

車載メディアプレーヤー

安田光宏* 成木研一*
中村好孝*
荒木芳尚*

In-Car Media Player for Rear Entertainment System

Mitsuhiro Yasuda, Yoshitaka Nakamura, Yoshihisa Araki, Kenichi Naruki

要 旨

車室内の後部座席における快適性や娯楽性を高めるために、後部座席専用のテレビ、CD (Compact Disc) / DVD (Digital Versatile Disc) プレーヤーやゲーム機器を接続できるエンタテインメント機器 (リアシートエンタテインメントシステム) がオプションとして主に高級車種に搭載されている。

近年、デジタル化が進みCD / DVDといったディスクメディアに加えて、USB (Universal Serial Bus) メモリやメモリーカードといったメディア、さらにはiPhoneやiPod^(注1)等に代表されるメディアプレーヤーを車内に持ち込み、乗客ごとに個別のコンテンツを楽しみたいというニーズがある。

リアシートエンタテインメントシステムは、各メディアの再生機能及びディスプレイへの出力機能等を担うメディアプレーヤーとディスプレイからなっている。リアシートエ

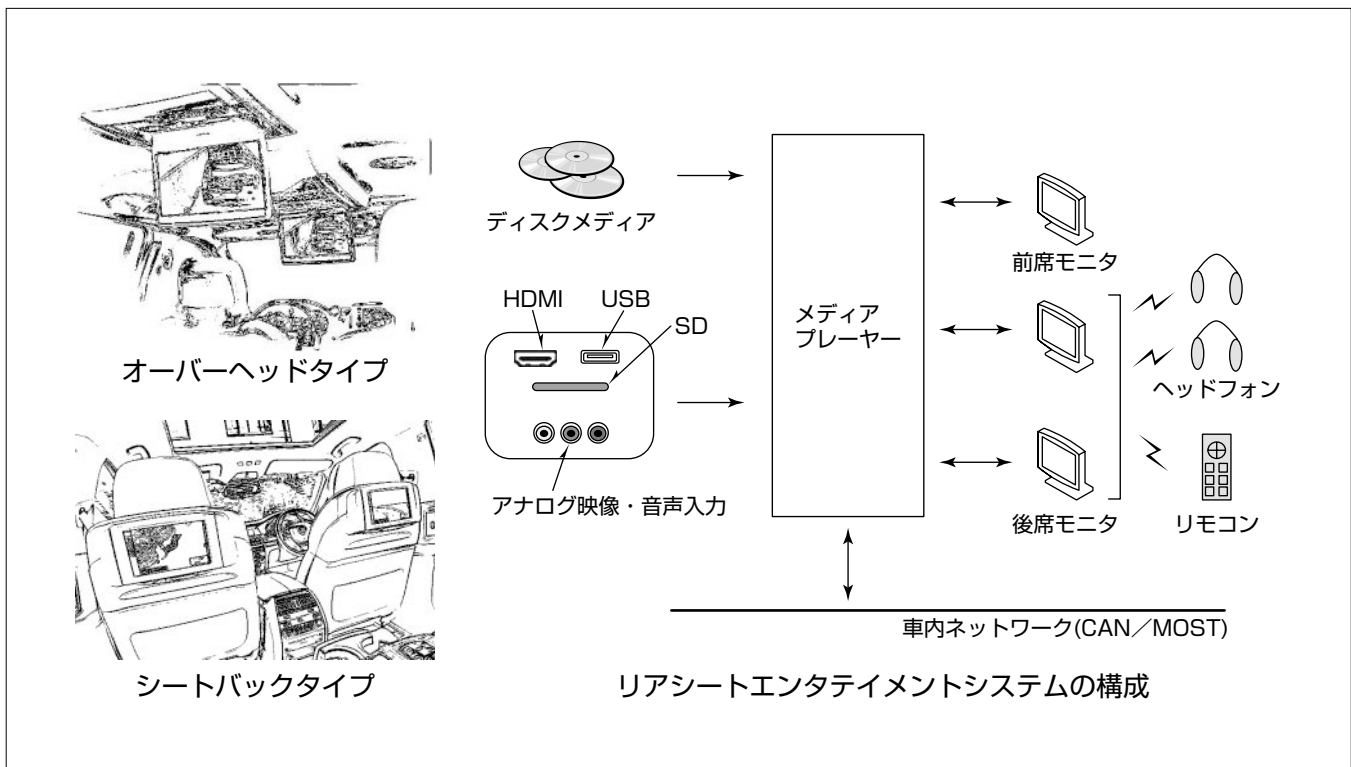
ンタテインメントシステム搭載用として、車載OEM (Original Equipment Manufacturer) 製品では三菱電機初となるブルーレイディスク (Blu-ray Disc^(注2) : BD) 再生対応のメディアプレーヤーを開発した。

本稿では、BD以外に様々な音声及び映像コーデックの対応、iPhoneやiPod等の音楽プレーヤーとの連携、後部座席用2画面独立再生、CAN (Controller Area Network) やMOST^(注3) (Media Oriented Systems Transport) で接続されたラジオチューナーなどとの連携といった多くの機能を持ったメディアプレーヤーについて、その機能及び技術について述べる。

(注1) iPhone, iPodは、Apple Inc. の登録商標である。

(注2) Blu-ray Discは、Blu-ray Disc Associationの登録商標である。

(注3) MOSTは、Standard Microsystems Corp. の登録商標である。



リアシートエンタテインメントシステムの種類と構成

リアシートエンタテインメントシステムにはディスプレイの設置場所によって、図に示すようなオーバーヘッドタイプ、シートバックタイプがある。また、このシステムのシステム構成は図のとおりである。大きくは様々なメディアの入力する部分、音声・映像を出力する部分、車内ネットワークと通信する部分から構成される。

1. ま え が き

近年、フラッシュメモリなどの大容量化に伴い、従来の記録メディアであったCD/DVDといったディスクメディアに加え、USBメモリやメモリカード、又はiPhone/iPod等に音声コンテンツだけでなく映像コンテンツを保存できる環境が整った。またインターネットの普及に伴い、ディスクによる供給以外にダウンロードによるコンテンツの配信も普及しつつある。ディスクメディアについては、画質の高精細化を目的としてBDの普及が進んでいる。

本稿では、このようなUSBメモリに保存された音声、映像コンテンツ及びBDに対応したメディアプレーヤーを車載OEM製品として開発したので、その製品紹介を中心に機能と技術について述べる。

2. リアシートエンタテインメントシステム

リアシートエンタテインメントシステムとは、車室内の後部座席の乗客に対しエンタテインメントを提供するシステムであり、一般にはテレビ、DVDプレーヤーといった映像再生機能、またゲーム機器などを接続するための外部入力を備えたものが主流であった。近年ではこれらの機能に加え、BDといった高精細コンテンツの再生機能、USBメモリやメモリカードに保存された映像ファイルや音声ファイル(圧縮技術を利用)の再生機能、外部入力のデジタル化、さらには後席乗客ごとの嗜好(しこう)に合わせるために、画面ごとに独立したコンテンツを再生させるなどといった要求がある。

当社では、これらの要求にこたえるため、独立2画面再生のメディアプレーヤーを基本とし、次の機能を備えたりアシートエンタテインメントシステムの開発を行った。

- (1) BDプレーヤー機能
- (2) ファイル再生機能(音声及び映像コンテンツ)
- (3) 外部入力のデジタル化対応(HDMI(High Definition Multimedia Interface)^(注4)入力など)
- (4) iPod/iPhoneとの連携機能
- (5) HDCP(High-bandwidth Digital Content Protection system)によるコンテンツ保護を実施したLVDS(Low Voltage Differential Signaling)映像出力

(注4) HDMIは、HDMI Licensing LLCの登録商標である。

2.1 製品構成

ディスプレイごとに異なるコンテンツを再生させる場合、各ディスプレイにメディアプレーヤー機能を持たせる手法が一般的であるが、今回開発したメディアプレーヤーでは、1台のプレーヤーで2画面独立再生に対応し、さらに、前席のディスプレイでも走行停止時に後席画面を共有させる機能を備えており、独立した2つのコンテンツを車室内の3つのディスプレイで任意に再生可能である。

また、メディアプレーヤー機能を1台のプレーヤーに集約させ、各ディスプレイについては表示機能だけに簡素化させる事で、システム全体のコストを抑制することができた。

プレーヤーとディスプレイ間をつなぐLVDSは、デジタル化された音声・映像信号の他に、I2C(Inter-Integrated Circuit)^(注5)、GPIO(General Purpose Input/Output)制御線を重畳しており、プレーヤーが直接ディスプレイを制御する事が可能なため、ディスプレイのマイコンレス化を実現できた。

(注5) I2Cは、NXP B. V.の登録商標である。

2.2 製品機能

今回開発したこの製品の機能を次に列挙する。

- (1) 後席用2画面独立再生
- (2) 前席用画像出力(後席用2画面のいずれかを出力)
- (3) 映像ファイル再生機能(H.264, WMV(Windows Media Video)^(注6), DivX^(注7), RealVideo^(注8)他)
- (4) 音声ファイル再生機能(MP3, WMA(Windows Media Audio)^(注6), AAC(Advanced Audio Coding)^(注9), RealAudio^(注8)他)
- (5) iPhone/iPod音声, 映像対応
- (6) MOST経由のラジオ音声入力
- (7) CD/DVD/BD再生機能
- (8) 外部映像/音声入力(アナログ, デジタルは機種による)

(注6) Windows Media(WMV/WMA)は、Microsoft Corp.の登録商標である。

(注7) DivXは、DivX LLCの登録商標である。

(注8) RealVideo, RealAudioは、Real Networks, Inc.の登録商標である。

(注9) AACは、Dolby Laboratories Licensing Corp.の登録商標である。

3. システム構成

3.1 ハードウェア

製品のハードウェアブロック図を図1に示す。車載ネットワーク制御と電源制御等をつかさどるシステム制御マイコン、メディア再生及びグラフィックス描画を行うSoC(System on Chip)の2チップ構成となっており、相互にI2Cで通信を行っている。

SoCの映像出力は2系統であるため、出力画像の切替えを行うAVセレクタをASIC(Application Specific Integrated Circuit)で構成し、ディスプレイ出力ごとにLVDS Serializer(Ser.)を配する。デジタル映像出力に採用したLVDS出力は、BDの要求仕様であるHDCPのコンテンツ保護に対応する。コンテンツ保護を掛けたデジタル映像出力はHDMIが一般的だが、ケーブルが太く(19芯)、大型のコネクタ(車載用HDMIコネクタ)が必要となる。それに比べてLVDSはケーブルの芯数が2芯であり、またコネクタの小型化が可能なため、車載機器のデジタル映像出力伝送としてはLVDSが適している。

BDドライブとの間はDVI(Digital Visual Interface)、及びATA(Advanced Technology Attachment)で接続して

おり、市販ディスクコンテンツについてはBDドライブでデコードされたものをDVI経由で映像として受け取り、ファイルを記録したディスクの対応はATA経由でデータを読み出し、プレーヤーのSoCでデコードする。

外部機器とのインターフェースは車載ネットワークであるCAN，又はMOSTに対応する。プレーヤーが対応するラジオ音声入力は、システム内のチューナーからMOST経由で入力され、プレーヤーの1つのソースとして取扱いが可能である。

この基板の設計にあたっては、車載用機器に求められる限られたスペースで必要機能を実現するため、開発当初から差動信号線へのインピーダンスコントロールや、各高速配線へのシミュレーションを取り入れ、安定した動作を実現するように設計を行った。

また、SoCやBDデッキの発熱に配慮するため、放熱設計にも留意した設計を行った。特にEMC(ElectroMagnetic Compatibility)設計についてはデザインレビューを繰り返し実施し、客先スペックをクリアした。

3.2 ソフトウェア

ソフトウェアの構成を図2に示す。システム制御を行うシステム制御マイコンにはOSEK^(注10) OS、メディアファイル再生やグラフィック制御を行うSoCにはLinux^(注11)を採用した。システム制御マイコンでは、次の管理を行っている。

- (1) CAN/MOSTによる車両/機器間インターフェース
- (2) 電源制御
- (3) 2つのディスプレイで表示すべき表示ソース(BDドライブ, USB, ラジオ等)

ユーザー操作に対する一連の振る舞いは、①各ソースに対応したりモコンからのユーザー操作やMOSTによる他機器からの要求/応答をシステム制御マイコンで取り込み、②SoCへマイコン間通信でイベントを送り、③SoC側で、HMI(Human Machine Interface)の画面を更新して、④ソースに応じたアクションを呼び出すことで、実現している。また、SoC内の状態の変化や動作に応じ、HMIに状態を通知することで状態に応じた画面の更新を実現している。さらに、SoC側での状態は都度マイコン間通信でシステム制御マイコンに送られ、状態の一致を保つようにしている。

HMIの開発では、内製のHMI自動生成ツールを使用し、画面イメージをパソコン上のエディタで作成し、コードを自動生成することで、開発/変更の容易化を実現した。

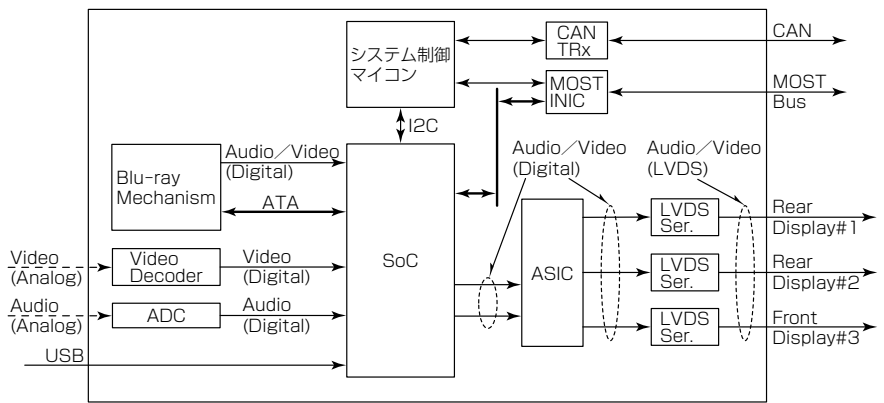


図1. ハードウェアブロック図

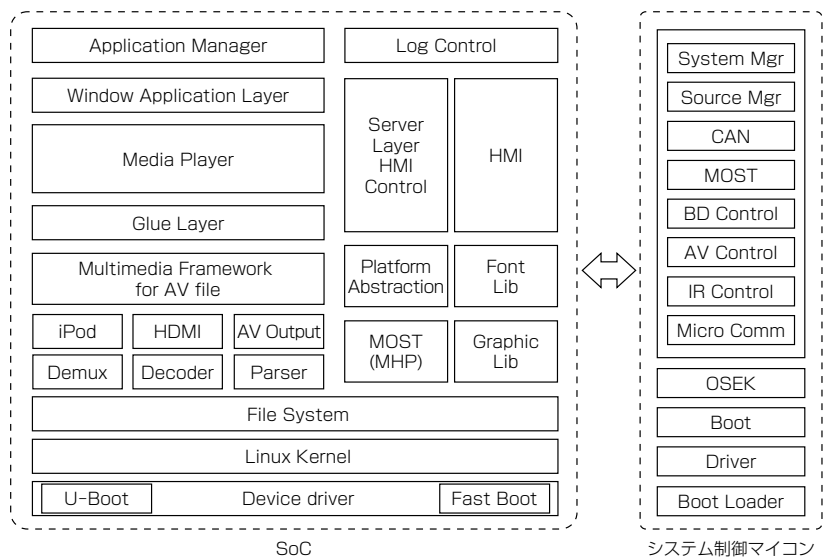


図2. ソフトウェア構成

また、SoCでは電源ON後、高速に表示する必要があるため、RAM(Random Access Memory)イメージをフラッシュメモリに保存し、そのメモリを直接ロードすることで、起動の高速化を実現している。

開発時に一番苦労した点は、このシステムの最大の特徴である2画面同時/独立再生の性能問題の解決である。AV機器であるので、ユーザーが知覚できる音切れ、動画停止やコマ落ちは許されない。SoCのCPU(Central Processing Unit)性能の制約で、最大負荷は、SD(Standard Definition)サイズのビデオ再生とHD(High Definition)サイズのビデオ再生時になる。この状態で、早送り/早戻しやトラック/ファイルのUP/DOWN操作やHMIのメニュー操作がなされても、常に滑らかに再生できるようにシステムの最適化が必要であった。次に性能問題解決のための手法を述べる。

(注10) OSEKは、Continental Automotive GmbHの登録商標である。
 (注11) Linuxは、Linus Torvalds氏の登録商標である。

3.2.1 ディスクメディア再生最適化

データディスク上のメディアファイル再生で、ATA経由でデータの伝送を行い、SoCで再生を行っている。ディ

表1. 現象発生時の各スレッドの状態

プロセス	スレッド	CPU占有率(%)		スレッドの変更回数(回/秒)		Wait Run時間(ms)	
		非発生時	発生時	非発生時	発生時	非発生時	発生時
idle		30.10	13.16	140	105	-	-
ksoftirqd		0.07	0.74	255	311	1	12
kworker		0.63	2.87	137	748	1	15
usb-storage		0.00	1.38	11	248	0	2
blkid		2.32	4.03	17	36	20	62
rse_app	ServiceMgr_transferAgentFxn	0.07	1.49	35	89	1	25
rse_app	ServiceMgr_rxThreadFxn	0.00	0.00	244	243	1	1
rse_app	runStub	0.07	2.44	29	130	1	28
rse_app	source_thread_proc	3.38	1.06	83	141	47	25
rse_app	audio_sink_processing_thread_proc	2.95	7.01	211	183	55	179
rse_app	video_sink_processing_thread_proc	0.00	0.21	129	308	1	10
rse_app	audio_dec_thread_proc	1.41	4.25	441	629	26	148
rse_app	video_dec_thread_proc	0.14	1.80	261	208	27	25
rse_app	CTN_ThreadLoop	1.55	4.78	121	217	6	0
rse_app	audio_srconverter_thread_proc	14.63	13.06	119	119	251	281
rse_app	subtitle_sink_processing_thread_proc	0.00	0.00	53	4	0	3
HMI Manager	ThreadProc ^(注12)	33.62	30.04	313	417	226	370
	合計	69.90	86.83	3,309	4,678	841	1,466

(注12) 最もCPU占有率が高いスレッド

スクメディアは、メモリ上のファイルアクセスのようにランダムにアクセスすると、ドライブの物理的なシーク/サーチによって、多くの時間がかかり、音飛びやビデオ再生の停止が発生する。対策として、読み込み時のキャッシュサイズ/面数を最適化することによってこの問題を解決した。UDF(Universal Disk Format)のディスクとISO9660のディスクで、それぞれ最適なキャッシュサイズ/面数を設定することで音声/動画再生が途切れることなく実現できることが分かった。

3.2.2 画面再生中のユーザー操作

このシステムでは、SD+HDの2ビデオ再生中にHMIメニューからの操作ができる。この時、HMIのメニュー操作(スクロールバーの連続UP/DOWNなど)で滑らかなAV再生を維持する必要がある。しかしながら、AV再生優先でシステムを調整するとユーザー操作ができない状態が発生した。このため、2画面再生をしつつ、メニュースクロールができるようなシステムの最適化が必要となった。

表1は、スクロールが止まる問題が発生する時のSoCにおける①CPU占有率、②スレッドの変更回数、③スレッドの実行待ち時間(Wait Run時間)を示したものである。この結果から、次のことが分かった。

- ・USBの読み込み増加によって、メモリ割当て可能なページが枯渇し、解放可能なページを一旦解放する処理(ガベージコレクション)が高頻度で行われ、スレッドの変更頻度が増加する。その結果、CPUの待ち時間が長くなることで、描画処理が追い付けずにスクロール操作遅延が発生する。
- ・オーディオ再生時の各スレッドのCPU占有率が上がっており、音声系の処理に悪影響を与えやすい状況となっている。

更なる解析の結果、次のことが判明した。

- ・HD/SD動画の2画面再生時、USBからのファイル読み出し処理が高頻度で発生する。特に、ビデオファイルで小さなサイズ(8バイト)を断片的に読み込む処理が頻発する。
- ・2画面再生だけの時に比べて、ユーザーのメニュー操作が入った場合、電源、入出力割り込み、USBアクセス等のハードウェア部を制御するカーネルの処理負荷・動作頻度が高くなり、スクロール操作を行うHMI Managerの処理待ち時間が長くなる。

これらの結果として、描画更新処理が遅延し、スクロール動作が遅くなることが分かった。対策として、次の方法でシステムの最適化を実施し、この問題を解決した。

- ・HMI Managerの優先度を上げる。
- ・CPU占有率を下げる(コンソールログ/システムログの抑止、ファイル読み出し頻度見直し等)。
- ・ガベージコレクション時における回収単位を8分の1に変更することでCPUの待ち時間を短縮する。

4. む す び

近年ニーズが高まっているリアシートエンタテイメントシステムの高機能化について述べた。今後は、急速な普及の伸びを見せるスマートフォンとの連携機能を強化することで、更なる機能強化を模索中である。

また、リアシートエンタテイメントシステムは、走行中に操作が制限されるヘッドユニットに比べ、操作制限がないため、見やすさと、使いやすさを両立したユーザーインタフェースが求められている。

既に次世代向けとして、スマートフォンとの連携を視野に入れた無線LAN機能の導入要求などがあり、機能強化、操作性向上を柱に、ユーザーにとって更に魅力的な製品を開発していく。