

陰影の移動ベクトルを用いたカメラ向き推定 Estimation of Surveillance Camera Direction Based on Motion Vector of Shadow

齊木 信仁[†]
Nobuhito Saiki

青木 恭太[†]
Kyota Aoki

1. はじめに

監視カメラの性能が向上し、安価になったことから、多くの場所に監視カメラが設置されるようになり、画像による侵入検知は監視カメラ画像監視員の補助として重要である。対象抽出手法として背景更新により屋外全天候に対応できる手法[1]が提案されているが、広域を監視する場合、多数のカメラが必要になってしまう。多数の安価なカメラを設置すると設置費用が単一のパン・チルト・ズーム可能なカメラを設置した場合よりも大きくなるため、1台のカメラで広域を監視することが望ましい。1台のカメラで広域を監視すると同一箇所の撮影間隔が大きくなる。撮影間隔が大きくなると陰影変動による誤検出が生じる。陰影の移動ベクトルの推定に基づく陰影の変動に頑健な留置物検知方式[2]は、陰影の変動による誤検出を低減させる検知方式であるが、この方式は建物の陰影境界の移動ベクトルを用いて陰影変動領域を推定するため、建物以外の陰影変動領域を推定できない。また、直線検出と線分検出により陰影境界の移動ベクトルを推定するため、陰影境界が直線を持たない場合や、直線が短く、2組の直線が検出できない場合も陰影境界の移動ベクトルを推定することができない。

陰影変動に対応するには、画像の影領域が推定出来ればよい。しかし、画像情報のみからの影領域抽出は非常に困難である。影を作る物体から影を推定する方法も考えられるが、画像中に影を作る物体が映っていない場合も多い。陰影領域を特定するために、カメラ向き情報と太陽の位置情報を用いたカメラの監視領域周辺の三次元構造の推定とそれによる陰影領域推定手法を考案した。

監視領域周辺の三次元構造推定に必要となるカメラ向きを推定する方式として、陰影の移動ベクトル推定に基づくカメラ向き推定[3]がある。これは、監視カメラが設置された場所の緯度と経度、画像が撮影された時刻、画像中の陰影境界の移動ベクトルを用いてカメラの向きを推定する方式である。このカメラ向き推定方式の精度は画像中の陰影境界の移動ベクトルの精度に依存している。この手法で使われた陰影境界の移動ベクトル推定方式は、陰影の移動ベクトルの推定に基づく陰影の変動に頑健な留置物検知方式での陰影境界の移動ベクトル推定と同一方式であり、画像により推定できない場合もある。このため、より精度の高い陰影の移動ベクトルの推定が求められる。ランドマークデータベースを用いたカメラ姿勢の推定方式[4]が提案されているが、サーバー・クライアント型システムであり、ランドマークデータベースが構築されていることが前提である。

本稿では、高信頼動き推定に基づく陰影の移動ベクトル推定により得られる陰影の移動方向を用いたカメラ向き推定方式を提案する。

2. 高信頼動き推定に基づく陰影の移動ベクトル推定

カメラ向き推定に用いる陰影の移動方向を高信頼動き推定に基づく陰影の移動ベクトルの推定により推定する。この推定方式は、十分に時間間隔の開いた観測画像から平均画像を作り、各観測画像と平均画像との差分を取り、陰影変動候補画像を作成する。作成された2枚の陰影変動候補画像から高信頼動き推定により陰影の移動ベクトルを推定し、陰影の移動方向を推定する。

陰影変動候補画像の作成は、動きなし領域を推定した平均画像を作成し、観測画像との差分を取ることで陰影などの動きあり領域のみを残した陰影変動候補画像を作成する。平均画像は建物や照明などの動きなし領域を推定する。本稿では、輝度の変化などを考慮し、対象とする観測画像の前後5枚の観測画像を用いて平均画像の作成を行う。

高信頼動き推定による陰影の移動ベクトル推定で用いる高信頼動き推定方式は、ブロックマッチングと同様にブロック単位動き推定方式であり、大きな移動に対しても適用可能な方式である。高信頼動き推定方式は、動き推定ブロックごとにそのブロックにおける動き推定の可否と、動き推定可能な場合には推定動きベクトルが得られる。また、得られる推定動きベクトルは画素単位である。得られた動きベクトルからベクトルの角度を決定する。

高信頼動き推定による移動方向の推定を陰影変動候補画像に用いることで、陰影の移動方向の推定を行う。

陰影の移動方向の決定では、高信頼動き推定により推定された陰影の移動方向から10度ずつの統計を取り、最も個数の多い角度帯の平均角度により求める。

3. 陰影の移動ベクトルを用いたカメラ向き推定

陰影の移動ベクトルを用いたカメラ向き推定では、監視カメラが設置された場所の緯度と経度、画像が撮影された時刻情報、画像中の陰影の移動方向を用いてカメラの向きを推定する。監視カメラが設置された場所の緯度と経度と画像が撮影された時刻情報があれば、撮影された時刻の太

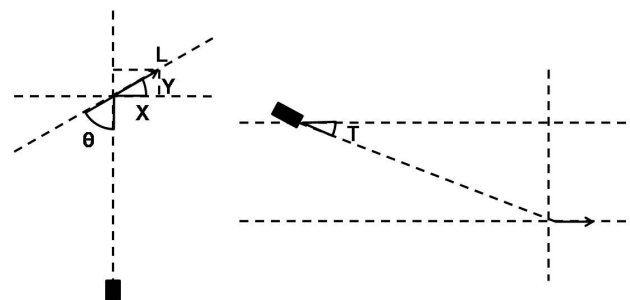


図 1

[†]宇都宮大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Utsunomiya University

陽の位置を求めることができ、2画像の太陽の位置が分かれば、太陽の移動方向を求めることができる。陰影の移動方向は太陽の移動方向の逆であるので計算することができる。計算により得られた陰影の移動方向と、画像で推定された陰影の移動方向を比較することにより、カメラの向きを推定する。カメラの方角とベクトルの角度との差を θ 、カメラの水平からの角度を T とすると、図1より、

$$X = L \cos \theta$$

$$Y = L \sin \theta \times \sin T$$

となる。しかし、陰影のベクトルの大きさとなる X 、 Y は陰影の基となる物体との距離により変化する。また、カメラと地面との距離によっても変化する為、使用することができない。ベクトルの大きさを用いない式にする為に、 Y/X により角度成分を用いた式に変形する。

$$Y/X = \tan \theta \times \sin T \quad (1)$$

また、もう1組画像対を用意し、2組の画像対の太陽の移動する角度の差を $\Delta \theta$ とすると、2組目の関係を式にすると、

$$Y'/X' = \tan(\theta + \Delta \theta) \times \sin T \quad (2)$$

となる。(1)(2)式より、カメラ向きが決定する。

このカメラ向き推定に用いる陰影の移動方向を高信頼動き推定に基づく陰影の移動ベクトル推定にて推定された移動方向を用いて推定する。

4. 実験と結果

提案方式の動作確認のため、実画像による実験を行った。実験例に示した画像は6月23日7時41分と7時46分にネットワークカメラで撮影した640×480のJPEG圧縮カラー画像である。実験例に示す基準画像、対象画像、基準画像の平均画像、対象画像の平均画像、基準画像の陰影変動候補画像、対象画像の陰影変動候補画像、高信頼動き推定の推定結果を図2から示す。推定された陰影の移動方向の分布をグラフ1に示す。

基準画像と対象画像の撮影間隔は5分で、平均画像作成には、基準画像から撮影間隔が5分の前後5枚の計10枚の画像から作成した。グラフ1より、最も個数の多い角度帯は0度から10度となり、0度から10度の角度の平均を求めると、陰影の移動方向は5.98度となった。この手法と同様に、6月23日12時31分と12時36分の画像対で陰影の移動方向を求めると陰影の移動方向は1.23度となった。

以上の画像撮影時刻と画像が撮影された宇都宮市の緯度と経度と、推定された陰影の移動方向より、このカメラ向きを推定する。カメラは下向き、つまり $T > 0$ を条件として加えると、 θ は72度、 T は16度を得た。

5. まとめ

本報告では、監視カメラの周囲の三次元構造推定に必要なカメラ向き推定について、高信頼動き推定による陰影の移動ベクトル推定による陰影の移動方向推定を用いた手法を提案し、実画像実験により、カメラ向きの方位との角度の差と傾き角度を得た。陰影の移動方向の推定を高信頼動き推定により行うことにより、従来手法での陰影の境界が線分で、かつ閾値以上の長さであるという制約を受けない。



図2 基準画像



図3 対象画像



図4 基準画像の平均画像



図5 対象画像の平均画像



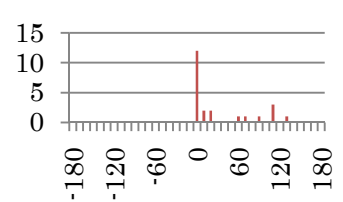
図6 基準画像の陰影変動候補画像



図7 対象画像の陰影変動候補画像



図8 高信頼動き推定の推定結果



グラフ1 陰影の移動方向の統計

今後の課題として、推定されたカメラ向きの精度の検証、また、推定されたカメラ向きを用いての監視領域の3次元構造推定などが挙げられる。

6. 参考文献

- [1] 時倉,西原,“背景更新による全天候型リアルタイム選手追跡システムの開発”,電子情報通信学会技術研究報告,Vol.105, No 146, pp1-6, 2005
- [2] 齊木,青木,“陰影の移動ベクトルの推定に基づく陰影の変動に頑健な留置物検知”,電子情報通信学会技術研究報告, Vol108,No229,pp.77-81,2008
- [3] 齊木, 青木, “陰影の移動ベクトルに基づくカメラ向き推定”,電子情報通信学会総合大会論文集, 2009_情報・システム(2), pp66, 2009
- [4] 薄,佐藤,横矢,“スケール不変特徴量を用いたランドマークデータベースに基づく静止画像からのカメラ位置・姿勢推定”,電子情報通信学会技術研究報告,PRMU106,pp19-24, 2007