

6A-4

人物の姿勢を考慮した固有空間による照明補正

奈良 知兄[†]玉木 徹[†]山本 正信[†][†]新潟大学大学院自然科学研究科[†]新潟大学工学部情報工学科

1. はじめに

現在、車載カメラによる車内映像を利用した運転手の危険状態警告など [1]、人物を撮影した画像に対して認識や判断などの処理が行われている。しかし実画像中では照明条件の変化により、影や明るすぎる部分などが発生する。そこでこの照明変化の影響を補正することにより、上述の処理の障害となるような影響を除去する研究がされている [2]。本稿では、人物の顔の向き及び周囲の照明環境が変化するような状況での照明補正について述べる。

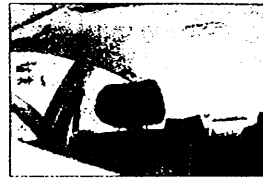


図 1: 入力画像

図 2: 背景画像

2. 人物抽出と姿勢判定

本手法では、人物の姿勢ごとに固有空間 [3] を生成し、入力画像中の人物の姿勢に対応した固有空間を用いて画像の復元を行う。今回は人物の姿勢として顔の向きのみを考慮し、左向き、正面向き、右向きの三種類に分類する。

2.1 人物抽出

まず背景差分によって人物領域を抽出する。人物の姿勢(顔の向き)を判定するため、頭部領域を抽出する。背景差分によって抽出された画素のうち、肌色と黒色の画素を抽出し領域ごとにラベリングする。

ある領域について、その領域に含まれる画素の x 座標の最小値を X_{min} 、最大値を X_{max} とし、 y 座標の最小値を Y_{min} 、最大値を Y_{max} とする。またこの領域に含まれる画素数を $Area$ とする。このとき式 (1)、または式 (2) を満たさない領域は頭部領域として適当ではないので削除する。

$$|(X_{max} - X_{min}) - (Y_{max} - Y_{min})| < Th_{ratio} \quad (1)$$

$$Th_{lower} < Area < Th_{upper} \quad (2)$$

実際に人物抽出を行った例を次に示す。図 1 が入力画像、図 2 が背景画像、図 3 が抽出結果である。図 3 で灰色で示している画素が顔領域、黒色で示している画素が頭髪領域である。

2.2 顔領域と頭髪領域の位置関係による判定条件

姿勢は二つの方法で判定する。ひとつは、顔領域の重心と頭髪領域の重心との相対的な位置関係から判定する。顔領域の重心の x 座標を X_A とする。同様に頭髪領域の重心の x 座標を X_B とする。式 (3) を満たすとき左向き、式 (4) を満たすとき正面向き、式 (5) を満たすとき右向きとする。

$$X_A - X_B < Th_{L1} \quad (3)$$

$$Th_{L1} \leq X_A - X_B \leq Th_{R1} \quad (4)$$

$$Th_{R1} < X_A - X_B \quad (5)$$

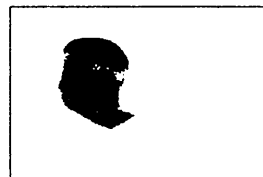


図 3: 人物の顔領域(灰)と頭部領域(黒)

2.3 頭部領域と過去における範囲との位置関係による判定条件

もう一つの判定方法は、過去フレームにおける頭部領域の範囲と、入力画像の頭部領域の重心との位置関係から判定する。頭部全体の重心を求め、その x 座標を X_C とする。過去数フレームにおける頭部領域の x 座標の最小値を X_{min} とし、最大値を X_{max} とする。 Th_{L2} 、 Th_{R2} を式 (7) のように定めるとき、式 (8) を満たすとき左向き、式 (9) を満たすとき正面向き、式 (10) を満たすとき右向きとする。これを二つめの判定条件とする。

$$Th_{L2} = X_{min} + \frac{1}{4}(X_{max} - X_{min}) \quad (6)$$

$$Th_{R2} = X_{min} + \frac{3}{4}(X_{max} - X_{min}) \quad (7)$$

$$X_C < Th_{L2} \quad (8)$$

$$Th_{L2} \leq X_C \leq Th_{R2} \quad (9)$$

$$Th_{R2} < X_C \quad (10)$$

2.4 姿勢の判定

2.2、2.3 の二つの判定条件が一致した画像については正しく姿勢が判定されたとして、姿勢ごとに分類して保存する。このようにして得られたそれぞれの姿勢の画像集合から固有ベクトルを求める。これにより人物の姿勢ごとの固有空間が得られる。

3. 固有空間を用いた照明補正

本手法の前提条件として、良好な照明条件下で撮影した、照明変化による影響のない画像をあらかじめ入力画像として用意しておく。これは処理を始める前に、ライトなどを用いて影などの無い画像を色々な姿勢で撮影しておくことで用意する。この画像集合をもとに2.で述べた手法を用いて、姿勢ごとに固有空間を生成する。ある入力画像を I とする。 I を照明補正するためには、先に述べた固有空間を用いて I と同じ向きの人物画像 I' を生成する必要がある。そこで、まず入力画像中の人物の姿勢判定を行う。次にその姿勢に対応する固有空間を用いて画像の生成を行う。入力画像と同じ向きに属する固有ベクトルを P_1, P_2, \dots, P_n とする。ここで、最小二乗法を用いて式(11)を満たすような係数 c_1, c_2, \dots, c_n を求める。

$$I \cong c_1 P_1 + c_2 P_2 + \dots + c_n P_n \quad (11)$$

この係数 c_1, c_2, \dots, c_n を求めて式(12)のように線型結合を計算し、求められた I' を入力画像 I の補正結果として扱う。

$$c_1 P_1 + c_2 P_2 + \dots + c_n P_n = I' \quad (12)$$

4. 実験

晴天時の午後3時頃に、車内にCCDカメラ(Watec WAT-230A)を設置し、運転中の人物を撮影した。この実画像に対して本手法を適用し、実験を行った。この動画像のフレームレートは29.97fps、解像度は352×240である。今回の実験では入力画像を、5フレーム毎に姿勢の判定をし、それぞれの姿勢ごとに保存した。ひとつの姿勢につき20枚の画像を保存し、この画像集合から固有ベクトルを求めた。このうち、累積寄与率が95%に達する数の固有ベクトルを用いて復元を行った。

実際に復元を行ったいくつかの例を図4、図5、図6に示す。計算時間は、固有ベクトルの計算に平均21秒、係数の計算及び線型結合に平均0.58秒だった。

図4(a)は正面向きと判定された入力画像である。入力画像中の下部に明るすぎる領域が確認できる。これを正面向きの固有空間を用いて復元した結果を図4(b)に示す。図4(b)を見ると、入力画像下部にあった明るすぎる領域が改善されているが、白いままの画素もある。このような画素は画像処理の障害となるので、より精密な補正が必要である。

図5(a)は人物の右肩部分に明るすぎる領域が含まれる入力画像である。補正結果の図5(b)を見ると、右肩の部分が改善されているが、人物がぼやけていたり、右上に光の筋が見えている。これは、入力画像集合の中に逆光によって白く抜けていた画像が多く含まれていたためと推測できる。

図6(a)は画像下部に腕が写っている入力画像である。入力画像には腕の部分に影や明るすぎる領域が確認できるが、図6(b)を見ると腕が復元されていない。これは固有ベクトル画像中に腕を含んだ画像が十分でないからと推測できる。

5. おわりに

本稿では人物を撮影した実画像中の照明変化を、人物の姿勢を考慮して補正する手法を提案した。また運



図4: 画像中に明るすぎる領域が含まれる場合の実験 (a) 入力画像 (b) 復元結果



図5: 逆光の影響を受ける状況での実験 (a) 入力画像 (b) 復元結果

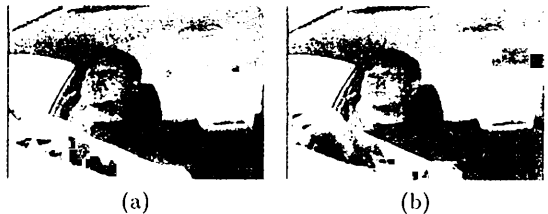


図6: 画像中に腕が含まれる場合の実験 (a) 入力画像 (b) 復元結果

転中の人物を撮影した実画像に対して、本手法を適用した結果を示した。今回の実験では補正できていない画素や入力画像を復元できていない場合があったので、今後はより精度の高い補正方法を検討する。

参考文献

- [1] 井東道昌, 三田真司, 水野博光: 「ドライバのまばたきと視線方向の検知技術の開発」, 画像ラボ, Vol.14 No.3, pp.48-54, 2003.
- [2] 奈良知晃, 玉木徹, 山本正信: 「車内映像の急激な照明条件の変化への追従」, 電気学会東京支部新潟支所研究発表会, p121, Nov, 2003.
- [3] 村瀬 洋: 「固有空間法による画像認識」, コンピュータビジョン 技術評論と将来展望 第14章, pp.206-218, 新技術コミュニケーションズ, 1998.