

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2012

課題番号：21500894

研究課題名（和文）

インタラクティブな複合現実システムの開発と教育利用

研究課題名（英文）

Development of interactive virtual reality system for education

研究代表者

井上 祥史 (INOUE SHOSHI)

岩手大学・教育学部・教授

研究者番号：00211061

研究成果の概要（和文）：

GPS を用いた複合現実システムを作成し遺跡の上で遺失建築物を再現した。また視点からの距離が近い実物体を仮想物体の手前に表示する複合現実システムを作成し、これらを公開して教育利用が可能であることを示した。さらに音声認識と応答文生成および音声合成機能を付加して仮想の古代人物と対話のできる複合現実システムを試作し、対話を重ねることにより対話の内容が発展することを確認した。

研究成果の概要（英文）：

We developed a virtual reality system with GPS and reproduced an ancient building on remains. In addition, we made the virtual reality system which displayed the close true object before a virtual object. We also add speech recognition, reply sentence generation and voice synthesis functions to the system to talk with the ancient person, and confirmed that the contents became rich by repeating the conversation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
2012 年度	400,000	120,000	520,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：ヒューマンインターフェイス、ミックスド・リアリティ、音声対話、バーチャルリアリティ

1. 研究開始当初の背景

現実の映像を背景にしたミックスド・リアリティ (MR) は直感的な理解支援のための情報技術活用の有力な回答の 1 つである。代表的なものに ARTToolKit(2001)がある。この MR を利用して道路ナビゲーションや回路チ

ェックの演習、星座の描画、喪失建物の仮想復元、新築建造物の景観予測など様々な分野に MR が利用されは始めている。我々も地磁気・加速度・GPS センサを用いて遺跡の上を歩いて仮想の古代建築物を鑑賞するシステムを開発してきた。最近では、マーカーを用

いずに移動に伴う画像のずれから位置情報を把握することや、影を自動認識して仮想物体に実物と同じような陰影を与えるなど、より現実に近い画像表示を行って現実画像と仮想画像の差を埋め合わせる方向の研究などが行われている。しかしながら MR を教育利用して汎用的な理解支援ツールとするためには、システムをコンパクトにして容易に扱えることが必要であり、さらに教育現場の需要に基づいて MR コンテンツを作成できる必要がある。また従来の MR は観察者の移動による視点変化を表示するものであり、教育効果も視覚的なものに限定されている。

2. 研究の目的

我々は MR システムの教育利用を図る目的から、扱いが簡単なマーカーによる MR として、近赤外線により血脈流を検出して血流に同期して鼓動する心臓を表示する MR システムの開発などを行ってきた。また、マーカーを用いず地磁気や加速度および GPS センサを用いて、歩きながら古代遺跡の仮想復元像を鑑賞できる MR システムの開発なども行ってきた。しかしながら単に仮想物体が表示されるだけの MR システムでは情報提供量が少なく、単に現実との一体感を鑑賞するだけのものにとどまり、教育的価値はシステムの複雑さの割には少ない。また、教育利用においては、MR で現実との一体感を求めることは重要ではなく、むしろ概念的な把握にとどめ強い没入感は避けるほうが望ましい。このため現実との一体感をさほど求めない簡易 MR システムを教育分野に利用できる余地は十分にある。そこで MR を教育支援ツールとするために、学習者の能動的な行動で多くの情報が引き出せるインタラクティブな簡易 MR システムを開発することを目的とした。

簡易に扱える MR として画像認識によるマーカーレス MR、対話ができる MR として音

声認識による会話、観察者の自律神経機能を反映した対話カテゴリーの選択など、インタラクティブな MR システムの作成を意図した。そして仮想的な人物 CG と自然な形の歴史対話を行う教育システムを構成するのが本研究の目標である。

3. 研究の方法

MR システムは対象物と観察者との相対的位置関係から仮想物体の視点位置を決定し、背景実画像の中に適切に仮想物体を配置する。マーカーを使わない場合、時間をずらした 2 画像の位置から視点位置を決定し、得られた視点情報から実物体の空間位置情報を把握する。仮想物体より近距離にある実物体を仮想物体の手前に表示することによって、より自然な MR システムとする試みを行った。

また MR システムに音声認識システムを組み込み、歴史上の仮想人物と対話ができるシステムを作成した。さらに血脈流センサの情報を読み取り心臓の鼓動のように動きのある仮想物体を表示する機能を MR システムに組み込むとともに自律神経機能に応じて対話内容をコントロールする試みを行った。そして作成した MR システムをイベントなどで公開することによって教育への展開について評価した。

4. 研究成果

(1) MR の改良

GPS を用いた屋外型 MR システムの歩行に伴う振動対策として、Arduino を用いて加速度センサと I2C 結合してデータ制限と平均化を行ってショットノイズを取り除くとともに、PC 側でもフレーム毎の CG オブジェクト読み込みをスキップした。これにより安定した CG 像を観察することができるようになった。このシステムを用いて志波城跡での遺跡再現を行い、起動・運用ともに安定したシステム

であることを確認した。また精密な建築物のコンテンツを新たに作成し、教育利用にも耐え得るものとし、一般への公開に向けた準備を整えた。さらに仮想建築物の大きさが比較できるように人物 CG を作成し、音声に応答して挨拶を返したり案内するなどの簡単な応答動作をするシステムを作成した。

(2) マーカーレス MR

実映像の特徴点の空間位置を決定する MR システム (PTAM) を用いて、実映像の物体と仮想 CG オブジェクトと視点からの距離に応じた選択表示を行う機能を付加した。これにより従来の MR では不可能であった仮想物体より手前に存在する実空間の対象物を CG より手前に表示させることが可能になった。しかしながらこの方法は特徴点の外郭を結んで対象物とするため、必ずしも物体の外郭とは一致しない。より自然な MR とするためには空間位置情報に応じた特徴点の再構成を行う必要があるなどの課題解決に向けた方向性を見出した。図 1 は PTAM システムによる志波城 MR であり、近くにある植物が MR の手前に表示されている。



図 1. PTAM による近距離物体の表示

(3) 音声対話

仮想的な歴史上の人物と対話をするために Julius を用いた音声認識システムを作成した。固有名詞を登録した記述文法と一般的な辞書を用いる連続音声認識を併用し、スコ

アの高いものを認識結果とすることで時代および地域に固有な名詞を含む発話をかなり高い精度で認識できた。音声認識した文を、助詞をキーワードにして疑問文や命令文など 8 文型に分類して単語を格納し、関連した単語を組み合わせて応答文を生成するスロット型の対話システムを作成した。このシステムは会話の進展に伴って単語が蓄積されるため、応答文の内容が豊かになる。応答文の音声合成には GalateaTalk を用いた。そして人物 CG の動きを応答文の内容に応じて変化させることができた。

(4) 血脈流測定

近赤外線を用いた血脈流のピーク間距離のスペクトル解析から自律神経機能の活動度を測定するシステムを共同研究者が中心に作成してきた。これを MR に組み込み、より自然な会話や活動度の変化に応じて CG をインタラクティブに変化させるシステムの作成を検討した。その結果、センサを額に装着することで身体を束縛すること無く自律神経の活動度を測定することができ、学習ストレスを与えた場合などの MR に応用可能である見通しを得た。

(5) MR の教育利用

屋外型 MR システムとして PTAM および GPS などのセンサ型 MR を遺跡のまつりイベントの中で公開した。PTAM システムはマーカーおよびセンサを必要としないため、最も手軽な MR と考えられ教育利用に適している反面、長い距離の移動や早い視線の回転等に対して画像処理が追い付かず不安定となる特性を持つ。これに対して GPS を用いた MR は長距離の移動や CG 建築物の通り抜けなどにも安定に動作した。

血流量に応じて心臓の鼓動表示を行う MR の授業を通して、小学校でのからだの仕組みに対する強い関心に留まらず、高校生の脈動

の数値処理などの授業にも強い動機付けを呼び起こすなど、MRの教育効果を確認した。

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)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ①井上祥史, 阿久津洋巳, 立花正男, 伊藤敏, 学習時における自律神経機能測定を試み, 査読無, 岩手大教育実践センター研究紀要, Vol.11, 2012, 321-324.
- ②井上祥史, 今野公顕, 伊藤敏, 歴史遺産プロジェクト, 査読無, 岩手大教育実践センター研究紀要, Vol.11, 2012, 315-320.
- ③伊藤敏, 鷲野嘉映, 井上祥史, 光電脈波測定による自律神経機能計測装置の開発, 査読無, 信学技報, Vol.111, 2011, 1-6.
- ④井上祥史, 伊藤敏, ミックスド・リアリティによる古代遺跡の再現, 査読有, 日本産業技術教育学会誌, Vol.53, 2011, 43-48.
- ⑤伊藤敏, 井上祥史, 拍動の視覚化教材の開発—指先からの拍動検出, 査読有, 教育システム情報学会誌, Vol.27, 2010, 290-293.
- ⑥菊池拓己, 伊藤敏, 井上祥史, Arduinoによる栽培管理, 査読有, 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集, Vol.4, 2010, 25-30.
- ⑦菊池拓己, 伊藤敏, 井上祥史, ImageJによる画像計測法の評価—デジタルカメラやビデオカメラを計測器として活用するために—, 査読有, 岩手大学教育学部研究年報, Vol.68, 2009, 65-70.
- ⑧菊池拓己, 高城大, 井上祥史, 伊藤敏, ImageJによる水平面内の運動解析, 査読有, 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集, 2008 巻, 2009, 15-18.
- ⑨高城大, 菊池拓己, 井上祥史, 伊藤敏, 血脈流に同期した心臓の鼓動表示, 査読有, 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集, 2008 巻, 2009, 11-14.

[学会発表] (計 24 件)

- ①Shoshi Inoue and Satoshi Itou, Mixed reality system for education, 2013 Joint Forum in National University of Laos, 2013.2.9, National University of Laos, Vientiane (Laos).
- ②Masanobu Nagata and Shoshi Inoue, ICT education of industrial special subject in high school, 2013 Joint Forum in National University of Laos, 2013.2.9, National University of Laos, Vientiane (Laos).
- ③井上祥史, 伊藤敏, ミックスド・リアリティ・システムの評価と教育への展開, 日本産業技術教育学会第 55 回全国大会, 2012.9.2, 北海道教育大 (旭川).
- ④井上祥史, 伊藤敏, ミックスド・リアリティ・システムの教育利用と課題, 教育システム情報学会第 37 回全国大会, 2012.8.22, 千葉工業大学 (千葉).
- ⑤ Shoshi Inoue, Masanobu Nagata and Satoshi Itou, Restoration of heritage by mixed reality, Joint Forum 2012 with ITC and Japan Researcher, 2012.3.26, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh (Cambodia).
- ⑥ Satoshi Itou, Kaei Washino and Shoshi Inoue, Development of wearable instrument for autonomic function measurement by plethysmography on forehead, Joint Forum 2012 with ITC and Japan Researcher, 2012.3.26, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh (Cambodia).
- ⑦ Shoshi Inoue, Masanobu Nagata and Satoshi Itou, Trial of speech interaction system for guidance of ruins, 2011 International Symposium on Electrical-Electronics Engineering, 2011.11.8, Ho Chi

Minh City University of Technology, Ho Chi Minh (Vietnam).

⑧ Satoshi Itou, Kaei Washino and Shoshi Inoue, Development of wearable instrument for autonomic function measurement, 2011 International Symposium on Electrical-Electronics Engineering, 2011. 11.8, Ho Chi Minh City University of Technology, Ho Chi Minh (Vietnam).

⑨ 井上祥史, 伊藤敏, 音声対話による遺跡案内システムの開発に向けて, 教育システム情報学会第 36 回全国大会, 2011.9.1, 広島市立大学(広島).

⑩ 伊藤敏, 井上祥史, 拍動の視覚化装置を用いた脈拍数算出教材 - 高等学校での実践 -, 教育システム情報学会全国大会, 2010.8.27, 北海道大学(札幌).

⑪ 井上祥史, 伊藤敏, 音声による制御プログラミング環境の特性, 教育システム情報学会全国大会, 2010.8.26, 北海道大学(札幌).

⑫ S. Inoue and S. Itou, Restoration of ancient architecture by mixed reality system, Research and Business Joint Forum at Ho Chi Minh City University of Technology, 2010.7.5, Ho Chi Minh City University of Technology, Ho Chi Minh (Vietnam).

⑬ M. Nagata and S. Inoue, Learning object of qualification acquisition of electrical engineer in high school, Research and Business Joint Forum at Ho Chi Minh City University of Technology, 2010.7.5, Ho Chi Minh City University of Technology, Ho Chi Minh (Vietnam).

⑭ Shoshi Inoue and Satoshi Itou, Simple mixed reality system using GPS sensor, The 2009 International Forum on Strategic Technologies (IFOST2009), 2009.10.21, Ho

Chi Minh City University of Technology, Ho Chi Minh (Vietnam).

⑮ Shoshi Inoue and Satoshi Itou, Information of cardiovascular through fingers, The 2009 International Forum on Strategic Technologies (IFOST2009), 2009.10.21, Ho Chi Minh City University of Technology, Ho Chi Minh (Vietnam).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 祥史 (INOUE SHOSHI)

岩手大学・教育学部・教授

研究者番号：00211061

(2) 研究分担者

伊藤 敏 (ITOU SATOSHI)

岐阜聖徳学園大学・経済情報学部・教授

研究者番号：80130946