

機関番号：34428

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20605012

研究課題名（和文） 複合現実博物館における仮想色修復のための透過度可変型デジタルガイドシステムの構築

研究課題名（英文） MR museum guide system with using an optical see-through display with variable transmittance filter

研究代表者

堀井 千夏（HORII CHINATSU）

摂南大学・経営学部・准教授

研究者番号：00273863

研究成果の概要（和文）：本研究は、MR 技術を用いて文化財を展示する「複合現実博物館(Mixed Reality Museum)」を想定し、専門技術や膨大な手間が必要な色修復の仮想的な実現を目指した色再現手法を提案した。この手法は、電子的に調整可能な減光フィルタを実空間とハーフミラーの間に設置し、フィルタの輝度を加減することでハーフミラーの透過度を調節する光学シースルー方式を用いて、実物体のオリジナリティを保存しながら高品質な色彩を再現する。

研究成果の概要（英文）：This research presents a new virtual reproduction methodology on color property using an optical see-through display with a special half-mirror with variable transmittance. The model of this method adjusts the mixture ratio between real and virtual scene by estimating what color should be displayed and how much the most effective transmittance of the variable filter is. This method of controlling the most suitable transmittance can expand the range of the color reproduction quality on Mixed Reality worlds.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：複合現実感、色彩工学

科研費の分科・細目：博物館学

キーワード：複合現実博物館、仮想色修復、デジタルガイド

## 1. 研究開始当初の背景

我々が博物館で目にする絵画や工芸品といった(有形)文化財の多くは、長期に渡る直射日光や湿気をはじめとする環境的要因によって既に劣化しており、色彩や形状は損傷した状態で保管されている。当時の状態を再現したくとも文化財の修復作業には高度な専門技術と膨大な時間を必要とするため容易ではない。このため、重要な文化財を所有する博物館は、デジタルアーカイブの技術を

駆使して文化財の特徴を電子的に保存しようと躍起になってきた。こうした背景により、コンピュータグラフィックスで文化財を展示・復元する仮想博物館(Virtual Museum)の実装が急速に進み、NHKが再現した500年前の『最後の晩餐(レオナルド・ダビンチ)』や日立製作所によるDIS(Digital Image System)技術を用いた『二条城障壁画』の復元には大きな反響を呼んだ。しかし、コンピュータ上で閲覧するだけでは、臨場感や写実

性に限界がある。この問題を解決するために、仮想空間と実世界を融合させる複合現実博物館が構想されてきた。特に、文化財にとってダメージが激しい色彩に着目し、仮想的な色修復を目標に、コンピュータ上で生成・加工した映像をプロジェクタで実物体に投影する手法が試みられてきた。しかし、プロジェクタ投影による複合現実感技術では、分光反射率の低い物体への色再現が困難であるため、環境光を遮断し暗室で表示するなどの制約条件が生じてしまう。また、プロジェクタ光の直射は、劣化状態を悪化させる可能性もある。そこで、本研究では、実物体像とディスプレイ像をハーフミラーで光学的に重畳する光学シースルー方式をとり、利用者が自由に閲覧できる携帯型のデジタルガイドシステムを構築する。ただし、この方式はプロジェクション方式とは逆に分光反射率の高い物体への色再現が困難となるため、本研究では透過型 TFT 液晶のバックライトを取り除いたディスプレイを透過度可変ミラーとして用い、このディスプレイに減光制御を行うためのフィルタ像を表示することで色再現範囲の拡大を試みる。

## 2. 研究の目的

我々が博物館で目にする絵画や工芸品といった(有形)文化財の多くは、長期に渡る直射日光や湿気をはじめとする環境的要因によって既に劣化しており、色彩や形状は損傷した状態で保管されている。当時の状態を再現したくとも文化財の修復作業には高度な専門技術と膨大な時間を必要とするため容易ではない。そこで、本研究課題では、実世界にコンピュータで生成した仮想空間を融合させようとする複合現実感技術を用いて、実物体の写実性や臨場感を保存しながら退色した文化財の色修復を仮想的に実現することを目的し、色修復情報を博物館の利用者に人間の色覚特性を補正して提供するデジタルガイドシステムを構築する。更には、『複合現実博物館(Mixed Reality Museum)』としての新しいサービスを目指す。

## 3. 研究の方法

研究代表者は、これまでに絵画の色彩情報をコンピュータで効率よく処理する技術や複合現実感技術を用いた情報の可視化システムの設計について研究・開発を行ってきた。本研究では、この経験を活かし、複合現実博物館を想定に入れた劣化した文化財の色修復システムを構築する。具体的には、デジタルガイドシステムを構築し、カラーパターン光を予め投影ディスプレイに表示して、実物体と光学重畳した結果を撮像しておく。このとき、透過度可変ミラーにはバックライトを取り除いた透過型液晶パネルを用い、カラー

パターン毎に  $n$  階調のグレイ色を順次表示する。この撮像結果より、画素単位で各透過度に対する投影ディスプレイとカメラの関係について求め、修復色を再現するために必要な投影ディスプレイ像と透過度の推定式を導く。次に、利用者の色覚特性を補正するために、単純な色あわせによって表示色と知覚色の違いを学習する。この学習結果を推定式に考慮して、利用者が色修復したい箇所の最終的な投影ディスプレイ像と透過度として算出する。

## 4. 研究成果

初年度は色修復像の生成手法および実物体の 3 次元計測手法について提案した。2 年目となる平成 21 年度は、この手法を用いてデジタルガイドの試作システムを構築した。また、デジタルガイドシステムを利用するために必要となる修復情報(場所・色)の選定ツールの作成に加えて、利用者の色覚特性を補正するためのガイドメニューや博物館を想定した利用者にとって効果的なインターフェースの設計を行った。最終年度は、21 度に設計したユーザインタフェースを統合して試作システムに実装した。更に本システムを用いて絵巻物の色修復についての評価実験を行った。この評価実験により、本手法が従来の色再現手法に比べて色再現性を向上させていることを確認することができた。

## 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 2 件)

- ① 中嶋康博、堀井千夏、佐藤宏介、光学シースルーディスプレイにおける近接照明効果の補正手法、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、第 16 巻 2 号、2011(印刷予定)
- ② 青木洋一、堀井千夏、佐藤宏介、投影面の反射特性とハイライト除去を考慮した複数プロジェクタによる重畳投影、映像情報メディア学会誌、査読有、Vol. 62、No. 12、2008、2023-2030

[学会発表] (計 5 件)

- ① 中嶋康博、堀井千夏、佐藤宏介、近接光学シースルーディスプレイにおける光学モデルに基づく色再現性の向上、計測自動制御学会パターン計測シンポジウム、2010 年 12 月、デュプレックスセミナーホテル
- ② 中嶋康博、堀井千夏、佐藤宏介、近接光学シースルー方式複合現実感ディスプレイにおける照明効果の光学補正、情報処理学会関西支部大会、2009 年 9 月、大阪

大学中之島センター

- ③ 中嶋康博、堀井千夏、佐藤宏介、近接光学シースルー方式複合現実感ディスプレイのための光学補正モデル、情報処理学会 CVIM 研究会、2009 年 6 月、京都大学
- ④ 赤木優子、堀井千夏、佐藤宏介、投影型複合現実感のための知覚軽減を考慮したカラーキャリブレーション、情報処理学会関西支部大会、2008 年 9 月、京都リサーチパーク
- ⑤ 赤木優子、堀井千夏、佐藤宏介、実物体の仮想色修復における知覚軽減を考慮したカラーキャリブレーション法、システム制御情報学会、2008 年 5 月、京都情報大学院大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

堀井 千夏 (HORI CHINATSU)

摂南大学・経営学部・准教授

研究者番号：00273863

### (2) 研究分担者

佐藤 宏介 (SATO KOSUKE)

大阪大学・基礎工学研究科・教授

研究者番号：90187188

### (3) 連携研究者

なし