

タブレットの背面カメラを用いた紙芝居システムの開発

Picture-Story Show System by a Tablet PC with a Rear Camera

石田 隼基†
Junki Ishida

高井 昌彰‡
Yoshiaki Takai

1. はじめに

日本では古くからのエンターテインメントの一つとして「紙芝居」が知られている。一人の演者が観客に向けて紙に描かれた何枚かの絵を見せながら、物語や芝居を実演するものであり、単純ゆえ想像力を喚起させ、演者と観客の間でのコミュニケーションが生まれるエンターテインメントである[1]。しかし、近年アニメーション技術の急速な発達に伴い、従来のような動きの少ない紙芝居が注目を集めることが少なくなっている。

そこで本研究では、演者によるキャラクターの操作を可能にすることで紙芝居に人形劇のような対話性を取り入れ、一方で紙芝居が持つ単純さを生かしつつデジタル化した、演者によるキャラクター操作を可能にしたインタラクティブ性を持つ紙芝居システムを提案する。

2. システム概要

本システムは、近年大画面化が進み、持ち運びに便利なタブレット PC 上での動作を対象とし、タブレット PC の画面に表示されたキャラクター（以下、仮想パペットと定義する）の操作を可能にする。仮想パペットの操作は、直接画面にタッチする方法や前面カメラを用いる方法も考えられるが、観客の視界を遮らないように、背面カメラを用いた画像認識により演者の手・指を認識することで実現する。

システムの利用イメージを図1に示す。演者は演台上に固定されたタブレット PC の背面カメラに手をかざすことで、仮想パペットを操作する。また演者は操作中にタブレット PC の画面を確認するため、画面ミラーリングとページ送り操作のスマートフォンを片手に持つ。

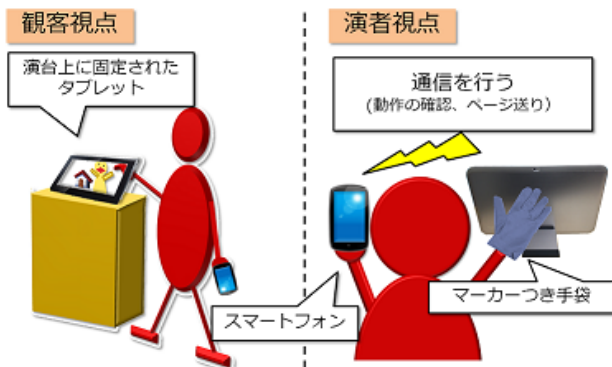


図1 システムの利用イメージ

システムは従来の紙芝居同様ページの概念を持ち、各ページは予め用意された仮想パペットやオブジェクト(ページを構成する様々な小道具、建物や木立など)から構成されている。オブジェクトを直接操作することはできないが、仮想パペットの動きに応じて動的に変化させることができる。また、ページには従来の紙芝居同様、芝居を演じるために必要な文字等が表示される。

本システムではタブレット PC、スマートフォンともに Android OS 搭載のものを使用する。また、両機器間の通信には無線 LAN を用いる。システムの動作の流れを図2に示す。

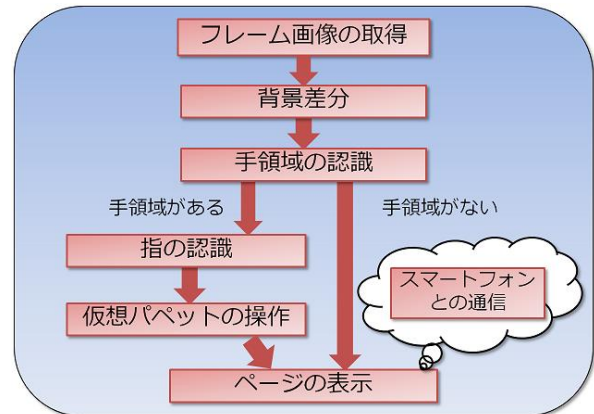


図2 動作の流れ

3. 手・指の認識

背面カメラを用いて取得した画像から、手領域や演者の指の状態を認識する。画像認識を容易に行うために演者は色のついた手袋を着用する。図3に示すように、演者の手袋には人差し指、中指、薬指にマーカが付いており、手及び各指の状態をマーカから認識する。なお、中指については、回転を検出するため、表と裏で異なるマーカを付加している。

画像認識ライブラリである OpenCV [2] を用いて、以下の流れで手・指の認識処理を行う。



図3 演者が着用する手袋（左手）

†北海道大学大学院情報科学研究科 Graduate school of Information Science and Technology, Hokkaido University

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

① 背景差分

タブレット PC は固定されているため、取得したフレーム画像から背景を差分することが可能である。あらかじめ 50 フレーム分の画像の各画素の平均輝度値を求め背景モデルを算出しておき、フレーム画像の各画素の輝度値と比較することで、背景に近い画素を排除する。

② 色相値に基づく画像の二値化

RGB 表色系で与えられた画像から、それぞれの画素の色相値を求め、手袋や各マーカーの色と近い画素を白、それ以外の画素を黒とすることで、画像を二値化する。

③ 二値化画像の膨張・収縮処理

モフォロジー演算の膨張・収縮処理を行い、画像中のノイズを除去する。

④ 手領域抽出

二値化画像から輪郭を抽出し、ラベリング処理を行い、最も面積の大きい輪郭を手領域とする。

⑤ 指の状態認識

ラベリング処理を行い、各マーカーの座標や面積を計算する。

4. 仮想ペットの操作

仮想ペットの操作にはカメラ画像中の手領域の二次元座標と、各マーカーの状態を用いる。手領域の二次元座標をページ内の二次元座標に変換することで、仮想ペットを手の動き追従させる。また仮想ペットは内部に 3D モデルを有しており、「Z 軸回転」、「Y 軸回転」、ならびに「腕の操作」が可能である。

4.1 Z 軸回転

中指と手領域の中心点を結んだ直線と X 軸のなす角を仮想ペットの Z 軸回転角度に対応させる。

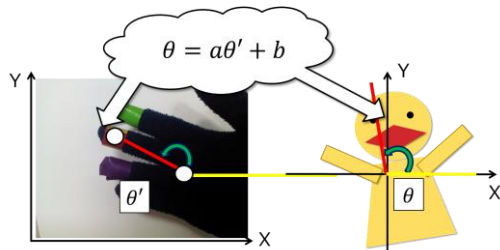


図4 Z軸回転

4.2 Y 軸回転

中指の表裏に貼られた赤及び黄色マーカーの背面カメラから見える領域の面積比によって Y 軸の回転角を求め、その回転角を仮想ペットの Y 軸回転角度に対応させる。

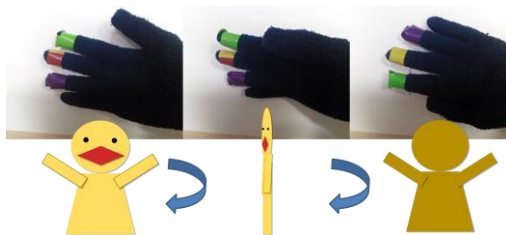


図5 Y軸回転

4.3 腕の操作

人差し指-中指間の距離、中指-薬指間の距離をそれぞれ仮想ペットの左手の角度、右手の角度に対応させる。

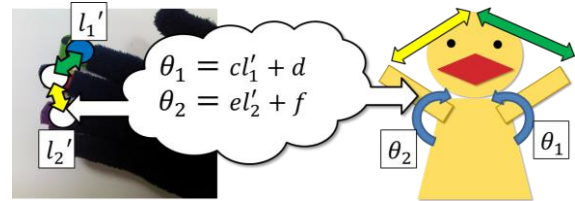


図6 腕の操作

5. 仮想ペットの表示

トゥーンレンダリング[3][4]を用いて、仮想ペットの 3D モデルを、紙芝居風の絵画のようにタブレット画面上にレンダリングする (図7)。



図7 仮想ペットの表示

6. スマートフォンとの通信

タブレット PC は画面上に表示されている画像を演者のスマートフォンに送信する。スマートフォンは、タブレット PC から受信した画像を表示し、タブレット PC 画面のミラーリングを行う。また、演者のスマートフォンからは、仮想ペットの目や口の細かい開閉操作やページ送りも可能である。

7. まとめ

タブレット PC の背面カメラを用いた紙芝居システムについて述べた。今後は認識精度・操作性をさらに向上させ、タブレット紙芝居コンテンツの制作を進める。

参考文献

- [1] 後藤恭子: "絵本と紙芝居から見る心の教育", 聖カタリナ女子短期大学研究紀要 35 19-37, 2002
- [2] OpenCV, <http://opencv.jp/>
- [3] Johan Claes, Fabian Di Fiore, Gert Vansichem, Frank Reeth, "Fast 3D Cartoon Rendering with Improved Quality by Exploiting Graphics Hardware" Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ) 2001, pp.13-18, 2001.
- [4] Sim Dietrich, "Cartoon Rendering and Advanced Texture Features of the GeForce 256 Texture Matrix, Projective Textures, Cube Maps, Texture Coordinate Generation and DOTPRODUCT3 Texture Blending" tech.rep., NVIDIA Corporation, 2000.