

医用実物色画像の再現における色順応の制御

西堀 眞弘¹⁾ 渡邊 憲²⁾ 宮崎 安洋³⁾ 田中 直文⁴⁾ 荒川 真一⁵⁾ 千葉 由美⁶⁾ 二宮 彩子⁷⁾
大橋 久美子⁸⁾ 田中 博⁸⁾ 上村 健二⁹⁾ 奥山 真寛⁹⁾ 宮田 公佳¹⁰⁾ 中口 俊哉⁹⁾ 津村 徳道⁹⁾
三宅 洋一¹¹⁾ 滝脇 弘嗣¹²⁾ 大和 宏¹³⁾ 内野 文子¹³⁾ 洪 博哲¹³⁾ 橋本 憲幸¹⁴⁾

東京医科歯科大学医学部附属病院検査部¹⁾ 武蔵野赤十字病院皮膚科²⁾

東京医科歯科大学大学院環境皮膚免疫学³⁾ 東京医科歯科大学医学部附属病院手術部⁴⁾

東京医科歯科大学歯学部附属病院歯周病科⁵⁾

東京医科歯科大学高齢者看護・ケアシステム開発学⁶⁾ 東京医科歯科大学学生体・生活機能看護学⁷⁾

東京医科歯科大学難治疾患研究所生命情報学⁸⁾ 千葉大学工学部情報画像工学科⁹⁾

国立歴史民俗博物館¹⁰⁾ 千葉大学フロンティアメディカル工学研究開発センター¹¹⁾

徳島大学医学部皮膚科¹²⁾ コニカミノルタテクノロジーセンター(株)システム技術研究所¹³⁾

(株)ナナオ 映像商品開発部¹⁴⁾

How to Manage Chromatic Adaptation on Displaying Absolute Color Appearance Pictures

Masahiro Nishibori¹⁾ Ken Watanabe²⁾ Yasuhiro Miyazaki³⁾ Naofumi Tanaka⁴⁾ Shinichi Arakawa⁵⁾

Yumi Chiba⁶⁾ Ayako Ninomiya⁷⁾ Kumiko Ohashi⁸⁾ Hiroshi Tanaka⁸⁾ Kenji Kamimura⁹⁾

Masahiro Okuyama⁹⁾ Kimiyoshi Miyata¹⁰⁾ Toshiya NAKAGUCHI⁹⁾ Norimichi Tsumura⁹⁾

Yoichi Miyake¹¹⁾ Hirotsugu Takiwaki¹²⁾ Hiroshi Yamato¹³⁾ Fumiko Uchino¹³⁾ Po-Chieh Hung¹³⁾

Noriyuki Hashimoto¹⁴⁾

Clinical Laboratory, Tokyo Medical and Dental University Hospital¹⁾

Dermatology, Musashino Red Cross Hospital²⁾

Environmental Immunodermatology, Tokyo Medical and Dental University³⁾

Operating Center, Tokyo Medical and Dental University Hospital⁴⁾

Section of Periodontology, Tokyo Medical and Dental University Hospital⁵⁾

Gerontological Nursing and Health Care System, Tokyo Medical and Dental University⁶⁾

Fundamental Nursing and Life Support, Tokyo Medical and Dental University⁷⁾

Department of Bioinformatics Medical Research Institute, Tokyo Medical and Dental University⁸⁾

Department of Information and Image Sciences, Chiba University⁹⁾

National Museum of Japanese History¹⁰⁾

Research Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University¹¹⁾

Dermatology, the University of Tokushima School of Medicine¹²⁾

System Solution Technology R&D Laboratories, Konica Minolta Technology Center, Inc.¹³⁾

R&D Visual Products, EIZO NANA CORPORATION¹⁴⁾

Abstract: An imaging system, which provides partially device- and illumination-independent color reproduction using common equipment, was developed by us. Although this system will have unparalleled usefulness in telemedicine, electronic health records and medical education, significant disagreement in skin colors caused by chromatic adaptation was observed in some illuminant conditions. Our experiments shows that only illuminants having lower color temperature than 4000K cause considerable chromatic adaptation and in such case any present compensation method based on the color appearance model does not give a satisfactory solution for this medical problem.

Keywords: Medical imaging, Multispectral imaging, Illumination-independent color reproduction, Color appearance, Chromatic adaptation

1. 背景

実物色画像 (Absolute Color Appearance Pictures) とは、最近工学分野で実用化が進んでいるマルチ

スペクトルイメージング技術を用いて、画素ひとつひとつの分光反射率を記録し、どのような照明下であっても、そこに置かれた実物と同じ色を再現できる画像であり、電子カルテ、遠隔医療あるいは医

学教育にとって極めて有用である^{1,2)}。実物色画像の撮影には通常5バンド以上の色の数が必要であるが、対象を皮膚や粘膜に限れば、最低3色で各画素の分光反射率が推定できる。これまでに我々は、市販のRGB3バンドのデジタルカメラを用い、皮膚や粘膜について、測色的に実物と同じ色を記録・再現する基礎技術の開発にほぼ成功した。ところが主観評価実験では、照明の種類によっては再現色が実物と一致しないことが分かり、その原因として照明に応じて人間の眼に生ずる色順応の影響が極めて大きいことが判明した³⁾。

2. 目的

皮膚や粘膜の実物色画像の再現において、医療現場で起こりうる色順応の影響を調査し、必要に応じて補正できる実用的方法を検討する。

3. 方法

実物からの反射光とカラーディスプレイから放射される光は全く異なるスペクトルを持つが、網膜の3種類の錐体に前者と同じ刺激が加わるように後者のRGBのバランスを調整すれば、同じ色として知覚させることができる。本システムでは、各波長の光をRGBの混色で再現する実験に基づいて得られた等色関数を用いてその調整を行っている。しかし色順応状態では、3種類の錐体の感度バランスが光源の色温度に応じて生理的に変化してしまうため、その補正が必要となる。なおこの補正は、ディスプレイの基本色を増やして色の再現精度を高めたとしても、混色で再現する以上本質的に不可欠である。

そこで今回は、光学分野で広く認められている色順応補正式を用い、色温度の異なる数種類の光源下で補正前後の再現色を実物と比較した。ただし計算に用いる色温度として、(A)照明光源の分光放射輝度から求めた値を用いる方法と、(B)色温度を少しずつずらした数種類の白色領域を表示装置上に表示し、最も白く見えるものを観察者に選ばせることにより、主観的に求めた値を用いる方法の2種類を試した。

4. 結果

健常者の手背および口腔粘膜を対象とした主観評価では、色温度4000K以上の光源(3波長形昼光色蛍光灯:6660K、白色蛍光灯:4100Kなど)では

補正なしにほぼ一致し、3000K以下の光源(白熱灯:2780K、高演色性電球色蛍光灯:2670K)では補正なしでは赤味が強すぎた。そこでまず(A)の方法で補正を試みたが、十分な一致は得られなかった。(B)の方法では(A)よりもより色温度の高い(より青味が強い)白色が選ばれる傾向があったため、標準白色板と同じ色を選んでもらう方法に変更したところ、改善の傾向が見られたが、やはり十分な一致は得られなかった。

5. 考察

病棟や外来で通常使われている照明光源の色温度は4000K以上なので、色順応補正の必要性は少ないと考えられる(既報)⁴⁾。ただし手術室で使われる无影灯などの中には色温度の低いものもある。また在宅医療の現場となる家庭では白熱灯に近い照明が好まれるので、それらの光源下では補正が不可欠となる可能性が高い。

今回用いた色順応補正式は、人工的な色票等を用いた主観評価実験に基づいて作られ、これまで生体の色を対象として医学的実用性の検証がなされたことはない。今回の実験で十分な効果が得られないことが明らかとなり、今後原因の解明と新たな解決策の検討が必要である。

6. 研究費について

本研究の一部は平成16年度文部科学省科学研究費補助金(課題番号:15590480)による。

参考文献

- [1] 西堀眞弘:医療におけるカラー画像の重要性-医学の立場から-。Medical Imaging Technology 20(1):117-122, 2002.
- [2] Masahiro Nishibori, Norimichi Tsumura and Yoichi Miyake: Why Multispectral Imaging In Medicine? Journal of Imaging Science and Technology 48:125-129, 2004.
- [3] 西堀眞弘、渡邊憲、宮崎安洋、田中直文、荒川真一、千葉由美、大橋久美子、田中博、奥山真寛、上村健二、津村徳道、三宅洋一、大和宏、内野文子:医用実物色画像の記録再現のための基礎的検討。医療情報学 24(1):133-138, 2004.
- [4] 西堀眞弘:分光反射率の画像化による診断装置開発のための撮影条件の研究。医療情報学 23(補冊、第23回医療情報学連合大会論文集)、2003.