



Nagoya City University Academic Repository

学位の種類	博士（理学）
報告番号	甲第1998号
学位記番号	第25号
氏名	程 溪
授与年月日	令和5年9月25日
学位論文の題名	2色覚のためのコントラスト改善の客観評価手法に関する研究 Study on Objective Evaluation Index of Contrast Improvement for Dichromats
論文審査担当者	主査： 田中 豪 副査： 渡邊 裕司，熊澤 慶伯，目黒 光彦（日本大学）

学位論文内容要旨 (1/2)

氏名	程 溪 (CHENG XI)	提出年月日	令和5年7月21日
主論文名	2色覚のためのコントラスト改善の客観評価手法に関する研究		
<p>色は視覚情報において重要な要素である。色は視覚情報において重要な要素である。色覚異常者は特定の色の違いを見分けにくく、画像の情報を十分に読み取れないことがある。本研究では、色覚異常の内、2色覚を扱う。近年、画像の色を変換することで2色覚での見えを改善する手法が研究されている。多くの研究では、色変換結果の評価に主観評価が用いられている。主観評価値を得るにはコストがかかるので、有効な客観評価指標があることが望ましい。本研究では2色覚での見えにおけるコントラストの改善度をはかる新規な客観評価指標を提案する。</p> <p>従来指標として Tanaka らの指標V_K、閻らの指標$V_{K,L}$、Lu らの指標\tilde{V}_Kがある。Tanaka らの指標V_Kでは CIE 1976 $L^*a^*b^*$色差を用いて評価値を求めている。V_Kと主観評価値 (Thurstone の一対比較法で得られる値\bar{R})には二つの違いがある。第一として、V_Kでは明度差が重視されない。第二として、色変換結果のコントラストが高すぎる場合に\bar{R}と合わないことがある。閻らの指標$V_{K,L}$は明度差によりコントラストを評価するものであり、V_Kの第一の問題の解決に寄与しうる。Lu らの指標\tilde{V}_Kは、一つのパラメータを用いてV_Kと$V_{K,L}$を統合したものであり、V_Kよりも\bar{R}に近い値となるが、第二の問題が解決されていない。</p> <p>本研究では新規な指標\hat{V}_Kを提案する。この指標は二つのパラメータを用いることで、V_Kの二つの問題を解決し、\tilde{V}_Kに比べて\bar{R}に近い値となる。\hat{V}_Kでは、\tilde{V}_Kとは異なる方法で明度差の重視を実現している。なお、これまで提案されているコントラスト改善度の客観評価指標には、いずれも計算量が大きいという問題点があった。提案指標\hat{V}_Kでは、ランダムサンプリングを用いることで計算量を劇的に低減した。また、ランダムサンプリングの使用 (計算量の低減)により、指標の評価能力が劣らないことを実験で示した。</p>			

学 位 論 文 内 容 要 旨 (2 / 2)

氏 名	程 溪 (CHENG XI)	提出年月日	令和5年7月21日
主論文名	Study on Objective Evaluation Index of Contrast Improvement for Dichromats		
<p>Color is an important factor in visual information. People with color vision deficiency feel difficulty in distinguishing specific colors and are unable to receive color information sufficiently. In this study, we focus on deficiency. Many methods for improving the contrast for dichromats by changing the color in an input image to show the information of the original image have been studied in recent years. In many studies, subjective evaluation is used to evaluate color transformation results. Since obtaining subjective evaluation values is costly, it is desirable to have an effective objective evaluation index. In this paper, we propose an improved objective index to which two parameters are added so that the evaluation result of the index resembles the evaluation of contrast by humans.</p> <p>There are three objective indices: V_K by Tanaka et al., V_{K,L^*} by Yan et al., and \tilde{V}_K by Lu et al. Tanaka et al.'s index V_K uses CIE 1976 $L^*a^*b^*$ color differences to obtain evaluation values. There are two differences between V_K and the subjective evaluation value (\bar{R} obtained by Thurstone's pairwise comparison method). First, V_K does not emphasize the difference in lightness. Second, it may not match \bar{R} if the contrast of a color transformation result is too high. The index V_{K,L^*} of Yan et al. evaluates contrast by lightness difference and could contribute to solving the first problem of V_K. The index \tilde{V}_K of Lu et al. integrates V_K and V_{K,L^*} with one parameter. \tilde{V}_K will be closer to \bar{R} than to V_K, but the second problem has not been solved.</p> <p>In this study, we propose a new index \hat{V}_K. This index solves two problems of V_K by using two parameters, and its value is closer to \bar{R} than \tilde{V}_K. In \hat{V}_K, the emphasis on the lightness difference is achieved in a different way than in \tilde{V}_K. The objective evaluation indices of contrast improvement proposed so far have the problem that they are computationally expensive. The proposed index \hat{V}_K dramatically reduces the computational cost by using random sampling. Experiments showed that the use of random sampling does not reduce the evaluation performance of the index.</p>			

博士論文審査結果の要旨及び最終試験結果の要旨

論文提出日	令和5年7月21日
学位試験日	令和5年8月23日

受付番号	1	論文提出者	程 溪
博士論文審査結果			
学位審査委員	主査 田中 豪	副査 渡邊 裕司、熊澤 慶伯、目黒 光彦（日本大学）	
主論文題目	2色覚のためのコントラスト改善の客観評価手法に関する研究		
論文審査結果の要旨			
<p>一般にヒトは網膜上に3種類の錐体を有しており、それらが光刺激に対して反応することでさまざまな色を認識している。一方で、1種類の錐体が機能しない場合を2色覚といい、特定の色の組み合わせについて弁別が困難となる。</p> <p>近年、デジタルカラー画像内の色を修正することで、2色覚者にとって色弁別が容易な配色に変換する手法が多く提案されている。色変換結果がどの程度良好なものであるかの評価については主観評価によることが多いが、被験者の負担が大きく、客観評価指標があることが望ましい。</p> <p>本論文では、HSL色空間において色相変換した画像のコントラスト改善度合を評価する実験を設計し、主観評価値を取得した。従来の客観評価指標では二つの原因により主観評価値との対応が悪い点があったが、それらを改善する新規な指標を提案した。加えて、提案指標では従来指標に比べて計算量を削減している。計算量の削減度合と評価値の変動の程度を調べることで、評価性能と計算量のバランスのとれたパラメータ設定を検討した。</p> <p>2色覚のためのコントラスト改善の評価方法に関する先行研究は少ない。その状況において、主観評価値と客観評価値の対応をとる実験を行い、従来よりも高性能な客観評価指標を提案したことは評価できる。なお、論文の内容について大きな問題はないが、加筆・修正を要する点が数箇所あり、適宜修正を施す必要がある。</p>			
最終試験結果			
最終試験担当者	主査 田中 豪	副査 渡邊 裕司、熊澤 慶伯、目黒 光彦（日本大学）	
最終試験結果の要旨			
<p>公聴会並びに最終試験では、聴講者や審査委員より論文の内容について質疑がなされた。申請者は、応答に明確さを欠いた場面もあったが、最終的には適切な応答をしていた。今後さらなる研鑽を積むことが期待される。本論文は、2色覚のためのコントラスト改善という研究テーマにおいて重要な貢献度のある研究である。加えて、申請者は2色覚のためのコントラスト改善手法についても研究成果を国際学会で発表しており、当該研究分野における必要な学識を有していると考えられる。以上を総合し、審査委員会は申請者が本研究科博士の学位授与に値すると判断した。</p>			