

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：34529

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500161

研究課題名(和文) 空中映像を使った非接触多感覚インタラクションに関する基礎研究

研究課題名(英文) Free-hand multi-modal interaction with floating images

研究代表者

Markon Sandor (Markon, Sandor)

神戸情報大学院大学・システム情報工学研究科(系)・教授

研究者番号：30434971

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：空中映像との多感覚インタラクションとして、空中触覚刺激、空中聴覚刺激を融合した操作を可能とした実験装置を開発し、操作実験を行った。空気ジェットによる触覚刺激の最適パラメータ設定を調査し、有効な使い方について研究した。アミューズメントへの応用についてゲームを使った心理実験を行い、一定の知見が得られた。また空中映像を使った医療情報可視化システムにおいて、触覚刺激を与える装置を開発し、その効果を確認した。空中映像を操作するための指先検出方式も確立させた。結果は国際会議で数回発表し、2回最優秀賞をもらった。開発した基礎技術は今後アミューズメントや医療データ可視化分野で事業化できると期待される。

研究成果の概要(英文)：We have developed a system to study multimodal interaction with floating images by combining them with floating touch and floating sound stimulation. We have found optimal parameters for floating touch stimulation with air jets, and studied the effective use for interaction. As one application area, we have studied multi-modal interaction with floating images for amusement, and performed psychological experiments with games. As another application, we have developed a medical information visualisation system combining floating images with a new type of haptic stimulation device. We have also developed fingertip detection methods for interacting with the floating images. We have presented the results at international conferences and received Best Paper Award two times. The developed basic technology is expected to lead to new products in amusement and in medical visualisation.

研究分野：情報通信技術

キーワード：空中映像 多感覚刺激 インタラクション アミューズメント 医療データ可視化 触覚刺激 聴覚刺激

1. 研究開始当初の背景

(1) 新しい光学素子「DCRA」が発明され、試作されたが、これにより、容易に空中映像が表示可能となったが、空中映像とのインタラクション技術が確立されていない。特に、空中映像は通常のディスプレイより臨場感をもたらす可能性が指摘された一方、空中映像に触れても実在感に欠けていた。

(2) HMD等の技術を使った多感覚インタラクションの研究が進んでおり、多感覚刺激の心理的・生理的な働きが解明されつつがある。しかしこの研究において、身体に表示装置・ヘッドホン・触覚刺激装置等を装着する必要があり、この方式も臨場感に欠けているとの指摘ができる。

(3) 一方、アミューズメント・可視化・教育等の複数の業界より、臨場感に優れた多感覚インタラクション方式の開発が求められており、これに答えるべく、DCRAを用いた多感覚インタラクション方式の開発に着手する事が望まれていた。

2. 研究の目的

(1) 空中映像とのインタラクションにおいて、裸眼で観察される空中映像と同様に、素手で操作しながら映像のみならず、触覚や聴覚の刺激も受け、多感覚による優れた臨場感のある方式を実現すること。

(2) 上記について、開発される技術の有効な使い方を解明し、将来的に商品化を可能とするための基礎データを収集すること。

(3) 応用例としてアミューズメントおよび医療データ可視化において実験によりその実用化の可能性を探ること。

3. 研究の方法

(1) DCRAを用いた空中映像表示装置において、多感覚インタラクションに必要な操作方式・触覚刺激方式・聴覚刺激方式を研究し、それらを実現する実験装置を開発・試作する。

(2) 上記の実験装置を用いて、空中映像に触覚刺激や聴覚刺激を加え、インタラクティブに操作する場合の適切な刺激方式や操作方式を実験により研究する。

(3) 実験装置で稼働するゲームを開発し、空中映像の多感覚インタラクションを使ったゲームについて検証する。

(4) 空中映像多感覚インタラクションを使った多感覚可視化装置を開発し、医療情報の可視化において臨場感を向上した方式の有効性について検証する。

4. 研究成果

(1) 空中映像多感覚インタラクション方式として、次の要素よりなる方式を提案した

- ・空中映像はDCRAと高輝度液晶ディスプレイにより実現する

- ・指による操作のため、赤外線方式タッチスクリーン（ガラス面なしのもの）を用いる

- ・空中触覚は複数の空気ジェットで実現する

- ・空中聴覚はパラメトリックスピーカー（超音波偏重方式の指向性が高いスピーカー）で実現する

実際に開発した実験装置は図1に示す。

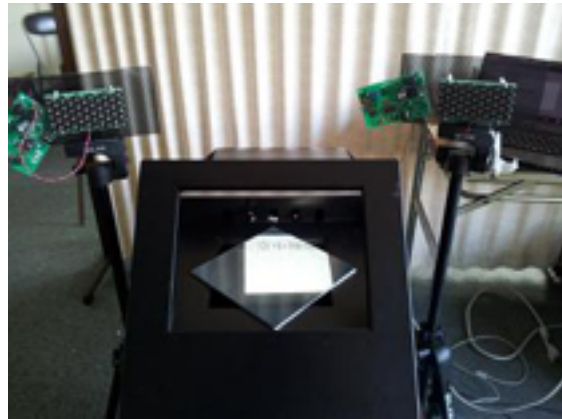


図1. 空中映像多感覚実験装置

中央にある、空中映像を表示するDCRAの周りに指位置検出用タッチスクリーンが配置され、その奥に5本の空気ジェットが配置されている。左右にあるパラメトリックスピーカーによりローカライズ可能な聴覚刺激が行われる。

(2) 実験装置において、空中音源の聴覚刺激特性を測定し、個人差の影響等を調べた(図2)。

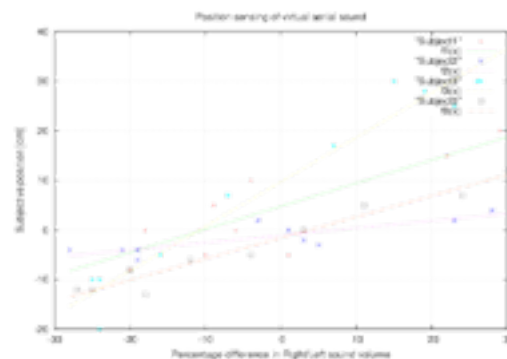


図2. 空中音源の指向性の実験結果

(3) 触覚刺激のための空気ジェットの構成は図3に示す。



図3。空気ジェット刺激装置

空中映像内に指先を差し伸ばせ、操作するとき空気ジェットを噴射させ、触覚刺激を与える事が可能となる。その時の最適な空気ジェット噴射時間を心理実験で調べ、その様子は図4に示す。50ms以下だと感覚が不十分で、100msを超過すると「触覚」ではなく、「風」と感じられる事が分かった。

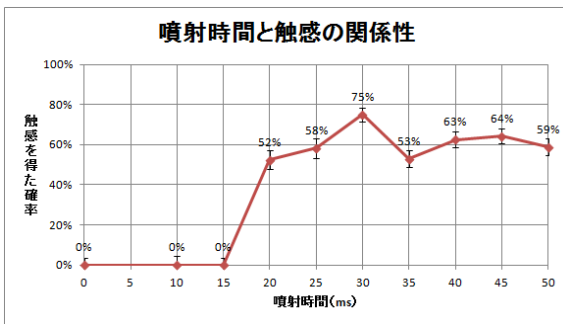


図4。空気ジェット噴射時間と感覚

(4) 実験装置の多感覚機能を使ったゲームを開発し、空中映像に空中触覚や聴覚を加えた事による臨場感向上を調べた。その一例は図5に示す。



図5。「エーリエン・ゲーム」の画面

この例ではエーリエンが茂みに隠れたりして移動し、見えない時に聴覚または触覚によって位置が判明できる設定となっている。これ

以外にも複数のゲームを開発し、触覚や聴覚の効果的な与え方を調べた。

(5) MRIやCTスキャンに代表される複雑な医療情報を空中映像を用いて可視化するための装置を開発した。立体的に分布された情報を空中映像でスキャンし、各断面を正しい位置で表示できる「ボリュームスライシング」を実現した。装置の原理は図6に示す。

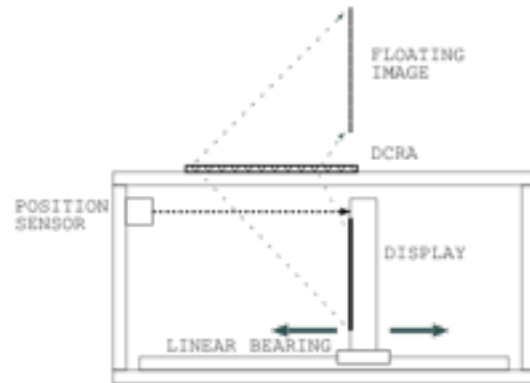


図6。ボリュームスライシング装置の原理

一例として、4つの位置の断面を空中映像で表示し、重ねて写真を撮った場合は図7に示す。各断面が空中に表示されているため、その中に手や任意の物体を挿入する事ができ、自由にインタラクションができる。

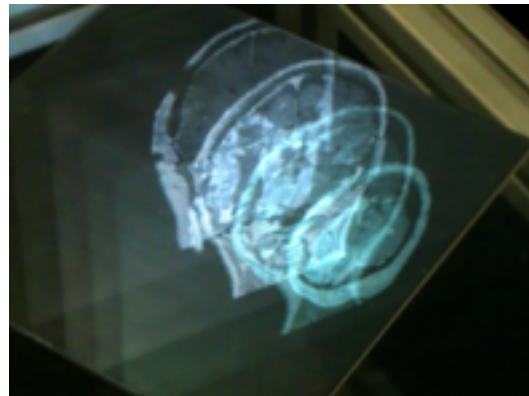


図7。ボリュームスライシングの例

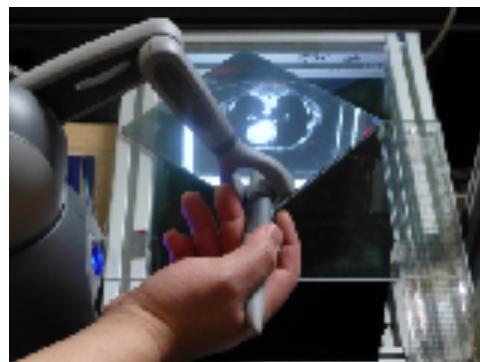


図8。「Phantom」を使った空中触覚

(6) ボリュームスライシング可視化装置に対し、触覚刺激を加え、画像の理解を促進する初期の試みを図8に示す。この場合、市販の触覚刺激装置「Phantom」を用いたため、当初の「フリーハンド」条件が満足できないが、触覚刺激の有効性が確認できた。

(7) 空中映像可視化システムの触覚刺激をフリーハンド状態で可能にするためのシステムを開発した。触覚を与える方法は、指先に飛び出す障害物（小型な板）に指先が触れる事で実現した。原理を確認するための実験装置は図9に示す。

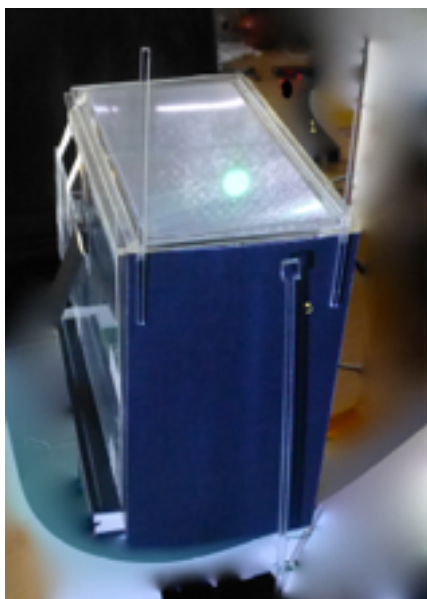


図9。空中触覚の原理を検証する実験装置

この装置で空中映像が固定した場所で表示されるため、刺激板を2次元で動かすだけで十分である。しかしボリュームスライシングの場合、空中映像が前後に移動するため、刺激板を瞬間的に3次元で任意の場所に移動させる必要があり、その実現に工業用ロボットアームを利用した(図10)。



図10。ロボットアームを用いた可視化装置

(8) 開発した実験装置の有効性と多感覚刺

激の効果を検証するため、2度に渡って医療従事者の協力を得て評価実験を行った。その一例を図11に示す。

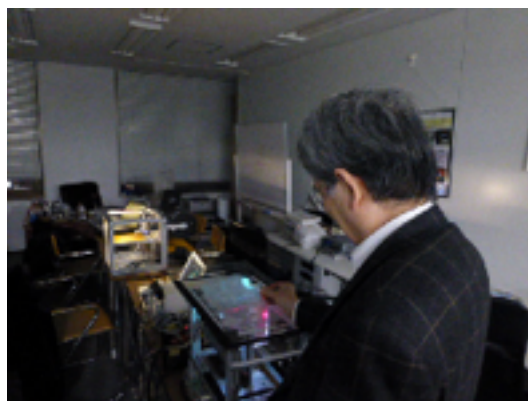


図11。評価実験の風景

実験に協力した医師により今後の実用化に向けたアドバイスや指摘事項が得られている。

(9) 結論として、本研究により空中映像の操作方法および多感覚刺激との融合について実験ができ、幾つか基礎的な知見が得られた。また開発した実験装置で検証された技術は今後の応用研究の基本となり、将来の商業化の可能性が見えてきた。

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0件)

〔学会発表〕 (計5件)

① S. Markon, S. Maekawa, and A. Onat, “Robot-Assisted Medical Visualization with Floating Images”, in: 2012 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM), pp. 810–814, 2012

② S. Markon, S. Maekawa, A. Onat, and H. Furukawa, “Interactive Medical Visualization with Floating Images”, 2012 ICME International Conference on Complex Medical Engineering (CME 2012)

③ S. Markon, H. Miyake, S. Maekawa, A. Onat, and Z. Zhao, “Improved interaction methods for medical visualization with floating images”, 2013 ICME International Conference on Complex Medical Engineering (CME), pp. 462–466, IEEE 2013

④ S. Markon, S. Maekawa, and A. Onat, “Multi-Modal Interaction for Medical Visualization with Floating Images”, 2014 ICME International Conference on Complex Medical Engineering (CME), pp. 462–466, IEEE 2014

⑤ S. Markon, S. Maekawa, and A. Onat.
“Context-Oriented Medical Visualization with
Floating Images”, 2015 ICME International
Conference on Complex Medical Engineering
(CME), IEEE 2015

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

6. 研究組織

(1)研究代表者

マルコン シャンドル (Sandor Markon)

神戸情報大学院大学 教授

研究者番号：30434971

(2)研究分担者

桑野 溝博 (Mitsuhiro Kuwano)

研究者番号：50434973

吉田 博哉 (Hiroya Yoshida)

研究者番号：00461153

大寺 亮 (Ryo Ohtera)

研究者番号：50590410

(3)連携研究者

()

研究者番号：