

新型Multi Angle Vision™システム

New Multi Angle Vision™ System

貴傳名 忠 司 *Tadashi KIDENA*
 亀田 和 昌 *Kazumasa KAMEDA*
 藤岡 稔 *Minoru FUJIOKA*
 清 幸 栄 *Koei KIYO*
 伏見 文 孝 *Fumitaka FUSHIMI*

1

はじめに

近年、自動車にはより安全に快適に運転するためのさまざまなシステムが導入されている。特にドライバの視界支援を行う車載カメラを使ったシステムの技術が進歩しており、車載カメラ1台での車両後方の視界を支援するだけでなく、複数の車載カメラを使ってより広い範囲の視界を支援するシステムが相次いで製品化されている。

当社は2010年に“3次元仮想投影視点技術”を使った世界初の視界支援システム（Multi Angle Vision™）を開発、製品化しているが、今回、ドライバの視界支援などをさらに向上させるため新たな要素技術を開発したのでこれらについて紹介する。

2

開発の背景

2.1 車載カメラシステムの市場動向

車載カメラシステムの市場動向としては、視界支援を行うバックモニターが主流となり、市場は日本が中心で推移してきている。2013年に後方車載カメラの装着を義務化する“Cameron Gulbransen Kids and Transportation Safety Act (KT法)”が北米で施行が予定されていることから北米へ市場が拡大しつつある中で、日本市場では視界支援をより拡大し、ドライバの負担を軽減させるシステム（周辺監視システム）が導入されている。

我々は、既に量産されているMulti Angle Vision™をベースに、ユーザ利便性を向上させるガイド線機能や拡大画面機能を追加し、さらに車両工場での生産性を向上するためカメラの光軸調整時間の短縮を目的とし、本システムの開発に着手した。

3

システムの紹介

3.1 システムの概要

本システムの構成を図1に示す。

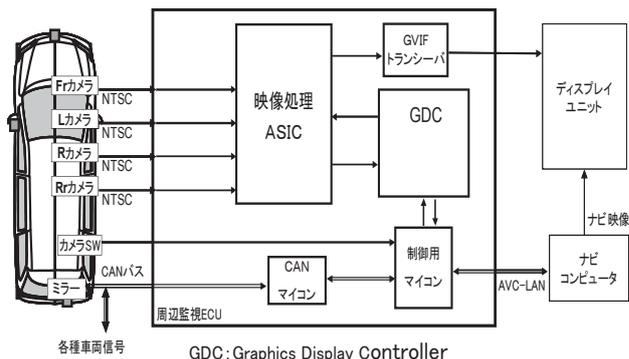


図1 システム構成

Fig.1 System Configuration

車両に取り付けられた4つの車載カメラの映像をNTSC信号でECUに取り込み、今回開発した映像ASICで処理を行う。処理された映像は、さらにGDC（Graphics Display Controller）で処理され、ディスプレイに表示させるためGVIFで出力する。また、シフトポジションなどの必要な車両信号はCAN通信を介してECUに取り込まれる。

3.2 画面追加機能

3.2.1 ガイド線表示

車両全周囲の視界支援を実現したMulti Angle Vision™に加え、駐車をアシストするガイド線表示を搭載した。

前進及び後退時のガイド線表示を図2に示す。

搭載したガイド線は、昨今ではバックカメラ画面上への表示で広く普及している後退時の「予想進路線表示(①)」、車両前方付近であってもドライバの視点からは確認しにくい車両外殻の軌跡を示す「外殻進路線表示(②)」、さらに前進時の車両の内輪を示す「内輪進路線表示(③)」を追加した。

ドライバは車庫入れや縦列駐車、前進駐車などさまざまな駐車シーンで、進路線を駐車したいスペースへ合わせることで容易にかつ安全に駐車をすることが可能となる。

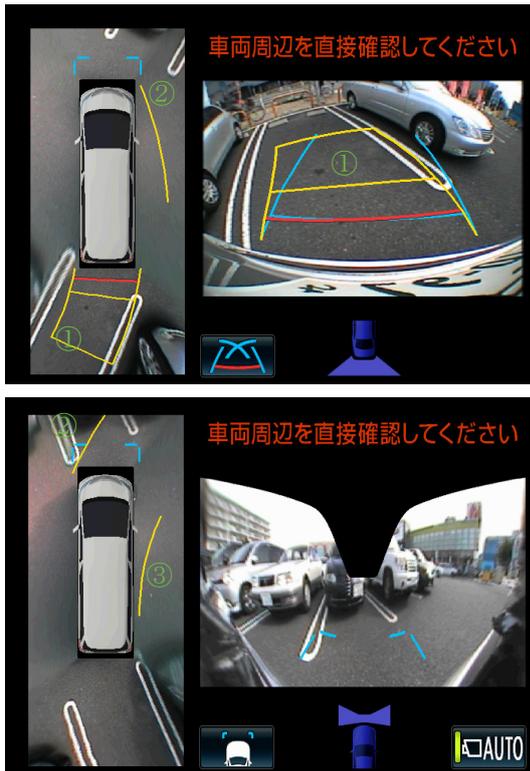
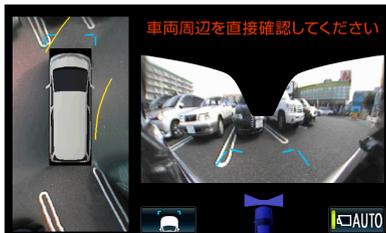


図2 駐車時のガイド線表示画面
Fig.2 Screens Showing Guiding Lines for Parking

3.2.2 拡大画面表示

駐車や出庫時の視認性の向上を目的に、俯瞰画面の拡大機能を追加した。拡大画面表示内容を図3に示す。

【通常俯瞰画面】



俯瞰拡大

【拡大画面】



図3 拡大画面表示内容
Fig.3 Display of Enlarged Image

拡大画面表示を開発するにあたり課題となったのが、自車の近傍に駐車された車両のバンパのような張り出しのある立体物に対する拡大表示の見せ方である。図4のように

従来の俯瞰映像の見せ方の場合、カメラから撮影された映像は路面を想定した平面に投影しているため、バンパなどの立体物は実際の位置に対して遠方に見えてしまう。拡大表示の場合、より車両に近い範囲を拡大するため、立体物へ誤って接近する可能性があった。



図4 立体物（バンパー）の投影される位置
Fig.4 Projected Position of 3-D Object (Bumper)

これに対し、図5のとおり、本システムではMulti Angle Vision™で実現した「お椀型」の3次元モデルへの映像投影を今回「逆お椀型」に改良することで、3次元モデルを真上から見下ろした時の車両直近の映像を圧縮することができ、俯瞰映像の立体物を実際の立体物とほぼ同じ位置で表示することが可能となった。

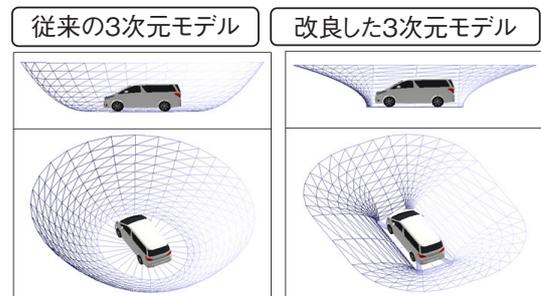


図5 3次元モデルの改良
Fig.5 Improvement of 3-D model



図6 画面表示例
Fig.6 Examples of Displayed Image

これにより、図6のように立体物との安全な距離感を保ち、映像拡大による視認性向上の両立を実現した。

4 要素技術の紹介

4.1 映像処理ASICの概要

図7に今回開発した映像処理ASICおよびその周辺のブロック図を示す。

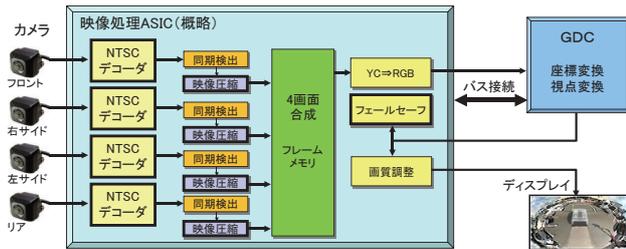


図7 映像処理ASICとその周辺のブロック図

Fig.7 Block Diagram of Image Processing ASIC and Its Peripherals

4.1.1 NTSCデコーダの内蔵

NTSC信号を3ライン適応型2次元YC分離フィルタにより輝度信号と色信号に分離し、YUV信号からマトリクス変換処理を行い、デジタルRGBデータを出力する。従来では汎用のビデオデコーダICを4個搭載していたが、本システムからは本機能をASICに内蔵し実装面積の削減を図った。その結果本機能の実装面積は、従来の639mm²から139mm²に大幅に削減できた。

4.1.2 フェールセーフ機能の内蔵

本システムではKT法への対応に伴い、ドライバの誤った判断を避けるため、フリーズした映像を表示させないようにする必要があった。そこで、GDCの想定外の要因による映像フリーズを検出するため、ASICに映像フリーズ検出機能を内蔵した。本回路では映像信号の符号化により、圧縮されたデータにてその判定ができるようにし、映像フリーズ検出の高速化を図っている。

4.2 自動光軸調整（キャリブレーション）技術の概要

4.2.1 Multi Angle Vision™ キャリブレーションとは

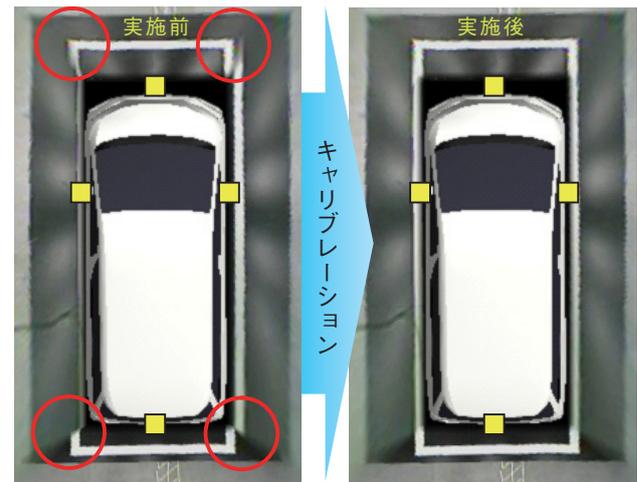
車両の周囲にターゲットマーカを設置し、車両に実際に取り付けたカメラにて、マーカ位置を認識することで、カメラの取付け角度を推定し、これにもとづいて、映像変換データを補正する技術をいう。

4.2.2 キャリブレーションの必要性

Multi Angle Vision™は、車両に搭載された4個のカメラの取付け角度にもとづいて、映像変換データを作成し、合成画像表示を実現する。しかしカメラの車両搭載時の組み

付け誤差などにより、カメラの取付け角度が設計値に対してずれることがあり、このずれを考慮せずに映像を設計値で扱ってしまうと、図8の左図に示すようにカメラ間で映像のつなぎ目がずれて不自然な合成画像になってしまう。

そこで、キャリブレーションによって算出されたカメラの取付け角度で画像の補正を行う必要がある。今回、車両メーカーの組立工場ラインで実施可能な車載カメラの自動光軸調整（キャリブレーション）技術を新たに開発した。



(○：映像ズレ発生箇所、■：カメラ搭載場所)

図8 キャリブレーション実施前後

Fig.8 Before and After Calibration

4.2.3 Multi Angle Vision™ キャリブレーションの車両組立工場への適用

車両メーカーの組立工場に対応するために下記の3項目に取り組んだ。

(1) 省スペースの実現

調整作業のスペースは、キャリブレーション専用のスペースを新たに確保するのではなく、最小限の設備で既存工程に導入する必要があった。そのために、車両の組立工場ラインの環境を調査し、最小限のマーカ設置範囲をPCシミュレーションで事前に検討した。また、車両の4隅の位置に配置するターゲットマーカを地面に平置きでなく、地面と直立させることで実現させ、既存の工程での作業を可能とした。

(2) 調整作業時間の短縮

従来の方法では、各カメラ映像からキャリブレーションに必要な多数の位置決めするポイントを画面上で作業者の手によって取得するために多くの時間を必要としていた。今回は、高精度な画像認識技術の導入により、車両の4隅に設置されたターゲットマーカ内の模様をカメラ映像から自動で検出する技術を開発した。さらに検出した複数のポイントを用いて、カメラの取付け角度を自動で推定する技術も開発した。

その結果、従来のキャリブレーション方法と比較して検出時間で約1/60、調整時間全体では約1/5程度の大幅な作業時間の短縮が可能となった。

(3) 調整用設備を最小限にした工程の実現

図9に示すキャリブレーション作業に使用するソフトウェアアプリケーションは全てECUに内蔵しており、カーナビゲーションなどのディスプレイを通して作業を行うことが可能で、ターゲットマーカのみでカメラ光軸調整工程を実現できた。

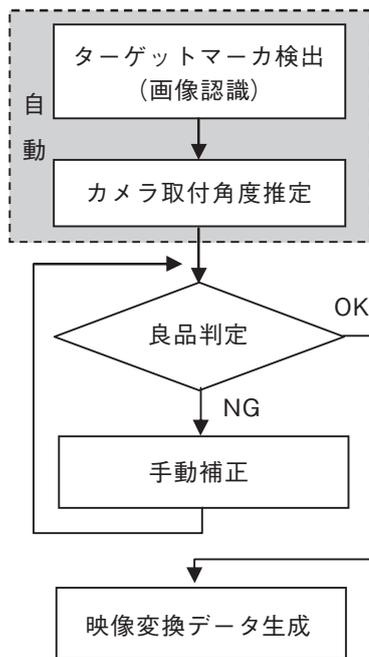


図9 キャリブレーションフロー
Fig.9 Flowchart of Calibration

組立工場のラインへの適用については、その要件出しや課題解決において車両メーカーの設計部署および車両工場の関係者の方々に多大なご協力を頂いた。

今回開発したキャリブレーション技術により、車両工場内で少ないスペースかつ短時間でカメラ取付け角度を精度良く求め、各カメラの映像変換データを補正することで、つなぎ目における映像ズレが補正され、車両周辺の映像(白線等)を精度良く連続的に繋げることが可能となった。

5

終わりに

今回、“画面追加機能”、“新開発の映像処理ASIC”、“カメラの自動光軸調整(キャリブレーション)技術”により、ユーザの利便性やフェールセーフ機能、カメラ光軸調整作業の生産性を向上させたシステムの製品化に成功し、トヨタ自動車(株)の高級セダンクラウン(2012年12月発売)にご採用いただくことができた。今後はさらなる改良に加え、視界支援をより向上させていくとともに、予防安全や駐車支援システムへ発展させる技術を開発していく。また、視界支援システムをより多くのユーザに使っていただけるようより安価なシステムを開発し、高級車のみならず、低価格車への普及に貢献していきたい。

6

謝辞

最後に、本システムの開発にあたり、キャリブレーションのコア技術の提供など、ご協力を頂いた(株)富士通研究所河合主任研究員と水谷主任研究員および関係者の皆様に心より感謝の意を表します。

参考文献

富士通テン技報52号(2010/12) p12-p18

筆者紹介



貴傳名 忠司
(きでな ただし)
AS技術本部システム技術部主査



亀田 和昌
(かめだ かずまさ)
AS技術本部システム技術部チームリーダー



藤岡 稔
(ふじおか みのる)
AS技術本部センサ開発室



清 幸栄
(きよ こうえい)
AS技術本部システム技術部



伏見 文孝
(ふしみ ふみたか)
SS技術本部PF開発部