

ナビゲーション専用機

Car Navigation

竹内 博 *Hiroshi Takeuchi*
市村 淳 *Atsushi Ichimura*
中谷 康弘 *Yasuhiro Nakatani*
近沢幸治郎 *Kojiro Chikazawa*



要 旨

当社は、'94年春に車載マルチメディアプレーヤ「カーマーティ」でナビゲーション市場に参入し、ナビゲーションシステム研究会（ナビ研）対応として初めて経路探索機能を実現するなど先進のシステムを提供してきた。

今回、ナビ専用機として独自にナビゲーション処理ができるE500NAVとオーディオとナビゲーションとの融合を実現したE500NCUを発売した。本ナビゲーション機は、PCM音声と音声合成によるきめ細かい音声案内機能、高精度ロケーション機能を有し、今後の機能拡張のためにバージョンアップにも対応している。

本稿では、本機の構成と各種機能について紹介する。

Abstract

Fujitsu Ten put the mobile multimedia player "CAR MARTY" on the market in 1994 spring, which has capability of the searching route function first in the world with NAVIKEN(Navigation System Researchers' Association) format map.

Now we have released E500NAV and E500NCU which is able to combine Audio and Navigation.

They can show proper route by verbal guidance with PCM and voice synthesis technology, can inform users precise locations, and also have version up function for supporting new functions.

This paper introduces their functions and features.

1. まえがき

1989年にAVCC (Audio Visual Communication & Computing) コンセプトカーを東京モーターショーに出展して以来、ナビゲーションに本格的に取り組んできた。

この様な中で、カーマティーでは他社に先駆けてナビゲーションだけでなくCD-ROMをベースとする複数のメディアを処理する車載マルチメディアプレーヤを実現し、次世代の「マルチメディア装置」の一つの方向性を示した。

最近、ナビゲーションシステムの機能・性能の向上は、昨今のハード/ソフトの技術の進歩により、日々とまるところを知らない。そこで、我々は、オーディオ・ビジュアルとナビゲーションの融合は勿論、21世紀に向けネットワークとのリンクによる社会システムとの融合へとCD-ROMをベースとした従来のマルチメディアではない機能実現へと果敢に取り組もうとしている。

そこで将来のマルチメディアの「核」開発の第一ステップとして、ナビゲーション専用機を位置付けた。

カーマティーのようなマルチメディアプレーヤとナビゲーション専用機は「パソコンとワープロ専用機」みたいな関係にある。

ワープロ機能だけをみれば、機能、コスト、サイズからやはりパソコンはワープロ専用機にはおよばない。

同様にナビゲーション専用機は機能優先に設計できる分、きめ細かいサービス提供が可能である。このような背景から企画、開発したのが、今回紹介するナビゲーション専用機E500NAVとE500NCUの2モデルである。

2. 開発の狙い

ナビゲーション専用機としてのメリットをだすために、以下の4点に重点を置き開発を行った。

- (1) 高精度ロケーションやきめの細かい音声案内などのナビゲーションのトップクラスの機能充実を図る。
- (2) E500NAVとE500NCUの共通化によりお客様のニーズに早期にこたえる。
- (3) シート下/トランクルーム設置を想定し取り付け場所を選ばずにすむように薄型・小型化を図る。
- (4) 製品の品質向上と、将来のナビゲーションソフトのバージョンアップを実現する事を狙い、書き換え可能なフラッシュメモリでプログラムメモリを構成する。

2. 1 E500NAVとE500NCUのそれぞれの特徴

E500NAVは、モニタのみを接続することで単独にナビゲーション機能をユーザに提供し、更にオプションのTVチューナを接続すれば、TV/ナビゲーションを自動切り替えで使えるようにしたことを特徴としている。

E500NCUは、E500NAVのCD-ROMデッキ部をオーディオのCDヘッドユニットであるE500CTR側のものを使う事で、運転席にしながらナビCD-ROMの交換が可能になり、また必要に応じてCDオーディオを楽しむことができるナビゲーションの心臓部としての特徴を有していると共に、オーディオ・ビジュアルとナビゲーションの融合との観点より各種AV機器が付加できコストパフォーマンスの良いトータルシステムを提供することができる。

3. 設計の要点

3. 1 システム構成

ブロック図を図-1に示す。

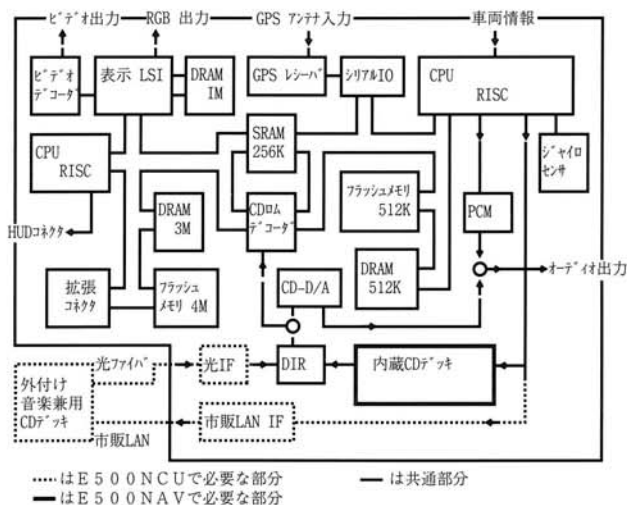


図-1 ブロック図
Fig.1 Block diagram

コストパフォーマンス良く高機能を実現するために、32ビットの組み込み用RISCチップを2個使用した。各CPUに必要なメモリ、周辺I/Oを配置し、SRAMを介して部分的にバスを共通化する事により、ナビゲーションの各処理を効率よく分担させた。

特に、独立したデータバスを持つCD-ROMデコーダICを採用する事で、各CPUが独立にCD-ROMデ

ータをアクセスでき、1つのCPUが他方のCPUのCD-ROMデータの仲介による処理効率の低下を低減させる構成とした。

また、さまざまなユーザのニーズを満たし早期にバリエーション展開を図る観点より、E500NAVとE500NCUの共通化を図り、CD-ROMデッキコントロールに係わる部分以外は全く同じ構成とした。また、E500NAVとE500NCUの識別端子を設けることにより全く同じソフトウェアで動作する様に配慮した。

ナビゲーションの機能はユーザの期待にこたえ年々新たな機能が増していく中で、VICS (Vehicle Information & Communication System) 等の機能向上に対応できるよう、プログラム領域には書換え可能なフラッシュメモリを採用した。またハード拡張可能なように拡張基板用のコネクタを設けた。

さらに、市販ナビとしては初のHUD (Head-Up Display) ユニット1)とのインターフェースを標準装備として用意している。

3. 2 ハードウェア諸元

以下にE500NAV/NCUのハードウェア諸元を列挙する。

CPU	: 32ビットRISC CPU×2
フラッシュメモリ	: 4Mバイト + 512Kバイト
DRAM	: 3Mバイト + 512Kバイト
SRAM	: 256Kバイト
表示画面	: 360×240ドット
	4096色中16色同時表示
	4096色中16色同時表示
	4096色 同時表示
	の3画面重ね合わせ表示
オーディオ	: 8ビットPCM
	CD-DA
	ビープ
GPSレシーバ	: 内蔵 8ch同時受信
ジャイロセンサ	: 内蔵 振動型ジャイロセンサ
インターフェース:	
	MTR-10専用コネクタ
	TTR-10専用コネクタ
	リモコン受光ユニット専用コネクタ
	外部SP専用コネクタ
	HUD (拡張) 専用コネクタ
	車両 (電源) コネクタ
	GPSアンテナ端子

RCA汎用AV端子
E500NCUのみ
市販LANコネクタ×2
光コネクタ

外形寸法 : 250mm×182mm×52mm

3. 3 高集積化と多層基板

ナビゲーション専用機としての多機能の実現とそれにもなう外部センサやオプション機器を接続する必要から、多くのコネクタを実装し、かつ小型化・薄型化を実現するため、以下の項目に重点を置き設計した。

- (1) ハンダ面実装が可能なSOP標準ロジックICをハンダ面に配置し、他のIC、LSIを部品面に配置し実装面積を小さくする。
- (2) 2CPU化による多量のデータバス・アドレスバスをレイアウトする為のパターン面積を確保し、かつこれらから輻射される電磁ノイズによる外部の電子機器への影響を抑えるために、6層基板を採用する。
- (3) CDデッキ下部に低背部品を効率良く実装することにより、基板全体の面積を小さくし、薄型化を図る。

3. 5 ミドルウェア (音声合成、描画)

本システムにおいては、音声合成およびグラフィック描画機能において専用のLSIを搭載せず、CPUのソフトウェアによって機能を実現している。このようなハードウェア機能をソフトウェアで実現することをここではミドルウェアと呼ぶ。

従来これらの機能をCPUで処理するのは負荷が大きく実現性がないため、それぞれ専用のLSIを搭載し、ハードウェアにより機能を実現していた。つまり、ハードウェアによりCPU側の負荷を軽くして処理パフォーマンスを確保していたと言えるわけである。

しかしこの方法はハードウェア依存になるため機能を付加する毎に新たなハードウェアを追加する必要がある。

今回採用した32ビットRISC CPUの性能によりソフトウェア処理によるミドルウェア化が可能となり、機能付加の自由度とコスト低減を実現している。

3. 6 オーディオ機器のインターフェース

E500NAVとNCUに共通して標準設定されたモニタMTR-10とTVチューナTTR-10とのインターフェースを図るため、ナビゲーション側でTV/ナビの音声・映像の切り替え機能を用意した。

また他のAV機器と接続できるように汎用のRCAピンコネクタを用意し、さらにオーディオと独立にナビゲー

ション音声を再生できるよう専用外部SP用のコネクタも用意している。

E500NCUでは、E500CTRをCD-ROMデッキとして制御する事から、市販LANのインターフェースと、CD-ROMデジタルデータを入力するために、通常のハイダウエイCDチェンジャで使用する光ファイバー用インターフェースを用意している。

3.7 テスト方法

E500NAVとNCUは、ナビゲーションを実現する上で様々なハードウェア機能を持っている。

これらの機能を、製造工程において効率良く検査を行えるように、工程毎に独自の検査項目を用意している。

図-2に、検査メイン画面を示す。

メインメニュー	[検査プログラム]
1. 基板完成品検査 (自動判定)	
2. 基板完成品検査 (マニュアル)	
3. 振動検査	
4. 衝撃検査	
5. 低温QT	
6. ヒートラン (自動判定繰り返し)	
7. 高温QT	
8. 性能検査	

図-2 検査メイン画面

Fig.2 Main menu of the inspection program

例えば基板完成品検査では図-3に示すような項目を自動的に検査する。

自動判定	[基板完成品検査]	
	CPU2	CPU1
1. ROM (FLASH)	○	○
2. DRAM	○	○
3. SRAM	○	○
4. CD-ROM	○	○
5. GPS	○	○
6. 車速パレス	—	○
7. 描画IC	○	—
8. VRAM	○	—

図-3 基板完成品検査画面

Fig.3 Board assembly menu

このように、製造工程においてフラッシュROMの内容を書き換え、専用の検査ソフトに切り替えることにより、単なる組込み検査機能では実現できない詳細な検査を行い、品質の確保に寄与している。

4. ナビソフト

ナビゲーションは安全性と快適性を重視し、機能の実現を図った。

ナビゲーションの基本となるロケーションにはGPS航法および自律航法を組み合わせたハイブリッド方式を用い、マップマッチングを加える事により高い位置精度を実現した。

ルート探索機能には案内ルートから外れた時に自動的にルートを求めなおすオートリルート機能を搭載している。また、ルート案内時には交差点拡大図の表示(ランドマーク付き)に加え、音声とHUDを用い、安全性を確保している。

この章では本ナビゲーションソフトの構造と代表的な機能を説明する。

4.1 機能諸元

下記にE500NAVとNCUの機能諸元を表-1に示す。

表-1 E500NAV/E500NCUの機能諸元

項目	内容
対応CD-ROM	ナビ研フォーマットVER 2.1
ロケーション	GPS+ジャイロ+車速センサ マップマッチング
地図表示	フロントワイド ヘディングアップ(32段階) 昼/夜、走行/停車画面切り替え
ルート探索	全国縦断一発探索 10コース 中継地点50地点(10コース) 自動再探索機能
ルート案内	交差点拡大図(ランドマーク) 音声案内(交差点名称、方向) ルート表示 目的地方向および距離
その他	・走行軌跡 10コース (距離・時間間隔設定) ・ユーザ地点登録 200地点 (50種類) ・ドライブシミュレーション ・プレイバック(走行軌跡再現) ・ソフトバージョンアップ

4. 2 ソフト構造

本ナビゲーションソフトは2つのCPUに機能を分散させている。CPU-1によりロケーション処理、CPU-2において地図表示、ルート探索、案内を実現している。

それぞれのCPU上のプログラムは μ ITRON (Micro Industrial The Real time Operating Nucleus) と呼ばれるマルチタスクOS (Operating System) 上に構築し、リアルタイム性が必要な複数の処理を、機能単位のタスクと呼ばれる一つの独立したプログラムとして分けて、並行処理を実現している。

たとえば、案内地点に近づいた時には様々な案内を処理しなければならない。交差点名称の案内を音声合成による読み上げ処理を行いながら、地図のスクロールや交差点拡大図の表示などを同時に実行している。

図-4にE500NAVとNCUのナビゲーションソフト構造図を示す。

4. 3 高精度ロケーション

ロケーションとは、車両の現在位置を推測する機能である。下記の(1)~(3)に本システムで使用するロケーションの構成要素を示す。

(1)GPS

GPSとは、米国国防総省により管理されるGPS衛星を利用し、車両の位置や走行時の進行方向などを測位するシステムである。特徴は、建物やトンネルによる電波遮断、マルチパス等で測位誤差が生じるが、誤差が累積しないことである。

(2)自立航法

システムに内蔵されたジャイロセンサにより車両の方位変化量を検出し、タイヤの回転に合わせて出力される車速パルスにより移動量を検出する。この車両の移動ベクトルを加算することにより、車両の位置を推測する方法を推測航法と呼ぶ。特徴は、徐々に誤差が累積するが、局所的に見るとGPSより測位精度が良いことである。

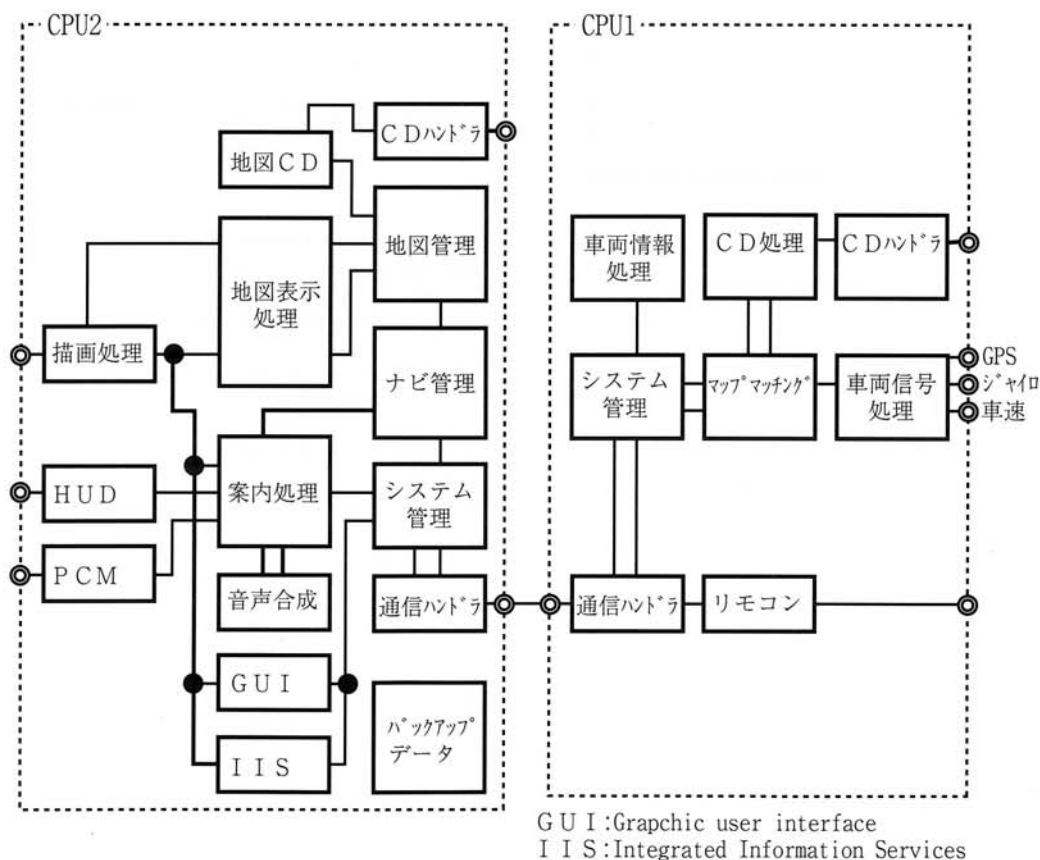


図-4 ナビゲーションソフト構造図

Fig.4 Navigation program structure

(3) マップマッチング

GPSや自立航法で測位した結果は誤差があるため、実際に走行している道路と測位位置が一致しない場合がある。「車は道路上を走行するもの」という前提で測位位置を道路上に補正することをマップマッチングという。マップマッチングで使用する道路データは地図CD-ROM内に納められている。

本システムでは、これらの手法を組み合わせ、各手法の短所を相互に補正することで、高精度なロケーションを実現している。

4. 4 自動ルート探索

地図CD-ROMに記録されている経路探索データを使用して、出発地点、中継地点、目的地点間のルートを自動設定する機能が自動ルート探索である。距離、道路種別、幅員などで推定の所要時間となる経路コストを算出し、コストが最小となる道路の組み合わせを求め、案内ルートとする。

また、ユーザは優先する道路種別を高速、有料、一般道路の中から選択できるため、好みに応じたルートを求めることができる。

通常のルート探索は、ユーザの設定した地点を基準にルートを求めるが、出発地点が設定されていない場合は、現在位置からのルートを求めることができる。

さらに、案内ルートから外れた場合にルートを求め直すリルート機能があり、ルート外れを検知し、自動的にルートを求め直すオートリルート機能も搭載している。

このようなユーザの好みや状況に応じたルート設定が特徴である。



図-5 案内画面

Fig.5 Display of route guidance



図-6 拡張端子

Fig.6 Expansion connector



図-7 拡張スロット

Fig.7 Expansion slot

4. 5 ルート案内

ルート探索で求めた案内ルートを走行すると、画面と音声で目的地までの案内を行う。ルート案内には画面による案内と音声による案内がある。

画面による案内では、案内地点付近を拡大表示し、進む方向を矢印で表示する。さらに、目標物を示すランドマークも表示する。

案内地点までの到達距離を表示し、地図CD-ROMに交差点名称がある場合には、交差点名称も表示する。

音声による案内では、案内地点への接近案内、8方向の進行方向案内を行う。

また、地図CD-ROMに交差点名称読みデータがある場合は、音声合成により交差点名称を発声する。

4. 5. 1 デュエット・ボイス

案内地点までの到達予測に基づき、男性と女性の声を使い分けてユーザに通知する。これがデュエット・ボイスである。交差点を曲がる等の道案内を女性で、また、それぞれの地点名称の案内を男性の音声合成で出力すると

いう具合に区別することで、ドライバーにわかり易い案内を提供している。

さらに、移動速度から案内地点への到達時間を予測して音声案内するため、適切なタイミングで案内することができる。

4. 5. 2 HUD

地図の表示などのモニタ機器の取り付け位置によっては、視線移動量が大きい場合があり、視認性、安全性に問題が生じることがある。一方、HUDは、車のボンネット上に表示像が見えるため、視線移動量が小さく、視認性、安全性が高くなる利点がある。そこで、本システムのルート案内は、HUDに対応した。画面による案内のうち、8方向案内、距離案内をHUDで表示することができる。

5. バージョンアップ機能

本体を買い替えることなく、新しいサービスに対応できるようにバージョンアップ機能を準備している。

ナビゲーションソフトは書換えが可能なフラッシュメモリに記憶させており、拡張端子・拡張スロットを装備することによりソフト・ハードの両面からのバージョンアップが可能である。

ソフトのバージョンアップはディスク挿入口にバージョ

ンアップ用ディスクを挿入し、リセットスタートするだけで、自動的に認識し、バージョンアップ（フラッシュメモリの書換え）を行う。

VICSおよびナビ研Sフォーマットへのバージョンアップ対応を現在準備中である。

6. むすび

以上、今回開発したナビ専用機E500NAV/NCUの開発概要について述べた。

ナビゲーション専用機としてフルタイムマップマッチング、音声合成による地名、交差点名称の案内等の先進の機能を実現した。

静的ナビゲーションから、VICSを用いた動的ナビゲーションに移行する過渡期にあり、多様な進化をしつづけるだろうナビゲーションを中核に次世代のカーマルチメディアへの開発を進めていきたい。

参考文献

- 1) 江口伸 他：“ホログラム方式ヘッドアップディスプレイ” 富士通テン技報, Vol.13, No.2 (1996)

筆者紹介

竹内 博 (タケuchi ヒロシ)



1983年入社。以来新分野商品の開発に従事。現在AVC本部商品企画部第二商品企画課在籍。

市村 淳 (イチムら アツシ)



1989年入社。以来カーナビゲーションの開発に従事。現在AVC本部マルチメディアシステム部在籍。

中谷 康弘 (ナカニ ヤスヒロ)



1985年入社。以来ナビゲーションの開発に従事。現在AVC本部情報通信技術部マルチメディア技術課在籍。

近沢 幸治郎 (チカサワ コウジロウ)



1986年入社。以来AV機器の開発に従事。現在AVC本部マルチメディアシステム部NVプロジェクト課長。