

# 運転支援を目的とした車載カメラ映像による天気認識

栗畑 博幸\*, 井手 一郎, 目加田 慶人, 村瀬 洋, 宮原 孝行†

名古屋大学 †(株)デンソー

Weather recognition from in-vehicle camera image for driver assistance

Hiroyuki Kurihata, Ichiro Ide, Yoshito Mekada, Hiroshi Murase, Takayuki Miyahara†

Nagoya University † DENSO CORPORATION

## 1. はじめに

近年、車載カメラにより外界を認識し運転を支援する技術の開発が盛んに行われている[1]。例えば、前方車両、走行車線、歩行者などを認識する研究がある。本研究では新たに天気の認識に着目した。天気の認識が可能になると、雨天時のワイパの自動制御、ブレーキ補助、スピードの警告などといった安全走行補助への応用が考えられる。カメラ以外のセンサを用いた雨滴検出装置も開発されているが、外観を損ねたり、人間の視界の感覚とは異なるなどといった問題が指摘されている。

本稿ではカメラ画像を用いた天気認識の初期的検討として、部分空間法を用いた雨滴の検出手法を提案する。

## 2. 部分空間法を用いた雨滴検出手法

学習段階では、さまざまなバリエーションの雨滴画像(学習画像)から雨滴に対する部分空間を作成する。雨滴検出段階では、実際の車載カメラ画像を対象に雨滴を検出する。以下に各手順について説明する。

### (1) 学習画像の作成

フロントガラスに雨滴が付着している様子を撮影した画像から、様々な雨滴を矩形で切り出す。雨滴の大きさはさまざまに異なるため、大きさを正規化し、学習画像とする。

### (2) 部分空間の作成

部分空間法は、未知画像と部分空間との類似度を用いて対象を認識する手法である。部分空間は様々な学習画像を用いて以下のように作成する。ある学習画像  $i$  に対し、これを 1 次元のベクトルと見なし、平均値 0 の単位ベクトルに正規化したものを  $\mathbf{x}_i = (x_1, x_2, \dots, x_N)^T$  とする。(1)にて生成した  $K$  枚の学習画像を適当に並べた行列を  $\mathbf{X} = [\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_K]$  で表し、それに対する自己相関行列  $\mathbf{Q} = \mathbf{X}\mathbf{X}^T$  を求める。この  $\mathbf{Q}$  の固有値を大きい順に  $R$  個求め、それらに対応する固有ベクトル  $\{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \dots, \mathbf{e}_R\}$  を求める。これが部分空間の基底となる。

### (3) 雨滴検出手順

入力画像中の部分矩形領域に着目し、この領域の画像を学習段階と同様の正規化処理を施し、画像ベクトル  $\mathbf{a}$  を作成する。 $\mathbf{a}$  を部分空間に射影し、その長さを類似度とする。

つまり、類似度は、

$$\sum_{r=1}^R (\mathbf{a}, \mathbf{e}_r) \quad ((\mathbf{x}, \mathbf{y}) \text{ はベクトルの内積})$$

で計算される。この類似度が閾値以上ならばその領域に雨滴が存在すると判定する。着目する矩形領域を画像全体に対して適用し、入力画像から雨滴を検出する。

## 3. 実験

雨天時に車載カメラによりフロントガラス越しに前方を撮影した画像から、雨滴 300 個を手で切り出して学習画像とした。雨滴の検出では、上位 5 個の固有ベクトルを用いた(Fig.1)。類似度の閾値を実験的に 0.75 に設定し、実際に雨天時の映像に適用したところ、雨滴検出数の時間変化は Fig.2 のようになった。また、検出した雨滴を Fig.3 のようにマーキングした。ワイパにより雨滴は拭き取られるが、それに伴い雨滴検出数が減少していることが確認できる。

## 4. おわりに

本稿では部分空間法を用いて車載カメラ映像から雨滴を検出する手法を提案した。初期的な実験ではあるが、良好な結果が得られた。今後はフレーム間情報を用い、背景の影響を抑える手法を開発し、検出率の向上を目指す。また雨天以外の天気を認識する手法も検討する。

## 謝辞

日頃より熱心に御討論頂く名古屋大学村瀬研究室諸氏に感謝する。本研究の一部は 21 世紀 COE プログラム、科研補助金による。

文 献

[1]大槻 智洋, 田野倉 保雄, "クルマで瞬き始める電子の「眼」", NIKKEI ELECTRONICS, pp57~68, 2003.8.4



Fig.1 雨滴の固有ベクトル画像(左から $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3$ )

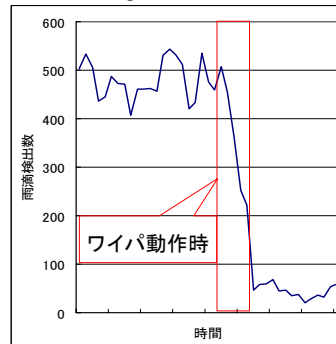


Fig.2 雨滴検出数の時系列変化

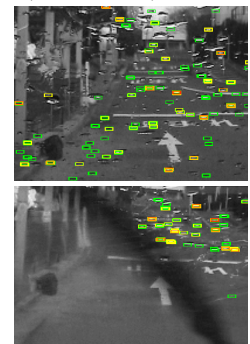


Fig.3 雨滴の検出結果  
(上:雨天時,下:ワイパ動作時)