センサ信頼度情報に基づく衝突警報システムの信頼感向上手法

堤 成 可*・和田 隆 広*・秋 田 時 彦**・土 居 俊 一*

A Method to Increase Drivers' Trust in Collision Warning Systems Based on Reliability Information of Sensor

Shigeyoshi TSUTSUMI*, Takahiro WADA*, Tokihiko AKITA** and Shun'ichi DOI*

Driver's workload tends to be increased during driving under complicated traffic environments like a lane change. In such cases, rear collision warning is effective for reduction of cognitive workload. On the other hand, it is pointed out that false alarm or missing alarm caused by sensor errors leads to decrease of driver's trust in the warning system and it can result in low efficiency of the system. Suppose that reliability information of the sensor is provided in real-time. In this paper, we propose a new warning method to increase driver's trust in the system even with low sensor reliability utilizing the sensor reliability information. The effectiveness of the warning methods is shown by driving simulator experiments.

Key Words: collision warning, trust, sensor reliability information, rear obstacle

1. はじめに

自動車にドライバの認知判断の負荷を軽減させる車載警報装置が搭載されつつある。特に車線変更時など認知負荷が高い状況を対象とした後側方警報などが提案されている。しかし、警報装置に用いるセンサによる計測には誤差が含まれ、警報装置の誤警報、不警報の原因となっている。このような誤警報、不警報などのエラーはドライバのシステムへの信頼感(以下、信頼感)を低下させる原因になっており、適切な信頼感が得られない場合には、システムの効果が十分に得られない可能性がある。

これまでに、警報システムの誤警報、不警報が信頼感に及ぼす影響が調査されている。たとえば、安部らは前方衝突警報を対象に、誤警報や不警報が生じた場合の信頼感の変化および、その運転行動への影響を調査している¹⁾。大桑らは、誤警報率の増加がドライバの認知特性に与える影響を調査し、SDT(Signal Detection Theory)を用いたシステムへの信頼・依存評価を行なっている²⁾。また、信頼感の結果として生じる行動を compliance と reliance とに分け、誤警報、不警報がそれぞれに及ぼす影響を調査する研究も行なわれている^{3),4)}。現実的には最良のパフォーマンスを得るために、

以上のような知見に基づいて、閾値を適切に調整することになる。しかしながら誤警報、不警報を同時に減らすことは難しく、抜本的な解決にはならない。

一方、われわれは時々刻々のセンサの信頼度情報が得られる状況を想定し、この情報を用いて警報提示方法を変化させる新しい警報提示手法を提案している⁵⁾。本手法では誤警報、不警報が発生しやすい状況を区別し、ドライバの信頼感の向上を図っている。具体的にはセンサの信頼度情報等を元に警報の閾値を二つ設け、センサ信頼度が高い場合には警報を提示し、センサ信頼度が中間域の場合には注意喚起を提示する。これにより誤警報、不警報を減らしつつ、センサエラー時のドライバのトラスト低下の低減を図っている。これは、岡部ら⁶⁾の提唱する人間と機械のリスクコミュニケーションによる信頼感の醸成手法の、警報装置としての具現化と捉えられる。ただし本手法では、注意喚起時にはドライバは自分で安全確認等を行なう必要があるため、緊急度の高い環境下で注意喚起が提示される場合には効果が低いとの懸念があった。そこで本論文では新たに、センサ信頼度情報が比較的低い状態であっても、衝突余裕時間(Time To Collision, TTC)などで計算される衝突リスクが高い場合には警報を提示する、新しい警報手法を提案する。

本論文ではまずセンサ信頼度情報に基づく警報のアルゴリズムを述べる。次いで、提案する警報提示手法の有効性をドライビングシミュレータを用いた実験にて従来手法と比較し検証する。特に本論文では、衝突危険性が高い、つまりドライバの負荷が高い運転環境下における、提案手法の有効性について、主観的信頼感、有効性などから調査する。

* 香川大学大学院工学研究科 高松市林町 2217-20

** アイシン精機 刈谷市朝日町 2-1

* Graduate School of Engineering, Kagawa University, 2217-20 Hayashi-cho, Takamatsu

** AISIN SEIKI Co. Ltd., 2-1 Asahimachi, Kariya
(Received February 4, 2011)
(Revised September 12, 2011)

2. センサの信頼度と警報のアルゴリズム

2.1 センサの信頼度情報

一般にセンサには誤差が含まれる。そのため、対象がいないのに警報を提示する誤警報や、対象がいるのに提示しない不警報が発生する。このような前提のもとに、いかにドライバのトラストを維持し、システムの効果を発揮させるかが課題である。今回提案する警報手法は、自動車に搭載されたセンサで周辺環境を認識し、センサ信号に含まれるノイズの多さなどをもとに、センシング結果の信頼度の情報が得られる状況を想定する。たとえば、秋田らはパーキングシステム用の後方視認カメラを用いた後側方警報システムを提案している⁷⁾。このようなシステムでは画像センシングにおける物体認識の存在確率の推定値をテンプレートに対する相関などによって算出することができる。本論文ではこのようなシステムを前提として、警報システムの信頼感を向上させることを目的とする。

2.2 衝突警報システムの信頼感向上手法

秋田ら⁵⁾は時々刻々算出されるセンサの信頼度情報を用いて誤警報・不警報の発生しやすい状況をドライバに伝えることでトラストを向上させる警報提示手法を提案している。具体的には、得られた結果から信頼度が高い場合にいわゆる「警報」を提示し、信頼度が中間域の場合にはそれと区別をした「注意喚起」を提示する。これによりドライバに警報システムの確実でない領域を伝えることができる。その部分をドライバの判断に任せることとなる。このような手法により信頼感の向上を実現している。

一方、上記手法は、危険が差し迫った状態において、注意喚起が提示された場合に、これに対応する時間が十分とれず、効果が発揮されにくい可能性がある。そこで上記手法に対して衝突リスクに関係する指標を付加し、センサの信頼度と衝突リスクの双方を考慮して警報の閾値を決める警報手法を提案する。提案手法では衝突リスクの指標として $1/TTC$ を用いる。

2.3 評価対象とする各警報のアルゴリズム

本論文では提案する手法と従来手法を後側方警報 (ROWS) に搭載し比較を行なう。本実験で使われる後側方警報の各条件の説明を以下に記す。ここで、センサでは接近車両との距離 D および相対速度 V_r が計測され、これとは別に、計測結果から得られる車両の存在確率 (信頼度情報) $R_s \in [0, 1]$ が得られると想定する。接近車両が存在する確率が高い場合は $R_s = 1$ であり、逆に確率が低い (いない) 場合は $R_s = 0$ である。中間値に近いほど判断しがたいことを示している。また、接近車両との衝突余裕時間 TTC は次式で与えられる。

$$TTC = \frac{D}{V_r} \quad [\text{s}] \quad (1)$$

(0) 警報なし (No sys 条件)

警報を搭載しない条件である。

(1) 従来手法 1 (Conv 1 条件)

センサの信頼度に基づく警報閾値を低めに設定したシステムである。不警報を減らし誤警報が増える設定となる。警報は以下の条件で提示される。

警報

$$TTC < 3 \quad \text{or} \quad D < 3 \\ \text{and} \quad R_s > 0.2 \quad (2)$$

(2) 従来手法 2 (Conv 2 条件)

Conv 1 とは逆に警報閾値を高めに設定したシステムである。誤警報を減らし不警報が増える設定となる。閾値設定以外の提示条件は Conv 1 条件と同様である。

警報

$$TTC < 3 \quad \text{or} \quad D < 3 \\ \text{and} \quad R_s > 0.8 \quad (3)$$

(3) センサ信頼度に基づく手法 (SRI 条件)

センサの信頼度に基づく警報閾値を 2 つ設定する。センサ信頼度が高い場合には警報を提示し、中間域 (いるかどうかわからない) の場合には注意喚起を提示する。警報と注意喚起は以下の条件で提示される。

警報

$$TTC < 3 \quad \text{or} \quad D < 3 \\ \text{and} \quad R_s > 0.8 \quad (4)$$

注意喚起

$$TTC < 3 \quad \text{or} \quad D < 3 \\ \text{and} \quad 0.8 \geq R_s > 0.2 \quad (5)$$

(4) 衝突リスク指標加味手法 (RISK 条件)

センサ信頼度と衝突リスク指標の双方を考慮して警報の閾値を決める警報手法である。警報と注意喚起は以下の条件で提示される。

警報

$$W_{th} \geq 0.3 \quad \text{or} \quad D < 3 \quad (6)$$

注意喚起

$$0.3 > W_{th} \geq 0.15 \quad (7)$$

ここに W_{th} は警報閾値を表わし、以下のように定義される。

$$W_{th} = R_s \times \frac{1}{TTC} \quad (8)$$

(6) 式より $R_s = 0.9$ であれば $TTC < 3$ のときに警報が提示される。また $R_s = 0.45$ の場合でも $TTC < 1.5$ となれば警報が提示される。つまり本手法ではセンサの信頼度が中間域でも衝突リスクが高い場合には警報を提示することが可能である。

(5) ミスなし (No miss 条件)

Conv 1 および Conv 2 と同様の警報であり、次式にて警報を発報する。ただし、センサエラーがない状況を想定し、誤報、不警報が存在しない、完璧な警報である。

$$TTC < 3 \quad \text{or} \quad D < 3 \quad (9)$$

なお No sys 条件を除く全条件においては、前方衝突警報も搭載されている。これには誤警報・不警報等のエラーがな

く、警報音のみでTTCが3秒以下になると提示される。

3. ドライビングシミュレータによる実験

3.1 実験装置

本研究では実車を改造した定置型ドライビングシミュレータ(以下DS)を用いて実験を行なう。外観をFig. 1に、構成をFig. 2に示す。前方の描画にはスクリーン(前方一面100インチ、二面80インチ)を用い、後方視界を実現するために車両後方に22インチの液晶ディスプレイを置いてサイドミラー越しに映るよう配置した。

また、前方のスクリーン左側に数字を提示している。これは実験参加者に数字読み上げタスクを課すことでディストラクションを誘発し、認知負荷の高い実運転環境に近づけるためである。また、右側後方の確認に集中させないようにドライバに対し少し左側に表示している。読み上げタスクに用いる数字は2秒ごとに更新される。

車内にはスピーカが置かれておりエンジン音と警報音が提示される。前方の警報提示は警報音を用いた。後方の警報には既存のRVM(Rear Vehicle Monitoring system)をベースとし、赤色だけでなく黄色を追加した二色のLEDをAピラーとサイドミラーの間に埋め込んだインジケータ表示によって行なう。インジケータは警報提示時には赤色点滅、注意喚起時には黄色が点灯される(Fig. 3)。

3.2 実験シナリオとタスク

実験に用いたコースは片側2車線の直線道路である。被験者車両(subject vehicle: SV), 先行車両(preceding vehi-

cle: PV), 後側方車両(principal other vehicle: POV)の位置関係とタスクの概略図をFig. 4に示す。先行車両に追従走行中に先行車両が急ブレーキ、それを右側の後側方車両に気をつけながら回避するシナリオである。文献5)では事故を起こしやすい環境に追い込み、警報が有効に働く環境にて実験を行なった。本シナリオはこれをさらに高負荷にしたものである。まず(a)実験開始時には前方に車両が2台いる。(b)実験開始後すぐに手前の1台がPVを追い抜く。実験参加者はこのコースの左側車線を時速60 km/hでPVに本人の感覚にあった自由な距離で追従して走行する。後側方からはPOVが距離を保ちながら走行している。ある程度走行すると途中で、PVが減速度 5.9 m/s^2 で減速する。この際(c) risky scenario では、時速80 km/hでSV後方約22 mからPOVが接近する。なおPVが減速するタイミングでPOVとSVのTTCが約3秒となる。一方、POVがSVに接近しない(d) safe scenario も存在する。

実験参加者には、Fig. 4に示される状況において、先行車を追従し、先行車減速による衝突可能性が生じた場合には、方向指示器を出した後に、レーンチェンジにて衝突回避し、回避後は速やかに左車線に戻るよう指示した。また参加者には、運転タスクを行ないつつ、前方スクリーン左側に提示される文字を更新されるたびに読み上げるよう指示した。

3.3 環境条件とセンサ信頼度の条件

本実験ではセンサの信頼度の変化を視覚的に認識してもらうため昼と夕方の2つの環境条件がある。昼と比較し夕方は

Fig. 1 Overview of driving simulator

Fig. 2 Composition of driving simulator

Fig. 3 Warning presentation method

Fig. 4 Experimental scenario

描画環境が暗く赤みがかったように変更されており、先行車両の減速に気づきにくく、ドライバの認知負荷が比較的高い設定となる (Fig. 5).

環境条件、車両有無の条件ごとにおけるセンサ信頼度分布を Fig. 6 に示す. 図中の上側が昼(day)条件, 下が夕方(dusk)条件である. 夕方条件において、画像センサなどを想定し、センサ信頼度が中間域の試行が多くなるよう設定している. 試行数は昼・夕方とも後側方接近車両がない safe scenario の条件数は 5, 接近車両がいる risky scenario の条件数は 10 である. 各条件内で risky scenario と safe scenario がランダムに発生する.

各条件における警報の提示状態を Table 1 に示す. Conv 1 条件では R_s に対する閾値が低いので safe scenario にて車両がないのに警報が提示される誤警報が発生しやすい. 逆に Conv 2 条件では閾値を高め設定しているため risky scenario にて警報が提示されない不警報が発生しやすい.

Fig. 5 Difference of the environmental conditions

Fig. 6 Number of events

Table 1 The resultant frequency of presented warnings (a) day

day	safe scenario			risky scenario		
	no warning	calling for attention	warning	no warning	calling for attention	warning
Conv1	4		1			10
Conv2	5			2		8
SRI	4	1			2	8
RISK	4	1				10

(b) dusk

dusk	safe scenario			risky scenario		
	no warning	calling for attention	warning	no warning	calling for attention	warning
Conv1	2		3			10
Conv2	5			4		6
SRI	2	3			4	6
RISK	2	3				10

い. SRI 条件では従来手法で誤警報・不警報として扱われた領域が注意喚起として提示される. RISK 条件は risky scenario では SRI 同様信頼度が中間域であった場合には注意喚起が提示されるが、車両が接近してくると警報が提示される. safe scenario での警報提示条件は SRI と同様である.

3.4 評価方法

実験には本研究に直接関与しない研究室学生である 21~25 歳の運転免許を所有する健康な成人男性 10 名が参加した. 運転歴は平均 4.3 年 (SD: 1.1) であった. なお実験は書面にて実験目的、内容および、実験への参加は自由であり、いつでも中断できることを説明し、書面にて同意を得た上で実施した.

実験はまずシステムの説明をかねた DS と警報システムになれるための習熟走行を行なった. その後、本実験を No sys 条件, No miss 条件の順で進め、そのほかの警報条件を実験参加者によってランダムとした. すべての条件を同一日に実施し、適時休憩を挟みながら行なった. 各条件とも 5 走行練習を行なった後、昼 15 走行, 夕方 15 走行の順で行なった. 実験参加者には昼条件, 夕方条件の終了後に信頼感 (Trust) と有効性 (Effectiveness) に関する主観評価を行ってもらった. 主観評価には Visual Analog Scale (VAS) を用い、信頼感には「信用できない」(0%)~「信用できる」(100%), 有効性は「使いたくない」(0%)~「使いたい」(100%)として評価していただいた. 走行後にはフリーコメントも任意で書いていただいた. 主観評価に加え、実験後に走行データから事故を起こした回数などを算出した.

4. 実験結果

4.1 信頼感の主観評価

システムに対する信頼感 (Trust) の主観評価の結果を Table 2 に示す. 表中には全員の昼条件と夕方条件の回答結果の平均と標準偏差を記す. No miss 条件が一番高く, RISK 条件がその他の 3 条件 (Conv 1, Conv 2, SRI) より良いことが見受けられる. そこで警報条件 (5 水準) を要因とした一元配置分散分析を行なった結果、主効果が有意であった ($F(4, 76) = 16.952, p < 0.000$). なお本論文ではすべての分散分析に先立ち、Mauchly の球面性検定を行ない、球面性仮定が成り立つことを確認している. Bonferroni 法にて多重比較を行なったところ、No miss 条件とその他の条件との間に効果の差が見られたが、その他の条件間では統計的な有意差は見られなかった.

ついで、非現実的な No miss 条件を除外し、Conv 1, Conv 2, SRI, RISK の 4 警報条件の差異の検討を行なっ

Table 2 Subjective evaluation of trust

Mean (S.D.) %				
Conv1	Conv2	SRI	RISK	No miss
56.0 (27.2)	56.9 (22.2)	59.2 (16.6)	70.5 (18.3)	89.7 (10.7)

た。これは、同一のセンサを使用して警報提示アルゴリズムのみを変化させた場合において、警報アルゴリズムによる信頼感の差異を比較するものである。警報条件(No miss 条件を除く4水準)を要因とした一元配置分散分析を行なった結果、主効果が有意であった($F(3,57)=3.836, p<0.014$) (Fig. 7)。また Bonferroni 法にて多重比較を行なったところ、RISK 条件と Conv 2 条件、SRI 条件間に有意傾向が見られた。

4.2 有効性の主観評価

システムに対する有効性(Effectiveness)の主観評価の結果を Table 3 に示す。有効性は RISK 条件および、Conv 1 条件において評価が高くなった。有効性に対し、警報条件(5水準)を要因とする一元配置分散分析を行なったところ、主効果が有意であった($F(4,76)=11.850, p<0.000$)。また Bonferroni 法による多重比較の結果、信頼感と同様、No miss 条件とその他の条件との間に効果の差が見られた。また Conv 2 条件と RISK 条件間に有意傾向が見られた。

また信頼感評価と同様に No miss 条件を比較対象から除いた結果を Fig. 8 に示す。警報条件(No miss 条件を除く4水準)を要因とする一元配置分散分析を行なったところ、主効果が有意であった($F(3,57)=3.839, p<0.014$)。また Bonferroni 法による多重比較の結果、RISK 条件と Conv 2 条件の間に有意差が見られ、RISK 条件と SRI 条件間に有意傾向が見られた。Conv 1 の評価は個人差があり、統計的な有意差が認められなかった。

Fig. 7 Average of subjective evaluation of trust

Table 3 Subjective evaluation of effectiveness

mean (S.D.) %				
Conv1	Conv2	SRI	RISK	No miss
61.6 (27.2)	52.9 (23.0)	58.4 (16.1)	69.0 (20.2)	85.7 (12.6)

Fig. 8 Average of subjective evaluation of effectiveness

4.3 事故数

実験参加者が事故を起こした回数を Fig. 9 に示す。提案する RISK 条件と SRI 条件において、No miss 条件と並び最も事故数が少なかった。主観評価とあわせ考えると、RISK 条件は SRI 条件と同等の効果を得つつ、SRI 条件よりも信頼感、有効性を高くできるシステムであることが示唆される。SRI 条件では夕方の事故が多い。これは注意喚起の提示回数が増えたことによるインターフェースの複雑化が原因と考えられる。また、No miss 条件においても事故が多い。これは警報を過信した状態で提示情報の見落としが生じたり、警報の提示タイミングが自身の感覚に合わず、提示前に行動をしたためだと思われる。

4.4 考察

警報システムに対する信頼感が影響を与える、人の態度、行動の分類として、警報への追従性(compliance)、依存性(reliance)がある。Meyer³⁾によれば、誤警報はドライバのシステムに対する compliance を低下させる、つまり衝突警報提示があっても警報対象に対する行動が不十分になると懸念される。一方、不警報は reliance を低下させる、つまり警報への依存が困難となり、警報によるワークロード軽減効果が低下すると懸念される。また Dixon et al.⁴⁾は誤警報は reliance へも悪影響を及ぼすとしている。compliance の低下が事故数の増加につながると解釈すると、誤警報の多い Conv 1 条件で事故が多いことは、compliance 低下が誘因の一つと捉えられ、従来の知見と一致する。一方、RISK 条件においても注意喚起提示時に車両がいない状態が含まれている。それにもかかわらず事故数が少ないことから、ドライバ自身で安全確認を行なうことを要求した注意喚起における車両不在は、通常の警報の不警報と異なり、compliance 低下を生じにくいと示唆される。

また、主観評価の有効性は当該システムを利用したいか否かを問うたものであり、reliance に関係すると思われる主観と解釈する。有効性主観評価において不警報が多い Conv 2 条件で有効性評価がもっとも低くなっており、従来研究の知見と一致する。また SRI 条件や RISK 条件では注意喚起領域を設けたことから不警報を生じにくくしたため、有効性が高くなったと解釈できる。また、信頼感についても同様の傾向が見受けられたが、顕著ではなかった。これは、今回のような高負荷、高緊急度環境下では、そもそも信頼感の醸成や、精度の高い信頼感主観評価回答が難しいことを示唆している。

Fig. 9 Number of accident

以上から、RISK 条件では SRI 条件と同様に注意喚起を設けることで、センサ信頼度が中間域における不警報・誤警報を減らすことによって reliance, compliance 両方の低下を抑制すると共に、高衝突リスク時に警報提示を行なうことによって、SRI 条件よりも信頼感、有効性ともに高い主観評価を得られるシステムであると考えられる。

一方、比較的緩やかな環境条件における SRI 条件の主観評価⁹⁾によれば、SRI 条件では有意に信頼感や有効性で高評価を得ることができた。これは認知・判断に余裕がある場合にはシステムのもつエラーリスクをドライバに伝えることで信頼感が得られることを示している。本稿の RISK 条件も同様の効果を期待できるはずであり、比較的緩やかな環境条件下で信頼感を得られることが期待できる。

以上から、RISK 条件では、比較的緩やかな環境条件において注意喚起で誤警報・不警報による信頼感低下を抑止するとともに、今回のような衝突が差し迫った環境では、警報提示を増やし、衝突リスクに応じた調整を行なうことにより、reliance を向上させ、有効性評価を高めることが可能な提示手法であると示唆される。

5. おわりに

本論文では警報システムがもつ誤警報・不警報がドライバに与える影響を考え、センサの信頼度情報および衝突リスクを用いて警報や注意喚起を提示することでドライバのシステムに対する信頼感向上を図る新しい警報提示手法の提案を行った。提案した手法を後側方衝突警報に用いてドライビングシミュレータに搭載し、衝突リスクが高い環境下にてその有効性を主観評価と事故率を用い評価した。実験から以下の結果が得られた。

1. 信頼感の主観評価の結果から、同程度のセンサを用いても、提案する手法によって評価の向上が示唆された。
2. 有効性については、不警報が多い従来手法(Conv 2)や、文献 5)で提案した手法(SRI)と比較し、提案する手法が高い評価を得た。
3. 提案する手法によって他の手法と比べ、DS 実験における事故数が最も少ない結果を得た。

以上から、提案手法は高負荷環境下において、ドライバのトラスト向上を図りつつ、同時に衝突リスクの低減も期待できるシステムであることが示された。

今後は環境の変化によるドライバのワークロードの変化と警報などのシステムの信頼感との関係を明らかにしていく。また、警報の提示タイミングによっても醸成される信頼感が異なると考えられる。これはセンサエラーとは異なる問題であり、重要な課題のひとつである。

参 考 文 献

- 1) 安部, 伊藤, 田中: 誤警報および不警報が前方衝突警報システムに対するドライバの信頼と運転行動に与える影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 8-4, 85/92 (2006)

- 2) 大桑, 光松, 本郷: ドライバ認知支援における支援情報の効果評価法の検討, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004, 561/566 (2004)
- 3) J. Meyer: Effects of warning validity and proximity on responses to warnings, Human Factors, 43-4, 563/572 (2001)
- 4) S. R. Dixon, C. D. Wickens and J. S. AcCarley: On the Independence of Compliance and Reliance: Are Automation False Alarms Worse Than Misses?, Human Factors, 49-4, 564/572 (2007)
- 5) 秋田, 堤, 和田, 土居: センサ認識信頼度を考慮した車線変更支援システム, 自動車技術会論文集, 40-6, 1581/1586 (2009)
- 6) K. Okabe and M. Kamata: Proposal on risk communication for safe driving support system, In Proc. ICROS-SICE International Joint Conference, August 2009, Fukuoka, Japan, 4151/4154 (2009)
- 7) T. Akita and K. Hayashi: Rear Obstacle Warning System Utilizing a Rear Monitor Camera, Review of Automotive Engineering, 29-3, 321/326 (2008)

[著 者 紹 介]

堤 成 可

2008 年香川大学工学部知能機械システム工学科卒業, 2010 年同年同大学大学院工学研究科知能機械システム工学専攻博士前期課程修了, 同年同博士後期課程入学, 現在に至る。自動車運転者の運転行動解析および運転支援システムの研究に従事。2010 年日本機械学会三浦賞受賞。

和 田 隆 広 (正会員)

1999 年立命館大学大学院総合理工学専攻博士課程後期課程修了, 同年同大学ロボティクス学科助手, 2000 年香川大学工学部助手, 2003 年同大学助教授, 現在准教授。人間機械システム, 交通予防安全の研究に従事, 博士(工学)。日本ロボット学会研究奨励賞(99 年), 自動車技術会賞論文賞(2008 年, 2011 年)などを受賞, 日本ロボット学会, 自動車技術会, 日本機械学会, IEEE などの会員。

秋 田 時 彦

1982 年岡山大学工学部電子工学科卒業。同年よりアイシン精機(株)入社, 2010 年香川大学大学院工学研究科知能機械システム工学専攻博士後期課程修了, 現在に至る。博士(工学)。車両運動制御システムおよび車両周辺環境認識システムの研究開発に従事。自動車技術会, システム制御情報学会会員。

土 居 俊 一 (正会員)

1972 年名古屋工業大学工学部工学研究科修士課程(機械工学専攻)修了。同年(株)豊田中央研究所入社。2004 年香川大学工学部知能機械システム工学科教授, 現在に至る。工学博士。機械振動および車両運動力学および交通予防安全技術分野の研究に従事。日本機械学会, 自動車技術会, 日本心理学会などの会員。