

アニメキャラクターのフィギュアを介した仮想世界とのインタラクション Interaction with Virtual Space through ANIME Character Figures

吉崎 翔大[†] 飯田 勝吉[‡] 高井 昌彰[‡]
YOSHIZAKI Shota IIDA Katsuyoshi TAKAI Yoshiaki

1. 背景・目的

近年、拡張現実(AR)、仮想現実(VR)が普及しつつある。これらを利用する目的の一つに、仮想世界の物体やキャラクターとのよりリアルなインタラクションの実現がある。

インタラクションのリアリティを向上させる方法の一つとして、ユーザの手の方向を認識して手の平に 3DCG オブジェクトを追従させることで現実世界との作用を印象付けるアプローチ[1]がある。また、3DCG のレンダリングを改善することで実在感を高める試みもあるが、AR アプリケーションで必要になる反応の即時性と端末の処理性能の制約により、高品質なレンダリングを行うことが困難である。

一方、仮想世界のキャラクターを模した実世界の造形物としてフィギュアがある。本来フィギュアは動かない人形に過ぎないが、このフィギュアをベースに部分的な拡張現実を施すことによって、仮想世界とのリアルなインタラクションを実現できるものと考えられる。

フィギュアは物理的な実体を有するため、全身を 3DCG で構成したキャラクターに比べ、確かな手ごたえを有する実在感を高めることができる。さらにフィギュア顔面の拡張現実により表情変化を伴った会話や歌などの動きを実現できれば、フィギュアという実体を起点とした仮想世界との新たなインタラクションを形成できる可能性がある。

そこで、本研究ではフィギュアの顔そのものが実時間で変形しているように見えるビデオシースルーの AR アプリケーションを開発し、仮想世界とのインタラクションにおけるキャラクターの実在感等における効果の検証を目指す。

2. 関連研究

実際の写真や絵にプロジェクションマッピングを施すアプローチとして変幻灯 [2]がある。対象画像上に濃淡画像を重畳することで対象が変形しているように見せる。しかしこの手法では画像を部分的に歪ませる変形は可能だが、目を閉じるなど形状を大きく変化させることはできない。

先行研究[3]は、キャラクター顔面の前髪と顎によって生じる影を投影映像により変化させることで、首の縦横の動きを再現するものであるが、表情の表現は限定的である。

また、先行研究[4]は人型のロボットへ 3DCG を重畳することであたかも人がそこに実在するかのように見せる試みであるが、検証実験により実際のロボットの有無が実在感を決定付ける要因とはならないことを主張している。

3. フィギュア表情変形の AR システム

3.1 システム概要

開発したシステムの概略を図 1 に示す。フィギュアのカメラ撮影画像をもとに顔面を局所的に変形した画像をディ

スプレイ上に重畳表示することで、フィギュアからユーザへの話しかけ動作を視覚的に表現することができる[5]。発話動作に付随した音声付加や、ユーザの指を介したフィギュアとのインタラクションも可能である[6]。

開発言語に C++を採用し、画像処理に OpenCV、描画 API に OpenGL を使用している。



図 1 システム動作イメージ

3.2 構成要素技術

3.2.1 顔認識

フィギュアのカメラ撮影画像から、そのフィギュアの顔領域を探索する。フィギュアの顔認識は画像処理ライブラリ OpenCV に実装されている LBP 特徴量に基づいたカスケード分類器を用いた。

3.2.2 顔パーツ認識

システムは顔領域から目、口、顎の輪郭を取得する。輪郭取得には CLM(Constrained Local Models)を利用する。CLMは顔パーツを、パーツの輪郭線を構成する頂点列で定義する。まず顔領域の画像内で各頂点の適した位置の探索を行い、次に学習済みのパーツ形状をもとに補正を行う。

3.2.3 指認識

インタラクションのためのユーザの入力として指を用いる。そのためにカメラ撮影画像の中から指の色を追跡する。色追跡には OpenCV に実装されている CamShift 法を用いた。

ユーザはシステムに対して明示的に指の初期位置を指定する必要がある。その後、フィギュアに対する指のカメラ画像上での位置関係によりキャラクターが反応を示す。

3.2.4 表情変形

フィギュアの表情は目と口の変化を組み合わせて表現される。表情変形処理は認識処理で取得した輪郭から動的に図 2 で示すようなメッシュを生成して、これを変形することで実現される。表情変形はパーツ周辺の領域の部分的なモーフィングによるため、変形処理の負荷を軽減することができる。

表情を表す目の基本形状として、「瞬き」、「笑み」及び「ジト目」を定義している。これらの基本形状とその遷移速度の違いによって 6 種類の表情パターンを描画する。口の形状としては基本となる母音の 5 音に加えて、「閉口」及び「開口」を定義している。

[†]北海道大学大学院情報科学研究科, Graduate school of Info. Sci. Technology, Hokkaido University

[‡]北海道大学情報基盤センター, Information Initiative Center, Hokkaido University

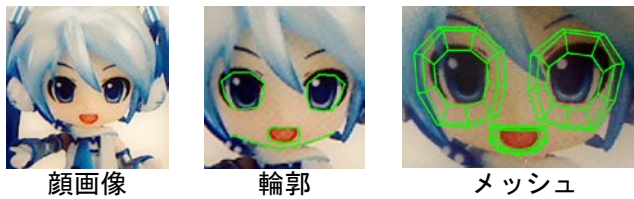


図 2 取得輪郭とメッシュ

3.3 音声出力

画面上に発話文のテキストを表示しながら口をランダムに動かすだけでは、リアルな発話感を得られない。そこで本システムでは発話時の音声同期を行い、口の形状変化を発話文の母音と同期して行う。また、目と口に関して別途定義したモーションデータを用いて変換を制御することも可能である。

3.4 モバイル端末での実装

本システムは Windows で動作する PC 版以外に、スマートフォン端末で動作する Android 版の実装を行った。Android での実装は画像処理と表情変形に関して Windows での実装と共通であるが、カメラや画面出力処理が異なる。Android 端末では CPU の能力が PC に比べて低い場合が多いことを考慮して、顔認識および顔パーツ認識においてカメラから取得した画像の解像度を下げる処理を施している。

4. 評価実験

4.1 実行結果

本システムによる表情変形結果を図 3 に示す。現在の実装では、キャラクターの前髪のような本来の顔パーツ以外の領域もメッシュ変形の影響を受ける。例えば、前髪の先端部分が目領域に重なっている場合、目を閉じる瞬き動作に伴って、前髪先端が延びる変形がおきる。

しかし、本システムでの瞬き動作を実際に検証したところ、キャラクターの画像的な特徴でもある前髪と目領域のわずかな重なり具合を維持した自然な変形であるため、動画像としての違和感は少なく、フィギュアの表情変化として不自然さはあまり感じられない。



図 3 目および口のパーツ変形結果

4.2 動作速度

本システムの PC 版実装において、Web カメラの入力解像度が 960x720 ピクセルの場合に Core-i5 6200U(2.3GHz)を搭載したノート PC で 30fps を実現した。また、Snapdragon 800(2.2GHz)を搭載した Android 端末では、10~15fps の動作速度を達成している。

4.3 キャラクターの实在感の評価

実際に本システムを利用し、フィギュアが表情を変えて自分に話しかけてくる状態を眺め、また指を近づけて表情が変化するインタラクションを体験した 13 人の被験者 (20 代学生) にアンケートで感想を求めた。その結果、本システムによりキャラクターへの親密感が増したという意見を得ることができた。その中から抜粋した 3 点を以下に記す。

- ・「とても自然、表情が変わると愛着がわく」
- ・「本当にコミュニケーションが取れているように感じて面白かった」
- ・「顎や輪郭の微妙な動きもあるともっとよくなると思います」

5. まとめ

フィギュアが顔の表情を変えながら話しかける AR アプリケーションを PC 版及び Android 版で実装し、その使用感についての簡単なアンケート評価を行った。

現時点でのシステム上の課題は以下の 3 点である。①フィギュアの表情のバラエティをさらに向上させるため顎領域の移動・変形の追加。②Android 実装における GPU 利用による画像認識処理の高速化。③フィギュアの目の変形の際に前髪や眼鏡などの領域が目領域に重なっている場合の領域分離の解決。

フィギュアと同一の 3DCG キャラクターの全身を重畳表示する一般的な AR アプリケーションとの比較評価実験は現在検討中の段階である。

参考文献

- [1] KDDI 株式会社ニュースリリース “〈お知らせ〉手のひら AR サービス「てのりん」の提供について” (2011)
- [2] NTT 持株会社ニュースリリース “世界で初めて、写真や絵に動きを与える不思議な照明『変幻灯』を開発” (2015)
- [3] Yoshihisa Ishihara, Kazuki Kobayashi, and Seiji Yamada. “Behavioral Expression Design onto Manufactured Figures.” (HAI '16). ACM, New York, NY, USA, 243-244. (2016)
- [4] 三浦都奈子, 今野 敦, 庄司道彦, “人間とのインタラクション可能なバーチャルヒューマノイド”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.12, No.3 (2007).
- [5] 吉崎翔大, 高井昌彰, “キャラクターフィギュアの表情変化を伴う AR コミュニケーションシステム”, 第 15 回情報科学技術フォーラム (FIT2016), Vol.3, pp.317-318 (2016)
- [6] 吉崎翔大, 高井昌彰, “キャラクターフィギュアに表情変化と発話動作を付加する拡張現実システム”, 情報処理学会第 79 回全国大会, Vol.4, pp.263-264 (2017)