

LI-4 擬人化エージェントのための小型円筒ディスプレイ Small Cylindrical Display for Anthropomorphic Agents

川西 隆仁*
Takahito Kawanishi

土田 勝*
Masaru Tsuchida

村瀬 洋*
Hiroshi Murase

高木 茂*
Shigeru Takagi

1. まえがき

本稿では 3 次元環境中においてユーザと対話する擬人化エージェントを描画するための小型円筒ディスプレイを提案する。3 次元環境で行動する擬人化エージェントでは、様々な方向にいる多数のユーザと対話できることが必要である。ところが、これまでの擬人化エージェントは、2 次元ディスプレイの正面のユーザとしか対話できなかった。3 次元を描画するディスプレイも多数提案されているが、ユーザの視点を限定するものが多い [1]。ユーザの視点を限定しないディスプレイとして円筒面上に 3 次元動画を描画する研究も進められているが、まだ十分な解像度は得られていない [2]。我々は、様々な方向から観察可能なディスプレイとして、球面ミラーによる反射を利用して円筒面状のスクリーンに映像を内側から投射する小型円筒ディスプレイを開発した。本装置を用いれば、顔の向きや表情をコンピュータにより自在に変化させることのできる円筒形状の擬人化エージェントを作成することが可能である。作成した円筒ディスプレイに擬人化エージェントを描画した例を図 1 に示す。円筒ディスプレイ上に描画した擬人化エージェントの応用には、顔の向きを使ってシステムの注意をユーザに伝えるシステム、複数人と対話するシステムなどがある。さらに擬人化エージェント以外にも本円筒ディスプレイは、全周映像を用いた双方向遠隔対話システムなどにも有効である。これらのシステムの例についても紹介する。

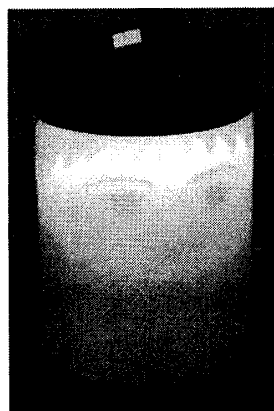


図 1: 外観

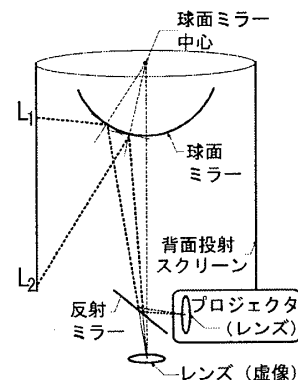


図 2: 構成

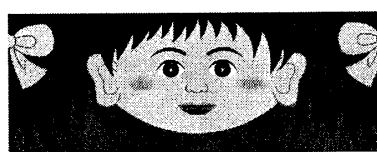


図 3: 全周パノラマ画像



図 4: 投射画像

2. 円筒ディスプレイ

円筒ディスプレイの構成 円筒ディスプレイの構成図を図 2 に示す。まず、あらかじめ作成した全周パノラマ画像を投射画像に変換する。例えば図 1 の擬人化エージェントは、図 3 の全周パノラマ画像から生成した図 4 の投射画像を下部プロジェクタから投射することにより得られる。投射画像の生成法は後に述べる。次に下部プロジェクタから投射した投射画像を平面ミラーにより上部に反射し、円筒上部の球面ミラーを反射して円筒形状に加工した背面投射スクリーンに投射する。スクリーンが円筒形状であり、また球面ミラーによる反射を用いるため、レンズからスクリーンまでの距離が円筒面上部と円筒面下部で大きく異なる。このため、円筒面上の描画領域の最上部 L_1 と描画領域の最下部 L_2 の間全ての領域が合焦するように球面ミラーとレンズを設計した。また背面投射スクリーンには、円筒面上の映像がどの方向からも見えるように拡散性の高いスクリーンを用いた。

円筒ディスプレイの特性評価 今回作成した円筒ディスプレイは、球面ミラーによる反射を用いて円筒面に投射するため、円筒面の下部の描画領域は、投射画像の内側になり円周の長さが短い。このため、円周方向の解像度が低くなる。

*日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所

また球面下部で反射するほど円筒面への入射角が大きくなるため軸方向の分解能が粗くなる。また円筒面の下部ほど投射距離が長くなり入射角も側方ではなく下方になるため暗く見える。作成した円筒ディスプレイの各高さに対して高さ方向分解能比、円周方向分解能比、光量比を図 6 に示した。元の全周パノラマ画像と同じ映像を生成するためには光量が均一になるよう補正する必要がある。しかしながら 8 倍程度の光量比があり、これを調整するとコントラストが十分に取れないため、光量比は補正しなかった。

投射画像の生成法 図 5 を用いて投射画像の生成法を説明する。予め、投射画像の中心から円周への線分上の点をサン

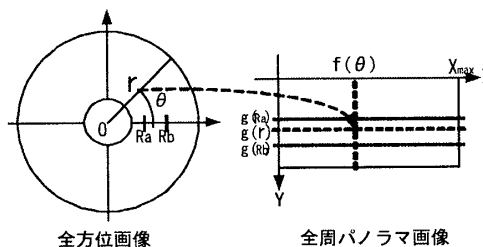


図 5: 投射画像への変換

プリングし、これらの点が円筒面上のどの高さに投射されるか求めておく。

まず、全周パノラマ画像の左端に相当する投射画像上の基準角 α を決める。 α は、円筒ディスプレイ上に描画される物体の向きを表す任意の値である。投射画像上の点を中心とした極座標 $P(r, \theta)$ で表現する。極座標上の r が全周パノラマ画像の Y 座標に対応し、 θ が全周パノラマ画像の X 座標に対応するので、全周パノラマ画像上の点は $P'(f(\theta), g(r))$ とかける。 $g(r)$ は近傍の既知の点 R_a, R_b の対応を利用した線形補間を用いれば、 $f(\theta) = (\theta - \alpha) \cdot X_{max} / 2\pi$ 、 $g(r) = g(R_a) + (r - R_a) \cdot (g(R_b) - g(R_a)) / (R_b - R_a)$ となる。ただし、 X_{max} は全周パノラマ画像の X 方向のサイズ、 $\alpha < \theta < 2\pi + \alpha$ である。入力パノラマ画像が CG や全方位画像センサなどによりリアルタイムに入力される場合には、各点の対応を求めるのではなく、投射画像上の矩形ごとに、ハードウェアによる高速化が可能なイメージワーピング法を用いる。

3. 円筒ディスプレイの応用例

顔の向きで意志を伝える擬人化エージェント ユーザの方向やシステムが興味を持つ方向に顔を向けることは擬人化エージェントとユーザとの円滑なコミュニケーションに重要である。物体位置検出システム [3]、ユーザ位置検出システム [4] と円筒ディスプレイとを組み合わせ、擬人化エージェントによりユーザや物体を顔の向きで指し示すシステム (図 7) を作成した。ユーザ位置検出システムがユーザの位置、姿勢を常にモニタリングし、擬人化エージェントはユーザの方向を知る。擬人化エージェントはユーザが音声でコマンドを発するとユーザの方を向き、返事をする。さらに、座ったユーザが音声により探す物体を指定し、物体位置検出システムを作動させるとそれに同期して首を振りながら物体を探し、検出すると検出結果に基づき擬人化エージェントは音声メッセージとともにその方向に顔を向け、ユーザに目的の物体の位置を知らせるといった応用が可能である。

複数人対話可能な擬人化エージェント [5] 複数ユーザがいる環境で対話を行う場合、話したい相手を特定しその相手の方向を向くことは円滑な対話の実現には必要な要素である。円筒ディスプレイ上部に設置した全方位カメラの背景差分情報と複数マイクロホンの自己相関から得られる音源推定の情報を統合して現在発話中のユーザ方向を認識することができる。この結果を利用して話したいユーザの方向に顔を向け、対話を行う対話擬人化エージェントへの応用が可能である。

全周映像を用いた双方向遠隔対話システム 多人数の活動を遠隔地に伝達する手段として全周映像は有力である [6]。双方向に全周映像を伝達し合うことで、遠隔地にいる多人数同士が互いに視野を共有しながら対話することが可能になる。従来の全周映像の提示にヘッドマウントディスプレイ等を用いた手法では、全周映像を見ているユーザを全方位カメラで撮影することが難しく、全周映像を利用した双方向の遠隔対話を行うことは難しかった。円筒ディスプレイの上部に全方位カメラを設置し、得られた全周映像を相手側の円筒ディスプレイに鏡像として描画すれば、図 9 のような全周映像を使った双方向の遠隔地同士の対話システムへの応用が可能である。

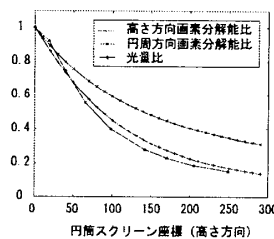


図 6: 性能評価

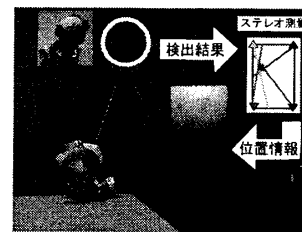


図 7: 物体に顔を向ける擬人化エージェント

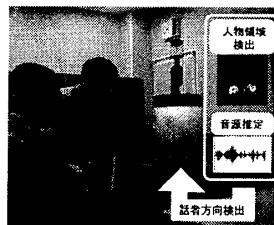


図 8: 話者の方を向く対話擬人化エージェント

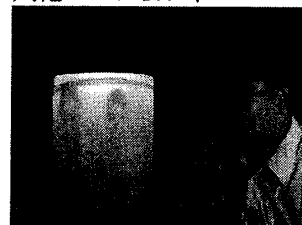


図 9: 全周映像を用いた双方向遠隔対話システム

4. まとめ

円筒面に擬人化エージェントのための小型円筒ディスプレイとその応用例を提案した。小型円筒ディスプレイは、円筒内の下部にあるプロジェクタから投射した光を上部の球面ミラーにより反射して、円筒形状の透過型スクリーンに映像を表示する装置である。プロジェクタから投射する映像は、入力した全周パノラマ画像からイメージワーピングの手法を用いて生成した。さらに本装置と 3次元位置検出法や全方位カメラと組み合わせた応用例を紹介した。

謝辞 擬人化エージェントをデザインして頂いた大石氏、全方位ミラーについて、助言頂いた奈良先端大横矢教授、山澤助教授、日頃御指導頂く石井所長、管村部長に深く感謝する。

参考文献

- [1] 3次元画像コンファレンス 2000 講演論文集, 2000.
- [2] 圓道他, “全周型 3次元動画ディスプレイ”, 3次元画像コンファレンス 1999 講演論文集, pp.110-115, 1999.
- [3] 川西他, “動的アクティブ探索法と複数の能動カメラを用いた物体の位置推定”, 信学技法 PRMU2001-81, pp.125-131, 2001.
- [4] Darrell, T. et al. “Plan-view trajectory estimation with dense stereo background models”, Proc. of ICCV2001, vol.2, pp.628-635, 2001.
- [5] 土田他, “全方位カメラと複数マイクロホンを用いた話者の検出”, FIT2002 投稿予定, 2002.
- [6] Onoe, Y. et al. “Telepresence by real-time view-dependent image generation from omnidirectional video streams”, Computer Vision and Image Understandings, vol.71, no.2, pp.154-165, 1998.