

ドライバーモニタシステムの紹介

丸山 勇人 松岡 敦子

近年、安全・安心な自動車運行についての取り組みが活発になってきている。とりわけ安全運転支援に関する技術開発の成果がより一層期待されている。

OKIでは「環境と人に優しく、安心、安全そして快適なスマート社会」をテーマにスマートセンシング技術の開発に取り組んでいる。そのコア技術の1つとして、「顔認識ミドルウェア (FSE®) *1) 」を提供している。FSEはカメラ等で取得した映像からの顔領域の検出、顔向きを検出、および目や鼻などの各部位の特徴点抽出などの機能を有しており、これらを利用することで顔の各種状態を認識することができる。このFSEを基に自動車の安全運転支援を目的として、運転中のドライバーの状態を監視するミドルウェア「ドライバーモニタシステム (Driver Monitor System: DMS) 」を開発した。

本稿では、DMSの概要と今後の展開について述べる。

はじめに

自動車メーカーをはじめとする自動車運行に関する産業界では、さまざまな安全運転支援システムの研究・開発が盛んに行われている。OKIが進めてきた車車間通信技術¹⁾や路車間通信技術の応用による安全運転支援システムもその一つに挙げられる。

一方で、車外カメラやレーダーを用いた衝突回避システム、ふらつき防止システムなど、車両単体での安全確保を目的とした技術の実用化に向けての動きも活発になってきている。OKIはこれらの動向から、安全運転支援に貢献することを目的として、OKI独自のセンシング技術を活用してドライバーの状態を検知する製品の検討を進めてきた。

このような経緯を踏まえ、運転中のドライバーの顔周辺の映像を撮影し、その映像からFSEを用いてドライバーの顔部位、特に目の開閉状態や口の開閉状態に注目しモニタリングする「車環境における顔認識技術」の開発に着手した。自動車内という照明条件やカメラ設置条件など特殊な撮影環境に対応すべく、これまで車環境下での精度向上を重ね、自動車メーカーや自動車電装メーカー等の試作評価用に提供を開始した。

* 1) FSE は、沖電気工業株式会社の登録商標です。

DMSの概要

DMSは乗用車のステアリングコラム上部に設置したカメラにより、ドライバーの顔を下から見上げる角度で撮影することを前提としている(図1)。

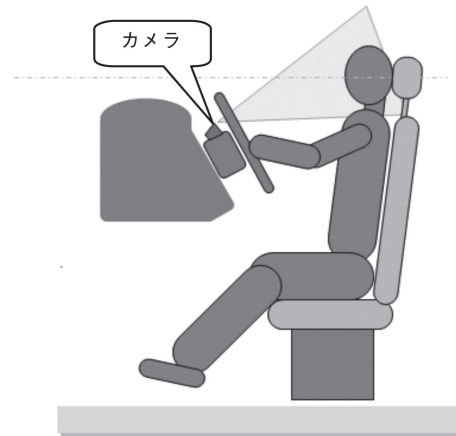


図1 ドライバー撮影の例

設置条件

入力画像からドライバーの顔領域を検出し、顔向きを検知することで脇見を判定する。また、目や鼻、口など顔の各部位の特徴点の位置情報の変化から、ドライバーの状態を検知して眠気・居眠りなど前方不注意の可能性を判定する。上位アプリケーションはDMSの結果をもとに、ドライバーに対して様々な注意喚起を促すことが可能になる(図2)。

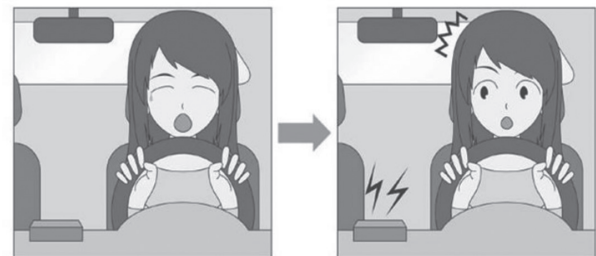


図2 運転状態を検知しドライバーへ注意喚起

DMSは上位アプリケーションに対し、前述のような前方不注視の可能性を伝えるミドルウェアとして機能する。図3はDMSのシステム構成例を示している。DMSはFSEをベースとした顔向き検知、閉眼検知、開口検知の3つの検知機能を有しており、DMSインターフェースを介して検知結果を上位アプリケーションへ伝える。



図3 システム構成例

なおDMSの使用においては、夜間やトンネル等の暗い環境でも顔認識ができるように、ドライバーの顔撮影用のカメラ近傍に近赤外LEDなどの補助照明を取付けることを推奨している(図4)。また赤外線透過フィルタを併用することで、朝日や西日による顔の中の強い陰影を軽減して耐環境性を向上させることも期待できる。

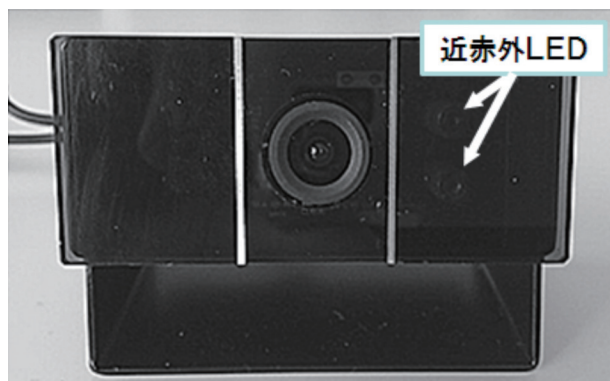


図4 車載カメラの例

DMSの機能

以下ではDMSの検知機能について紹介する。

(1) 顔向き検知

検出されたドライバーの顔領域に対して顔が向いている角度等を算出する。ドライバーの顔向きがあらかじめ定めた領域を外れているか否かをモニタリングすることで、脇見の可能性を判定することができる(図5)。

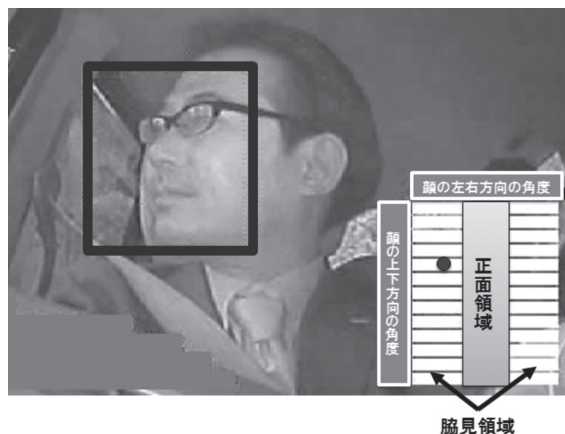


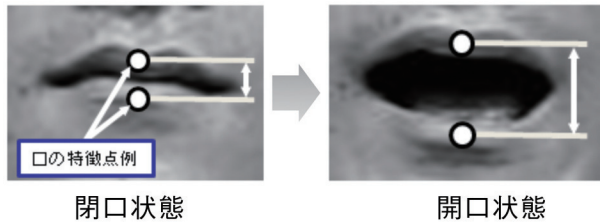
図5 脇見状態

図5の右下の検知結果表示領域は、縦軸に「顔の上下方向の角度」、横軸に「顔の左右方向の角度」を表示しており、●印は検知された顔向きを示している。中央部の矩形は、「正面」を向いていると判断する領域を表し、検知された顔向き角度が「正面」領域から左右の「脇見」領域に顔の角度が変化した場合、「脇見の可能性あり」と判定する。正面領域と脇見領域を区別するしきい値は標準で左右±20度としているが、上位アプリケーションにより自由に変更できる。

また、上位アプリケーションで顔認識結果を直接利用した処理を追加することもできる。たとえば、顔向き角度があらかじめ設定した範囲を一定時間連続して超えた場合、もしくは連続して顔の検出ができない場合は、脇見とすることも可能である。これにより、「顔が検出されない」=「判定できない」ということを回避し、より安全・安心なアプリケーションの実現が可能となる。

(2) 開口検知

検出された顔領域から、ドライバーの口が開いていることを検知し「あくびの可能性あり」と判定することができる(図6)。



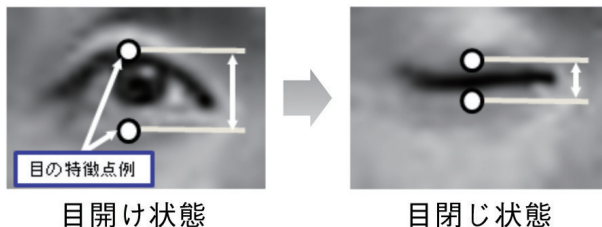
口の上下の特徴点間の距離などで開閉を判定

図6 口の開閉状態の判定

また顔向き検知と同様に、上位アプリケーションが処理を追加することも可能である。たとえば、開口状態のまま一定時間が経過する事象が複数回検知されると、居眠りの危険性が增大していると判断することもできる。

(3) 目閉じ検知

検出された顔領域から、目が閉じていることを検知し、「居眠りの可能性あり」と判定することが可能である(図7)。



目の上下の特徴点間の距離などで開閉を判定

図7 目の開閉状態の判定

目が閉じていることの検知には、複数の処理を組み合わせることによって検知精度を向上させている²⁾。また他の機能と同様に、目閉じ状態が複数回検知されると居眠りの危険性が增大していると判断する処理などを、上位アプリケーションが追加することも可能である。

DMSの特長

(1) 業界トップクラスの処理性能

DMSはOKIが組み込み機器用の顔認識エンジンとして

開発したFSEをベースとしている。これにより、軽量・コンパクトな構成と、組込用の廉価なCPUでも高速な顔認識処理を実現している。

(2) 光の変化に強いアルゴリズムを採用

走行中の自動車内は、西日などによる逆光、側光、順光、および夜間の街灯や対向車のヘッドライトの影響などにより光環境条件が大きく変化して、顔認識の精度に影響を与える。図8に側光及び逆光時の悪影響の例のイメージを示す。

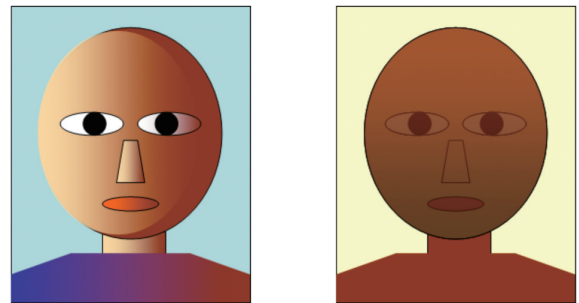


図8 強い側光と逆光の悪影響の例

また、眼鏡等の装着物によっても精度低下を招く可能性がある(図9)。

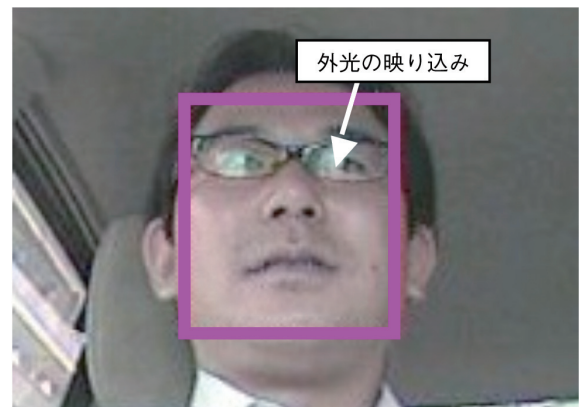


図9 外光の反射の例

これに対し、DMSは光環境条件の変化に対応した複数のアルゴリズムを搭載することで、夜間などの暗い環境や、眼鏡へ外光が映り込むような明るい環境でも正確なドライバーの顔状態の認識を可能としている。

機能拡張と今後の展開

これまでDMSの基本機能として眠気・居眠りなど前方不注意の可能性の判定を目的に、主に顔の特徴点を用いた

閉眼検知、開口検知、顔向き検知を紹介してきたが、更に精度よく判定するためにFSEの認識機能応用の検討を継続している。たとえば、頭部が揺れる、手で眼や顔をこする、などといった人が眠くなった際に生じる動作のパターンを把握し、FSEの顔検出機能などを使ってそれらを検知することなどが考えられる。このように、新規の検知機能とこれまで紹介してきた各検知機能とを組み合わせることでより高精度に前方不注意の可能性の判定を図ること、及びそれぞれの検知機能個別の性能を更に向上させることが今後の展開の鍵になると考える。

また、現在のDMSのソリューションの適用分野の拡大も重要なターゲットである。近年、居眠りや脇見運転等、前方不注意による交通事故のニュースを目にすることも多い。このような事故は普通車だけでなく、大型車でも多く発生している。大型車の場合、ドライバーとステアリングコラムとの位置関係が普通車と異なる。このためDMSは市場ニーズに合わせ大型車への対応も検討している。

上記のような適用分野の拡大の他に、DMSに対し前方不注意の可能性判定以外の応用への拡大も期待している。すなわち安全・安心を支援するばかりでなく、DMSを利用して快適なドライブを支援するなどのソリューションも検討中である。たとえば、FSEの個人識別機能や属性判定機能を用いて、

- ・ドライバーが誰であるかの個人認識を行い、登録されたドライバーであれば、そのドライバーが設定したドライビングポジションに自動的に設定する
- ・ドライバーの年齢や性別を判定し、連続運転中に年齢や性別にあわせて休憩を促す

などのアプリケーションが考えられる。

更に、適用分野の拡大を検討していく中で、これまで進めてきたカメラのステアリングコラム上への設置という極めて限られた条件から、他のソリューションとの連携や組み込みなどで、より利用性を高める検討も必要と考える。例としては、車両に後付け可能なカーナビゲーション装置などの各種装置へのアプリケーションの組み込みといった形態への展開を計画中である。当然のことながら、昨今急速に普及が進んでいるスマートフォンでの活用も視野に入れて検討を進めていく。

今後は、対象車種や搭載ハードウェア、利用条件に合わせてドライバーモニタシステムの実用性の検証を行い、新たなサービスアプリケーションも検討を進めながら商品化を進めていく予定である。◆◆

参考文献

- 1) 浜口、筒井、徳田：「車々間通信実用化に向けた大規模実証実験への取り組み」、OKIテクニカルレビュー215号、Vol.76, No.2, pp.70-73, 2009年10月
- 2) 保田、須崎、前野：「スマート社会実現のためのOKIのセンシング技術」、OKIテクニカルレビュー第219号 Vol.79, No.1, pp.12-15, 2012年4月

筆者紹介

丸山 勇人：Hayato Maruyama. 社会システム事業本部 交通・防災システム事業部 統合SE部
松岡 敦子：Atsuko Matsuoka. 社会システム事業本部 交通・防災システム事業部 統合SE部