

# 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

釘本望美 山本和樹 武田晴登 片寄晴弘 長田典子 巳波弘佳

(片寄グループ：関西学院大学理工学部 長田研究室・巳波研究室・片寄研究室)

**概要** 演奏動作は音楽演奏における重要なファクターの1つである。とりわけピアノ演奏動作の生成やCG表現技術の研究においては、これまで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い。本研究では、モーションキャプチャを用いてピアノ演奏時の手指の動きを獲得し、オフラインレンダリングによってリアルなピアノCGアニメーションを制作するとともに、リアルタイムレンダリングにより音楽インタフェースiFPと同期するGUIを構築する。

**キーワード**：モーションキャプチャ、ピアノ演奏、インタラクション、アニメーション

## 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。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などで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なモデルを要する。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. 指の動きのアニメーション生成

#### 2.2.1. 3次元位置データの獲得

まずピアノ演奏時の動きを、モーションキャプチャを使用して取得する(図1)。指の関節部分に光学式マークを取り付け(図2)、モーションデータである3次元位置座標を計測する。ピアノ演奏では指くぐりや両手が交差する際に、マーク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クとの相対位置から3次元座標の補間を行い、データを修正する。

#### 2.2.2. 手のCGモデルへのキャプチャデータ適用

次に2.2.1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。モーションキャプチャのマーク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に対し二つのマーク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。

#### 2.2.3. 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のノート・ナンバと各鍵のボーンの動きを予め関連づけておくと、MIDIデータに対応した鍵盤の動作を生成できる。



図1 モーションキャプチャによるモーションデータの取得



図2 マークを装着位置



図3 手の関節モデル



図4 ピアノCGアニメーションの制作手順とシーン例

#### 2.2.4. 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CGソフトウェアにより制作した。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MotionBuilderに読み込んだ。

### 2.3.2. 結果

今回は対象曲としてショパン「Waltz op.64 No.2」やバッハ「Minuet G dur」の一部を用いた。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。

## 3. インタラクティブピアノ演奏CGアニメーションの生成

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。

ここでは音楽演奏インタフェースiFP[2]との同期処理を実現した。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、二段階DP法を用いて作成する。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

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。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。

## 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[3]。

現在、GPU(Graphics Processing Unit)を用いて、肌の質感表現や動きのリアリティを再現するリアルタイムCGアニメーションシステムを構築中である。最終的には、楽譜を入力すると自然で情緒豊かな音楽演奏と演奏動作が出力される音楽映像生成システムの構築をめざしている。

また演奏動作の特徴や個性、上級者と初心者の弾き方の違いといった解析や評価へ展開していくことにより、練習支援システムとしての応用も可能となる。さらにセカンドライブ等のVR空間内で、リアルに演奏するピアニストのキャラクタ制作等も行っていく予定である。

## 参考文献

- [1] 関口博之, 英保茂: 計算機によるピアノ演奏動作の生成と表示, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.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).
- [3] 釘本望美, 山本和樹, 武田晴登, 片寄晴弘, 長田典子, 巳波弘佳: モーションキャプチャを用いたピアノ演奏動作のCG表現と音楽演奏インタフェースへの応用, 情報処理学会研究報告 2007-MUS-72, pp.79-84 (2007).