様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ２９ 年　 ６ 月 ２８ 日現在

機関番号： １２３０１
研究種目： 基盤研究(C)（一般）
研究期間： 2014～2016
課題番号： ２６３３０１８５

研究課題名（和文） 失なわれた知覚軸に対する補償軸付加による色覚障害者のＱＯＬ向上のための画像処理

研究課題名（英文） Image processing for improving quality of life of color defectives by compensation of their lost axis in color space

研究代表者
太田　直哉（Ohta, Naoya）

群馬大学・大学院理工学府・教授

研究者番号：１０２７０８６０

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,600,000円

研究成果の概要（和文）：　本研究は色覚異常者が識別できない色を、画像処理によって識別可能にする手法の研究である。この目的の画像処理として、識別できない色を識別できる色にする手法もあるが、本研究では色以外の画像属性を変化させて認知可能とするアプローチを採った。一つには画像のテクスチャを変更する方法であり、図やグラフに有効なパターンとしてドット・格子パターンを考案した。またコンピュータやスマートフォン向けの手法として、ブリンクによって差異を表示する手法も開発した。

研究成果の概要（英文）：This research is to develop image processing techniques by which color defectives can recognize color differences that they cannot natively sense. Such techniques often change original colors themselves to distinguishable ones. However, we took a different approach, and use image attributes other than color, such as textures. We developed method using dots and lattices as the texture. This method has been proved effective for figures or graphs in documents. We also developed a method using image bricking, which is effective for display of computers or smart phones.

研究分野： コンピュータビジョン・画像処理

キーワード： 色覚異常者用画像処理　色空間　画像テクスチャ　輝度変調

１．研究開始当初の背景

書類に使う図などの色をデザインする場合、色覚異常者が日常生活で不利益を被らないよう、その色覚特性を鑑みてデザインを行うこと（ユニバーサルデザイン）が求められているが、一般にはそれが徹底して実施されているとは言い難い。そのためコンピュータ・プログラムによって、色覚異常者の判別できない色を何らかの形で判別できるようにする手法が提案されてきた。本研究はこれを行うためのより優れた手法を開発する必要性により開始された。

２．研究の目的

上記の目的のための画像処理が採用している一般的な方針は、判別不可能な色を判別可能な色に変換することである。しかし適用対象が色覚異常者と正常者の両者が共有する図などの場合には、この方針によって色覚正常者が不自然に感じたり、また図の作成者の色彩的な意図が正しく伝わらなかったりする弊害がある。そこで我々は色を変更するのではなく、色覚異常者が感度を持たない色度図上の軸を、画像のテクスチャのような色以外の情報へ投影することによって、同等の効果を得るアプローチを試みていた。本研究開始以前には、テクスチャとして画像ノイズを用いた処理の効果を確認していたが、本研究ではこれ以外のテクスチャ使用によるその効果や特性、またテクスチャ以外の画像属性の利用した場合の効果などを明らかにし、ここでの目的のためにより良い処理手法の開発することが研究の目的であった。

３．研究の方法

色覚異常者が図を判別可能とするために使用するテクスチャとして、画像ノイズは自然画像のようなものには一定の効果があるが、書類に使われる図やグラフには、あまり適していないことが判明した。これらの図形には、ハッチングを使った例が報告されていたので、まずハッチングの効果的な適用のしかたから研究を開始し、さらにはハッチング以外のより優れたテクスチャ図形を検討する方針で進めた。

一方テクスチャ以外の画像属性として、ブリンクに代表される明度の時間変化に関する属性を検討した。これは紙媒体に印刷された画像では適用不可能であるが、コンピュータやスマートフォンの画面の場合には有効である。

４．研究成果

色覚異常者用画像処理におけるハッチングの効果的な利用方法については以下のアルゴリズムを開発した（学会発表（２））。

①処理対象の図に対して色によるセグメンテーションを行い、色覚異常者が混同するセグメントのみを処理対象とする。

②対象セグメントの色が属する混同色線上の位置によってハッチングの角度を変化させると共に、正常色覚者の見る色との距離によって輝度変調の強さを変化させる。

以上の処理を施した結果を図１に示す。最初の図が原画像、２番めの図が本手法によりハッチングを施したものである。さらに３番目及び４番目の図は、それぞれの原画像および本手法による処理結果の色覚異常者の見え方をシミュレートした画像である。

図１

ハッチング以外の、より効果的なテクスチャに関しては多種のテクスチャを検討したが、一つの効果的なテクスチャとして、ドット及び格子パターンを考案した。ハッチングは線状の理領域に適用した場合、ハッチングの方向と線の方向がほぼ一致する場合や、ハッチングの幅に比して小さな領域に適用した場合には視認し難い。考案したテクスチャはこのような欠点を改善したものである。図

１と同じ画像に適用した結果が図２である。これも上が適用結果、下が色覚異常者の見え方をシミュレーションした画像である。本結果は現在論文として投稿準備中である。

図２

色覚異常者が色空間上で持たない軸を、時間軸にマップするという考え方を具現化した手法として、ブリンクによる表示による画像処理手法を開発した(学会発表(３))。色覚異常者が日常生活で困ることとして、焼き肉の焼け具合が判別できないことと、トマトの熟れ具合が判別できないことがあげられる。この研究では特にこの問題を対象とし、焼き肉の焼け具合、あるいはトマトの熟れ具合を画像のブリンク（点滅）の程度で表示する。紙媒体では効果を示すことは困難であるが、最大と最小の輝度時の表示画像を図３に示す。上が輝度最小、下が最大の時の画像である。この研究についても現在論文化を計画していると共に、スマートフォンのアプリケーシンとして一般公開することも検討している。

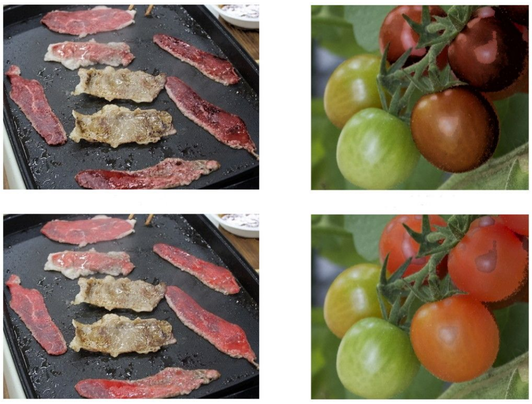

図３

この他、色覚異常者が判別できない色のエッジを検出し、それを原画像に重畳することで色の違いを識別可能にする研究も並行して行っている。図４は処理結果の一例である。この図の両者とも色覚異常者の見え方をシミュレーションしたものであるが、右の画像が本手法によって処理され画像である。棒グラフの境界にこの条件を満たすエッジが検出されており、白いエッジが原画像に加えられている。

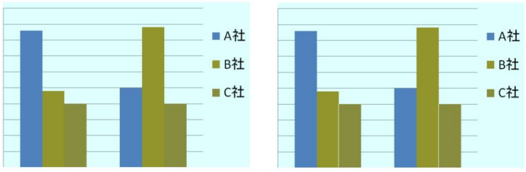

図４

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　０件）

〔学会発表〕（計　３件）

(1)山田竜也，越貴章，太田直哉，金澤靖，混同色線上の位置を画素のブリンク情報にマップした色覚異常者用画像処理，福祉情報工学研究会（WIT）資料，WIT2015-97，pp.47-52，2016年3月4日，筑波技術大学 春日キャンパス．

(2) Takaaki Koshi, Naotaka Hashimoto, Naoya Ohta, Yasushi Kanazawa, Document color modification with hatching for color vision defectives, 福祉情報工学研究会（WIT）資料，WIT2014-113，pp.159-163，2015 年 3 月 14 日，筑波技術大学 春日キャンパス．

(3) 小林誠，金澤靖，太田直哉，2 色覚者の色識別率向上のための 2 色双峰性ノイズ付加による画像強調，福祉情報工学研究会（WIT）資料，WIT2014-112，pp.153-158，2015 年 3 月 14 日，筑波技術大学 春日キャンパス．

〔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：

〔その他〕
ホームページ等

６．研究組織
(1)研究代表者
　太田　直哉　（OHTA，Naoya）
　群馬大学・大学院理工学研究院・教授
　研究者番号：１０２７０８６０

(2)研究分担者
　金澤　靖　（YASUSHI，Kanazawa）
　豊橋科学技術大学・工学研究科・准教授
　研究者番号：50214432

(3)連携研究者
　（　　）

　研究者番号：

(4)研究協力者
　（　　）