

G-11

夜間照明下における不審行動検出に関する検討 — 顎抽出による顔向き判定 — To detect suspicious behavior under night-time lighting - To judge direction of face by extracted jaw -

○大藪 航平¹, 香取 照臣², 泉 隆³

○Kouhei Ooyabu, Teruomi Katori, Takashi Izumi

We are studying judge direction to faces for detection lead a crime behavior at night. YCC-HLS color space is used for luminance transition. This method aimed at outline jaw in order to judge direction of face. The procedure is using degree of outline jaw and analysis vector of chain mark. The right answers gained 88.3[%] in 120 frame.

1.まえがき

近年各所で不審者への対策として監視カメラなどが設置されている。しかし常時複数台のカメラを人手で監視するとは労力を要し、見落とすおそれもあるため、監視のサポートを目的とした異常や不審な行動の自動検出を研究している^[1]。

不法侵入(押入り)による窃盗の時間帯では夜間に最も発生している^[2]。よって夜間における不審行動での検出を検討している。

犯罪に繋がる不審行動は様々である。痴漢・盗撮・不法侵入・万引きなど、様々な行動が挙げられる。そのため一律な不審行動が存在しないことが問題である。よって本研究では不審者の深層心理として「辺りに誰もいないことか確認する」という犯罪に繋がる事前行動に着目する。

夜間は暗く検出しづらいため判定が困難である。よって輝度変化に対応するためHLS色空間を利用する。顎の輪郭抽出から顔の向きを検出し、その時間的变化により「辺りを確認する」という行動判定をする。

2.夜間撮影の特徴

図1の昼間と図2の夜間では明るさに違いがある。そのため人の視覚と同様にコンピュータ処理を行う際にも判定が困難な環境である。

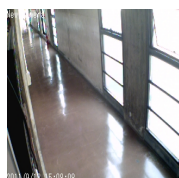


図1 昼間

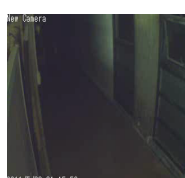


図2 夜間

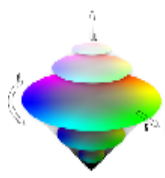


図3 HLS色空間

画像上では全ての画素が黒に近い色に変化する。そのため色データを用いてYCC色空間(Y:輝度,C:色度,C:色度)から図3のHLS色空間(H:色相L:輝度,S:彩度)に変換し、輝度の情報を含んだ関数を使用する。以下に変換式を示す^[3]。

$$Y = L = 0.299R + 0.87G + 0.114B \quad (1)$$

$$Cb = 0.5 \div (0.299 + 0.587) \times (B - Y) \quad (2)$$

$$Cr = 0.5 \div (0.587 + 0.114) \times (R - Y) \quad (3)$$

$$H = \tan^{-1}(Cr/Cb) \quad (4)$$

$$S = \sqrt{Cr^2 + Cb^2} \quad (5)$$

上記した輝度の情報を含んだ関数を使用することで、夜間の輝度変化に対応する。

3.顔向き判定

〈3.1〉前処理

最初に顔の輪郭を検出するために前処理を行う。人や物が映っていない背景画像と図4のような入力画像について、HLS色空間のデータを生成する。そのデータから背景差分を行い、図5のように2値化する。その検出数が閾値以上の場合顔向き判定を行う。

入力画像でHLS色空間での肌色領域に該当する画素を図6のように検出する。その後ラベリング処理を行い、頭部検出を行う。

そこでモザイクフィルタ(3×3大ききで画像をラスタースキャンし、その画素値全ての平均値に更新)を通すことで正規化した輪郭線が図11のように検出できる。最後に検出した顔の輪郭をエッジ処理により求める。

以上の前処理をすることで、顎の解析の処理に進む。



図4 入力画像

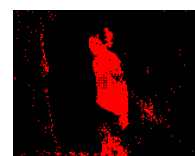


図5 2値化



図6 肌色検出

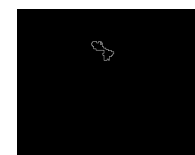


図7 エッジ

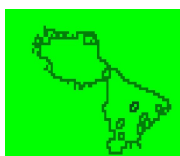


図8 MF無し

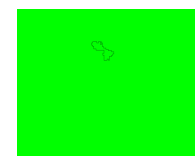


図9 ラベリング

〈3.2〉顔向き判定

顎の解析方法として、傾き度・チェーン符号についての検討をする。顔の向きの輪郭線においては顎の輪郭に違いが出て、横顔では水平に、正面では垂直に輪郭線が延びる。そのため顎に着目し、顔の向きを判定を行った。

〈3.2.1〉傾き度による解析

解析対象を図10とし、図11のように、任意点と検出した箇所を1ピクセル毎に辿り、それぞれの傾き a_i を求める。(iは検出ピクセル数)

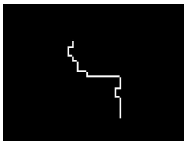


図 10 解析対象

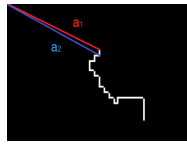


図 11 傾き算出

次式にはその式を示す。

$$a_i = \frac{v_2 - v_1}{u_2 - u_1} \quad (6)$$

その値から次のピクセルとの差を求め傾き度として計算する。次式にはその式を示す。

$$A_i = a_i - a_{i-1} \quad (7)$$

顔の向きによって傾き度に違いがあった場合チェーン符号を用いた解析を行う。

＜3.2.2＞チェーン符号を用いたベクトル解析

2 値図形の境界や線図形を符号化する。輪郭を辿り、どのような形をしているかという解析を行うことで横向きや正面などのパラメータを求める。その結果から顔の向きの判定要素の一つとする。図 12・13 に説明図を示す。

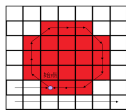


図 12 画像



図 13 符号番号

境界:122355877644

図 13 の符号番号 [1・4・6] 主に 4 方向に進んだ横ベクトル、符号番号 [1・2・3] 主に 2 方向に進んだ縦ベクトルのノルム値を計算し、それぞれ最大値を求める。以下にその式を示す。

$$\|A\| = \sqrt{|U|^2 + |V|^2} \quad (8)$$

この値について閾値をとり、横ベクトルが大きくなれば顔は横向きと判定とし、縦ベクトルが大きければ正面判定、どちらも小さい場合は後向き判定とする。

4. 結果と考察

図 8・9 を比較すると、図 8 では輪郭線について複雑化している。これは雑音などもあるが、顔の形状や小さな影などによる影響である。しかしモザイクフィルタを使用することで、検出された形がある程度簡略化されている。これにより雑音や影などに対応が可能となり、輪郭線が 1 ピクセルで繋がるのが可能となり、その後の処理での顎の形を解析が容易となる。

次に傾き度についての結果を図 14・15 に示す。

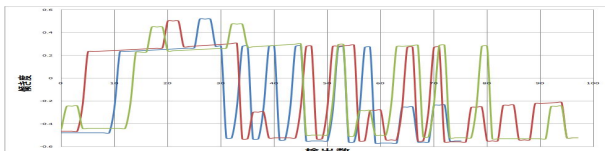


図 14 傾き度 横顔(カメラについて)

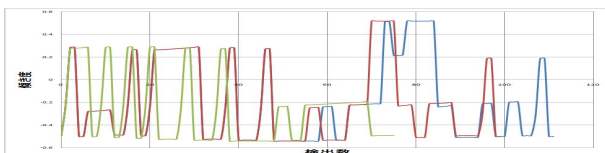


図 15 傾き度 正面

傾き度について、横向き・正面は変化のパターンが比較的現れている。共通している変化では斜め方向進むため、上横上横などと変化するので山なりに変化している。最も異なる変化では横顔では前半について、差が大きくある。これは首と顎の間の水平方向に伸びた箇所が存在するため、このような結果になった。このような違いが現れた場合に次にチェーン符号でのノルム計算した場合の結果を図 16 に示す。

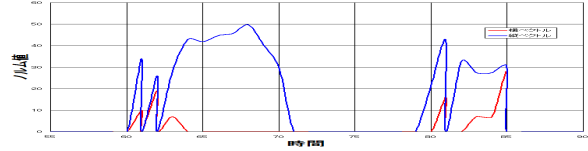


図 16 チェイン符号(ノルム値)

チェーン符号を用い、ベクトル解析を行った結果では横顔になったとき横ベクトルのノルム値が大きくなる。正面のとき縦ベクトルのノルム値が大きくなった。後向きでは肌色抽出が頭髮により検出が出来ず、縦・横のノルム値がほぼ 0 であった。このことからそれぞれの顔の向きによって違いがある。

表 1 にチェーン符号を用いたベクトル解析による顔向き判定の検出率結果を示す。

表 1 検出率

目視\本手法	正面	横顔	後顔
正面	92.3	13.8	0
横向き	7.7	85.1	9.3
後向き	0	1.1	90.7

結果は 120 フレームについて検出率である。全体の正答率は 88.3[%] であった。特に横向きのときに誤検出が見られる。その原因は顔の影による輪郭線の抽出が良好でなかったことにある。顔の表面には凹凸があるため、横向きのとき影が現れ輪郭抽出が正確に出来なかった。また今回は顔の向きが 3 パターンのみだったため、斜めの顔の向きだった場合に誤検出があったと考えられる。

5. まとめ

夜間での犯罪に繋がる事前行動の検出を目的として顔向き判定の方法を検討した。夜間での輝度変化に対応するため YCC・HLS 色空間を使用し、人物の顔の向きを判定するため顎の輪郭に着目した。輪郭線を 1 ピクセルで線を繋げるためモザイクフィルタを利用し、輪郭線の解析方法として傾き度・チェーン符号によるパラメータを作成した。

傾き度では、顔の向きによって区分でき、チェーン符号によるベクトル解析では、縦・横ベクトルのノルム値を算出することで顔の向きを判定を行ったところ、全体の正答率では 88.3[%] であった。

今後は頭部抽出のアルゴリズムと高検出な判定要素のアルゴリズムの検討を行い、「辺りに誰もいないことか確認する」という動作を検出する。

文献

- [1] 大藪航平, 香取照臣, 泉隆, “夜間照明下での不審行動検出のための顔の向き判定”, 電気学会産業応用部門大会 Y-100 (2011. 9)
- [2] 松本保三, 松本保彦, ” Q&A 警察安全相談”, 立花書房 (2010)
- [3] 酒井幸一, ” デジタル画像処理”, CQ出版社 (2008)