

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料  
〔平成27年度研究進捗評価用〕

平成24年度採択分  
平成27年3月31日現在

複合現実型情報空間の表現力基盤強化と体系化

Systematizing and Consolidating a Technological  
Basis of Mixed and Diminished Reality Space

課題番号：24220004

田村 秀行 (Tamura Hideyuki)

立命館大学・総合科学技術研究機構・教授



研究の概要

現実と仮想を融合した複合現実(MR)型情報空間の表現力を増し、高臨場感体験を可能にする技術基盤を開発する。具体的には、2つのテーマを推進するが、その1つは、新しい3D音場生成方式を活用した「視聴覚併用MR空間」の構築技術である。もう1つは現実世界に実在する物体を視覚的に隠蔽・消去・透視する「隠消現実感(DR)」の技術体系の整備である。

研究分野：知覚情報処理

キーワード：人工現実感、複合現実感、三次元音場、全天周映像、隠消現実感

1. 研究開始当初の背景

複合現実感 (Mixed Reality; MR) 技術は、人工現実感 (VR) の発展形であり、実世界を対象とした「新しい情報提示技術」である。限られた対象や環境下でのみ威力を発揮してきた従来技術を一押し、豊かな表現力をもつMR空間の構築方法が求められている。

2. 研究の目的

本研究は次の2つのアプローチでMRの技術基盤を強化することを目的とする。1つは視覚的MRと聴覚的MRを同時に達成する視聴覚併用MR空間の表現力強化であり、もう1つは、現実世界に実在する物体を視覚的に隠蔽・消去する「隠消現実感 (Diminished Reality; DR)」に取り組むことで、MR技術自体の質的向上を図る。

3. 研究の方法

■テーマ(A)「没入型映像&音像空間での高臨場感MR体験」：独自の「音像プラネタリウム方式」による3D音像定位を発展させ、視聴覚併用MR空間での高臨場感体験を可能にする。全天周型映像&音像空間(図1)を構成し、音響的には、音像定位位置の距離制御、残響感の向上、移動音の実現、複数人同時体験等の諸問題を解決する。映像的には、ドーム壁面での背景映像表示とシースルー型HMDによるMR表示併用方式を採用する。  
■テーマ(B)「隠消現実感の要素技術開発と技術体系構築」：DRはMRの発展形であり、より困難な達成課題である。視覚的なDRを対象物体の隠背景映像重畳問題(図2)として

扱い、各種要素技術開発と系統的实验によって当該技術の体系化を行う。本テーマは、さらに(B-1)静的な隠背景が対象の場合、(B-2)動的な隠背景が対象の場合、に大別して研究を行う。様々な状況での隠背景情報を得て系統的实验が行えるよう、カメラ移動機構を有するDR実験専用スタジオを設ける。

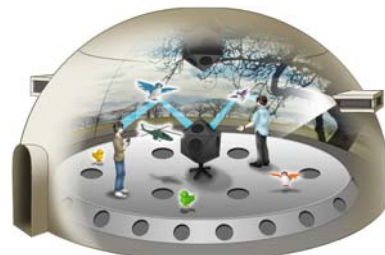


図1 全天周型視聴覚MR空間のイメージ図



図2 隠背景映像重畳による実物体の消去

4. これまでの成果

■テーマ(A)

【反射と残響感の制御】ドーム壁面による音像構築と床面による不要反射音の吸音を実現。床下に設置した間接スピーカによる残響感の制御を可能にした。

【移動音源を可能にする超音波スピーカユニットの設計・構築】超音波素子形状の模索・設計とそれに基づく移動音源を実現。また、アレー信号処理を用いた移動音源の高臨場表現を可能にした。

【極小領域オーディオスポット】複数台の超音波スピーカを用い、空間のある1点にだけ音を届けるオーディオスポットを実現した。



図3 凹面型超音波スピーカの試作

#### ■テーマ(B-1)

平面近似が可能な隠背景を対象に、除去対象領域周辺の領域を周辺参照領域として定義し、隠背景再構成結果の位置ずれ、画質ずれを軽減するモデルを確立した。続いて、平面近似が難しい隠背景に対して、幾何形状を一切利用しない Light Field Rendering (LFR) を DR に応用することで解決し、その利点及び欠点を洗い出した。隠背景平面拘束を緩和するという観点から、簡易な背景の幾何形状と画像を利用して、カメラ位置姿勢推定と画質ずれの軽減を実時間で同時達成する機構を開発した。



図4 屋外での DR 処理 (工事中の看板を除去)

DR 技術全体の体系化を目指し、系統的データ取得が可能な DR 実験用スタジオを構築した。この実験スタジオでは、実物大セット、1/12 ミニチュアセットが設置されていて、ロボットアームに付けたカメラの移動制御が可能であり、様々なデータを収録することができる (図5)。



図5 DR 実験用スタジオ

#### ■テーマ (B-2)

(B-1) と同様、隠背景が平面近似可能な条件下から始め、次第に難しい対象に向かっていく。平面近似できない隠背景を対象に、RGB-D カメラを利用することで DR 表示した。これをスマートフォン等のモバイル端末

上で動作させることで、インタラクティブに隠背景を指定して再構成する領域を指定可能にした。また、任意形状に変化する隠背景に対しても DR 処理を実現した (図6)。



図6 動的な背景に対する DR 処理結果 (右)

#### 5. 今後の計画

テーマ(A)では、基幹ユニットを天井にも配した音像ダブルプラネタリウム方式の開発発に向かう。音線パスが増えることで、滑らかな移動音が表現できる。

テーマ(B)では、様々な要素技術を開発すると共に、DR 実験スタジオで収録した標準データセットを公開配布することにより、当該研究分野の活性化を図る。

#### 6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

1. 本田俊博, 齋藤英雄: RGB-Dカメラによる環境の3次元計測に基づく実時間隠消現実感, 日本VR学会論文誌, Vol. 19, No. 2, pp. 105 - 116 (2014.6)
2. 森尚平, 小向啓文, 柴田史久, 木村朝子, 田村秀行: 隠消現実感における隠背景平面拘束と周辺参照領域の効果的利用, 同上, Vol. 19, No. 2, pp. 131 - 140 (2014.6)
3. 松井唯, 生藤大典, 中山雅人, 西浦敬信: キャリア波と側帯波の分離放射によるオーディオスポット形成, 信学論(A), Vol. J97-A, No. 4, pp. 304 - 312 (2014.4) [第30回電気通信普及財団テレコムシステム技術学生賞]
4. Y. Sugibayashi, S. Kurimoto, D. Ikefuji, M. Morise and T. Nishiura: Three-dimensional acoustic sound field reproduction based on hybrid combination of multiple parametric loudspeakers and electrodynamic subwoofer, *Applied Acoustics*, Vol. 73, No. 12, pp. 1282 - 1288 (2012.12)
5. 本田俊博, 齋藤英雄: 複数のスマートフォンカメラの協調利用による実時間隠消現実感, 日本VR学会論文誌, Vol. 17, No. 3, pp. 181 - 190 (2012.9)

ホームページ等

<http://www.rm.is.ritsumei.ac.jp/kiban-s/>