

# 色対比効果を補正する画像変換手法

村越一支 (第7工学系, 視聴覚コア)

## 1 はじめに

人間・動物はすばらしい情報処理機能を持っているが、まだ解明されていない機能も多い。その機能の情報処理過程を解明し、人工的な情報処理で壁・困難な問題にぶつかったとき、生体情報処理の方法に学び打開策を検討するための基礎研究を行っている。

本稿では、色対比効果を補正する画像変換手法 [a] の研究を報告する。

## 2 色対比効果を補正する画像変換手法 [a]

色対比現象とは、ある領域の明るさや色が、その周囲の明るさや色によって、その違いがより強調される現象である [1, 2, 3]。色対比が起こると、本来の色の見えとは異なった見えになる場合がある。ある状況では鮮やかに見えても、違う状況ではくすんだ見えになってしまい、色の見えの誤解が生じる可能性がある。また、自分が表現したい色があっても、周囲の色が変化すれば最初意図した色の見えでなくなってしまう。そこで、色対比効果によってどの程度色が強調されるかを計算し、それを補正することを考える。色対比効果を補正することで、より本来の色の見えに近づけることができる。

色対比を引き起こす要因の一つは、網膜神経節細胞の受容野が側抑制という性質を持つからだと考えられている [4]。側抑制とは、中心に光刺激を受けると、中心部は興奮の情報が伝達されるが、その周辺は抑制の情報が伝達される性質のことである。また、人間の感覚量に対して成立する、Weber-Fechner の法則というものがある。これは、人間の感覚量または心理量は、与えられる刺激量の対数に比例するという法則である。

この二つを画像処理に用いた小林らの手法 [5, 6] がある。小林らは、Weber-Fechner の法則から導いた大域的変換と、網膜神経節細胞が持つ側抑制の性質を再現した局所的変換を組み合わせた濃淡画像のコントラスト強調を行っている。

提案手法では、色対比の効果を補正し、周囲の色に左右されない色の見えを実現することを目標とする。隣接する色の影響を取り除いたその色単独の見えを実現するためには、我々の生体で行われている強調処理を打ち消すことができればよいと考えられる。そこで、小林ら [5, 6] の強調手法の大域的変換と局所的変換それぞれの逆関数を導き、画像変換に利用する。

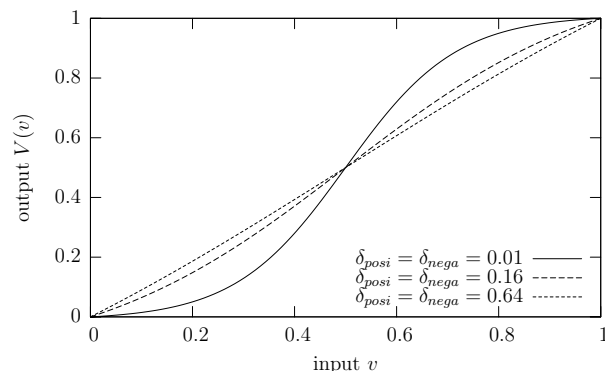


Fig. 1 S字変換の例

提案手法により変換した画像が色効果を補正できたのかを検証するために、心理実験を行う。

色対比の効果を補正するため、元の逆S字変換式から逆関数を導く。これをS字変換式と呼ぶ。式は以下に示す。

$$V(v) = \frac{\exp(v) * (v_U + \delta_{nega}) + v_L - \delta_{posi}}{1.0 + \exp(v)} \quad (1)$$

ここで  $V(v)$  は変換後出力、 $v$  は入力、 $v_U$  は最大値、 $v_L$  は最小値、 $\delta_{posi}$  と  $\delta_{nega}$  はS字型の曲がり具合を決定している。実際にはこの式を0~1で正規化している。図1は上式の例を示している。この変換は、 $L * a * b *$  色空間でのそれぞれについて行う。 $\beta_{posi}$  と  $\beta_{nega}$  の決め方は、下記の式のように行う。これは元の式の  $\beta_{posi}$  と  $\beta_{nega}$  を入れ替え、係数  $\alpha$  を追加している。

$$\delta_{posi} = \begin{cases} \beta_{nega} & (v \geq v_{ave}) \\ \alpha(v_{ave} - v) + \beta_{nega} & (v < v_{ave}) \end{cases} \quad (2)$$

$$\delta_{nega} = \begin{cases} \alpha(v - v_{ave}) + \beta_{posi} & (v \geq v_{ave}) \\ \beta_{posi} & (v < v_{ave}) \end{cases} \quad (3)$$

$\alpha$  はコントラスト抑制の強度を制御する。

予備心理実験により、以下のようにパラメータを決定した。 $L*$ ,  $a*$ ,  $b*$  それぞれに対する  $\beta_{posi}$  は、0.8, 0.2, 0.2にした。 $\alpha$  はすべて2.0で、近傍半径は3とした。数十組の色の組み合わせに対し、元の画像と変換後画像のどちらが検査領域(真ん中の色)に近いかどうか心理実験を行った結果、平均で変換後を選択した率が83%であり、概ね提案手法が変換に成功していることが示せた。

例を図2に示した。左側が元の画像で、提案手法により変換した画像が右側である。中は比較のために

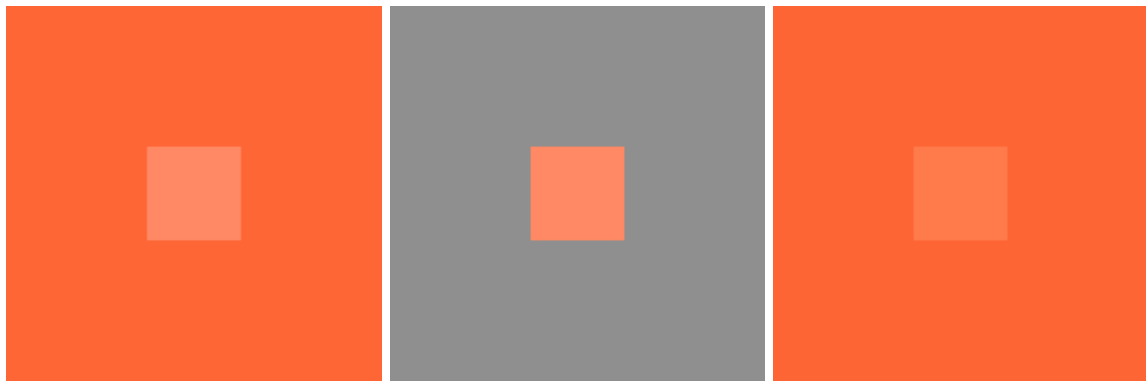


Fig. 2 元の画像（左） 比較用画像（中） 変換後画像（右）

周辺の色をグレイにした画像である。真ん中の色は、変換後画像のほうが元の色（比較用画像の中の色）に近づいたと答えた被験者ばかりだった。ここで注意するのは、物理的な色は、左と中が同じであるにも関わらず、知覚する色は中と右が近いと感ずるのである。

### 3 まとめ

本稿では、色対比効果を補正する画像変換手法 [a] の研究を報告した。他には、例外を含む意味記憶のネットワークを形成する学習・記憶の神経回路モデル [b]、対象の関係性により記憶可能な対象の個数が変化する短期記憶の神経回路モデル [c]、入力の履歴を用いた成長型自己組織化マップ手法 [d] の提案を行っている。

### 参考文献

- [1] A. Kirschmann, "Some effects of contrast," *Am. J. Psychol.*, vol.4, pp.542-557, 1892.
- [2] D. Jameson and L. M. Hurvich, "Perceived color and its dependence on focal, surrounding, and preceding stimulus variables," *J. Opt. Soc. Am.*, vol.49, pp.890-898, 1959.
- [3] L. M. Hurvich and D. Jameson, "Perceived color, induction effects, and opponent-response mechanisms," *J. Gen. Physiol.*, vol.43, pp.63-80, 1960.
- [4] R. Oehler and L. Spillmann, "Illusory colour changes in Hermann grids varying only in hue," *Vision Res.*, vol.21, pp.527-541, 1981.
- [5] 小林裕一, 加藤俊一, 大谷淳, "逆s字型変換による濃淡画像のコントラスト強調手法," 電子情報通信学会論文誌 (D-II), vol.J90-D-II, pp.1263-1274, 2007.
- [6] T. Kato and Y. Kobayashi, "A high fidelity contrast improving model based on human vision mechanisms," *Proc. IEEE Int. Conf. Multimed. Comput. Syst.*, vol.2, pp.578-584, 1999.

### 発表論文

- [a] 三浦麻衣, 村越一支: "色対比効果を補正する画像変換手法", 電子情報通信学会技術研究報告 [ニューロコンピューティング], Vol. 107, No. 542, pp. 43-48 (Mar. 2008).
- [b] Kazushi Murakoshi and Kyoji Suganuma: "A neural circuit model forming semantic network with exception using spike-timing-dependent plasticity of inhibitory synapses", *Biosystems*, Vol. 90, No. 3, pp. 903-910 (Nov.-Dec. 2007).
- [c] 澤口虎, 村越一支: "対象の関係性により記憶可能な対象の個数が変化する短期記憶の神経回路モデル", 電子情報通信学会技術研究報告 [ニューロコンピューティング], Vol. 107, No. 542, pp. 13-18 (Mar. 2008).
- [d] 佐藤祐一, 村越一支: "入力の履歴を用いた成長型自己組織化マップ", 電子情報通信学会技術研究報告 [ニューロコンピューティング], Vol. 107, No. 542, pp. 507-512 (Mar. 2008).