

色情報導入によるモーションバーコードを用いた 広域空間におけるカメラキャリブレーションの精度向上

末吉朗^{†§} 清水郁子[†]

[†]東京農工大学工学部

1 はじめに

広域空間のカメラキャリブレーションは、監視カメラにおける人物認識など様々な分野で非常に重要な基礎技術の一つである。多くの手法が提案されている(例えば [1]) が、広域空間に適用すると十分な精度を得るのは難しい。そのため、広域空間に対象を特化したカメラキャリブレーション手法として、モーションバーコードを用いた手法 [3] が提案されている。モーションバーコード [2] は各時刻の直線上での移動物体の有無を表す時系列特徴量である。各画像でランダムに生成した直線に対しモーションバーコードを計算し、モーションバーコードが類似している直線が対応するエビポーラ線であるとし、カメラキャリブレーションを行う。この手法では直線上の移動物体の有無のみにより対応づけを行うため、異なる移動物体が同一時刻で直線上に出現している場合には誤って対応づけられてしまう。

本手法では、モーションバーコードの類似度を計算する際に、各画像の移動物体の色情報を比較することで、誤対応の削減を図る。具体的には、直線上にある移動物体の色相ヒストグラムを考慮してモーションバーコードの類似度を計算する。従来手法では明らかに色が異なる物体を対応づけていたが、色相ヒストグラムを用いることにより、明らかに色が異なる物体を対応づけることを排除する。ポーラ線の対応づけの精度向上を図る。実験で PETS2009 データセット [4] を用いて提案手法と従来手法を比較した結果を報告する。

2 色相ヒストグラムを用いたモーションバーコードの類似度

モーションバーコードは、各視点から得られた画像中にランダムに発生させた直線上において、各時刻での移動物体の有無を表す特徴量である。本手法では、直線上の移動物体周辺の小領域の色相ヒストグラムを用いることにより、明らかに異なる物体を排除する。ここでは、色相ヒストグラムを考慮したモーションバーコードの特徴量と類似度の計算のアルゴリズムについて説明する。

2.1 色相ヒストグラムを考慮した類似度比較

視点 $i (i = 1, 2)$ の直線 j のモーションバーコード M_i^j は、 N フレームの時系列画像が得られている場合 N 次元のベクトルとなり、 $M_i^j(t) (t = 1, \dots, N)$ は、時刻 t において画像 i の直線 j 上に移動物体があれば 1、そうでない場合は 0 の値をとる。本手法では、各視点の同一時刻で得られた直線上の $L_i^j(N)$ 個の移動物体が存在した場合、移動物体周辺画素についてそれぞれの色相ヒストグラム $h_i^j(t, l) (l = 1, \dots, L_i^j(t))$ を取得する。

視点 1 の直線 j と視点 2 のと直線 j' の類似度 $S(j, j')$ を計算し、類似度が閾値以上の場合に対応するエビポーラ線であるとする。従来手法では、 $S(j, j')$ は M_1^j と $M_2^{j'}$ の論理積として計算されていたため、同一時刻に移動物体が存在していれば類似度に 1 が加算されることになる。本手法では、 $S(j, j')$ は同一時刻に移動物体が存在している場合に、移動物体の全ての組合せについて近傍領域色相ヒストグラムの類似度を計算し、類似しているものがあつた場合のみ $S(j, j')$ に 1 を加算することで類似度の計算を行う。図 1 において、左 2 枚の画像の色相ヒストグラムの類似度は、右 2 枚の画像の類似度に比べて高い。

2.2 色相ヒストグラムを用いたモーションバーコード類似度計算のアルゴリズム

ここでは、直線上の移動物体の有無から色相ヒストグラムを取得し、類似度を用いたモーションバーコードの生成を行うアルゴリズムを示す。図 2 では本手法におけるモーションバーコード生成のアルゴリズムの流れを示す。

まず、各視点の各直線に対し、モーションバーコードを生成する。視点 i の各直線 j に対し、各時刻で直線上の移動物体を検出する。これは従来手法 [3] と同様に背景差分処理を行い、移動物体シルエットと直線が交わるとき、直線上に移動物体が存在するとし、 $M_i^j(t) = 1$ とする。このとき、直線上の全ての移動物体について、移動物体のシルエット全体を囲む小領域を取得する。各



類似度：高

類似度：低

図 1: 色相ヒストグラム類似度の比較例

Improvement of camera calibration using motion barcode by introducing color information

Akira SUEYOSHI^{†§} Ikuko SHIMIZU[†]

[†]Faculty of Information, Tokyo University of Agriculture and Technology

432-8011, Tokyo, Japan

§s144664x@st.go.tuat.ac.jp

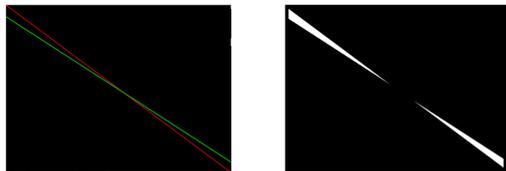
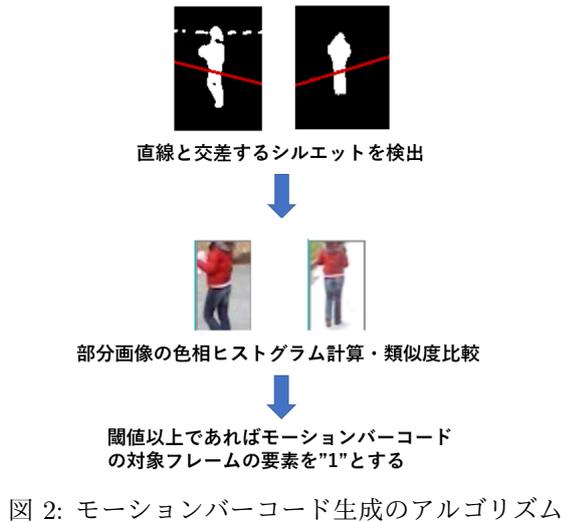


図 3: エピポーラ線の比較法

画素の色相を計算し、色相を K 個のビンに分けたヒストグラムを計算し、 $h_i^j(t, l)$ ($l = 1, \dots, L_i^j(t)$) に格納する。

全ての視点の全ての直線のモーションバーコードと対応する色相ヒストグラムが生成されたら、視点が異なる直線の全ての組合せに対し、類似度計算を行う。視点 1 の直線 j と視点 2 の直線 j' に着目しているとき、各時刻について、 $M_1^j(t)$ $M_2^{j'}(t)$ が両方 1 であれば、異なる視点から得られたヒストグラム $h_1^j(t, l)$ と $h_2^{j'}(t, l')$ の全ての組合せについてヒストグラムの類似度を計算し、1 組でも類似度が閾値を超えるものがあれば $S(j, j')$ に 1 を加算する。

本手法で提案する類似度 $S(j, j')$ は、視点 1 の直線 j と視点 2 の直線 j' を比較したときに、全ての時刻で移動物体の色が類似している時刻が多いほど大きくなる。この類似度 $S(j, j')$ が上位 $X\%$ に含まれる直線 j と j' を対応するエピポーラ線であるとする。

3 実験

3.1 対応づけられたエピポーラ線の評価

本手法により対応づけられたエピポーラ線の評価を行うために、従来手法 [3] と同様に、各画像 ground truth のエピポーラ線と対応づけられた直線で形成される図形の面積を用いた。評価法を図 3 に示す。

図 3 の緑線を ground truth、赤線を対応づけられた直線とすると、2 直線で囲まれる白い部分の面積を計算し、閾値以下であれば ground truth であるエピポーラ線と同等の直線を選出できたと判定する。

3.2 結果

提案手法の精度を検証するために、PETS2009[4] のデータ "city center" の視点 001 と視点 002 を用いた。提案手法と従来手法で選出された直線の適合率と再現率を計算した。

なお、色相ヒストグラムの分割数は 5 とした。各視点での直線はランダムに 2000 本ずつ生成した。直線の組合せ数は 400 万組であるが、各画像から上位 1000 本を選択した。なお、用いた直線数が少ないため、真に対応する直線の組は 952 組であった。

表 1: 適合率 (%)

	提案手法	従来手法
視点 001	49.8	42.6
視点 002	48.6	39.9

表 2: 再現率 (%)

	提案手法	従来手法
視点 001	52.31	44.75
視点 002	51.16	42.00

表 1, 2 から読み取れるように適合率、再現率ともに 8% 程度の精度向上を確認することができた。

4 まとめ

本論文では、モーションバーコードを用いた広域空間を対象とするカメラキャリブレーション法について、色情報を用いたモーションバーコードの生成法を提案した。色情報をの比較を用いることで、移動物体の色が同一であるときのみ類似度を高くすることにより、エピポーラ線の選出精度を向上することができた。実験では、PETS2009[4] データセットの 2 視点を用いて評価し、エピポーラ線選出精度については適合率が 8%、再現率が 8% 程度向上したことを確認した。

今後は対応する直線の選出方法について検討し、また、ランダムに生成する直線の数を増やして実験を行う。

参考文献

- [1] Z. Zhang, "A Flexible New Technique for Camera Calibration" IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No. 11, pp. 1330-1334, 2000
- [2] Gil Ben-Artzi, et al., "Event Retrieval Using Motion Barcodes," Proc. ICIP '15, pp.
- [3] Yoni. Kasten, et al., "Fundamental Matrices from Moving Objects Using Line Motion Barcodes" , Proc. ECCV2016, Vol.22, pp. 1330-1334, 2016 2621-2625, 2015
- [4] <http://www.cvg.reading.ac.uk/PETS2009/a.html> (2018/1/11)