

TobioPad: Mocap とタブレット端末を組み合わせた AR システムに関する研究

山下 伸一[†] 太田 隼人[‡] 小島 一成[‡]

武蔵小山ソフトウェア開発室[†] 神奈川工科大学情報学部情報メディア学科[‡]

1. はじめに

著者らは、モーションデータの計測・伝送・解析・表示を統合的にリアルタイムで行うシステムを提案し、そのために必要な要素技術の研究を従来より進めてきた^[1]。一方実社会では、スマートフォンや携帯ゲーム機器などが急速に普及し、これら携帯情報機器のための、新たなユーザ経験や操作性の高いユーザインタフェースが求められており、拡張現実感 (Augmented Reality, 以下「AR」) 技術を応用した様々なシステムが提案・製品化されつつある。

このような状況の中、著者らは光学式モーションキャプチャシステム (以下「Mocap」) とタブレット端末を組み合わせることで、これまでに提案されていなかった新たな種類の AR システムが構成可能なことを発案し、隣接現実感 (Adjacent Reality) システムと名付けた。そして隣接現実感システムの価値を実証するため、TobioPad という実証システムを開発し、その機能を評価した。

本論文では、隣接現実感システムの概要を説明するとともに、その実装例としての TobioPad の構成を説明する。そして TobioPad の機能評価の結果をまとめ、隣接現実感システムの可能性に関して考察する。

2. 隣接現実感

Ronald T. Azuma は彼の論文^[2]の中で、AR を以下の3つの条件を満たすものと定義している。

- (1) 実世界と仮想世界を合成表示
- (2) リアルタイムでの対話的处理
- (3) 3次元空間でのレジストレーション

最初の要件である合成表示に関して、既存の AR システムの多くは映像オーバレイ技法を使って、仮想世界のCG映像を実写映像の上に合成するアプローチをとっている。しかし Azuma の定義によれば

TobioPad: A Research of an AR System Integrating Mocap and Tablet Device

[†]Shinichi Yamashita [‡]Hayato Ota [‡]Kazuya Kojima

[†]Musashi Koyama Software Lab.

[‡]Department of Information Media, Kanagawa Institute of Technology

それが唯一の解決方法というわけではない。レジストレーションさえ3次的に行われていれば、ユーザの視野を複数の領域に区分し、それぞれの領域に実世界あるいは仮想世界の映像を表示するようなシステム (図1) であってもそれは AR システムの1つの実現方法となる。

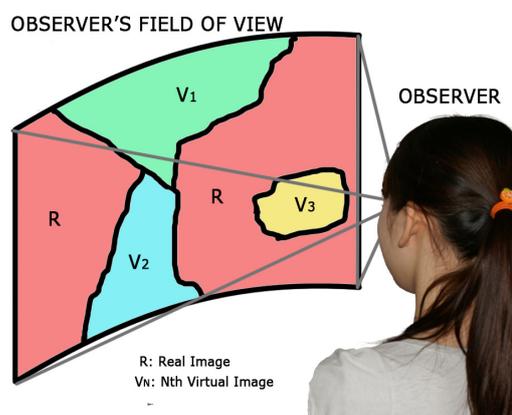


図1 一般化された隣接現実感

我々はそのような AR システムを隣接現実感 (Adjacent Reality) システムと名付け、隣接現実感システムがユーザに提供するユーザ経験を隣接現実感と呼ぶことを提案する。

3. TobioPad とその実装

図1のシステムでは一般的すぎて実装や評価が簡単にはできそうもないので、光学式 Mocap とタブレット端末 (iPad) を組み合わせて「あたかも手に持った窓枠を通じて別世界を覗いているような感覚」をユーザに提供する隣接現実感システム (TobioPad) を我々は実装した (図2)。そしてこれを使って隣接現実感の評価を行った。このシステムでは現実世界の中に (3次的に) 固定サイズの矩形領域があって、その中に仮想世界が表示されることで隣接現実感がもたらされる。

TobioPad では、ユーザは Apple 社の iPad を手に持ちながら現実世界を探索できる。その際、ユーザの視点と iPad の姿勢情報が光学式 Mocap (Motion Analysis Corporation Hawk 18-Camera System) によりリアルタイムで計測され、無線 LAN

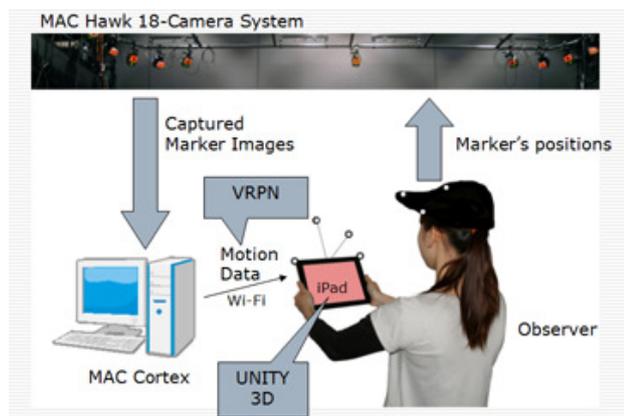


図2 TobioPadの構成

を通じて iPad に伝送される。この情報をもとに iPad 上のソフトウェアが仮想世界のカメラパラメータを表示フレームごとに更新することで、ユーザが移動した場合だけでなく画面を横から見たり、覗き込んだりした場合でも iPad に表示される CG 映像が周りの実世界とシームレスに連動する。なおこのようにデバイスと視点の位置関係に依存して表示映像を連動させる技術は HCP^[3] (Head Coupled Projection) として知られている。

TobioPad では、無線 LAN 上のデータ転送プロトコルに CMU で開発された VRPN (Virtual Reality Peripheral Network) を採用し、また iPad 上のソフトウェアの開発にはゲームエンジンの UNITY を利用した。評価に使った仮想世界コンテンツは利用している Mocap スタジオを CG モデルで再現した室内風景に人物などを配置したシーンとした。これは実世界と仮想世界に何らかの関連がないと AR としてあまり意味を成さないからである。

4. 評価結果

今回の評価の第一の目的は隣接現実感がもたらす効果を確認することであった。これに関しては iPad や視点のある程度ゆっくり動かす分には期待した通りの効果、すなわち窓枠を持っているような感覚（以下では「窓枠効果」）が得られた。そしてその感覚は、それぞれの被験者にとってこれまで経験したものとは異質のものであり、隣接現実感が新しい種類のユーザ経験をもたらすことが確認できた。

一方 TobioPad システムに関しては以下のようないくつかの問題が明らかになった。

- (1) 現実世界と仮想世界の位置合わせが困難
- (2) 伝送遅延のため早く動く则表示がずれる
- (3) キャプチャノイズで表示が細かく振動
- (4) より適切なコンテンツが必要

位置合わせの困難さは人間の目の焦点位置が外部からは正確にわからないことに起因する。伝送遅延やキャプチャノイズの問題は、窓枠効果を大き

く阻害する要因となる。また今回は仮想世界に Mocap スタジオを採用したが、これでは視覚的な斬新さに欠けるので、隣接現実感システムの価値を一般に説明するためには、より具体的で説得力のあるコンテンツの準備が必要となるだろう。

5. 考察と今後の課題

隣接現実感システム、特に TobioPad の特徴として以下のような点が挙げられる。

(1) 一般の HMD (Head Mounted Display) を利用した AR や VR (Virtual Reality) と違って、没入間がそれほど高くないので、複数人でコミュニケーションしながら同じコンテンツを共有することができる。これは教育コンテンツなどに有用な特徴である。

(2) オーバレイ方式と違い、iPad の位置を少しずらすことで仮想世界と現実世界の表示を簡単に切り替えることができる。これはインテリアデザインや建築プレゼンテーションなどの応用で施工前と施工後の状態を比較するのに適している。

このような特徴をうまく生かすことで、隣接現実感システムはさまざまな分野に応用可能であることが期待できる。

前章で指摘した TobioPad に関するいくつかの問題点に関して、位置あわせを簡単に行えるキャリブレーション手順を確立させる必要がある。また伝送遅延を解決するには、iPad の内蔵ジャイロの情報を用いる方法や、内蔵カメラ映像を利用したマーカーレス AR 的な処理を用いる方法が考えられるだろう。当然適切なコンテンツの制作も必要である。さらに TobioPad は実証を目的としたシステムなのでシステムの可搬性やコストは問題とはしなかったが、システムを実用化するためには、光学式 Mocap に代わる、安価で可搬性の高い姿勢情報検出手段が求められるであろう。

参考文献

[1] 小島一成, 小林昭博, 山下伸一, 和田重久, 辻野晃一: “リアルタイム伝送技術を用いたキャラクター表示システムの構築”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2011-CG-143 No. 1 pp. 1-6, 2011.

[2] Azuma, Ronald T. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997), p355-385.

[3] Colin Ware, Kevin Arthur and Kellogg S. Booth, FISH TANK VIRTUAL REALITY, CHI '93 Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems p7-42