

HDD ナビ用新プラットフォームの開発

Development of the new HDD Navigation platform

松本 令司, 天野 克巳, 佐藤 強司, 小林 聡実, 安藤 斉

Reiji Matsumoto, Katsumi Amano, Tsuyoshi Sato, Satomi Kobayashi, Hitoshi Ando

要 旨 2001年モデルのカーナビゲーションを開発するにあたり、21世紀にふさわしい商品にすることを目的に、新しいプラットフォーム開発を総合研究所とMECとの共同プロジェクト(Jプロジェクト)で開発を行った。ASIC開発を中心に、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)や描画プロセッサ(GDC)などの新規デバイスに対応するとともに、データストレージとして新たにHDDを採用し、ナビの性能向上のほかに、ミュージックサーバーのような新機能を実現し新しいナビの形を提案できた。

Summary For the 2001 Model Year, the Mobile Entertainment Company (MEC) and the R&D Center organized a joint development project called "J-Project" to design a new platform for car navigation which would provide a product suited to the 21st century. Based mainly on ASIC design, and incorporating new devices such as a Digital Signal Processor (DSP) and Graphics Display Controller (GDC), the platform uses a Hard Disc Drive (HDD) for data storage, allowing an improvement in navigation capabilities as well as new features such as a music server that give a whole new image to car navigation.

キーワード: プラットフォーム ミュージックサーバ GDC ASIC, アンチエリアス機能

1. まえがき

2001年カーナビゲーションシステムを開発するため、ナビ用マイコンと周辺デバイスや外部とのインターフェース機能を有するASICの開発を、MEC第四技術部と研開本部総合研究所情報技術研究部および研開本部AV開発センターとの共同プロジェクトで行った。このASIC開発には回路図ベースではなく言語設計であるHDLを採用した。これにより人間の思考にあった設計手法が実現され、また開発段階でのASICベンダー固有のテクノロジーに依存する必要がないという利点が得られるとともに、個々のモジュール開発の高速化、

開発済みモジュールの資産化が実現できた。

また、新しいデータストレージとして従来使用していたDVD-ROMから2.5インチHDD(10GB)を採用し、アクセススピードの向上、データ容量の拡大、書き換え可能なメディア採用によるミュージックサーバー機能実現を達成した。

2. システムの概要

HDDサイバーナビでは新しいプラットフォームを採用した。CPUの内部動作周波数を180MHz(従来の1.5倍)、システム周波数を60MHz(従来の約2倍)に高速化、またハイクオリティな描画とHDD

に収録された膨大な描画データを高速に処理するためにジオメトリエンジン搭載、32MbitSDRAM混載のグラフィックコントローラを採用した。コストダウンとしてCPUの高機能化を活かし、従来からミドルウェアとして使用している音声認識、TTSなどの機能に新たに専用DSPで処理をしていた携帯電話ハンズフリー機能(エコーキャンセラ)をミドルウェアとしてソフトウェア処理している。これらの新機能を満足するためASICを設計し、基本機能、新機能共に性能向上を図っている。またこのASICには将来の拡張性を高めるためにUSB(Ver1.1)を搭載し、次世代携帯電話などの対応を予定している。全体構成を図1に示す。

3. 新規ASIC

開発したASICは、CPUと周辺デバイスや外部との間のインターフェース機能、楽音生成などのH/W機能を1チップに集積したものである。表1に製品仕様を示す。またブロックを図2に示す。

表1 新ASICの主な仕様

型番	PD6336B
テクノロジー	4層アルミ配線 0.35(μm) CMOSエンベ デッドアレイ(マクロ埋め 込み型セルアレイ
パッケージ	288ピンBGA
電源	単一電源、3.3±0.3(V)
接合温度(Tj)	-40~125
ゲート数	ユーザ回路： 54万ゲート+ メモリマクロ:12万ゲート = 66万ゲート

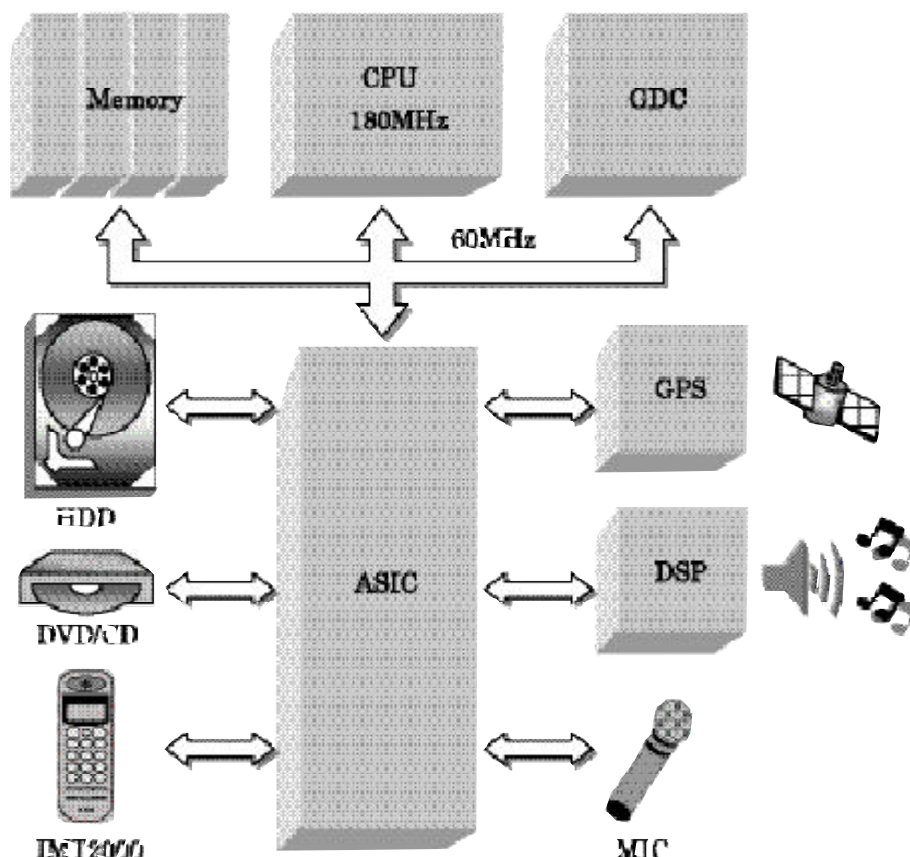


図1 HDDサイバーナビゲーションの構成

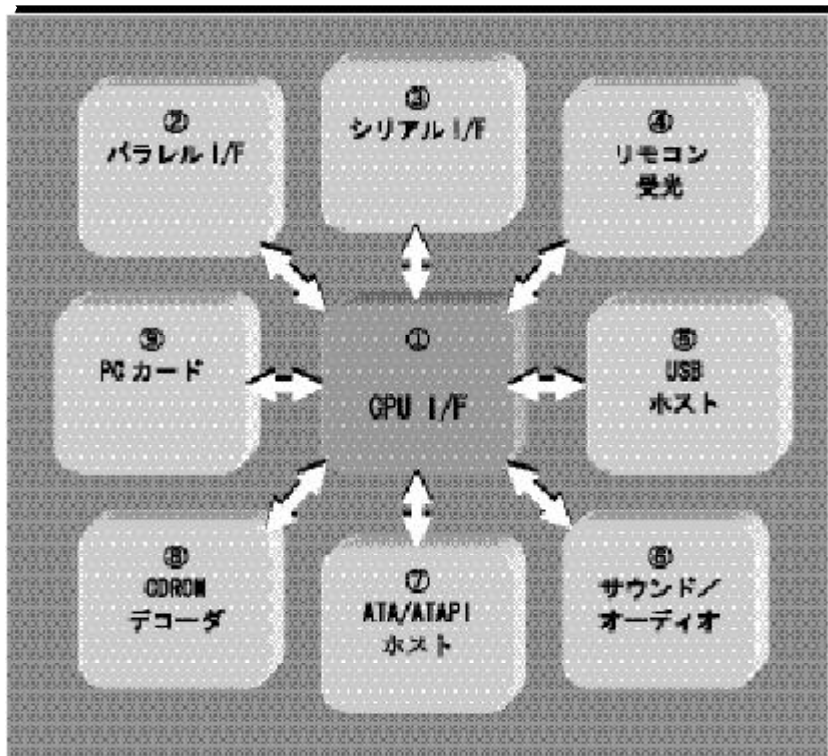


図2 新ASICの構成ブロック

3.1 各ブロックの詳細

3.1.1 CPUインターフェース・ブロック

CPUからの制御を受けストロブ信号やデータを各機能ブロックに配し、各ブロックから得た割り込み信号、ウェイト信号の制御信号、およびデータなどを集約しCPUに送り、ASIC各機能ブロックとCPUとの橋渡し役を担う。

3.1.2 パラレルI/O インターフェース・ブロック

32chの汎用パラレルI/Oポートを有し、入出力データの制御を行う。

3.1.3 シリアルI/O インターフェース・ブロック

9chの調歩同期シリアルI/Oポートを有し、入出力データの処理および流れ制御を行う。またMODEM機能を持つ。

3.1.4 リモコン受光ブロック

受光部から得たPIONEER規定のSRリモコン準拠信号を処理し搬送データの抽出を行う。

3.1.5 USBインターフェース・ブロック

USBホストとしての機能を司る。またバッファとして4KバイトのSRAMを有している。

3.1.6 オーディオ/サウンド・ブロック

ADC、DAC、および楽音圧伸用のDSPへの音声用I/Oポートの入出力データの処理および流れ制御を行う。また指定音色の音を発生させるPSGを有する。

3.1.7 ATA/ATAPIブロック

光ディスクやハードディスクとのI/FであるATA/ATAPI-3ホストコントローラの機能を司る。

3.1.8 CDROMブロック

CDROMドライブデータ用の専用入力ポートにて得たデータに対しデコード、エラー訂正などの処理およびユーザデータを得る他、流れ制御を行う。

3.1.9 PCカード

PCカードの入出力データ制御を行う。『PC Card Standard March 1997』規格に準拠している。

2.2 本ASIC開発の成果と今後の課題

本ASICの開発において、回路入力作業にHDL設計を導入したことにより、これまでの回路図面入力(部品配置、結線)に比べ作業時間の短縮に寄与できた。ASICの開発期間は、仕様検討開始から

ES1品開発完了までが約10ヶ月 ES1品納入からES2品完了までが約6ヶ月かかっているが、ES1回路ブロック設計に際しては3ヶ月間という短期間にて行うことができた。HDL設計した各機能回路ブロックを設計資産にすることで、以後の製品に採用する新規ASICへの再利用が可能となった。

今後の課題としては、半導体の集積度のアップと微細化に伴い、温度上昇への考慮、機能増加にともなうテスト機能の効率化がある。今後より大規模なASICを開発する上では既存の設計資産を有効活用することが開発効率とスピードを上げるうえで重要であるが、全社的に展開する上ではASIC設計者誰もが容易に既存の資産を扱えるためのソースフォーマット作りが重要となる。HDL設計の簡単な説明を図3に示す。

4. 新グラフィクスIC(GDC)について

近年、カーナビゲーションシステムの地図表示に、鳥瞰図や、ビルなどの建築物を描いたもの、立体交差などを表現したもの（以下「3D地図」）の重要度が高くなってきている。

カーナビゲーションシステムにおける地図描画

は、CDやDVD、HDDに格納されている地図データから作成するが、より正確に表現するために、道路、地形のデータは複雑になっており、座標点の数も増加していく傾向にある。したがって、3D地図の描画を行う場合、この多数の座標点に対する座標変換や、描画を視界の範囲に限定するクリッピングの動作に多くの処理が必要となっている。

ところで、カーナビゲーションシステムに搭載されるCPUやグラフィックチップは、コスト、広範囲にわたる動作温度、発熱などの問題から、グラフィクス・ワークステーションや、パーソナルコンピュータ、ゲーム専用機と比較すると、処理能力の劣ったものになってしまう。また、ミュージックサーバなど、リアルタイム性の高い他の機能と並列に動作する必要があり、グラフィクスによるCPU負荷を抑えることも重要である。

このような状況から、カーナビゲーションシステムにおいては、3D地図の描画を高速に行うことが困難になっている。この3D地図の描画を高速に行うことにより、さらなる表現力の向上を図ることは非常に重要である。

グラフィクスのシステムは、図4に示すような

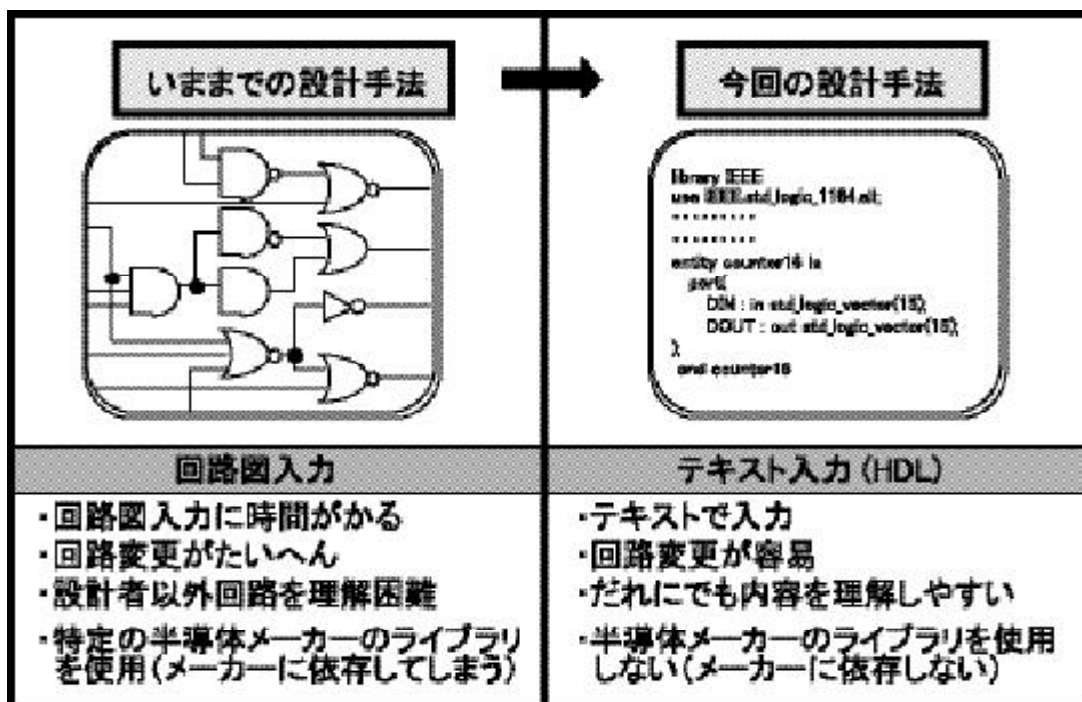
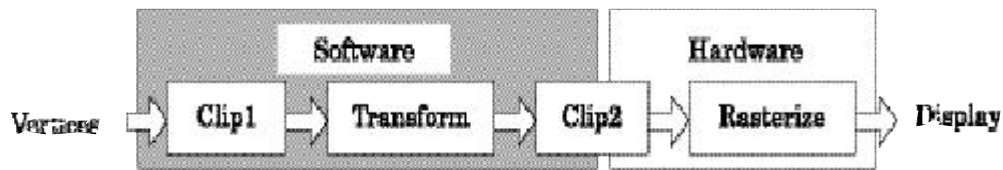


図3 HDLの設計手法

従来のカーナビゲーションのグラフィックスパイプライン



本製品のグラフィックスパイプライン

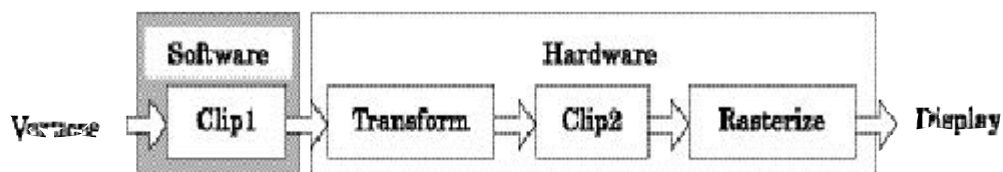


図4 今回開発したGDCのパイプラインの構成

パイプラインとして表現される。ここで、Clip1は完全に視界の外となるオブジェクトの削除を示し、Clip2は、視界の範囲の境界面との交点の導出などのクリップ動作を表す。従来のシステムは、クリップまでをCPUで行い、ラスタ化以降をグラフィックチップなどで構成されたハードウェアで行っていた。3D地図の描画における処理量を調査したところ、座標変換とクリップが大きなボトルネックとなっていることが判明した。よって、3Dでの高速描画を実現するためには、座標変換およびクリップまでをグラフィックチップで行うことが必要であると判断した。

本製品では、グラフィックチップに座標変換機能を有するものを採用し、パイプラインに流す処理の単位も検討し、CPU負荷を軽減した。グラフィックチップの描画コマンドについても、カーナビゲーションにおける地図描画の性質を考慮し、高速に描画できるような構成とした。さらにこのチップはVRAMとして使用するSDRAMを混載しておりバスの高速化、多ビット化(100MHz, 64ビット)、不要輻射ノイズの低減、基板面積削減にも貢献できている。

また、近年モニタの高精細化の傾向がある。高

精細化により、美しい画像を表示することが可能になる。しかし、画素数の増加は、描画量の増加、データの増加につながり、描画の高速化が困難になってしまう。したがって、本製品では、画素数を従来と同程度に保ち、アンチエイリアスを使用することにより、画素数を増加させることなく、品位の高い表示を実現した。

図5は秋葉原近辺をアンチエイリアス機能オンとオフを示した。同図(a)がアンチエイリアス機能オフ、同図(b)アンチエイリアス機能オンの場合である。斜めの道路を見るとよくわかるが、ぎざぎざがなくなっているのがわかる。

5. ミュージックサーバ機能について

HDDサイバーナビがデータストレージとしてHDDを採用したことによる新機能として、ユーザーがCDを再生するだけで自動的に録音し、曲名データも自動的に付加するミュージックサーバ機能が実現されている。

5.1 ハードウェア

ミュージックサーバ(以下、MSVと略す)は、PCの世界では常識になりつつある圧縮オーディオのエンコード・デコード機能をカーナビで実現した



(a) アンチエイリアス機能オフ



(b) アンチエイリアス機能オン

図5 アンチエイリアス機能オン/オフの比較

ものである。換言すれば、従来、PCのプラットフォームで実現していた機能をカーナビゲーションのプラットフォームへ移行する試みであると言える。カーナビは、昨今「小型PC」的な扱いをされることが多いが、元来GPSによる位置計測によって自社の現在位置を表示することを最優先に作られた民生用機器である。それ故、PCとは違ったハードウェア的な制約が存在する。ハードウェア資源の観点から見ても、高速なCPUなど豊かなハードウェア資源を持つPCと比較すると、カーナ

ビが使用できるリソースは非常に少ない。圧縮オーディオのエンコード・デコード処理は、汎用PCの場合もそうであるように、多くのCPUリソースを使用する。特にエンコード処理は、デコード処理に比べて非常に多くの演算処理が必要になるため、システムのCPUパワーを多大にかつ長期間に渡って占有してしまう。また、エンコード・デコード中に音途切れを起こさないために、これらの処理はリアルタイム性の高い処理として扱う必要がある。制約の多いカーナビゲーションのプ

プラットフォームでエンコード・デコード機能を実現するためにはPCとは別のアプローチが必要になる。これに対する解決策として、我々は従来のカーナビシステムにオーディオ処理専用のハードウェアを追加するという手法をとった。この付加的なハードウェアとして、本製品では、DSP (Digital Signal Processor)を使用した。DSPは乗算演算処理能力が非常に高いハードウェアで、乗算処理を多用するデジタル信号処理を得意とする。DSPはデジタル信号処理を駆使する圧縮オーディオのエンコード・デコード処理には最適なデバイスであるといえる。

01HDDナビではDSPにTexas Instruments(以下、"TI"と略す)社製プログラマブルDSPを採用している。TI社製のDSPは処理性能が高い上、豊富なペリフェラルを備えており、低コストで最大のパフォーマンスを得ることができる。DSPは圧縮オーディオのエンコード・デコード処理を実行し、非同期で動作するカーナビのシステムCPUと随時連携をとることによって、カーナビ内で1つのエンコード・デコードシステムを形成する。エンコード・デコード処理を行うDSPのプログラムはDSPのプログラマブルメモリに置かれるため、DSPプログラムの書き換えはカーナビのシステムCPU側から自由に行うことができる。本製品では現在、Mpeg1 Layer3(通称"MP3")のエンコード・デコードをサポートしているが、将来的にはDSPのプログラムを書き換えることによって他の圧縮フォーマットをサポートすることも可能である。

MSVは、圧縮オーディオのエンコード機能を備えているため、著作権の保護にも配慮している。本製品ではカーナビシステム全体としてHDDそのものを保護しているため、MSVでエンコードした音楽データは自分で所有しているカーナビの外に持ち出すことはできない。我々が現在採用している著作権保護の方法のほかにプログラマブルなメモリを持つDSPのプログラムを書き換えることによって、圧縮オーディオをエンコードする段階でオーディオデータに暗号化をかけてしまうことも技術的には可能である。

5.2 オートタイトル機能

HDDには約20枚のCDが保存できる(増設HDDを使用した場合は約150枚)。このデータベースに対しタイトルを手動で入力させることは入力装置がリモコンしかないナビでは非常に困難な作業である。この問題を解決するためあらかじめHDD内にGracenoteのCDDBデータベースのうちアクセスヒット上位15万タイトルのデータを収録しており、このデータベースと一致すればタイトルが付与できる仕組みをもっている。もし一致しない場合であっても、ナビには携帯電話を利用したインターネットへアクセスできる仕組みが存在しているため、インターネット上のGracenote CDDBデータベースにアクセスすることによりタイトル情報を自動的に取得できる。

6. まとめ

21世紀最初のカーナビゲーションシステム商品開発に、HDDを採用したメリットをユーザーにアピールできる商品を目指し、新プラットフォームを開発し、市場でも高い評価を得ている。

描画の品位を上げるためアンチエイリアス機能とジオメトリエンジン搭載のGDCを採用し、またHDDの高レスポンスと融合してハイクオリティな地図表現を可能にした。

HDDへのリッピングに対してはプログラマブルなDSPを採用しており、ミドルウェアの入れ替えだけで他の圧縮技術に対応することも可能となっている。エコーキャンセラもCPU処理することで、専用ハードウェアをなくし、低コスト・小型化にも貢献できるプラットフォームを開発した。

今後の取り組みとして、プラットフォーム開発では半導体の高集積化に対応するべく設計資産を有効に活用し、開発期間の短縮と高機能化を同時に実現できるようにする。

また大規模化しているソフトウェア開発に対しては既存プラットフォームを有効に活用しながら開発できるプラットフォーム作りが求められている。

筆 者

松 本 令 司(まつもと れいじ)

- a. 総合研究所モバイルシステム開発部
- b. 1995年4月
- c. ケーブルモデムシステムBSデジタル放送受信機 国内デジタルCATVシステムの開発 衛星デジタル音声放送方式の研究。

天 野 克 巳(あまの かつみ)

- a. 総合研究所モバイルシステム開発部
- b. 1991年4月
- c. 音場制御技術の開発

佐 藤 強 司(さとう つよし)

- a. MEC第4技術部
- b. 1994年4月
- c. 主にカーナビゲーションのプラットフォームおよびASIC開発に従事
- d. 常にお客様に満足して頂けるカーナビゲーションをと心がけています。

小 林 聡 実(こばやし さとみ)

- a. MEC第4技術部技
- b. 1986年4月
- c. カーナビゲーションのプラットフォーム検討 , LSI開発に従事
- d. 今後直面するH/W設計の大規模化においては設計資産の有効活用により開発の短期化を進めていくことが重要になってくるであろう。

安 藤 斉(あんどう ひとし)

- a. MEC第4技術部技術1課
- b. 1980年4月
- c. カーナビゲーションの開発,設計