

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：34428

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500318

研究課題名(和文) 協調投影による MRディスプレイを用いたプロダクトカラーのデザイン支援システム

研究課題名(英文) A product color design system with MR-display by means of a cooperative projection

研究代表者

堀井 千夏 (HORII, Chinatsu)

摂南大学・経営学部・教授

研究者番号：00273863

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、小型ロボットに連結したプロジェクタとカメラを用いてフレキシブルに協調投影する新しい複合現実感(MR: Mixed Reality)ディスプレイを構築し、このディスプレイを用いて近年にみられる製品の多品種化には欠かせないプロダクトカラーについてのデザイン支援システムを提案する。本システムでは、販売促進の観点から「カラーの特性」、「トレンドカラー」、「プロダクトコンセプト」の3つのカラー要素に基づいてデザイン候補を自動算出し、実製品の現実感を保持したまま最小限のプロジェクタの協調動作により高品質な色変更を仮想的に実現する

研究成果の概要(英文)： This research presents a new design support system for product color with the Mixed Reality display. In this display, the projectors and the cameras are mounted on the robots, and the replacement color lights are projected cooperatively onto the surface of the products by moving the robots. The support system can automatically estimate the color candidates based on the three color elements from the point of view of sales promotion: "color characteristics", "color trend" and "product concept", and it can be realized virtually the products of high quality color in the Mixed Reality world.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・人文社会情報学

キーワード：複合現実感ディスプレイ デザイン支援 色彩情報処理 プロダクトカラー

### 1. 研究開始当初の背景

情報化社会における消費者の購買プロセスは、AISCEAS(Attention(注意) Interest(関心) Search(検索) Comparison(比較) Examination(検討) Action(購入) Share(共有))とされ、購買の決め手となる比較・検討においては、価格だけでなく、機能性や操作性、デザイン性が評価の対象となる。しかし、十分に比較・検討して購入に至った場合であっても近年は買い替えのサイクルが非常に早く、企業は多品種・小ロット化を実現してプロダクトサイクルを短縮せざるを得ない。一般的に製品の開発・製造工程は多段階に渡っており、全ての工程で多品種化を実現することはコスト的に難しい。このため、比較的工程の後半に該当する外観デザイン、特に、視覚的訴求力の強いカラーデザインで他製品との差別化を行い、製品の一新を図る場合が多い。つまり、カラーデザインを用いて新たな製品価値を生み出すことが製品開発における一つの課題となっている。

販売効果の高いカラーデザインには「カラーの特性」、「トレンドカラー」、「プロダクトコンセプト」の3つの要素を総合的に考慮する必要があるが、これらをすべて融合させてプロダクトカラーを選定する作業は容易ではない。そこで、本研究ではこの3つの要素に基づいてカラーリストを自動生成し、このカラー候補にデザイン開発者の意向を反映させながら絞り込み、プロダクトカラーを選定する。カラー候補の算出には、市場調査で得た消費者の好みやプロダクトコンセプトに該当する感性キーワードを用い、インターネット上で無料公開されている写真画像のデータベースを活用してこのキーワードに対応するカラーリストを推定する。

更に、本研究ではこのプロダクトカラーの情報を即座に実製品で再現するために、実空間と仮想像を融合させる複合現実感(MR: Mixed Reality)技術を用いたデザイン支援システムを構築する。この技術では、実物体を投影光が反映され易い理想的な白色拡散反射面とするか、または、色再現性に重点を置かないとして表面特性は考慮しないとする場合が多い。しかし、プロダクトカラーを提示する場合には、製品である実物体の表面特性は一樣ではなく、彩色された既存製品に対するカラーバリエーションの投影を考えるため、従来手法による投影光では厳密な色を再現できない。本研究では、プロダクトカラーとして高品質な色再現性について考慮した複合現実感(MR)ディスプレイを構築するために、実物体の反射特性とプロジェクタの投影光の関係を導き、この関係に基づいてプロダクトカラーを再現するうえで必要な投影光の推定手法を用いる。また、市販される複数台のプロジェクタを用いて、1台では性能的に充分ではなくても協調投影により高品質な色再現を実現する。

### 2. 研究の目的

本研究課題では、複数プロジェクタを連動させて適所から協調投影する新しい複合現実感ディスプレイを構築し、このシステムを用いて販売戦略として重要視されるプロダクトカラーのデザイン支援を実現することが目的である。研究代表者がこれまでに蓄積してきた複合現実感と色彩情報処理の技術に加えて、本務地で指導するカラーマーケティングの知識を生かし、プロダクトカラーのデザインをより効果的に幅広く活用するための支援システムを構築する。具体的には3年間の研究期間で、以下に示す2点を明らかにすることを旨とした。

- (1) 販売促進を目的としたプロダクトカラー候補の自動算出によるデザイン支援  
感性キーワードに対応したカラーリストの自動抽出とデータベース化  
プロダクトカラーに必要な3要素に基づいたカラー候補の自動算出  
デザイン開発者や消費者の要望に対応したプロダクトカラー候補の絞り込み
- (2) フレキシブルな複合現実感ディスプレイを用いたデザイン提示システムの構築  
プロジェクタの最適制御により、最適な位置からの協調投影  
デザイン提示結果の共有、視点位置の変更に対応した現実感を伴う仮想的な色再現  
複数プロジェクタの重畳投影による高色再現の実現

### 3. 研究の方法

本研究課題であるプロダクトカラーのデザインの支援システムを構築するために、「複合現実感ディスプレイの構築」、「プロダクトカラーのデザイン候補の導出」、「デザイン支援システムの構築」の3項目について順次執行する計画を立てた。各項目の実現方法を以下に示す。

- (1) 複合現実感ディスプレイの構築  
軽量・小型の移動ロボットにプロジェクタと小型カメラを固定し、ロボットには走行距離センサを搭載しておき、レール上を移動させる。小型カメラで実物体を全方位から撮像して環境マップを作成し、プロジェクタの投影が必要な位置に応じて制御用のPCからロボットへ移動距離を無線通信で命令する。  
プロジェクタとカメラの幾何学的キャリブレーションを実施する。このキャリブレーションではグレイコードパターン法を用いて、実空間およびプロジェクタとカメラの3次元形状と座標関係の取得をする。

プロジェクタとカメラに光学的キャリブレーションとしてガンマ補正を施し、32色の基調光をプロジェクタで実物体に投影した結果をカメラで撮像する。この撮像結果より、実物体に対するプロジェクタの投影光とカメラの関係について求め、色再現するために必要な投影像の推定式を導く。

## (2) プロダクトカラーのデザイン候補の導出

プロダクトカラーに必要な3要素について以下に従ってカラーデータベースを構築する。具体的には、色の特性に応じて移調や既存の配色パターンを自動生成する。トレンドカラーにはHSV毎に周期性があると考えて次期のトレンドカラーを算出する。プロダクトコンセプトについては、キーワードから写真画像を検索して画像で用いられている頻度の高い色値をカラーリストとしてデータベース化する。デザイン開発者や市場調査による消費者の要望をシステムとの対話により導き、カラー情報をマッピングした空間の範囲を絞り込む。

## (3) デザイン支援システムの構築

(1)で構築した複合現実感ディスプレイに(2)で算出したプロダクトカラーを実装する。このとき、デザイン開発者の操作パネルとしてタッチパネルのディスプレイを用い、このパネルにプロダクトカラー候補の一覧や絞り込み内容を提示する。デザイン支援の結果をカメラで撮像し、遠隔的に実製品の色操作を実現する。

## 4. 研究成果

本研究課題では、販売促進の観点から「カラーの特性」、「トレンドカラー」、「プロダクトコンセプト」といった3つのカラー要素に基づいてデザイン候補を自動算出し、実製品の現実感を保持したまま最小限のプロジェクタの協調動作により高品質な色変更を仮想的に実現した。具体的には、研究目的に対して先に述べた研究方法に従い、以下の内容について順次、研究を実施した。

### (1) 平成23(初)年度実施:複合現実感ディスプレイの構築

複合現実感ディスプレイの構築としてプロジェクタとカメラの幾何学・光学キャリブレーション、高品質な色再現のためのプロジェクタの投影像の推定、移動ロボットの制御による複数プロジェクションについて実施した。プロジェクタとカメラの幾何学・光学キャリブレーションでは、プロジェクタとカメラの幾何学キャリブレーションとしてグレイコードパターン法を用いて実空間およ

びプロジェクタとカメラの3次元形状と座標関係の取得し、実物体にプロジェクタで32色の基調光を投影した結果をカメラで撮像して実物体に対するプロジェクタの投影光とカメラの関係を導出した。さらに、高品質な色再現のためのプロジェクタの投影像の推定として実物体に対するプロジェクタの投影光とカメラの関係をを用いて、色再現するために必要な投影像の推定式を算出した。また、移動ロボットの制御による複数プロジェクションシステムの試作システムを構築するために、移動ロボットの走行に必要なプロジェクタと小型カメラの環境を整備し、プロジェクタの投影が必要な位置に応じてPCからロボットへ移動距離を無線通信するための制御モジュールについて実施した。

### (2) 平成24年度実施:プロダクトカラーのデザイン候補の導出

プロダクトカラーのデザイン候補の導出として既存の画像データを用いて感性キーワードに対するカラーリストを算出し、このリストからカラーを色空間にマッピングしてカラー候補を絞り込んでいく手法について提案および実施した。具体的には、プロダクトカラーに必要な3要素に対するカラーデータベースの構築として、「色の特性」「トレンドカラー」「プロダクトコンセプト」に基づいたカラーリストの自動算出について行い、この結果をデータベース化して人間の色感覚に近いL\*a\*b色空間にカラーマッピングする手法を提案した。さらに、プロダクトカラーのデザイン候補の絞り込みとしてデザイン開発者や市場調査による消費者の要望をシステムとの対話から感性キーワードをカラーパラメータとして算出することを試み、このパラメータに対するカラーマッピングされた色空間を絞り込む手法を提案した。

### (3) 平成25(最終)年度実施:デザイン支援システムの統合と評価

最終年度では、初年度と2年目の研究結果をシステムとして統合し、デザイン開発者の操作パネルにプロダクトカラー候補の一覧や絞り込み内容を表示するためのユーザインタフェースを構築した。また、操作パネル上で仮想的なプロダクトカラーの提示を実現した。このシステムを用いた評価実験より、本手法が色再現性を重視しながらプロダクトカラーを変更できていることを確認することができた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

堀井千夏、高齢者のための携帯情報端末における使いやすい操作領域の推定、経営情報研究: 摂南大学経営情報学部論集、査読有、20(2)、2013、63-74  
堀井千夏、Web教材のための色彩情報を

用いた学習確認システムの提案、情報コミュニケーション学会論文誌、査読有、8(1)、2012、21-26

堀井千夏、高齢者のためのタッチパネル操作におけるカラーキャリブレーション手法、経営情報研究：摂南大学経営情報学部論集、査読有、20(1)、2012、33-43

堀井千夏、商品パッケージによるデザイン戦略のための評価手法、経営情報研究：摂南大学経営情報学部論集、査読有、19(2)、2012、61-72

堀井千夏、Web 画像を用いたカラーコンセプト立案のための参照カラー提示手法の提案、経営情報研究：摂南大学経営情報学部論集、査読有、19(1)、2011、31-40

〔学会発表〕(計2件)

橋本はる美、堀井千夏、佐井英子、教育・学習モデルに基づいた事後学習システムの提案、情報コミュニケーション学会、2014年3月2日～2014年3月3日、長崎大学(長崎市文教町)

本川雅也、堀井千夏、携帯型音楽再生デバイスにおける高齢者の使いやすさに対するキャリブレーション手法、情報コミュニケーション学会、2012年3月11日、青山学院大学(東京)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堀井 千夏 (HORII CHINATSU)  
摂南大学・経営学部・教授  
研究者番号：00273863