H. Katayose and K. Okudaira, "iFP A Music Interface Using an Expressive Performance Template," EC 2004, LNCS, Vol. 3166, pp.529-540 Springer (2004)