

ドライバーの視界補助を行なう Multi Angle Vision™ システム

Multi Angle Vision™ System to supplement Driver's Visual Field

清水 誠也	Seiya SHIMIZU
谷口 奨	Susumu TANIGUCHI
貴傳名 忠司	Tadashi KIDENA
山田 浩	Hiroshi YAMADA
山田 正博	Masahiro YAMADA



要 旨

近年、バックモニターを中心にドライバーの視界補助を目的とした車載カメラシステムの市場ニーズが高まっている。さらに縦列駐車などの簡便化を狙い、四つの魚眼カメラを用いて上空から見下ろした映像（俯瞰映像）をドライバーに提供するシステムが相次いで製品化され、技術的にも新たな進化を見せている。

従来のシステムでは、限られた視点・エリアしか映像表示できないため、利用シーンに制約があった。

そこで我々は、“3次元仮想投影視点変換技術”を用い、車両付近は路面平面上に周囲は湾曲面上にカメラ映像を合成することにより、立体映像を実現した周辺監視システム“Multi Angle Vision™”を開発した。

本システムは車両周辺を立体的な俯瞰映像で見たい視点から表示できることが特徴であり、駐車時や走行時などさまざまな利用シーンに合わせたカメラ映像を提供でき、ドライバーの視界補助に大きく貢献可能となった。また、夜間など低照度時に視認性の悪い車両側方に対し、近赤外LED照明を採用することで夜間の視認性を確保し、昼夜問わず車両全周囲の視界補助が可能となった。

Abstract

Recently, the market needs has grown for the vehicle-mounted camera system to supplement driver's visual field, mainly those for back monitors. Moreover, the technologies for the system are advancing. Among them, one technology provides images of downward view from the sky (bird's eye view images) to drivers by using four fish-eye cameras, for easy parallel parking, etc. Products using this technology have been commercialized one after another.

The conventional system was useful only in limited scene because it could provide images of limited areas and from limited angles.

With "the 3-D virtual projection viewpoint conversion technology," we developed "Multi Angle Vision™," which is a surrounding monitoring system that combines video images into 3-dimensional images with the area near the vehicle displayed onto a plane representing the road, and the surrounding area distant from the vehicle onto curved surface.

This system is characterized by displaying images of the surroundings of the vehicle in 3-dimensional bird's eye view from any arbitrary angle according to driving scene such as parking, and greatly contributes to supplement driver's visual field. Moreover, the nighttime visibility is ensured for the right and left sides of the vehicle where visibility is poor when the illumination intensity is low, e.g. in the nighttime, by adopting a near infrared LED lighting system, which allows drivers to see entirely around their vehicles even in the nighttime.

1

はじめに

近年、車両にカメラを取付けドライバーが直接確認できない車両周辺状況をカメラ映像で視界補助する車載カメラシステムが急速に普及している。最近では、カメラ1台による視界補助システムだけでなく、複数台のカメラを組み合わせてより広い範囲の視界補助を行う製品が相次いで発表されるなど技術進歩を見せている。

今回、我々は車両の全周囲をさまざまな視点から立体的な俯瞰映像として表示する“世界初”のドライバー視界補助システム「マルチアングルビジョン™」を開発した。本論文では、マルチアングルビジョン™の概要ならびに要素技術について紹介する。

2

開発の背景

2.1 車載カメラシステムに対する市場ニーズ

近年、車載カメラシステムはバックモニタ用途を中心にニーズが高まっている。例えば、米国では2008年2月に車両後方の視界確保を義務付ける法案「Cameron Gulbransen Kids and Cars Safety Act of 2007」が可決されている。また、日本では2007年に車載カメラの出荷台数が400万台を越えるなど、ドライバーの視界補助を行う車載カメラシステムが急速に普及している。最近では女性ドライバーや高齢者ドライバーが増えてきているため、車載カメラシステムへのニーズは今後より高まっていくと考えられる。

従来の車載カメラシステムの例

・バックモニタ

車両後方に取付けたカメラで車両後方映像を表示し、後退時の視界を補助する

・ブラインドコーナーモニタ

車両前端に取付けたカメラで車両前方映像を表示し、見通しの悪い交差点進入時の視界を補助する

・俯瞰映像システム

車両に取付けた4台のカメラで車両上空から見下ろした映像を表示し、縦列駐車時の視界を補助する

また、車載カメラシステムの種類もバックモニタのような1台のカメラを用いたシステムだけでなく、4台のカメラを使い車両上空から見下ろした映像で車両周辺の道路状況をドライバーに見せる俯瞰映像システムがさまざまなメーカーから相次いで製品化されるなど市場ニーズの高まりと共に技術進歩を見せている。

2.2 ドライバーへの視界補助に対する課題

前節で紹介した車載カメラシステムは、いずれもドライバーが直接確認できない死角部分の状況を映像で知らせることで、運転時に抱える“車両周辺に何かあるのではないか”という不安要素を取り除くことを目的としている。一般的にドライバーが運転時に感じる不安要因として次の三つがある。

①車体構造による視界制限

…車両のボディやピラーなど

②車両周辺の障害物による視界制限

…建物、車両、歩行者など

③人間の視界特性による制限

…一度に周囲360°を見ることができないなど

実際の利用シーンでは、これらの要因が複合的に存在しドライバーの安全運転を阻害する。このため、車載カメラシステムには、これら全ての要因を取り除けるようなものが求められるが、従来のシステムでは十分対応できていない。例えばバックモニタやブラインドコーナーモニタの場合、各システムの利用を想定しているシーンにおいて車両ボディによる死角や車両周辺の障害物によってできる死角部分を映像で見せドライバーの視界補助を行なっている。しかし、あくまで車両の後方や壁の向こう側といった死角を部分的に見せているに過ぎず、人間の視界特性による要因をカバーするという点では、サポートするには至っていない。また俯瞰映像システムの場合、車両を上空から見下ろした映像で車両周辺の路面状況を一度に見せてはいるが、固定された特定の視点からの映像しか表示できないため、ある限られたシーンでの利用に限られてしまう。このように従来のシステムでは、各システムがサポートを想定している限られたシーンにおける車両周辺の死角を部分的に映像化し視界補助を行っているに過ぎず、ドライバーの視界特性まで含めたトータルのサポートまで至っていない。

また、これらの要因に加えて夜間時のカメラ視認性低下への対策も重要である。昼間の明るい時間帯に比べ太陽が沈み暗くなる夜間では、カメラ映像も暗くなりカメラ映像中に存在する障害物の存在に気づかない場合が出てくる(図1)。周囲が暗い状況下でも車両周辺に存在する障害物をきちんとカメラで捉えることができるよう対策をする必要がある。

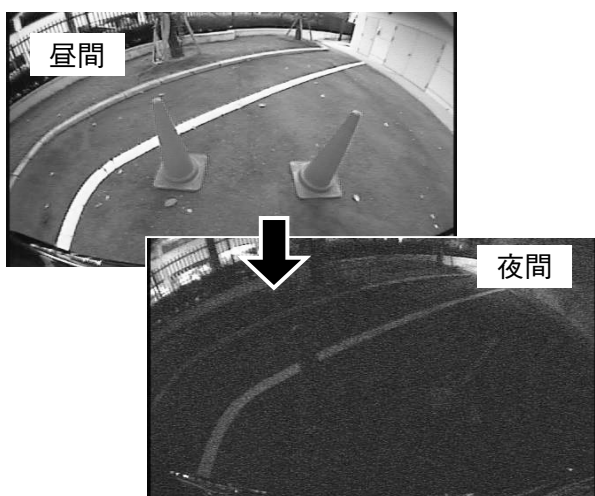


図1 昼間と夜間のカメラ映像の違い

Fig.1 Difference in Camera Image Brightness between in Daytime and in Nighttime

今回、車両ボディや車両周辺の障害物によって生じるドライバーの死角部分に対する視界補助に加え、ドライバーの視界特性までカバーする視界補助システム「マルチアングルビジョン™」を開発した。マルチアングルビジョン™では、車両全周囲360°をさまざまな視点から見る事が可能となっているため、乗車から走行までトータルにサポート可能な視界補助システムとなっている。

3 視界補助システム「マルチアングルビジョン™」の要素技術

3.1 マルチアングルビジョン™の概要

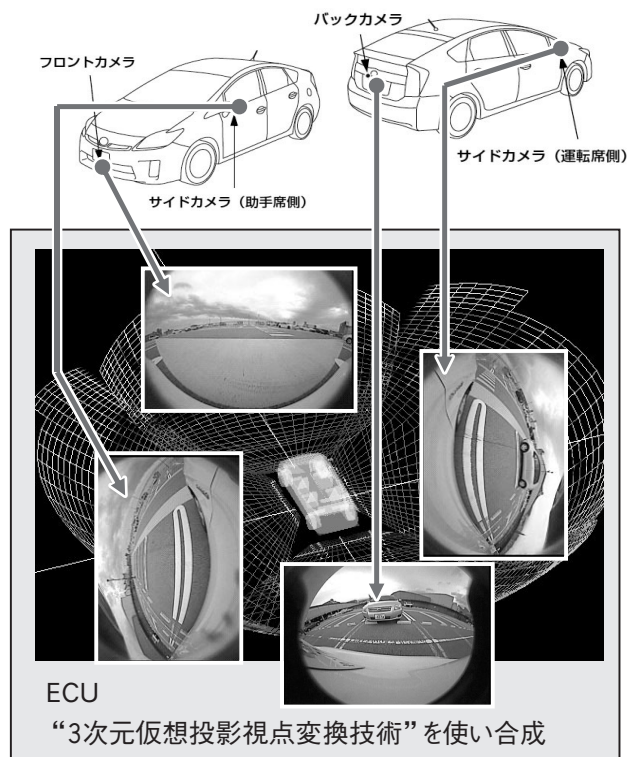
マルチアングルビジョン™とは、車両の前後左右に取付けた4台の専用カメラで撮影した車両周辺映像をECUで合成し、車両周辺に存在するドライバーの死角に対し立体的な俯瞰映像で視界補助する世界初のシステムである。

本システムは、専用カメラ4台、ECU1台、AVN1台で構成される。4台の専用カメラで撮影した車両周辺映像をECUに集約しリアルタイムに映像合成を行なう。映像は“3次元仮想投影視点変換技術¹⁾”を使い3次元モデル上に合成、シーンに応じた映像をAVNに表示しドライバーの視界補助を行う（図2）。

マルチアングルビジョン™ 専用カメラ

水平画角190°

サイドカメラ: 近赤外線LED内蔵



AVN (マルチアングルビジョン™対応)



シーンに応じた映像を表示

図2 マルチアングルビジョン™の概要
Fig.2 Outline of Multi Angle Vision™

本システムでは、“3次元仮想投影視点変換技術”を使うことで車両全周囲360°を任意の視点から立体的な俯瞰映像として見せることが可能となった。例えば、図3のように自分の車両を中心に回しながら車両周囲の安全を確認する画面や、図4のように後方から車両を見る画面など、従来システムにない特徴的な映像が表示できる。他に本システムで表示可能な画面を一部紹介する（図5・6）

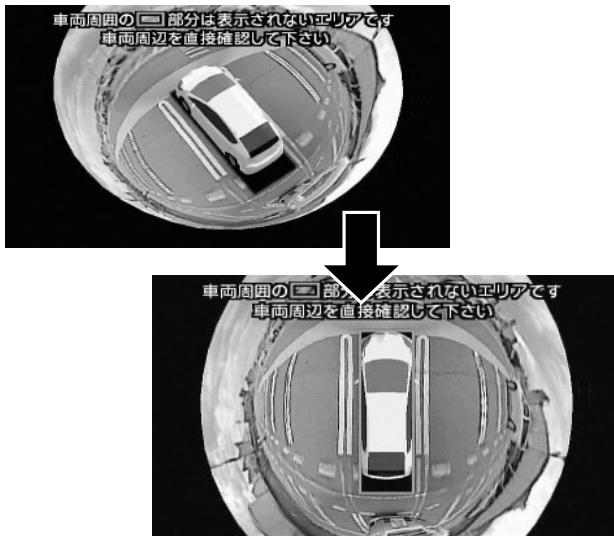


図3 車両周辺の安全確認に利用する映像
Fig.3 Image Used for Check Surroundings of Vehicle



図4 見通しの悪い交差点で利用する画面
Fig.4 Image Used for Check at Intersection with Poor Visibility



図5 駐車時に利用する画面
Fig.5 Image Used for Parking



図6 幅寄せ時に利用する画面
Fig.6 Image Used for Parking on Verge of Road

一方で、カメラ取付けに関する精度は非常に細かい精度が求められることとなった。これをクリアするためにカメラを車両に取付けた際に“キャリブレーション”を行うことで取付け時に生じる微小な取付け誤差を修正し、合成映像にズレがないようにしている。

また夜間時のカメラ映像視認性低下に対し、夜間でも車両周辺に存在する障害物をカメラで捉えられる様に“近赤外LED照明装置”の開発を行った。この対策により夜間のカメラ映像視認性を確保し、昼夜問わず車両全周囲の視界補助を可能とした。

他にも、バージョンアップ用データの読み込み用としてECUにSDカードスロットを搭載するなど今後の車種展開に必要な機能を設けている。

以上、マルチアングルビジョン™の概要ならびにシステム構成について述べた。次節以降でマルチアングルビジョン™を構成する重要な要素技術①3次元仮想投影視点変換技術、②キャリブレーション、③近赤外LED照明による夜間視認性向上技術を紹介する。

3.2 車両の全周囲を見たい視点から見せる

車両に取付けた4台のカメラ映像を“3次元仮想投影視点変換技術”を使い合成する。“3次元仮想投影視点変換技術”とは、映像を3次元の立体モデルに投影したものを任意の視点から見た映像に変換する技術です。この技術を使うことで、従来システムと大きく異なる映像を見せることを可能とした。

従来の俯瞰映像システムの場合、4台のカメラ映像を2次元平面上に画像変換・合成し俯瞰映像を生成している。このため、車両周辺にある物体が伸びきった映像となってしまう、また車両上空の特定の視点から見下ろした映像しか表示できないなど、限られたエリア・限られたシーンでの利用しかできなかった（図7）。

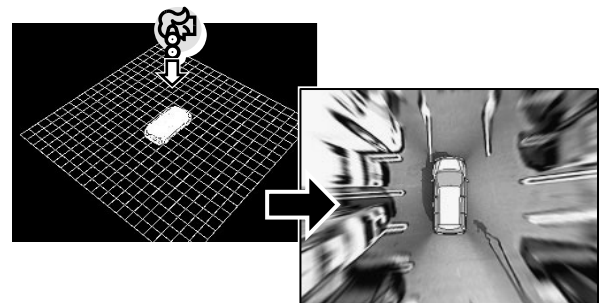
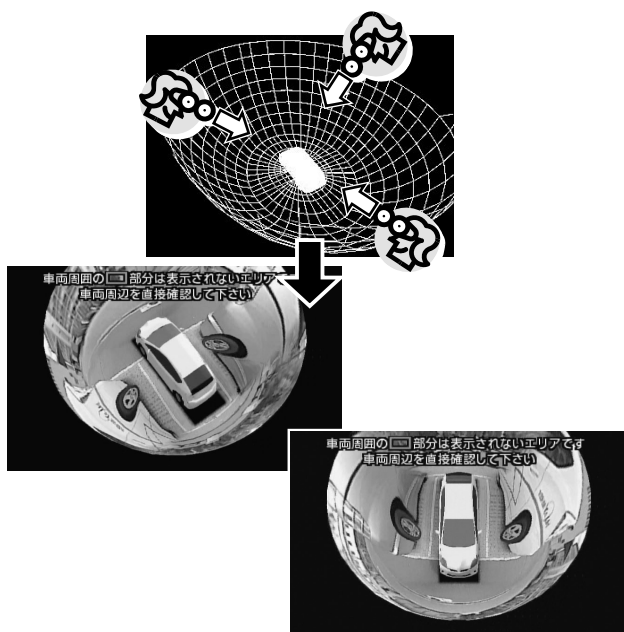


図7 2次元平面上への投影映像例
Fig.7 Image Example Projected on 2-D Model

これに対し、本システムでは“車両付近は路面平面上、周囲は湾曲面上”となるように設計された3次元モデル上にカメラ映像を合成している(図8)。これにより車両周辺の物体が伸びきってしまうのを抑え、従来に比べ広いエリアの映像をドライバーに見せることを可能とした。また、高速演算処理できるLSIを使用することで、ある視点での見え方をリアルタイムに演算可能としている。このため、従来タイプの車両上空からの俯瞰映像に加え、さまざまな方向から車両周辺をドライバーに見せることが可能となり、幅広いシーンでの視界補助を実現した。



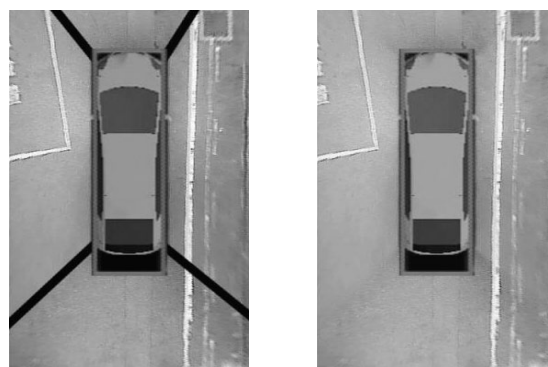
さまざまな方向から車両周辺を確認可能

図8 3次元モデル上への投影映像例
Fig.8 Image Example Projected on 3-D Model

3.3 カメラ映像の繋ぎ目をなめらかに見せる

システム搭載時に発生する微小なカメラ取付け誤差により生じる映像ズレを修正するためにキャリブレーションを行なう。キャリブレーションは、車両周辺に置いたマークを各カメラで捉え各カメラの取付け情報(位置・角度)を自動的に計算する。その計算結果を利用し合成映像上に生じる微小な映像ズレを自動的に補正し各カメラ映像を違和感なく繋ぐ技術である。

この技術を使うことで各カメラ映像同士をなめらかに繋ぐことを可能とし、従来タイプでは表示されていたカメラ間の境界線を、本システムでは無くすることが可能となった(図9)。



従来タイプの場合 マルチアングルビジョン™ の場合

図9 カメラ映像間の境界線表示例
Fig.9 Examples of Borderlines between Camera Images

また作業スペースや時間、機材の制約をできる限り緩和した方式としている。例えば、マークは各カメラで撮影できる場所であれば自由に置くことができるため、マルチアングルビジョン専用の作業スペースを確保する必要はない。作業に使用するアプリケーションはECUに内蔵、AVNを通して作業を行なうことができるため、特別な機材(パソコンなど)を新たに準備する必要がない。

3.4 夜間でもドライバーの視界補助を可能にする

夜間時、カメラ映像は暗くなり視認性が低下する。車両の前後左右にカメラを取付ける車載カメラシステムの場合、車両前後は車両に備わっている灯火装置により比較的明るく撮影できるのに対し、車両側方は灯火装置がなく暗い映像しか撮影できない(図10)。

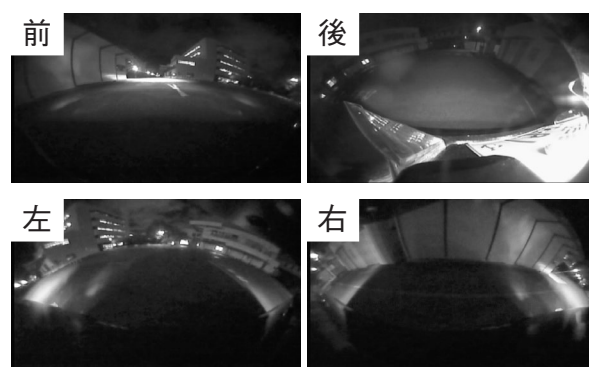


図10 夜間時のカメラ映像
Fig.10 Camera Images Captured in Nighttime

このような車両側方が暗い映像を俯瞰映像に合成しても、車両側方が暗い俯瞰映像にしかない。このため、サイドカメラの視認性を確保できる照明装置を開発する必要がある。今回、サイドカメラ用照明装置の開発で取組んだ内容を3点挙げる。

①不可視光である近赤外光を光源に使用

照明装置は自車ならびに他車の運転操作を妨げないよう不可視光である近赤外光を光源として使用した

②近赤外光を感じるカメラ

近赤外光を遮断するIRカットフィルタをカメラから除去した

③照明装置の照射範囲は車両側辺一体

夜間に車両全周囲の視認性を確保するため、車両側辺一体という広範囲を照射対象エリアに設定した(図11)。

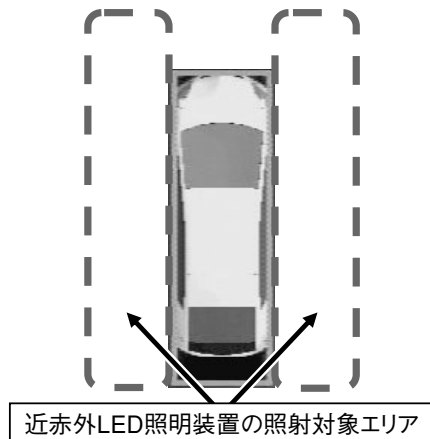


図11 本システムにおける近赤外照明の照射範囲

Fig.11 Irradiation Area by Near Infrared LED Lighting of This System

これらの対策を行なうことで夜間でもサイドカメラの視認性を確保し、昼夜問わず車両全周囲の視界補助を実現した(図12)。また、照明装置の照射範囲を車両側辺一体とすることで特定画面のみの利用ではなく、本システムで表示できる全ての画面を昼夜問わず利用することが可能となっている(図13)。

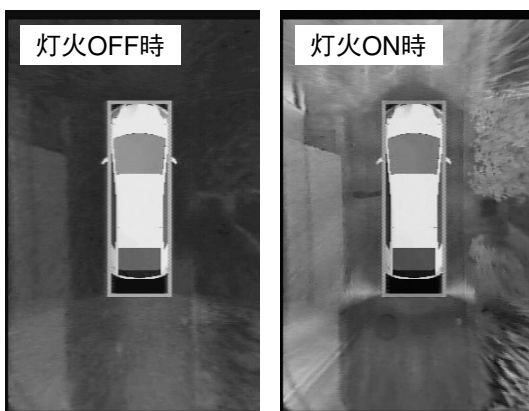


図12 灯火ON/OFFによる俯瞰映像の違い

Fig.12 Difference in Brightness of Bird's Eye View Images between with Lights on and with Lights off

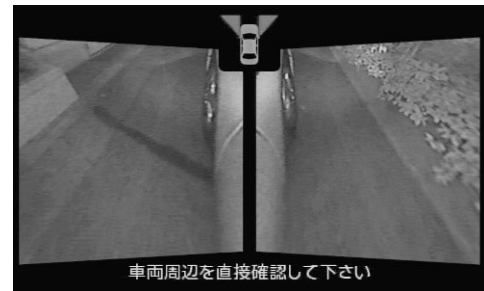


図13 夜間照明点灯時の各画面例

Fig.13 Example Images with Lighting System on in Nighttime

4 ドライバー視点で考えられた画面仕様

4.1 シーンに応じた判りやすい映像

さまざまなシーンにおいて、より判りやすく使いやすい画面となるようにドライバーの視点で考えている。例えば本システムのブラインドコーナーモニターは、車両前側方の状況確認には従来同等の映像に車両を後方から見た映像を同時に表示している。見通しの悪い交差点を右左折する場合、車両前側方の状況確認と後輪の巻き込み確認が同一画面で確認できる(図14)。



図14 見通しの悪い交差点を左折時の利用画面

Fig.14 Images Used for Turning Left at Intersection with Poor Visibility

また、3次元の立体モデルを任意の視点から見た映像に変換できる特長を活かし、駐車時に使用する俯瞰映像の視点角度をお客様の好みに応じて変更できる機能を搭載した。ドライバーの好みに応じて視点を3段階切替えて使うことができる(図15)。

視点角度設定画面



図15 視点角度変換

Fig.15 Images at Different Viewing Angles

4.2 搭載している車両に合わせた車両CG

俯瞰映像の中心にある車両CGを搭載している車両の車型・車体色に合わせて変更できる機能を搭載した。車型の変更により、車両の大きさ・形状が全く異なる場合でも、車両周辺状況をより忠実に再現可能とした（図16）。また、車体色を変更することで車両CGと自車の色を合わせドライバーが一体感を得られるようにしている。



図16 車種に応じた車両CGの例

Fig.16 Example of Vehicle CGs according to Vehicle Model

5

おわりに

今回、“3次元仮想投影視点変換技術”および“近赤外光照明による夜間視認性向上技術”を用いることで、昼夜問わずドライバーの視界をトータルにサポートする視界補助システム「マルチアングルビジョン™」を開発した。今回開発したマルチアングルビジョン™は、トヨタ自動車様のアルファード、ヴェルファイア、プリウスの3車種において2010年5月から販売店装着オプションとして製品化した。

本システムの開発により、さまざまな運転シーンにおいてドライバーに安心を提供し、更には車社会の安全に大きく寄与することが可能だと考えている。今後は視界補助に加え、予防安全や駐車支援を視野に入れた技術開発に取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 清水誠也ほか，全周囲立体システム，FJITSU，Vol.60, No.5, pp.496-501 (2009)

社外執筆者紹介


清水 誠也
(しみず せいや)

1989年株式会社富士通研究所入社。コンピュータグラフィクスと画像処理システムの研究・開発に従事。現在、ITS研究センターに在籍。

筆者紹介


谷口 奨
(たにぐち すすむ)

2008年入社。以来、車載カメラシステムの開発に従事。現在、ITS技術本部 システム統括部 技術四部に在籍。


貴傳名 忠司
(きでな ただし)

1986年入社。以来、カーマルチメディア商品（CD/TV一体機、AVNなど）の開発に従事。現在、ITS技術本部 システム統括部 技術四部に在籍。


山田 浩
(やまだ ひろし)

1988年株式会社富士通研究所入社。各種端末・ECUなどシステムの研究開発に従事。2009年4月より富士通テンに在籍、富士通研究所兼務。


山田 正博
(やまだ まさひろ)

1990年入社。音制御技術、画像認識システムの開発に従事。現在、ITS技術本部 システム統括部 技術四部に在籍。