

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：34428

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350135

研究課題名(和文)高齢者のための美味しさ感を高色再現する食彩支援システム

研究課題名(英文)A color support system for a feeling of good taste in consideration of elderly vision problems

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) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、ロボットに連結したプロジェクタとカメラを用いた複合現実感ディスプレイを構築し、このディスプレイを用いて、高齢者の摂食動機を効果的に向上させる食彩支援システムを提案する。本システムでは、高齢者の美味しさ感を食品カラーリストと記憶色から推定し、この推定色を実食上で高品質に再現することで、食事の彩りを改善する。摂食行動に制限を抱え、類似した調理方法や偏った食品選びになりがちな高齢者の食事を仮想的に色置換し、食彩による美味しさ感の増強から、食欲低下の傾向にある高齢者の食事に対して楽しみや満足感を提供することが期待できる。

研究成果の概要(英文)：This research presents a new color support system for a feeling of good taste in consideration of elderly vision problems with the Mixed Reality display. The projectors and the cameras are mounted on the robots, and the projection light is projected to the appropriate place on the real meal with the robot's navigation. The projection color is estimated using the classified food-color list by the color information in the photos and the previously stored food-color in the person's memory. This color support system is realized to change the food-color virtually, and it can be enhanced the satisfaction in dietary life of the elderly.

研究分野：色彩情報処理

キーワード：複合現実感ディスプレイ 食彩デザイン 色彩情報処理 高齢者の食卓 美味しさ感

### 1. 研究開始当初の背景

食事は生命活動を維持するために必要な栄養素を提供する役割を持つと同時に、食生活を豊かにする「美味しさ(満足感)」を備えている必要がある。食事の美味しさは、当然ながら味や香りが基本となるが、実際の食事から考えると外観(かたち・色・光沢)や食感などの物理特性、照明や音響などの食事環境、喫食者の心理状態・体調が大きく影響する。特に人は食品を選ぶとき、まず目で外観を確認して食品の品質を判別する傾向にあり、この中でも食品色を選択基準とする割合は、一般に肉・野菜で7割、魚が6割、果物は3割とされ、色は美味しさを判別する重要な因子だと考えられてきた[ ]。この点は実測値からも認められ、食品に変則的な照射光を直接当て、取得した分光情報から肉や魚の鮮度を推定する研究などがある[ ]。

喫食者が高齢者の場合、摂食の基本能力(咀嚼力や嚥下力)が低下し、摂食行動に制限を抱えることが多く、類似した調理方法や偏った食品選びのために食事の彩り(食彩)で美味しさを感じることは非常に難しい。このような点は食欲を低下させ、必要な栄養素を摂取する上で大きな障害となっている。高齢者だけでなく医療食や療養食を摂取する場合も同様であり、食彩から楽しみや満足感を提供することは摂食動機を向上させる重要な課題とされている。

本研究ではこのような研究開始当時の背景に基づいて、食事の美味しさ感を仮想的に増強することを目的とし、その要素の1つである色彩に注目した食彩支援手法を提案することを考えた。食品の色については次の3点の問題点について注目した。

(1)食品の色は含有する色素で決まるが、その含有量は同じ食品であっても一律ではなく、調理・加工・保存の過程で色変化するため、食品の色は一意に決まらない。

(2)我々は食品固有の外観情報を予め記憶し、食品名と同時にその色や形が脳裏に浮かぶため、食品を見て感じた実色は経過時間と共に記憶色に影響される。

(3)色の見え方には個人差があり、同じ色でも人によって感じ方が異なる。特に、高齢者は水晶体の色素沈着により黄斑色素が濃く、光線の通過量が減少するため、黄褐色のフィルタをかけたような状態となり、短波成分の光の通過が妨げられて外界が全体的に暗く見えてしまう。

また、食事に関する支援手法の研究には、これまでに複数品目の食事画像から含有食品を推定する食事記録の支援手法[ ]や、栄養素の摂取バランスを考慮した調理方法の支援手法[ ]などがあるが、実食事に直接作用する手法ではないことから、摂食動機を向上

させることは難しい。このため本研究では、喫食時の美味しさ感について直接的に食彩改善することに焦点を置き、実際の食彩を即座に色置換するために、実空間と仮想像を融合させる複合現実感技術を用いた食彩支援システムを構築することを考えた。プロジェクタを使用した複合現実感技術を用いて食卓の白い陶器皿に絵柄を投影することで彩りを向上させる試みなどがある[ ]。本手法では、この技術を用いて仮想的に食彩による美味しさ感の増強させ、食欲低下の傾向にある高齢者の食事に対して楽しみや満足感を提供することを目指した。

### 2. 研究の目的

本研究では、2台のプロジェクタを協調制御し、美味しさ感を高色再現するための投影光を喫食者の摂食行動を妨げない適所から実食事に対して照射する食彩支援システムの構築を目指した。具体的には研究期間で以下の点を明らかにすることを目的とした。

(1)摂食動機を向上させる食彩提示のための食品カラーリストの算出と記憶色の推定

- ・食品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
- ・喫食者と支援システムの対話から記憶色を推定し、食品カラーリストを絞り込み

(2)高齢者の視覚特性を考慮した高品質な色再現のための色補正

- ・高齢化による視覚特性の個人差をシステムとの対話から抽出して色補正を実施

(3)フレキシブルな複合現実感ディスプレイを用いた食彩支援システムの構築

- ・ロボットの軌道制御により、喫食者の行動を阻害しない最適位置からプロジェクタの協調投影
- ・複数プロジェクタの重畳投影により、食彩改善のために算出した投影色を高品質に再現

### 3. 研究の方法

本研究課題の目的である高齢者のための美味しさ感を高色再現する食彩支援システムを構築するために、「(1)最適位置から協調投影する複合現実感ディスプレイの構築(平成26年度実施)」、「(2)高齢者の特性に則した食彩提示のための食品カラーリストと記憶色の導出(平成27年度実施)」、「(3)食彩支援システムの統合と評価(平成28年度実施)」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)最適位置から協調投影する複合現実感ディスプレイの構築

走行距離センサを搭載した移動ロボットにプロジェクタとカメラはロボットをあらかじめ設置して同時に移動させ、カメ

ラで食事環境を撮像する。この結果を用いて喫食者の行動を阻害しないプロジェクタの投影位置を制御用 PC で算出する。プロジェクタの最適な投影位置に対応したロボットの移動距離は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、基調光をプロジェクタで実際の食事に投影した結果をカメラで撮像しておく。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) 高齢者の特性に則した食彩提示のための食品カラーリストと記憶色の導出

食彩提示に必要な 3 要素(食品カラーリスト、記憶色、高齢者の視覚特性)を導出する。食品カラーリストについては、食品キーワードから写真画像を検索し、この画像で用いられる使用頻度の高い色値を自動抽出して、これをキーワードに対するカラーリストとしてデータベース化する。また、記憶色と高齢者の視覚特性については、喫食者とシステムの対話により、個人が抱く食品固有色の傾向と高齢者の視覚特性となる短波成分の通過光量について推定する。

食品カラーリストを  $L^*a^*b$  色空間にカラーマッピングし、このマッピングに対して記憶色で重み付けを行い、空間の範囲を絞り込む。また、この結果を高齢者の視覚特性に基づいて HSV (色相・彩度・明度) 値を症状の進行に応じて色補正する。

食品色を表す主な色素に分類し、食品の種類に対する個人が感じる美味しい色値を集約・データベース化する。

HSV 値の移調や配色パターン [ ] を自動生成し、食彩改善におけるカラーバランスの観点から不足する色値を食品カラーリストに追加する。

#### (3) 食彩支援システムの構築

食彩支援手法を (1) で構築した複合現実感ディスプレイに実装する。このとき、喫食者の入力操作には非接触の眼球運動計測装置を使用し、システムが壁に投影した映像に対して喫食者が注視した箇所を選択情報として取得する。

食彩支援の結果を用いて嗜好特性の検討や改善に活用し、食彩による摂食動機の上昇や重要性について検討する。

#### 4. 研究成果

本研究課題では、高齢者に対して美味しさ感を高色再現する食彩支援システムの実現を目指して、協調投影による表面特性の影響を抑えた複合現実感ディスプレイの構築、食品カラーリストによる美味しさ感の推定、実食上での食事の彩り再現について研究を遂行した。この点につい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 26(初)年度実施

初年度は、まず、食卓の彩りを仮想的に色置換するための複合現実感ディスプレイの実現を目指して、協調プロジェクションの試作システムを構築した。また、高品質な色再現を行うためにプロジェクタ投影光の推定と色補正手法について実施した。具体的にはプロジェクタを搭載したロボットの軌道制御により喫食者の行動を阻害しない位置から協調投影を行い、更に食彩改善に必要なプロジェクタ光の推定、色再現を行った。また、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を実施し、プロジェクタとカメラの 3 次元形状と座標関係の取得、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。この他にロボット・プロジェクタ・カメラを連動させたシステム環境を構築し、制御 PC からロボットに走行情報を無線通信して、適切に投影光を照射する制御モジュールについて実施した。

##### (2) 平成 27 年度実施

研究 2 年目は、初年度に試作した複合現実感ディスプレイで提示する食彩情報の算出手法を提案した。摂食行動に制限を抱え、類似した調理方法や偏った食品選びになりがちな高齢者の食事を仮想的に色置換し、食彩による美味しさ感を増強させることで食事に対する満足感を提供する色彩情報を求めた。食品色については「含有色素と調理・加工・保存による色変化」、「食品固有の外観情報と経過時間による記憶色の影響」、「高齢化による色の見え方の個人差」を考慮し、個人が美味しいと感じる色を実食品の色分布傾向から導き、喫食者が食品に対して抱く記憶色の推定や、色の見え方(視覚特性)に対する個人差の解消から食事の彩りを仮想的に改善する色彩情報の算出方法を導いた。

##### (3) 平成 28(最終)年度実施

最終年度は、初年度と 2 年目の研究成果を用いて複合現実感ディスプレイに食彩情報の算出方法を統合した食彩支援の試作システムを構築し、このシステムにおける食彩変更の操作部分について設計・実装した。また、本システムを用いた評価実験を実施し、食彩改善およびシステムの色再現性について検討した結果、食彩改善による摂食動機の効果および重要性について確認した。

<引用文献>

片山 脩、田島真、食品と色、光琳選書、2003 .

Ken Nishino et al., Optimization of excitation-emission band-pass filter for visualization of viable bacteria distribution on the surface of pork meat, Optics Express, Vol.21, No.10, pp.12579-12591, 2013.

松田裕司、他 2 名、候補領域推定に基づく複数品目食事画像認識、電子情報通信学会論文誌、J95-D(8)、pp.1554-1564、2012.

苅米志帆乃、藤井敦、栄養素等摂取バランスを考慮した料理レシピ検索システム、電子情報通信学会論文誌、J92-D(7)、pp.975-983、2009 .

森麻紀、他 3 名、投影型拡張現実システムの食卓への応用、情報処理学会第 72 回全国大会講演論文集、pp.4-205-206、2010.

東城賢司、他 2 名、プロジェクタを用いた 3 次元遠隔指示インタフェースの構築、日本 VR 学会論文、Vol.7(2)、pp.169-176、2002.

新編 色彩科学ハンドブック、日本色彩学会、2011 .

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 3 件 )

堀井千夏、高齢者の食事満足感促進のための食卓用品を用いた色彩デザイン手法、経営情報研究：摂南大学経営情報学部論集、査読有、Vol.24 No.1・2、2017、pp.65-80 .

堀井千夏、高齢者の色の見えを考慮した食彩改善のための色補正手法、経営情報研究：摂南大学経営情報学部論集、査読有、Vol.23 No.1・2、2016、pp.37-50 .

堀井千夏、食彩改善のための 5 色の栄養バランスに基づいた食品色の分類、経営情報研究：摂南大学経営情報学部論集、査読有、Vol.22 No.2、2015、pp.13-27 .

[ 学会発表 ] ( 計 1 件 )

堀井千夏、商品パッケージにおけるデザイン戦略のため評価手法、日本包装技術協会、2015 年 01 月 29 日、公益社団法人日本包装技術協会 ( 東京都中央区 ) .

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