

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 24 年 6 月 18 日現在

機関番号：34315

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22650035

研究課題名（和文） ビジュアルマジック隠消現実感の骨格形成と課題抽出

研究課題名（英文） Constructing a Basic Body and Defining Research Issues of Diminished Reality Technology As Visual Magic

研究代表者

田村 秀行 (TAMURA HIDEYUKI)

立命館大学・情報理工学部・教授

研究者番号：10367998

研究成果の概要（和文）：

本研究は、現実世界の事物を視覚的に消し去る「Diminished Reality (DR)」を研究対象とし、その研究課題の抽出とオリジナル研究開発を実施した。しかるべき日本語訳がなかった DR の基本概念を明確化するため「隠消（いんしょう）現実感」という訳語を与えることから始め、徹底的な文献調査とそこからの基本要素の抽出を行う事で、DR の実現手順と発展的な課題についてまとめ、DR 研究のロードマップとなるよう総説論文として公表した。抽出した課題は基本要素別に解決方法を開発し、国内外の学会で発表した。

研究成果の概要（英文）：

In this study, we extracted problems and conducted original methods relating to Diminished Reality (DR), which refers to technology to visually remove objects in the real world. First, we gave an appropriate translation of DR to clarify the meaning, and then, began to survey existing papers and to extract base elements of DR from them to grasp challenges to be tackled. We contributed the fruits, a survey paper, as a roadmap of DR to a journal. We developed methods for solving classified problems and presented the results at international and domestic conferences.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,400,000	0	1,400,000
2011 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
総計	2,900,000	450,000	3,350,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：隠消現実感、複合現実感、隠背景、幾何学的整合性、光学的整合性、半隠消表示

1. 研究開始当初の背景

現実世界を電子的に増強する「拡張現実感 (Augmented Reality; AR)」や現実世界と仮想世界を継ぎ目なく融合する「複合現実感 (Mixed Reality; MR)」は、いずれも人工現実感 (Virtual Reality; VR) の発展形であり、1990 年代後半に基礎研究が緒についた。21 世紀に入り研究活動が活発化し、「新しい情

報提示技術」として目覚ましい発展を遂げている。既に当該技術の基本的枠組は出来上がり、万能ではないものの、適用条件を満たせば、十分実用に堪える水準に達している。今後は、この条件を緩やかなものにし、適用範囲を広げて行くことが期待されている。

本研究は、AR/MR とは逆転の発想に立ち、現実世界の事物を目の前から視覚的に消し

てみせる「Diminished Reality (DR)」を本格的に研究対象とし、その研究課題を抽出する。DR は、MR の更なる発展形であり、既に散発的な研究事例は見受けられるが、手法も達成度もまだ初歩的なレベルに留まっている。仮想空間だけの VR よりも現実世界を扱う AR/MR の方が難しいと同様、現実と仮想の「足し算」である AR/MR よりも「引き算」である DR の方が、より困難な課題である。現実空間と仮想空間の幾何学的整合性に関しても空間的整合性に関しても、AR/MR よりも高い精度が要求される。言わば誤魔化しが利かない技術であり、DR の現実的課題を分析・整理することで、AR/MR も VR 自体も発展を遂げることが期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、DR を AR/MR を超える次世代テーマと位置づけ、その DR の技術体系の基本骨格の形成、挑戦すべき研究課題の抽出を行うことを目標とした。しかるべき日本語訳がなかった「Diminished Reality」に対して、「隠消 (いんしょう) 現実感」という用語を与え、その基本概念を明確化し、この言葉自体が当該分野で流通すること自体も目指した。

DR はある種のビジュアルマジックであり、AR/MR を超える夢のある用途や応用が期待できるが、本萌芽研究では、いきなり困難な課題に挑戦するのではなく、その本格的な展開の第一歩として、まず既発表の手法を徹底分析し、内在する本質的な問題と解決方法を分析・整理する。その結果を、技術マップやサーベイ論文の形で広く公表し、当該分野の研究活発化を推進する。

この過程で、自ら具体的な問題設定の下での DR 研究に着手し、要素技術開発や背景画像の系統的観測方法なども検討する。

3. 研究の方法

本萌芽研究の要諦は、実存する物体を背景画像で隠して消す「隠消現実感」の諸問題を様々な角度から分析・整理し、新たな挑戦的研究課題を明確化することにある。具体的には、以下のような研究方法を採用した。

(1) 文献調査と分析：まず、研究徹底した文献調査を行い、既発表の手法やシステムに対して、AR/MR 研究の視点からの分析・整理を行った。即ち、現実空間と仮想空間の幾何学的整合性と光学的整合性に関する分析、対象物やその背景が視覚的に静的である場合／動的である場合、体験者が体験時に視点移動する場合／しない場合、等々の分類・整理である。

(2) 隠背景の定義とモデル化：DR の基本問題は視覚的に除去したい実物体の (体験者から観て) 背景にある領域の映像を重畳描画す

る問題に帰着することが、事前の分析から判っていたので、この領域「隠背景」と名付け、「隠背景面」「隠背景空間」「隠背景投影画像」等々を定義し、その重畳問題を図1のようにモデル化して考えた。

(3) 実験方法：文献調査、問題分析だけでなく、AR/MR の研究経験を活かして、DR の基本要素技術開発に着手する。① 予め隠背景映像と体験者視点の映像を準備しておいてオフライン的に DR を実現する実験、② 体験者がビデオスルーHMD を装着して現実世界で実際に体験するオンライン実験、の両方を試みた。アルゴリズムの考案・改良は①で行い、それを②で適用して、問題点の抽出・分析・検討を行った。

(4) 半隠消表示：背景画像を物体に上書きして完全に隠蔽・消去する DR 技術の他に、当該物体が透けて見えたり、徐々に消えて行く過程を表示できる「半隠消表示(Half-DR)」の方法も研究する。従来の CG 分野での単純な透明表示でなく、DR 特有の表示方法を研究対象とした。

4. 研究成果

(1) 問題分析とサーベイ論文執筆

初年度の平成 22 年度に、徹底した関連技術調査を行い、約 80 件の論文をベースとして技術課題を整理し、技術マップ第 1 版を作成した。同技術マップでは、DR の基本的技術要素を、(a) ユーザ視点カメラの移動、(b) 遮蔽物の存在、(c) 除去対象物体領域の決定、(d) 隠背景の観測手法、(e) 隠背景の幾何学形状のモデル化の 5 つに分け、関連研究を分類した。その概要は、表 1 のように表わすことができる。

この分析・整理の中で、今後よりリアリティの高い DR を実現するために必要な発展的な課題の明確化を行い、総説論文として学会論文誌に投稿した。この論文執筆は、当初平成 23 年度後期を予定していたが、調査分析研究が予想以上に進行したため、予定を 1 年早めて投稿した。その結果は、修正点なしで一発採択され、本研究期間中の平成 23 年度第 1 四半期に公開・衆知されることとなった。既に、当該分野の記念碑的論文、バイブル的な文献としてしばしば引用され、「隠消現実感」という用語も他研究グループでも使われることが多くなった。

本挑戦的萌芽研究の最大の目標は、いち早く達成できたと言えよう。

(2) 要素技術のオリジナル研究開発

調査した関連技術のうち代表的な手法の追試を行い、それを発展させる形で、我々に独自の DR 解決手法の研究開発を行った。サーベイ論文執筆・公表が予定より早く終了したので、2 年度目の平成 23 年度は、独自の研究開発に十分な時間を割くことができた。幾

何学的整合や光学的整合が十分に達成できずに隠背景重畳時に誤差が生じる種々の場合の対処法として，前者では画像接合 (mosaicng)，領域塗りつぶし (in-painting)，後者では再照明付与 (relighting) を工夫す

る方法を考案し，学会発表した．半隠消表示に関して，同様にオリジナル研究を推進し，国内外で学会発表した．いずれも，詳細は研究成果欄の文献に譲る．

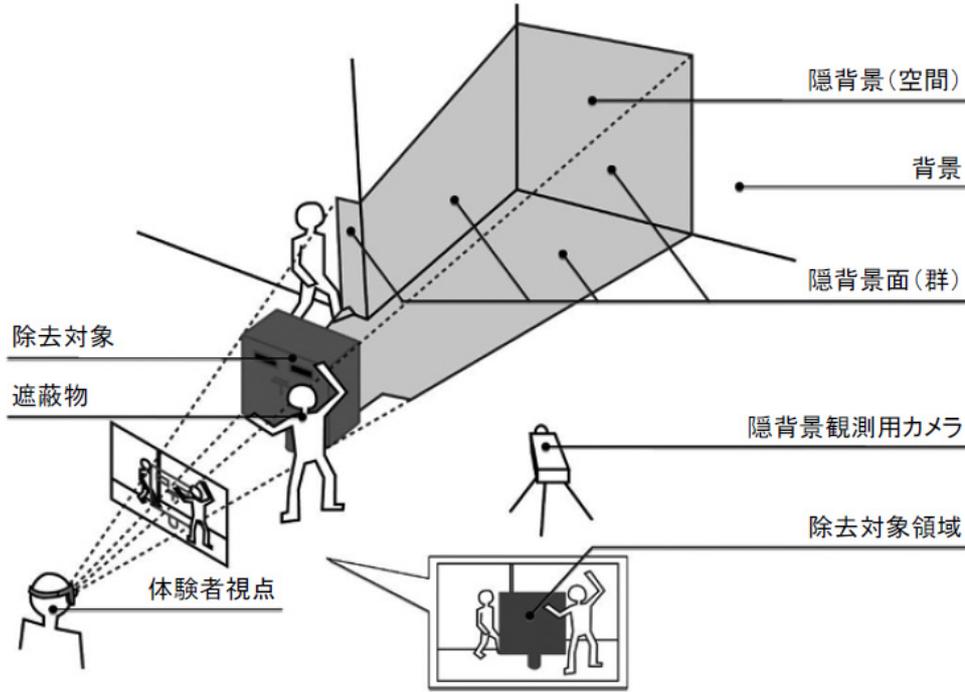


図 1 隠消現実感の構成要素

表 1 隠消現実感の基本的技術要素
(表中の文献番号は，研究成果欄の雑誌論文①の参考文献番号である)

基本要素	基本要素別の項目	代表論文	備考	
体験者視点カメラの移動	固定	[Zokai 03]	立体的な隠背景に対応	
	制限された移動	[Shen 06]	問題を簡単化	
	自由移動	[Enomoto 07][Sandor 10]	マーカ等の利用	
	移動前提	[Wang 94][Flores 10]	シーン中の変化を利用	
遮蔽物の存在	あり	[川上 98][Inami 00]	プロジェクタ投影で解決	
	なし	上記以外の論文	問題の簡単化	
除去対象領域の決定	除去対象領域の推定不要	[Zokai 03][Enomoto 07]	除去対象領域を大きく見積る	
	除去対象の幾何形状が既知	[Cosco 09][Jarusirisawad 07]	幾何形状をモデルデータ化	
	画像認識の利用	[Shen 06][Lepetit 01]	除去対象の輪郭を抽出	
隠背景の観測手法	体験者視点カメラのみ利用	[原田 04][Shen 06]	時間的変化で隠背景を推定	
	隠背景観測用カメラの利用	静止画像	[Zokai 03]	変化しない隠背景を想定
		動画画像	[Enomoto 07][Barnum 09]	隠背景の時間的変化に対応
	事前取得	[Takemura 02][Cosco 09]	CG モデルや IBR を利用	
特殊なイメージセンサの利用	[Fuchs 98][Mourgues 01]	X 線，超音波，内視鏡等		
隠背景の推定手法	周辺画像からの推定	[Herling 10][Korkalo 10]	隠背景が観測不可能な場合	
隠背景の幾何形状のモデル化	2次元画像の隠背景面を想定	1枚の隠背景面	[Enomoto 07]	隠背景を平面近似
		2次元画像の隠背景面の組合せ	[橋本 06][Barnum 09]	2次元の隠背景面を奥行きに応じて変換
	立体的な隠背景面を想定	[Zokai 03][Hosokawa 09]	視点移動等に対応	

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 森尚平, 一刈良介, 柴田史久, 木村朝子, 田村秀行: 隠消現実感の技術的枠組と諸問題～現実世界に実在する物体を視覚的に隠蔽・消去・透視する技術について～, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.16, No. 2 (2011) pp. 239 - 250 [査読あり]

[学会発表] (計 7 件)

- ① A. Takahashi, S. Mori, F. Shibata, A. Kimura, and H. Tamura: Definition and Implementation of Half-DR - Semi-Transparent Representation of Visually Diminished Objects Existing in Real World, The 5th Korea-Japan Workshop on Mixed Reality, 2012.4.14, ソウル (韓国) [査読あり]
- ② 高橋藍, 柴田史久, 木村朝子, 田村秀行: 隠消現実感における半隠消表示法の実現と検討, 2012年電子情報通信学会総合大会, D-12-80, 2012.3.22, 岡山大学 (岡山県)
- ③ 杉本一平, 一刈良介, 柴田史久, 木村朝子, 田村秀行: 複合現実感のための隠消現実感: トラッキング性能向上目的で配置した人工物の視覚的除去, 第16回日本バーチャルリアリティ学会大会, 14D-1, 2011.9.21, 公立ほこだて未来大学 (北海道)
- ④ 古志亘, 高橋藍, 柴田史久, 木村朝子, 田村秀行: 隠消現実感における半隠消表示モデルに関する考察, 同上, 14D-2, 2011.9.21, 公立ほこだて未来大学 (北海道)
- ⑤ 中島武真, 一刈良介, 柴田史久, 木村朝子, 田村秀行: 隠消現実感における隠背景面復元の画質的整合の実現, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, PRMU2010-195, 2011.1.21, 立命館大学 (滋賀県)
- ⑥ 池内克史, 大田友一, 横矢直和, 田村秀行, 大石岳: [パネル討論] コンピュータビジョンとAR/MR, 同上, 2011.1.21, 立命館大学 (滋賀県)
- ⑦ 酒田信親, 池田聖, 石川智也, 一刈良介, 内山英昭: [パネル討論] ARブームの次を見据え, 研究社会は何に挑戦すべきか?, 第15回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2010.9.15, 金沢工業大学 (石川県)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田村 秀行 (TAMURA HIDEYUKI)
立命館大学・情報理工学部・教授
研究者番号: 10367998

(3) 連携研究者

柴田 史久 (SHIBATA FUMIHISA)
立命館大学・情報理工学部・准教授
研究者番号: 80314425

木村 朝子 (KIMURA ASAKO)
立命館大学・情報理工学部・准教授
研究者番号: 20324832

一刈 良介 (ICHIKARI RYOSUKE)
立命館大学・総合理工学研究機構・ポスト
ドクトラルフェロー
研究者番号: 70582667