

全周囲立体モニタシステム用車載向け グラフィックスSoC

Automotive Graphics SoC for 360° Wraparound View System

● 川西末広

あらまし

近年、車両周辺の死角エリアを削減することによって、自動車運転者の視覚支援を行うカメラシステムが進化している。富士通セミコンダクターが開発した全周囲立体モニタシステムは、立体的な曲面上に画像を投影することによって、自由に視点を変更し、見たい場所をクローズアップできるため、従来の俯瞰カメラシステムでは困難であった周辺の車両や歩行者の識別が可能となった。全周囲立体モニタシステムは、車載向けグラフィックスSoC(MB86R11/MB86R12)を使用して開発を行っている。本SoCは、ARM社のCortex™-A9を搭載し、OpenGL ES2.0対応のグラフィックスエンジン、各種周辺インタフェースを1チップに集積し、カメラ画像のキャプチャから合成画像の出力まで30 ms以内の低遅延と視認性向上処理機能による高画質を実現している。また、全周囲立体モニタ画像を作成・編集するミドルウェア、オーサリングツールによって、車両周辺360°のシームレスな画像を実現している。

本稿では、全周囲立体モニタシステムの概要とその開発プラットフォームについて解説する。

Abstract

Recently, camera systems have been evolving to assist the vision of automobile drivers and reduce their blind spots around a vehicle. The 360° wraparound view system developed by Fujitsu Semiconductor allows the driver to freely change the point of view to zoom in on a desired area by projecting an image on a 3D curved surface. This makes it possible for the driver to identify vehicles and pedestrians in the surrounding area, which was difficult with the existing overhead camera systems. The 360° wraparound view system has been developed by using graphics systems on a chip (SoCs) for in-vehicle use (MB86R11/MB86R12). These SoCs combine ARM's Cortex™-A9, integrate an OpenGL ES2.0-compliant graphic engine and various peripheral interfaces on one chip, and achieve a low delay of 30 ms from camera image capture to composite image output and high image quality with a processing function to improve visibility. In addition, the middleware and authoring tools for creating and editing full-perimeter 3D monitoring images has realized a 360° seamless view around a vehicle. This paper gives an outline of the 360° wraparound view system and an explanation about its development platform.

ま え が き

近年、バックガイドモニタをはじめ、自動車にカメラを搭載し、車両周辺の死角エリアを削減することによって、運転者の視覚支援を行うカメラシステムが進化している。複数のカメラを使用した視界補助として、四つのカメラ画像を合成して自車両周辺をモニタ表示する俯瞰カメラシステムなどが実用化されている。しかし、これらのシステムは俯瞰映像のみしか表示できず、周辺の車両や歩行者の識別が十分にできないという課題があった。このような課題を解決するため、富士通セミコンダクターは多様な運転状況ごとに適切な視界画像を運転者に提示するための技術として、全周囲立体モニタシステムを開発した⁽¹⁾⁻⁽³⁾

本稿では、まず全周囲立体モニタシステムの概要と使用する開発プラットフォームについて解説する。次に、実際の利用シーンと高画質化対応について述べる。

全周囲立体モニタシステムの概要

運転者は、駐車、右折・左折、合流などの多様な運転シーンに応じて、迅速にその視界を確認し、安全性の確保に努めなければならない。そのため、目視に加えて、ルームミラー、左右ドアミラーな

どの各種ミラー、更にはバックガイドモニタなどの視界補助システムを駆使することになる。しかし、運転者にとって見るべき視界の情報が統合されていないため、視野確認における負荷の軽減は不十分である。

このような課題を解決するため、自車両の全周囲の画像を自由な視点からモニタに表示し、表示画像の切替え時に滑らかな視点移動ができる、全周囲立体モニタシステムを開発した。

既存技術である俯瞰カメラシステムは、車両の前後左右に取り付けた4台のカメラで撮影した画像を車両真上から見た俯瞰画像へと変換し、画面上で合成して運転者に提示する {図-1 (a), (b)}。これに対して、全周囲立体モニタシステムは、同様に車両の前後左右に取り付けた4台のカメラで撮影した画像を、仮想的な3次元の立体曲面に投影し、その立体曲面の画像を任意の視点からの画像に変換する「3次元仮想投影視点変換技術」を用いている。4台のカメラで撮影した画像は俯瞰カメラシステムと同一であるが、視点変換を行った後、自由な視点から見たい画像を表示できるため、合成後の画像は従来技術のものとは大きく異なる {図-1 (c)}。また、立体曲面に投影するため、車両からの距離が離れても、個々の撮影素子が受け持つエリアが極端に大きくならない。更に運転者が表示

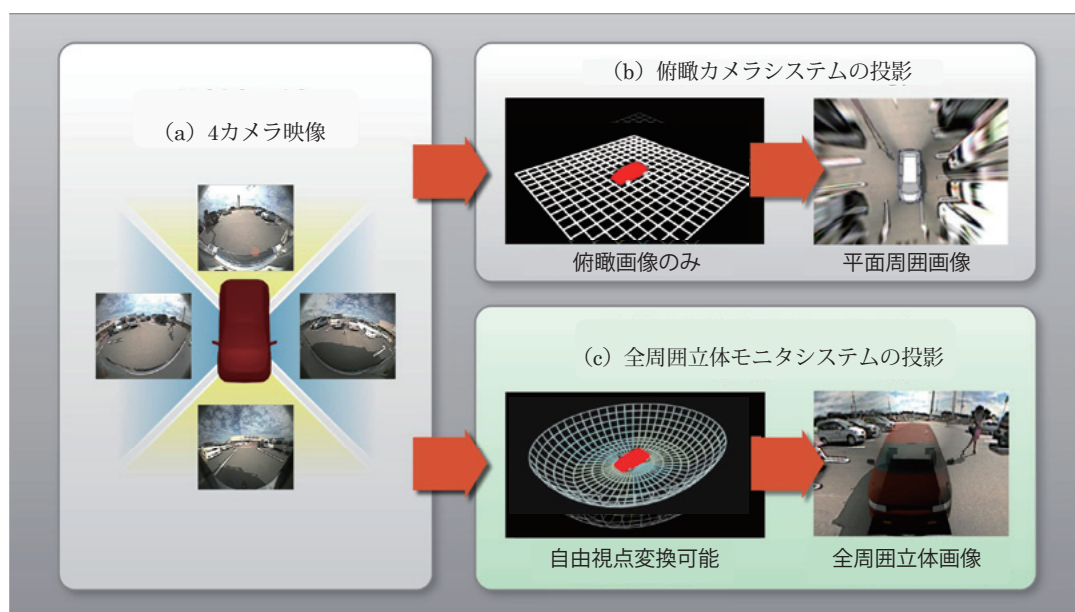


図-1 投影方法の比較

画像を切り替える際、滑らかに視線移動ができるように「視点補間技術」を用いた。視点の切替え前後で視点位置・視線方向・視野範囲を補間して表示することで、どの位置から車両を眺めた画像かを瞬時に認識することができ、視野確認における運転者の負荷の軽減につながる。

開発プラットフォーム

本章では、全周囲立体モニタシステムの開発プラットフォームである車載向けグラフィックスSoCと全周囲立体ミドルウェアとオーサリングツールについて述べる。

● 車載向けグラフィックスSoC(MB86R11/MB86R12)

全周囲立体モニタシステムにおいて、四つのカメラ画像を取り込み、同期を取りながら多重化合成処理後、全周囲立体画像の合成処理は、車載向けグラフィックスSoC (MB86R11/MB86R12) が行う (図-2)。本SoCはプロセッサコアとして、英国ARM社のCortex™-A9を搭載し、OpenGL ES2.0対応のグラフィックスエンジン、ビデオ処理回路、メモリ回路、四つのカメラ画像をダイレクトに入力できるYUV入力のほか、車載用の周辺インタフェースを1チップに集積したものである (表-1)。四つのカメラ画像のキャプチャから合成画像の出力まで30 ms以内のリアルタイム動作と視

認性向上処理機能による高画質を実現している。

● 全周囲立体モニタ用ミドルウェアとオーサリングツール

全周囲立体モニタシステムを実現するミドルウェアを構成するソフトウェアライブラリは、OpenGL ES2.0に対応しており、全周囲立体モニタ画像の作成に必要な3D描画を行う。そのほか、VEU (Visibility Enhancement Unit), GDC (Graphics Display Controller) の各種ドライバで構成されている (図-3)。また、各種視点での全周囲立体モニタ画像を作成するためのオーサリングツールも併せて用意している。オーサリングツールには、画面モード単位で設定したオブジェクトを描画・表示する機能、アプリケーションから入力された情報を基に、現在の画面モードにおける表示オブジェクト、またはユーザが指定する対象画面モードのオブジェクト管理を行う機能、視点パラメータを変更することにより、表示画面にある全周囲立体オブジェクトの視点を自由に変換できる機能、IDで管理された画面モードを遷移させる機能、ライブラリで初期設定された値と実際のカメラの取付け位置と角度情報とのずれを計算し、その結果に基づいて、キャリブレーションを行う機能がある。

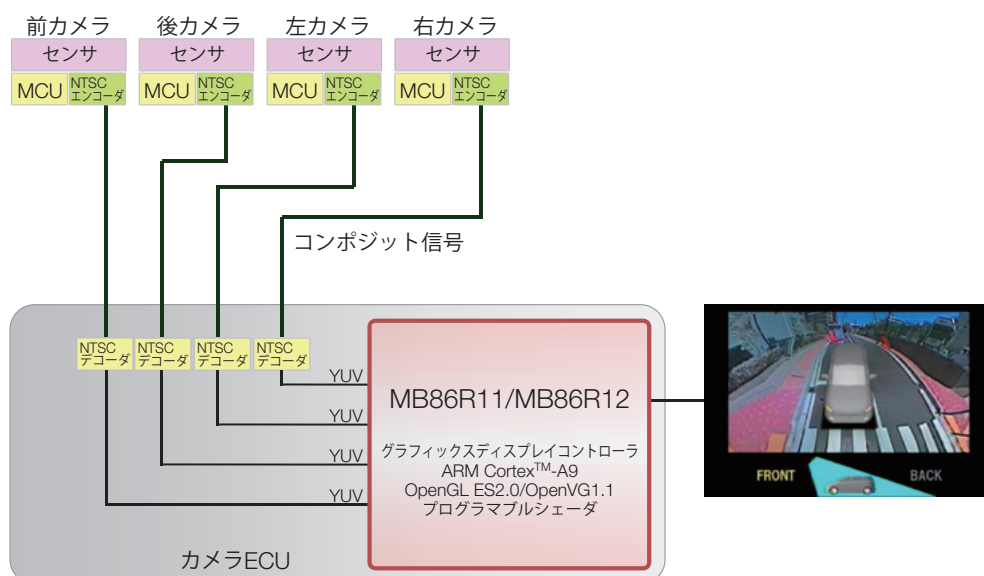


図-2 全周囲立体モニタ システム構成

表-1 MB86R11/MB86R12の主な仕様

項目	MB86R11	MB86R12
プロセス テクノロジー	CMOS 65 nm	同左
動作電圧	内部回路部：1.2±0.1 V I/O部：3.3±0.3 V DDR3：1.5±0.1 V/DDR2：1.8±0.1 V	同左
CPU動作 周波数（最大）	ARM Cortex™-A9 400 MHz, NEON	ARM Cortex™-A9 533 MHz, NEON
グラフィックス	OpenGL ES2.0規格準拠 ユニファイド・プログラマブルシェーダ機能 2D描画機能, 8レイヤオーバーレイ, ディザリング, ガンマ補正 ビデオ出力（最大）：1600×1200, DRGB/RSDS, TCON ビデオ入力（最大）：1280×720	同左
周辺I/O	USB2.0 Host/Function, USB2.0 Host, SDIO/MMC, 12 bit A/Dコンバータ, I ² C (I/O voltage：3.3 V), CAN (I/O voltage：3.3 V), MediaLB (MOST25/50), USART/UART, GPIO, SPI, Quad SPI, I ² S, PWM, IrDA (Ver.1.0), TS I/F, Ethernet link, IDE66 (ATA/ATAPI-5)	APIX2, SDIO/MMC, 12 bit A/Dコンバータ, I ² C (I/O voltage：3.3 V), CAN (I/O voltage：3.3 V), MediaLB (MOST25/50), USART/UART, GPIO, SPI, Quad SPI, I ² S, PWM, IrDA (Ver.1.0), TS I/F, Ethernet link, IDE66 (ATA/ATAPI-5)
動作温度範囲	−40℃～+85℃	同左
消費電力	1.8 W (TYP)	2.0 W (TYP)
パッケージ	PBGA544ピン	TEBGA544ピン

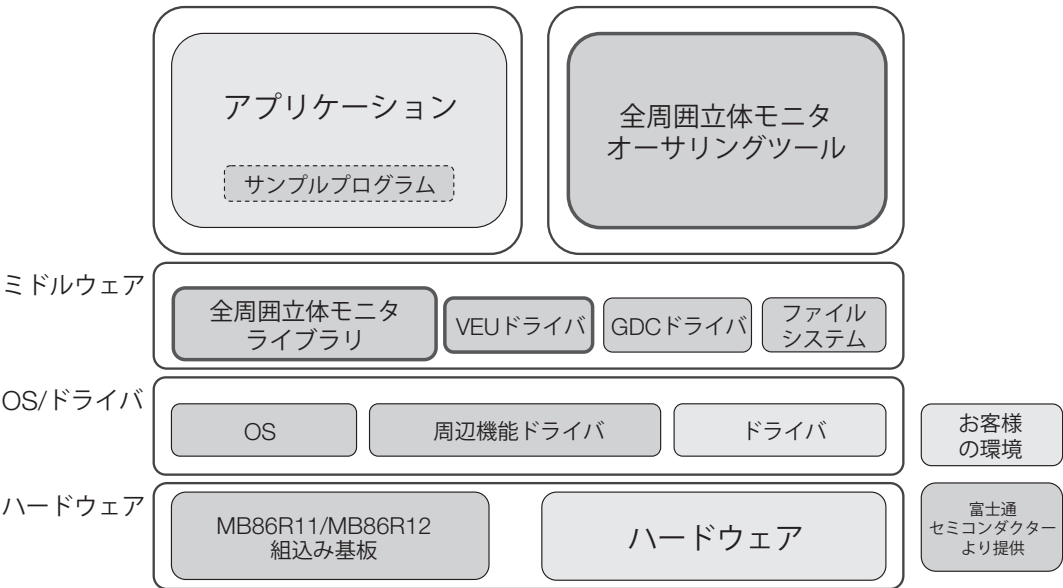
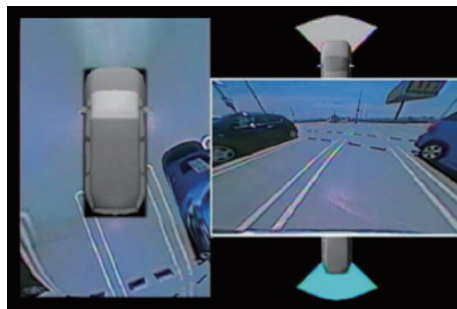


図-3 全周囲立体モニタ ソフトウェア構成

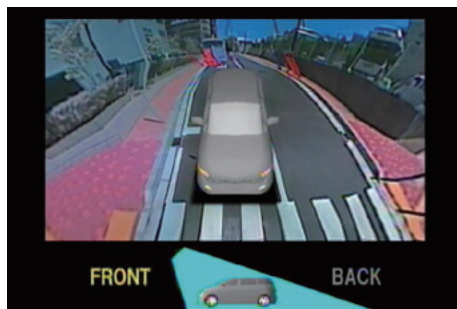
実際の利用シーン

全周囲立体モニタシステムは、車両の前後左右の4か所に取り付けた汎用の車載カメラ画像を合成表示することにより、様々な運転シーンで利用することができる。駐車時には、運転者の死角とな

る領域を、全周囲立体モニタの画像と単カメラ画像を併せて表示することによりカバーし、スムーズで安全な駐車を支援できる {図-4 (a)}。走行時には、自車両周辺を広いモニタ映像にし、運転者の直感的な空間把握を可能にする自車両周辺の情報を提供できる {図-4 (b)}。前方からの視点の場

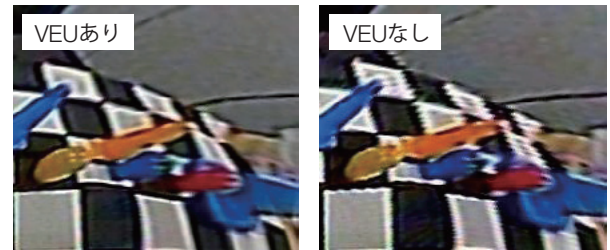


(a) 駐車時のモニタ例



(b) 走行時のモニタ例

図-4 全周囲立体モニタ映像



(a) ジャギの低減



(b) 視認性向上

図-5 VEUの効果



(a) 単一カメラ映像



(b) 全周囲立体モニタ映像



図-6 アナログカメラと高解像度デジタルカメラとの画質比較

合は、左右を反転されることでバックミラーのような画像となり、車線変更時に効果的である。

高画質化対応

● 視認性向上機能による画像補正

MB86R11/MB86R12には、VEU機能を内蔵している。VEUには、IP変換処理、拡大縮小処理、輪郭強調処理、色彩処理など、視認性を向上させる機能があり、カメラ入力画像に対して、それぞれの機能による補正処理を行うことができる。これらの機能により、アナログカメラ画像で特有のノイズによるちらつき、拡大部分で目立つジャギを低減し（図-5 (a)）、夜間や逆光など照明光の不均一に起因し視認性が劣化したカメラ画像をリアルタイムに改善する（図-5 (b)）。

● メガピクセルカメラによる画質向上

現在、車載カメラ分野では一般的なアナログ出力の30万画素カメラを用いているが、高精細モニタの普及、および画像認識機能との併用化のニーズから、120万画素クラスのメガピクセルカメラの搭載が進むと思われる。MB86R11/MB86R12の四つのYUV入力に、1280×800 pixelカメラの画像を取り込むことにより、これまでのアナログカメラよりも高画質な全周囲立体モニタ画像を、ドライバに提供することが可能になる（図-6）。

む す び

全周囲立体モニタシステムは、車載グラフィックスSoC（MB86R11/MB86R12）と全周囲立体モニタ画像を作成、編集するミドルウェア、オーサリングツールにより、実現している。本システムに用いた技術は、現在、車載グラフィックスSoCと画像処理ソフトウェアによる映像ソリューションとして、また、車載カメラ視界補助システムとして既に製品化している。今後は、乗用車だけでなく、トラック、バス、建設機械車両への搭載、更には監視カメラシステムへの応用も進めていく予定である。また、多様な運転シーンに応じて視点変換できる全周囲立体モニタシステムの画像と画像認識技術によるHMI（Human Machine Interface）システムと連携することで、先進のドライバアシスト機能を提供していく予定である。

参考文献

- (1) 清水誠也ほか：全周囲立体モニタシステム. *FUJITSU*, Vol.60, No.5, p.496-501 (2009).
- (2) 豊田雄志ほか：車載カメラ映像の視認性向上処理技術. *FUJITSU*, Vol.59, No.4, p.403-409 (2008).
- (3) 富士通セミコンダクター：ドライバの安全を視覚でサポートするグラフィックスソリューション 全周囲立体モニタシステム. *FIND*, Vol.29, No.3, p.19-21 (2011).

著者紹介



川西末広 (かわにし すえひろ)

富士通セミコンダクター（株）
アドバンストプロダクト事業本部映像
ソリューション事業部 所属
現在、車載グラフィックスSoCの技術
サポートに従事。