

交通事故低減のための運転者状態共有システム

内海 章¹ 多田 昌裕¹ 山本 直樹¹ 乗富 修蔵¹ 松尾 典義² 鳥居 武史² 志堂寺 和則³

概要: 我々は運転者の状態を他者と相互に共有することで交通事故を低減することを目指して必要な技術開発を行っている。従来の運転支援システムのほとんどは周囲状況や運転者の状態を運転者本人に提示して危険運転の防止を図るものであり、その効果は運転者本人の能力・認知状態に依存している。本研究では、車載センサによって運転者の状態（注意の程度・方向等）を検知し、検知された情報を周囲の運転者、歩行者と共有することにより、早期の危険予測を可能とし事故回避につなげることを目指している。本報告では運転者状態の検知および共有手法について述べる。

Driver's Information Sharing System for Driving Safety

AKIRA UTSUMI¹ MASAHIRO TADA¹ NAOKI YAMAMOTO¹ SHUZO NORIDOMI¹ NORIYOSHI MATSUO²
TAKESHI TORII² KAZUNORI SHIDOJI³

Abstract: In this paper, we describe our project to develop a collaborative safety mechanism based on mutual sharing of a driver's information (attention and performance). Most conventional driving safety approaches aim at assisting individual drivers by providing various types of safety information to the driver in the vehicle. However, the effect of such a system highly depends on the driver's response (performance). In our approach, we aim to share information on the driver's current performance level with other drivers and pedestrians. Using this sharing mechanism, the various people in a traffic environment will be able to better predict drivers' behavior, allowing them to take proactive actions to prevent accidents.

1. はじめに

これまでの運転支援システムのほとんどは運転者本人の支援を目的としたものであった。例えば、カーナビゲーションシステムや接近警報装置、バックモニタカメラなどにより従来は得られなかった多くの情報が運転者に提示されている [1], [2], [3]。これらは周囲の状況や運転者自身の状態を運転者に提示することで危険運転の防止を図るものであり、実際多くの場面で注意喚起・周囲状況の把握に役立っている。しかし、これら情報提示の効果は運転者の能力・認知状態に依存しており、疲労・加齢等によって認知状態の低下した運転者に対しては十分な効果を期待できない。

我々は運転者の状態（注意の程度・方向など）を周囲の交通参加者（運転者・歩行者）と共有することにより事故の回避・低減を図るアプローチを提案し開発を進めている。運転者状態の共有により他の交通参加者（自動車運転者、歩行者）は例えば相手の運転者の注意が自分に向いていないことを把握し、早期の危険予測・回避行動を行うことなどが可能となる。

「初心運転者標識」「高齢運転者標識」など従来から行われている運転者状態の表示は免許保有年数や運転者の年齢によって一律に表示を行うものであり、実際の運転者の能力・認知状態を直接反映したものではない。そのため、周囲の交通参加者から見て標識の有無が必ずしもその運転者の運転行動の予測にはつながらないのが現状である。本プロジェクトでは、運転者の運転・認知状態を動的に検知し、検知した状態を周囲の交通参加者（他車両の運転者・歩行者）と共有することを目指す（図 1）。次節では、本プロジェクトの概要について説明する。

¹ ATR 知能ロボティクス研究所
ATR Intelligent Robotics and Communication Labs

² 富士重工業株式会社
Fuji Heavy Industries Ltd.

³ 九州大学
Kyushu University

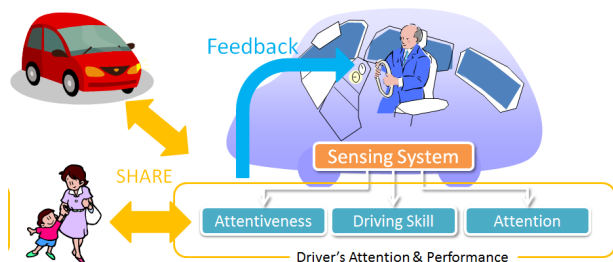


図 1 運転者状態（注意方向，状態）の共有

Fig. 1 Sharing Driver's Attention and Performance with Surrounding People

2. 運転者状態の検知

提案システムでは車載センサ等により得られる自車両周辺の道路状況と視線・操舵情報から得られる運転行動から運転者の注意方向・運転状態を検知する．日常の運転時における利用を考慮すると，できるだけ負荷の少ない方法で運転者の状態を検知する必要がある．そのため，非装着のセンサによる運転行動の取得技術についても開発を進めている [4], [5], [6]．

図 2 は顔画像を撮影するために実験車両のピラー部に設置したカメラを示す．図 3 は，車載カメラによる頭部姿勢の検出例を示す．眼鏡や手・マスクなどによって部分的な隠蔽が生じている場合でも頭部姿勢の推定が可能であることがわかる．図 4 上は，顔画像から推定された運転中の頭部姿勢（水平方向）の例を示している．図中，横軸はフレーム番号を示す．また，縦軸の正方向の動きが右向きの顔向き変化，負方向が左向きの変化をそれぞれ示している．同図下はジャイロセンサによる頭部姿勢（水平方向）の計測結果を示す．両者を比較すると，ほとんどのフレームで両者に対応した動きがみられることがわかる．図中の矢印区間は映像に基づく手動ラベリングの結果，ドライバの確認行動が見られた時間帯を示す．画像処理，ジャイロいずれの結果も手動ラベリングで得られた確認行動の発生時刻とよく一致しており，頭部運動が適切に検出できていることがわかる．なお，ジャイロセンサから得た頭部姿勢（同図下）はドリフトと誤差により徐々に正方向にシフトしているが，画像による推定結果ではこのようなドリフトは見られない．

さらに検出された顔姿勢とペダル操作に基づいて運転者の運転状態を判定する．我々は 700 人以上のドライバーの運転挙動データを取得し，運転指導員の評価に基づいた解析結果とともにデータベース化しており [7]，運転状態の評価は，センサによって観測される運転者挙動をこのデータベースに含まれる“望ましい安全確認行動”と比較することによって行う．

具体的には，交差点等の要注意地点で運転者がなすべき事故予防動作を (1) 安全確認すべき方向（左側/右側），(2)



図 2 顔画像撮影用カメラ

Fig. 2 On-vehicle camera

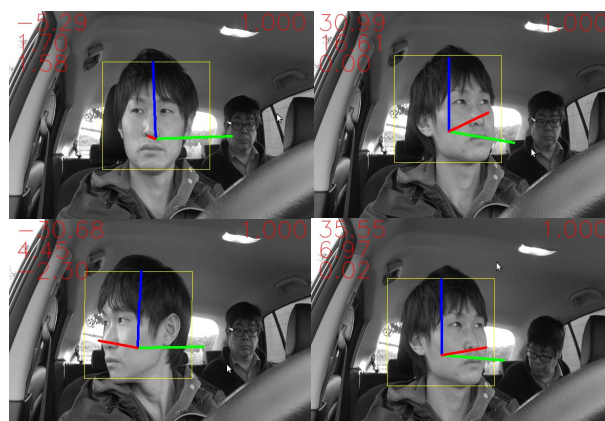


図 3 顔姿勢推定の検出例

Fig. 3 Example of Head Pose Detection Results

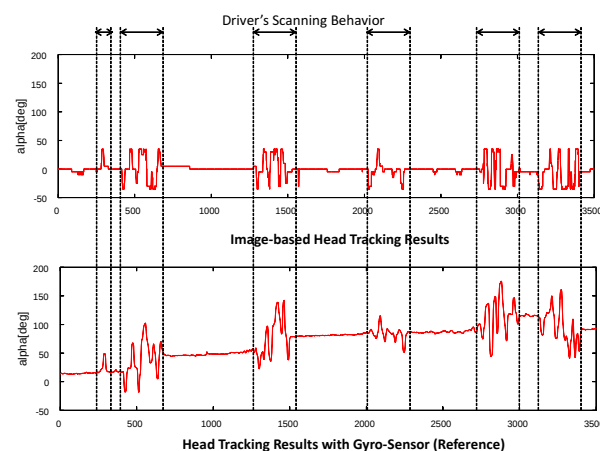


図 4 ジャイロセンサとカメラによる頭部運動計測結果

Fig. 4 Scanning Behavior Detection (vision-based and gyro-sensor-based detection)

安全確認の回数，(3) 安全確認の深さ，(4) 安全確認の持続時間，(5) 安全確認を行うタイミング，(6) 要注意地点における車両速度，(7) 右足のブレーキ操作行動，という 7 つの評価項目を用いて各々定義し，その達成度を評価する [8]．

3. 認知状態の提示

運転者状態提示技術の開発では，提示情報を「運転者の注意方向」，「運転者の状態」の 2 種類に集約して検討を進めている [9]．ここで「運転者の注意方向」は運転者の注意

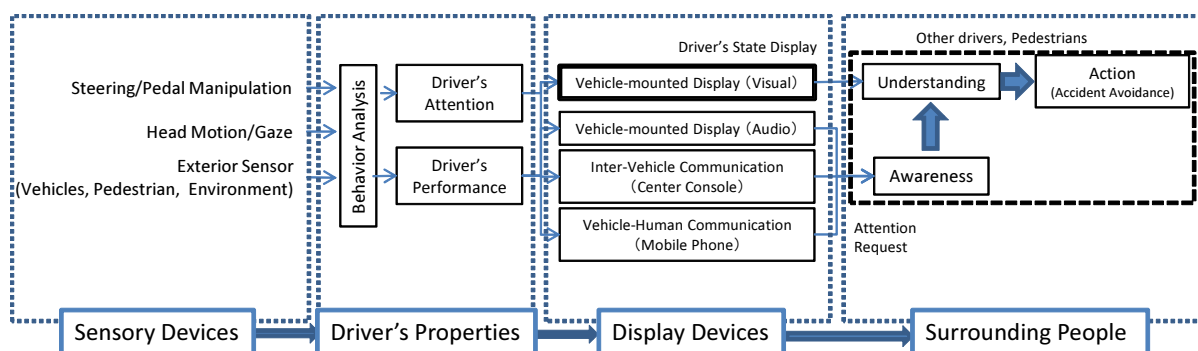


図 5 システムブロック図

Fig. 5 System Diagram

がどこに向いているのかを示すリアルタイムに近い情報であり主に顔向き・視線方向に対応する。当該情報の提示を受けた周囲の運転者・歩行者は当該車両の運転者の注意方向と自身の関係を注意のタイミングを含めて知ることができる。「運転者の状態」はより長い時間スパン（過去数分～数十分程度）の評価を反映した運転者の現在の運転状態の良否に関する情報であり、運転スキル等の本人の定常的なパフォーマンス、眠気・疲労等による注意力の低下、脇見等による注意の偏りなどを反映する。「運転者の状態」の提示を受けることによって周囲の運転者・歩行者は当該車両の持つ危険の程度について予測することが可能になる。

図 6, 7 は試作を進めている提示装置の例を示している。図 6 は車載型の表示装置であり運転者の注意方向や状態を視覚的に提示する。また危険度の高い車両については無線通信を利用して他車両の車載装置や歩行者の持つ携帯端末に音声および画像で危険情報を提示することを想定している（図 7）。これにより周囲の運転者、歩行者が当該車両に気づくことを容易にし、車載装置による情報提示につなげる（図 5）。

我々が実施した歩行者および他車両の運転者に対する情報提示の効果に関する実験では、接近車両の運転者に関する情報を提示することによって歩行者の横断意図や他車両運転者の注意の程度に変化が生じることを示唆する結果が得られている [9]。



図 6 運転者状態提示装置イメージ

Fig. 6 Vehicle-Mounted Display System



図 7 無線通信を利用した情報提示（左:他車両への提示, 右:歩行者への提示）

Fig. 7 Display Methods through Wireless Communication (left: on-board display, right: mobile device)

4. 社会的受容性

提案手法は運転者自身の状態を他者に対して開示するものであり、そのような方法を一般の運転者に受け入れてもらうことが可能かについて検討する必要がある。そこで我々は運転者状態の共有によって交通事故を低減するアプローチの社会的受容性を評価するために、インターネット上で大規模なアンケート調査を実施した（回答者数約 1,500

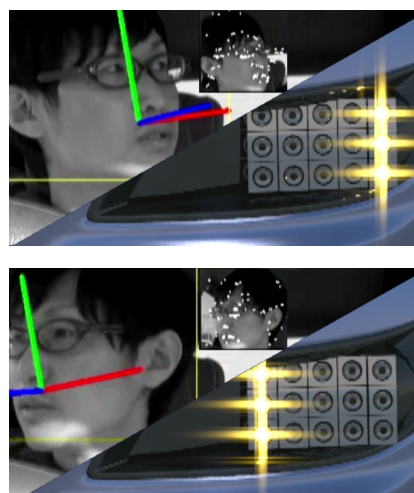


図 8 運転者注意方向の表示

Fig. 8 Example of Driver's Attention Displays

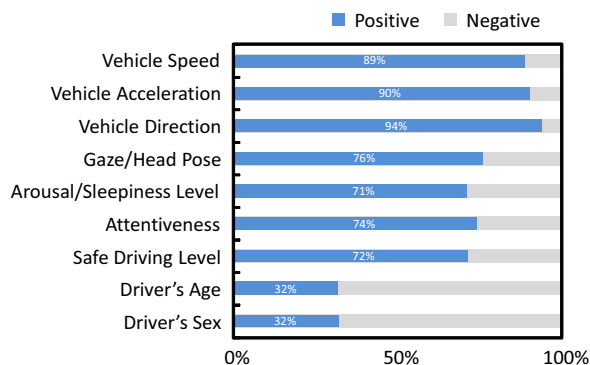


図 9 自身の運転に関する情報提示の許容度

Fig. 9 Acceptance Rate of Self-information Disclosure

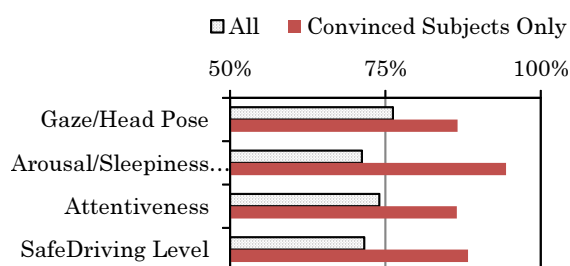


図 10 情報提示の許容度（効果があると考える回答者）

Fig. 10 Acceptance Rate for Convinced Subjects

名)[10]．詳細は文献[10]を参照されたいが、ここでは交通事故低減を目的として情報開示してよいかについて運転者状態を示す複数の項目について尋ねた結果について述べる．図 9 は提示情報毎に情報を提示してよいとする割合を示している．このうち車両の挙動に関連した項目（速度、加速度、移動方向）については約 90%の回答者が提示してよいと回答した（平均 91%）．ただし、これらの情報は前述の通り既存の運転場面でも車両の動きからある程度の認知が可能であることから、開示に対するハードルが低いと考えられる．一方で、「運転者の状態」「運転者の注意方向」に関連した項目は現状では開示されていない情報であるが、これらの情報についても 70%以上の回答者が情報提示してもよいと回答した（平均 73%）．

図 10 は、情報を提示してよいする割合をその情報が安全のために効果的であると回答している回答者に限定して算出した．ここにみられるように、回答者が当該情報の共有に効果があると考えている場合には状況共有の受容率が有意に上昇することが明らかになった．これらの結果は、今後提案手法の効果の有効性が明確になれば受容率が高まることを示唆している．

以上により、提案手法の社会的受容性について一定の確認ができたと考えられる．

5. おわりに

本報告では、運転者の状態を互いに共有することで交通事故低減を図ることを目指して進めている研究開発プロジェクトの現状について述べた．同プロジェクトでは、運転者状態の検知技術の開発、運転者状態の提示技術の開発、運転者情報の共有に関する社会的受容性の評価についてそれぞれ検討を進めている．運転者状態の検知では非装着型のセンサから得られる情報をもとに、観測される運転挙動をモデルデータと比較することで運転者の状態を評価する．検知された運転者の状態は周囲の運転者や歩行者に車載型の提示装置または車車間、歩車間通信によって提示される．提案手法の社会的受容性に関して行った大規模なアンケート調査では 70%を越える回答者から運転状態の共有に肯定的な回答が得られた．

今後はこれらの結果を踏まえて、実際に社会に適合可能な効果的な情報共有のあり方についてさらに検討を進めていく予定である．

謝辞 本研究は総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) の研究委託により実施したものである．

参考文献

- [1] <http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/>.
- [2] http://www.its.dot.gov/connected_vehicle/connected_vehicle.htm.
- [3] http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/index_en.htm.
- [4] 乗富修蔵, 内海章, 篠沢一彦, 萩田紀博, 高橋和彦. 局所的な画像特徴を利用した投票に基づく高速顔位置・姿勢推定. 電子情報通信学会技術研究報告, IE2012-88, pp. 35–40, 2012.
- [5] Akira Utsumi, Kotaro Okamoto, Norihiro Hagita, and Kazuhiko Takahashi. Gaze tracking in wide area using multiple camera observations. In *Eye Tracking Research and Applications*, pp. 273–276, 2012.
- [6] 乗富修蔵, 多田昌祐, 内海章, 山本直樹, 松尾典善, 鳥居武史, 志堂寺和則. 画像による顔姿勢推定を利用したドライバの運転挙動評価. 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2012-67, pp. 65–69, 2013.
- [7] 多田昌裕, 瀬川誠, 岡田昌也, 蓮花一己, 小暮潔. 装着型センサを用いた運転技能自動評価システムの開発と講習現場への導入の試み. 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU-108(263), pp. 1–6, 2008.
- [8] Masahiro Tada, Haruo Noma, Akira Utsumi, Makoto Segawa, Masaya Okada, and Kazumi Renge. Elderly driver retraining using automatic evaluation system of safe driving skill. In *19th ITS World Congress*, 2012.
- [9] 山本直樹, 内海章, 多田昌裕, 篠沢一彦, 萩田紀博. 視覚情報を用いた歩行者への注意喚起効果の検討. 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2012-29, pp. 63–68, 2012.
- [10] 志堂寺和則, 内海章, 多田昌裕, 山本直樹, 松尾典善, 鳥居武史. ドライバの認知状態共有に関する社会的受容性のアンケート調査. 電子情報通信学会技術研究報告, HCS2012-56, pp. 13–18, 2013.