

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 24 日現在

機関番号：12608

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26730103

研究課題名(和文) 舞台芸術の創作空間による自律的キャラクタ動作の演出

研究課題名(英文) Direction of Autonomous Character in Creation Space of Performing Arts

研究代表者

三武 裕玄(MITAKE, Hironori)

東京工業大学・精密工学研究所・助教

研究者番号：30613939

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：舞台芸術の演出手法から着想した動作、抑揚、印象語を用いた指示によって、キャラクタの動的動作生成の振る舞いを司るパラメータを調整する手法を実現した。動作を入力とする手法では、自動生成される動作が入力と近くなるよう最適化を行った。抑揚を入力とする手法では、抑揚から連想される動作に音高と速度の類似性が見られるとの予備実験結果から、入力音声の音高に応じて速度を変化させる手法を実現した。印象語を入力とする手法では、ユーザから収集した印象語・パラメータの対応データをもとに動作デザインインタフェースを提示する方法を構築した。

研究成果の概要(英文)：We realized design method for motion of dynamically simulated characters, inspired from direction method of performing arts. We used motion, voice and words to design character motions. Using motion inputs, optimization is performed to minimize difference between input motion and simulated output motion. Voice pitch is used to design velocity of motion. Words expressing impression of motion are gathered from users, and used to map impression words from motion parameters.

研究分野：エンタテインメントコンピューティング

キーワード：プロシージャルアニメーション シミュレーション キャラクタ デザイン 演出 バーチャルクリエーチャ

1. 研究開始当初の背景

3次元コンピュータグラフィクス(CG)の進歩により、実写そっくりの映画や新しいアニメーション表現が創りだされ、デジタルゲームにも活用されている。その一方で、ゲームに用いられるキャラクタの表現は、映画とアニメの制作方法に囚われている。

映画は役者の演技を記録・編集して作られ、アニメは予め描いた絵を順に表示して映像を見せる。どちらも創作と鑑賞が完全に分離するという、絵画・彫刻・写真といった美術の特徴を持つ。これに対して舞台芸術には、即興劇に見られるように、役者同士、あるいは役者と観客のインタラクションを含む作品も多い。

デジタルゲームはプレイヤーがキャラクタを操ってはじめて作品が成立するので、本来即興を含む舞台芸術の要素が強い。しかし現在のキャラクタの動作は、演技の記録であるモーションキャプチャか、予め描いたキャラクタの姿勢を順に再生するキーフレームアニメーションに依存している。このため、即興に応じていきいきと動くキャラクタを登場させることができていない。

これに対して、動的シミュレーションによる動作生成[3][4]が提案されている。キャラクタの身体や心(行動・動作の計画・決定を行う心の働き)をシミュレーションすることで、プレイヤーの操作に応じていきいきと動くキャラクタを作ることができる。

作品の制作者は、ストーリーを紡ぎ、プレイヤーの感情移入を誘うため、キャラクタの性格や心情を反映した動作を創らねばならない。動的シミュレーションにおける動作の変更は、微分方程式の係数の設定や、式・アルゴリズムの切り替えによって行う。しかし、望む動作を生み出すパラメータという砂粒を、広大な多次元のパラメータ空間から探し出す作業は容易でない。

また、創作の過程では、試しては鑑賞するという試行錯誤が、望む動作を得られるまで繰り返される。この試行錯誤が結実するには、試した操作と結果の関係が直感的に把握・記憶できなければならない。しかし、動的シミュレーションのパラメータは数学上の概念であり、実際に手にとって操作を行える画材・造形素材や、それをモデル化したペイントツール・3Dモデラとはまったく異なる。そのため、制作者の身体知によって操作と結果の関係を把握することは難しい。

2. 研究の目的

本研究では、数学上の概念である動的シミュレーションのパラメータ空間を、作品制作者が身体性を持って操作可能な創作空間に変換することをめざす。操作の方法として、美術ではなく舞台芸術の操作法をモデルとし、次の3つを考える。

- ・具体的な動作やポーズの指示
=演技してみせることによる演出
- ・動作を連想させる非言語音声による指示
=言葉の抑揚等をつかった演出
- ・動作を形容する言葉による指示
=印象や感情をあらわす言葉による演出

3. 研究の方法

(1) 動作やポーズの指示によって動的シミュレーションのパラメータを調整するため、与えられた動作やポーズと、動的シミュレーションの出力との差分をとる関数を目的関数とし、最適化計算によって差分が最も小さくなるようなパラメータを導出する方法をとった。

(2) 動作を連想させる非言語音声特徴として、音量と音高の時系列にそれぞれ着目した。研究ではまず音量・音高の時系列パターンが異なる音声を用意し、連想される動作を人に演技してもらって動作の特徴を分析する方法をとった。その後、得られた特徴を再現するような動作生成手法を検討・実現した。

(3) 印象語と動作の対応関係は個人やコミュニティごとの差が大きいと考えられるため、印象語・動作の対応関係を収集し利用する仕組み自体を動作デザイン環境として構築した。

4. 研究成果

(1) 感覚・注意・運動モデルのシミュレーションにより動的に動作するキャラクタを対象として、望ましい振舞いの例を時系列データにより入力し、シミュレーションによる動作生成結果と入力された時系列データの差分が少なくなるよう行動決定モデルのパラメータを調整する手法を実現した。生成結果と入力データの差分を評価関数とし、CMA-ESによる数値最適化を用いて評価関数を最小化するようなパラメータを決定する。

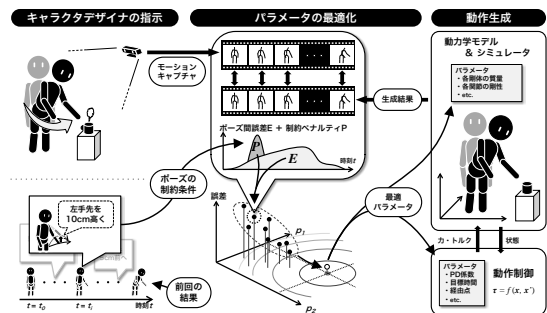


図1 動作例を入力とするパラメータ最適化手法

例えば、注意モデルに基づく視線生成アルゴリズムを用いた場合、トップダウン注意のパラメータを大きくすると特定の物体を集中して注視する動作が、ボトムアップ注意のパラメータを大きくすると動く物体に散漫な視線を向けるような動作が生成される。望ましい動作例として自然な頻度で動く物体を見つつ特定の物体を注視するような視線移動時系列を与え、提案手法を用いることで、同様の視線の振る舞いを再現するパラメータを得ることができる。

(2) 既知の行動決定モデルのパラメータを動作例から決定するだけでなく、行動決定モデル自体を行動事例を入力として学習する基礎的手法を実現した。手法では、まず人間の行動事例をモーションキャプチャを用いて計測し、躍度最小軌道のフィッティングにより動作軌道から動作目標の列を得る。次に動作目標列を入力として隠れマルコフモデル (HMM) の学習を行うことで、人間がよく取る行動パターンを状態遷移モデルの形で獲得する。得られた HMM を行動決定モデルとして用いることで、人間の行動事例が持つ特徴を備えた行動をインタラクティブに生成することができる。

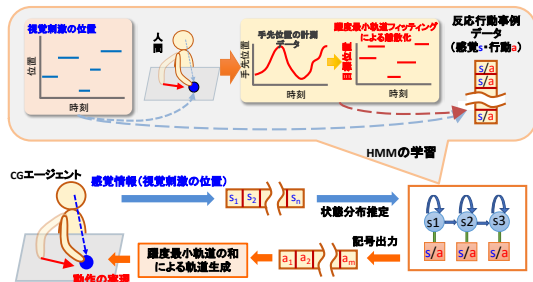


図2 行動事例からの行動決定モデル獲得手法

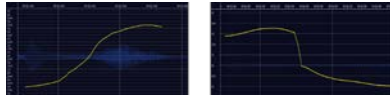
実験では、「素早い」「山なり」といった異なる特徴をもつ手先到達運動を入力としてそれぞれ HMM の学習を行い、それぞれ特徴を再現する動作を生成することができた。

(3) 抑揚を伴う非言語音声を入力として、キャラクターの動作を調整する手法を実現した。予備実験により、抑揚から連想される動作の特徴として動作が最高速度となるタイミングが音声のピッチが高くなる時刻と近くなる傾向が示唆された。そこで入力された音声からピッチの時系列を検出し、キャラクター動作の速度波形がピッチの波形と近くなるよう動作生成パラメータを最適化により調整する。

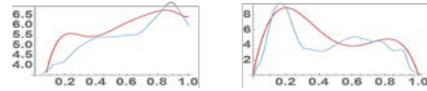
被験者に本手法で生成された動作を見せ、入力となった音声を複数の選択肢から回答させるという方法で評価を行った結果、約7割の正答率が得られ、抑揚から連想される動作を実現できている事が示唆された。一方で、動作の種類や被験者によっては、ピッチから動作の速度ではなく動作の位置軌道を連想

する場合もあることが分かった。実際には音のピッチは動作の位置・速度の両方を連想させると考えられ、両者を総合した手法の実現は今後の課題として残った。

入力した抑揚



赤:生成された動作 青:人間の動作



生成された動作軌道の例

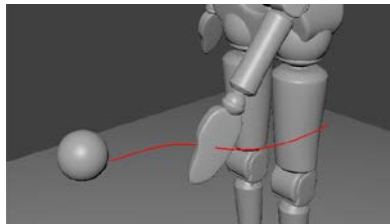


図3 抑揚に基づく動作生成

(4) 印象語の指示による動作生成パラメータのデザイン環境として、印象語・パラメータの対応関係を収集し、収集したデータを二次元平面上に可視化して印象指示 UI として用いる手法を実現した。手法ではまず、動作デザインを行うユーザからあらかじめ様々な動作生成パラメータに対する印象を収集しておく。次に印象語・パラメータ対を二次元平面に表示する。値の近いパラメータが平面上でも近くに表示されるよう、自己組織化マップ (SOM) を用いる。ユーザは表示された印象語の分布を見ながら、二次元平面上の一点を指示することでパラメータを調整する。

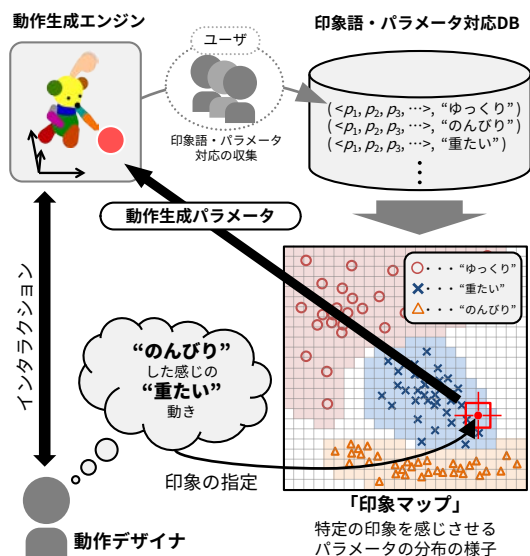


図4 印象語に基づく動作デザイン環境

提案手法を用いて実際にキャラクターの振る舞いを調整する実験を行い、パラメータそ

のものを直接編集する場合に比べてより適切なパラメータへと調整できることを確かめた。

(5) ポーズの指示によるキャラクタ動作調整手法の応用として、入力ポーズをより自然なポーズへと改善する手法を実現した。イラスト制作におけるキャラクタポーズの作成支援を目的として、ユーザが大雑把に思い描いて入力したポーズを、力学的負荷の点でより無理のないポーズへ改善しユーザに提案する。入力されたポーズを初期値として、より関節トルクが少なくなるポーズを進化的探索手法である CMA-ES によって計算する。

得られた入出力例について印象変化をアンケート調査により評価し、自然さ・バランス・安定の印象が増加したこと、一方で躍動感が減少する場合があることなどが確かめられた。



図5 入力ポーズの自動改善結果例

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 9 件)

① 江添 正剛, 三武 裕玄, 長谷川 晶一, “無理のない姿勢を静力学指標の最適化により提案する バーチャルデッサン人形”, Visual Computing / グラフィクスと CAD 合同シンポジウム, 2016年6月18日, 早稲田大学 (東京都)

② 三武 裕玄, 葛島 健人, 清水 ありさ, 長谷川 晶一, “対話における自然な共同注視を実現するエージェントの動作・視線生成”, 言語・音声理解と対話処理研究会, 2015年10月29日, 早稲田大学 (東京都)

③ 江添 正剛, 三武 裕玄, 長谷川 晶一, “無理のない姿勢を逆動力学・最適化により提案するバーチャルデッサン人形”, エンタテインメントコンピューティング 2015, 2015年9月25日, 札幌市教育文化会館 (北海道)

④ 清水 ありさ, 三武 裕玄, 長谷川 晶一, “インタラクティブキャラクタにおける手先の追いかけ動作の再現”, エンタテインメン

トコンピューティング 2015, 2015年9月25日, 札幌市教育文化会館 (北海道)

⑤ 清水 ありさ, 三武 裕玄, 長谷川 晶一, “意図の理解と行動の再現のための上肢到達運動の分析”, 第20回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2015年9月9日, 芝浦工業大学 (東京都)

⑥ 藤永 慎悟, 三武 裕玄, 長谷川 晶一, “抑揚を入力としたキャラクタの動作生成パラメータの最適化手法”, インタラクシオン 2015, 2015年3月6日, 東京国際交流館 (東京都)

⑦ 三武 裕玄, 長谷川 晶一, “直接触れ合えるキャラクタの動作行動開発環境”, 第34回エンタテインメントコンピューティング研究会, 2014年12月19日, 九州大学大橋キャンパス (福岡県)

⑧ 三武 裕玄, 藤永 慎悟, 江添 正剛, 清水 ありさ, 佐藤 大貴, 長谷川 晶一, “触れ合えるキャラクタを制作するツール: SprBlender”, CEDEC 2014, 2014年9月2日, パシフィコ横浜 (神奈川県)

⑨ Hironori Mitake, Takahiro Harano, Shingo Fujinaga, Shunsuke Matsuyama, Shinichi Shibata, Masataka Ezo, Shoichi Hasegawa, “SprBlender: creation environment for touchable characters”, SIGGRAPH 2014 Studio, 2014年8月12日, ロサンゼルス (米国)

[その他]

ホームページ等

<http://springhead.info/sprblender/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三武 裕玄 (MITAKE, Hironori)
東京工業大学・精密工学研究所・助教
研究者番号: 30613939