

透過度可変型光学シースルーワー方式を利用した実物体に対する色再現システム

学籍番号 : 90153001 佐藤(宏)研究室 青木洋一

1. はじめに

複合現実感(Mixed Reality:MR)技術は、コンピュータで生成する仮想空間と現実世界を融合させる技術であり、実作業において専門知識を必要とする医療・教育・娯楽・芸術などの現場への実用化が期待されている。本論文では、MR技術を用いて実物体の色を目標色に仮想的に色再現するシステムを提案する。従来のプロジェクション方式や光学シースルーワー方式を用いた色再現手法は、対象実物体の反射特性によっては色再現が困難であり、また色再現範囲が狭いといった問題点があった。そこで本研究では従来の光学シースルーワー環境を拡張し、透過度を可変にする素子を付加した「透過度可変型光学シースルーワー方式」を利用することで色再現範囲を拡大する手法を提案する。

2. 色再現手法

本研究で構築したシステムの構成を図1に示す。透過度制御された物体からの透過光とHMDディスプレイ光の頂上合成により物体の色目標色に再現する。HMDの入力値($R_{HMD}, G_{HMD}, B_{HMD}$)とカメラ出力値(R_c, G_c, B_c)の関係は以下の式で表される。

$$\begin{bmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{bmatrix} = K \begin{bmatrix} R_{HMD} \\ G_{HMD} \\ B_{HMD} \end{bmatrix} + L \quad (1)$$

右辺第一項はディスプレイ光を、第二項は物体からの透過光である。ただし、HMDの入力値とカメラ出力値との関係が線形になるように補正する。式(1)を逆変換すると以下の式で表される。

$$\begin{bmatrix} R_{HMD} \\ G_{HMD} \\ B_{HMD} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} & k_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

入力値と出力値の関係を4対以上取得することにより上式の未知定数を求め、目標色(R_c, G_c, B_c)から、目標色を実現するHMD入力量($R_{HMD}, G_{HMD}, B_{HMD}$)を推定することができる。

3. 色再現実験

図1に示したシステムを構築し、色再現実験を行った。図2は、同一明度・同一色相で彩度を変化させたグラデーションパターンを対象とし、点線で囲った高彩度領域を低彩度の目標色に色再現する実験である。透過度0.8のときに目標との色差が最も小さい。透過度を可変にすることにより、色再現性が向上していることがわかる。

図3は、絵画(レプリカ)を対象として目標色に色再現する実験である。図中の重畳結果は色差が最小となった透過度が最大の場合である。結果より、目標色の再現を確認できる。

4. まとめ

本手法は透過度を可変にすることで従来の光学シースルーワー方式やプロジェクション方式に比べて色再現範囲が格段に向上した。透過度を低くした上での色再現は実物体の持つ本来の色彩や質感を生かしきれないという問題はあるが、人間の知覚特性を応用した目標画像を設定することで解決

することが可能である。また、色再現性と実物体の本来の質感のどちらを優先するか、ユーザが任意に選ぶことが可能になった。本手法は、高品質な色再現が求められる美術・デザイン分野や、複合現実博物館などへの応用が期待できる。

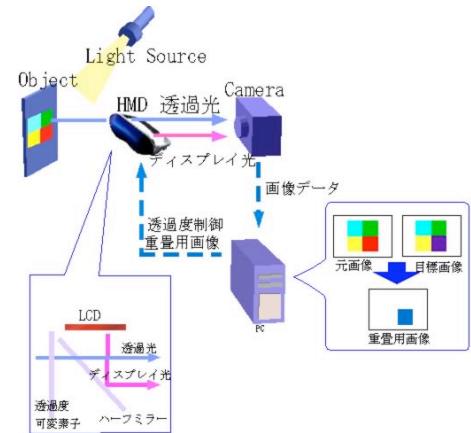


図1 システム構成

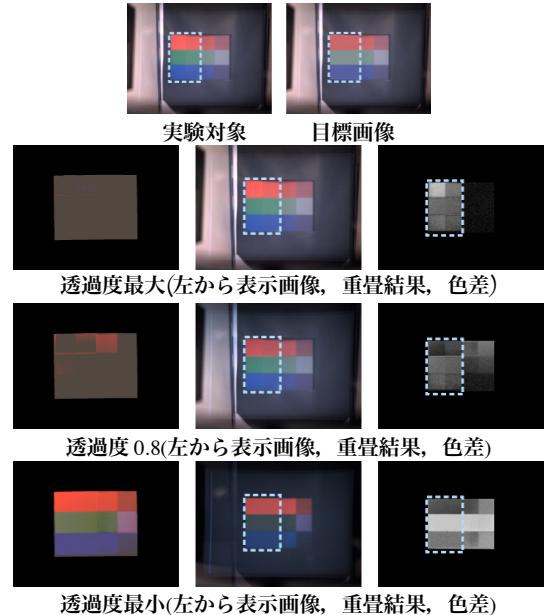


図2 彩度グラデーションに対する実験



図3 絵画に対する実験