

インコヒーレント光源による3D分光計測手法の開発

はじめに

測定対象物の3次元計測には、レーザーのようなコヒーレント光源を用いたタイムオブフライト方式がよく使われていますが、複数台のカメラを用いたステレオ方式やフリンジパターンやモアレ格子を用いた位相差方式等、取得画像から3次元情報を容易に得られる方式も追隨してきており、カメラの高精度化に伴って今後ますます開発スピードが上がっていく分野であると考えられます。このような背景から本研究開発においては、LED光源や白色ランプ等のインコヒーレントな光源を用いて、撮影されたカメラ画像から3次元情報を取得する手法について検討を行いました。照明は本来、対象物をカメラで撮影するために必要な照度を確保するために必要としますが、本研究開発においては照明に含まれる光の波長成分や強度差から3次元情報に変換することを試みました。

色相を用いた3次元計測手法

測定対象物に分光した光を当てた状態をカメラで観察する今回実験を行った光学系を図1に示します。図2には対象物が基準位置(ゼロ)に対して+方向、-方向の変位に応じてカメラに写る分光画像が変化することを示しています。

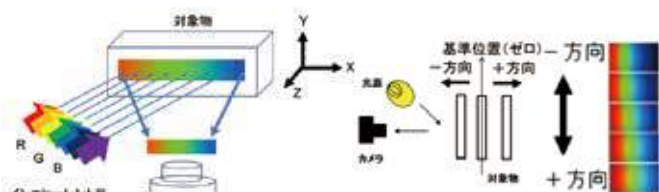


図1 実験光学系 図2 対象物の変位と分光画像

人間の目に見える照明は、CIE(国際照明委員会)で規定された光の波長と視感度の相関から数値化した色度座標により表現することができます。図3にxy色度座標を示します。図3中の矢印に沿った軌跡は、赤→黄色→緑→青の順に変化しており

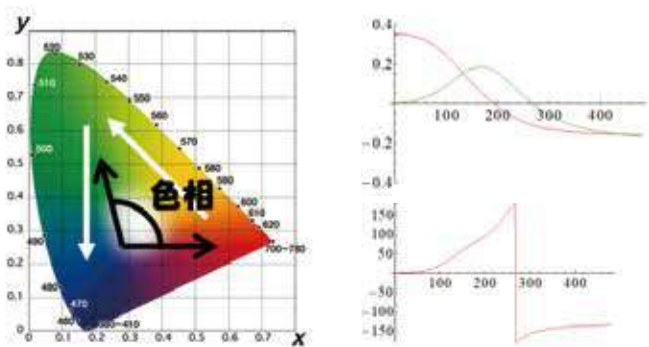


図3 色度座標と色相

図1や図2の分光された波長変化と同じで色度座標におけるxyの位相変化と等価となっています。その位相変化量は色相と呼ばれ、 $\tan^{-1}(y/x)$ により数値化可能であることから、カメラの画素毎に3次元情報を一義的に決定することができます。

本実験系にて指先の画像から画素毎の色相を算出し、基準面からの位置情報を復元した結果を図4に示します。基準面には白色の板を設置し、その位置からの土の情報をプロットしたもので、指の凹凸が再現されています。

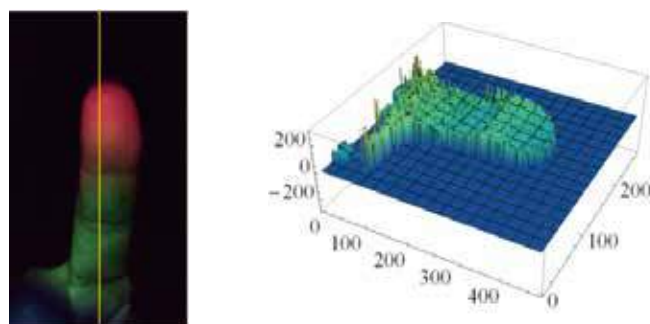


図4 撮影された画像と色相により復元された3次元画像

2色LEDの光強度比による3次元計測手法

さらにシンプルで小型の実験系を実現するために光源にLEDを用いたところ、光の波長成分の強度比により、色相から復元された3次元画像と同様の復元画像が得られることがわかりました。この場合には、緑色と青色2色のLEDを用いて、その2色に含まれる光の波長の混合比から位置情報が算出できます。図5に撮影された画像と復元された3次元画像の例を示します。

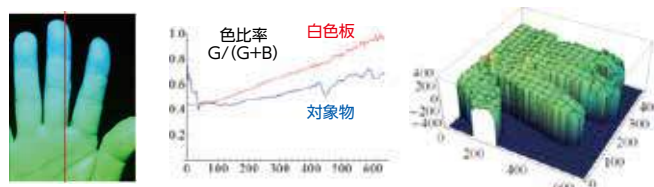


図5 撮影された画像と色相により復元された3次元画像

まとめ

この手法はLED等の安価な部品で3D情報が得られることから、IoT向けの制御端末や簡易的な計測器としての展開を期待しています。