

# 多様な照度条件下における対象認識用カラーマーカの発見手法に関する研究

北海道大学大学院情報科学研究科 ○渡邊隼平, 小野里雅彦, 田中文基, 伊達宏昭

## 要 旨

対象認識用カラーマーカを用いて実世界のモノやヒトの位置や姿勢などのデータを取得するシステムが考案されている。しかし、カラーマーカの利用においては、カラーマーカが置かれた環境の照度条件によってはカラーマーカに対して適切な露出に合わせることができず、カラーマーカが発見されないといった問題がある。本研究では、絞り値と照度によるカラーマーカ表面色の HSB 値の変化の特性を調べ、多様な照度条件下でカラーマーカを発見する手法を提示し、その有効性を検証した。

## 1. 緒論

情報機器の可搬化やネットワーク環境の拡大が進み、我々の生活する空間は、仮想世界と密接に関連し、実空間と仮想空間とが融合した一種の複合空間へと変化してきている。

このような複合空間においては、実世界のモノやヒトとそれについての情報との時間的・空間的な隔たりを埋めることが求められている。こうした要求に対し、対象認識用カラーマーカを用いて実世界のモノやヒトの位置や姿勢などのデータを取得するシステムが考案されている。しかし、環境中のどの位置にカラーマーカが置かれているかを事前に知ることはできないため、カラーマーカに対して露出を合わせることができず、照度条件によってはカラーマーカの不発見が起こり、問題となっている。

そこで本研究では多様な照度条件下で対象認識用カラーマーカを発見できるようにするために、照度によるカラーマーカ表面色の変化を求め、表面色の変化に対応できる発見手法を確立することを目的とする。

なお、本研究においては、発見対象として「PenTag」と名づけられた対象認識用カラーマーカを用いる。

## 2. PenTag を用いた環境認識システム

広範囲のモノの種別や位置情報を取得する新しい環境認識技術を構築し、実空間のモノとその情報とを結びつけて利用する、PenTag を用いた環境認識システムが野畑により提案されている<sup>1)</sup>。以下にこのシステムの概要を述べる。

このシステムは「環境探索」「対象同定」「位置姿勢認識」の3つの機能によって構成されている。

環境内に PenTag の貼られたモノが複数存在する場合、広角の環境画像を撮影し、「環境探索」機能により、その画像内に含まれる PenTag を HSB 値を指標として発見する。次に、複数個発見された PenTag の内のそれぞれに対して、自動制御でカメラを Tilt・Pan・Zoom 制御し、その PenTag の光学的拡大画像を取得する。得られた拡大画像からマーカ上に配置された5点の位置を読み取り、「対象同定」機能により、5点配置から求められる2つの幾何学的不変量<sup>2)</sup>から ID を認識する。「位置姿勢認識」機能により DataBase 内の情報とキャプチャ画像を比較し、その PenTag の貼られているモノがどこに、どのように置かれているのかを認識する。認識後、次の PenTag に対して同様の作業を繰り返し、環境探索時に発見された PenTag 全てを認識する。

## 3. 絞り値と照度の変化による HSB 値の変化

### 3.1 実験

CCD カメラの絞り値と、PenTag 表面の照度が変化することにより、PenTag 表面色の HSB 値が画像上でどのように変化していくかを調べる。Fig. 1 が実験装置である。

### 3.2 HSB 値の変化

実験では、絞り値 15 段階、照度 40 段階についておこなった。以下にはその代表として絞り値 F2.8 と F4.0 において得られた結果を載せる。

Fig. 2 から色相は 0 度付近を中心に分布しているが、各絞り値において照度が大きくなるにつれ分布範囲が広がっていくのが分かる。また、表面照度が同じでも、絞り値の変化により、分布範囲の広さが異なることが分かる。

Fig. 3 から彩度は照度が大きくなるにつれ、分布範囲は一度

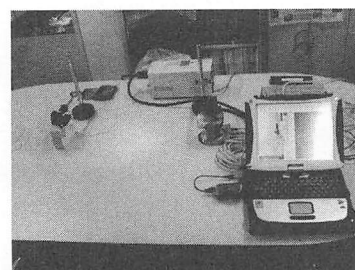


Fig. 1: 実験装置

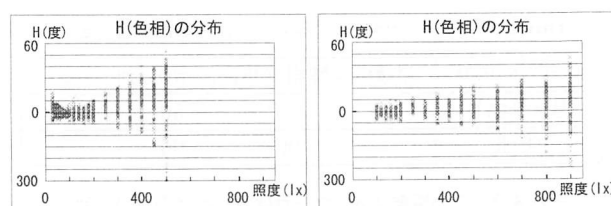


Fig. 2: 色相変化 (左 F2.8, 右 F4.0)

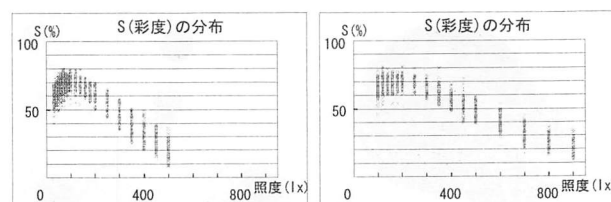


Fig. 3: 彩度変化 (左 F2.8, 右 F4.0)

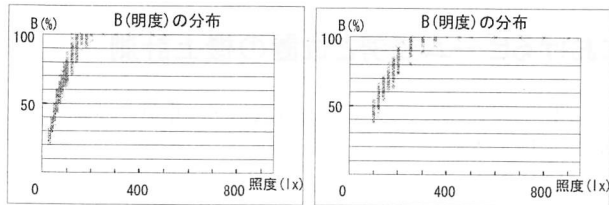


Fig. 4: 明度変化 (左 F2.8, 右 F4.0)

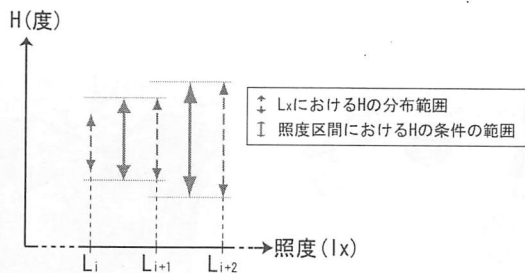


Fig. 5: 閾値の決定法

大きな値をとるようになってから小さな値をとるように変化していっていることが分かる。また、表面照度が同じでも、絞り値の変化により、分布範囲が異なることが分かる。

Fig. 4 から、明度は照度が大きくなるにつれ、分布している値がは大きくなっていくのが分かる。また、表面照度が同じでも、絞り値の変化により、分布範囲が異なることが分かる。

以上に述べた色相、彩度、明度の分布の変化の仕方は、ここに載せていない絞り値においても同様に見られた。

#### 4. PenTag 発見手法の提案

画像上の位置  $(x, y)$  の画素が PenTag 表面色候補であるか判別するのに、絞りを変化させて取得した複数枚の画像全てを用い、照度区間ごとに決定された閾値を適用することにより、多様な照度条件下において PenTag の発見を可能とする手法を提案する。

##### 4.1 閾値決定法

PenTag 表面の照度について、認識させたい上限と下限を決め、その照度を分割する。分割した照度における PenTag 表面色の HSB 値を各絞り値において求めておく。ある絞り値において分割した照度の区間ごとに H(色相)の閾値を決定する。この際、この照度区間の閾値は、分割している照度における H の分布している範囲全てとする (Fig. 5)。

S(彩度)と B(明度)についても同様に決定し、これを全ての絞り値の全ての照度区間に対して行い閾値とする。

##### 4.2 PenTag 候補の判別法

縦軸を照度区間、横軸を絞り値とした表を作成しておく。各絞り値において取得された画像の位置  $(x, y)$  の画素の HSB 値を求める。求めた HSB 値が PenTag 表面としての条件を満たしている照度区間があれば、表の対応する絞り値、照度区間のマスに 1 を代入する。

次に表を照度区間ごとに見ていき、同一照度区間においてマスの数に対して 1 の値が入っているマスの割合を求め、割合が

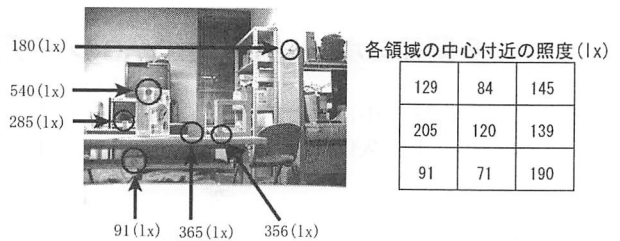


Fig. 6: PenTag を表面照度と各領域の照度

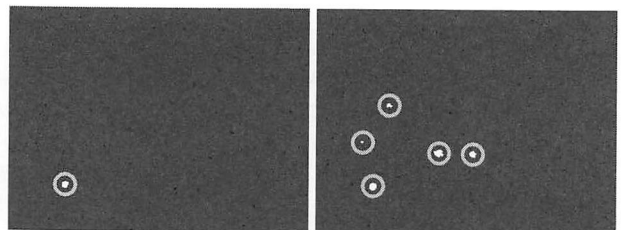


Fig. 7: (左) 従来手法の結果, (右) 提案手法の結果

一番大きいものが、ある一定値を超えた場合、位置  $(x, y)$  の画素は PenTag 表面色であるとする。

#### 5. 評価実験の結果

Fig. 6 に示すように、環境内に 6 個の PenTag を配置し、PenTag 表面の照度と環境内を 9 分割した各領域の中心付近の照度を計測する。

自動露出画像による従来の手法による環境探索結果と、今回提案した手法による環境探索結果を Fig. 7 に示す。

これらの結果より、PenTag 表面の照度が環境内の照度より大きい場合の実験であったが、従来の手法では環境内の照度と同程度の表面照度の PenTag のみ発見された。一方、提案手法では遠くにある PenTag のみ発見できなかった。これは、遠くにあるため、表面色が周りの色や PenTag 表面上の黒点と混ざった色になってしまい、純粋な表面色を持った領域が少なかったためだと考えられる。

#### 6. まとめ

本研究では、絞り値と照度の変化によるカラーマーカーの表面色の HSB 値の変化を分析し、その特性を得た。また、得られた特性を用いた照度区間ごとに設定した閾値と、絞り値を変化させた複数枚の広域画像を用いるカラーマーカーの発見手法を提案し、その有効性を確認した。

今後の課題としては、絞り値と照度の変化による HSB 値の変化の分析を、様々な色に対して行い、その特性を得ること、PenTag 表面色と黒点の混ざった色も PenTag 表面色候補とすることなどが挙げられる。

#### 参考文献

- 野畑 和宏: 環境認識タグによる実-仮想空間の相互連結に関する研究, 大阪大学大学院工学研究科修士論文 (2004)
- 杉本 晃宏: コンピュータビジョンにおける技術評論と将来展望 (II)-ビジョンにおける不変量とその応用-, 情報処理学会コンピュータビジョン研究会資料, (1995)