

HDD-DEH のソフトウェア開発

Software Development of CD/MP3/Memory Stick Player with HDD

野中 慶也 , 傳田 明弘 , 植坂 岳治

Yoshiya Nonaka, Akihiro Denda, Gakuji Uesaka

坂元 勇二 , 新居 紀孝 , 佐藤 征宏

Yuji Sakamoto, Noritaka Nii, Masahiro Satou

遠藤 和明 , 加藤 寛樹 , 杉野 竜二

Kazuaki Endo, Hiroki Katou, Ryouji Sugino

佐田 武志 , 遠藤 孝司 , 西瀉 純子

Takeshi Sada, Koji Endo, Junko Nishigata

石山 邦浩 , 森田 健司

Kunihiro Ishiyama, Kenji Morita

要 旨 本製品はカーオーディオとして初めて CD(MP3CD 再生対応) , Magic Gate Memory Stick 記録 / 再生 / データベースのアップデート機能 , HDD 記録再生といった新しい機能を開発し , 従来からある AM/FM Tuner , MOS-FET 50Wx4ch アンプ , 有機EL 表示 , 音場制御 DSP とともに全世界向けとし , 1DIN サイズに搭載した。

HDD に格納された多数の楽曲を容易に扱う為 , 特に操作性に配慮しながら新しいオーディオの世界を作ることに注力し , 他社に先駆けて市場導入することができた。

Summary We developed this product which carries new functions, CD(includes MP3CD playback), MagicGate Memory Stick (recording & playback & updating) and HDD (recording & playback), for the first time as a car audio product.

This product for the worldwide market is packed into 1DIN size, with standard features (AM/FM Tuner, MOS-FET50Wx4ch amplifier, OrganicEL display, and sound field control DSP) and the new functions.

We considered the operation carefully to handle many music files in the HDD easily.

We concentrated on making a new field of audio entertainment, and we were the first to introduce this system on the car audio market.

キーワード : Magic Gate , Memory Stick , MP3 , ATRAC3 , Music Server , CDDB

1. まえがき

久しく記録という機能を持たないカーオーディオであったが、近年の状況として、

(1)PCの世界を中心にMP3(MPEG Audio Layer 3)に代表される圧縮オーディオの出現と普及が始まり、カーオーディオの世界にも急速に浸透し始めている。

(2)ポータブルオーディオを中心にシリコンメディア(Memory Stick, Compact Flash, SD card など)が音楽メディアとして登場し台頭してきている。

(3)CDやMDのチェンジャーなどで対応してきた多数枚、長時間演奏機能について大容量、小型化の利便性も含めてさらなる向上をはかって行く必然性ができている。

(4)2000年4月に他社に引き続いて当社もMD録再機の市場導入を行い、車室内記録に対する環境と認識ができつつある。

などの背景があり、PCやその周辺機器と競合するような従来にない機能を持った新しいシステムを構築する必要が出てきた。そこでHDDを音楽メディアとして活用し、MG Memory Stick (Magic Gate Memory Stick)やMP3ファイルが記録されたMP3CD(CD-ROM, CD-R/RW)の再生にも対応した多機能なカーオーディオを開発し、市場導入したので報告する。なお本稿では主に、HDD, MG Memory Stick, MP3CDの新機能およびソフトウェア制御について述べる。

2. 開発コンセプト

図1にHDD-DEHの外観写真を示す。外観上は通常のオーディオ製品にRECボタンを追加したのみであるが、次に示す新しいメディアへの積極的な対応と多数の楽曲を容易に扱うための機能を重視しながら、従来のオーディオ製品に比べて特に違和感なく操作が行えるようになっている。

2.1 車室にサウンドライブラリーを作り出す Music Server 機能

最大でCD約200枚分(105kbps, 1枚約60分換算)の音楽データをHDDにストック可能である。特に内蔵CDからの録音時には、次に示す豊富で便利な機能を搭載している。

2.1.1 リトライ機能

CDの音飛びが発生したときには、自動的に曲単位で再度録音を行い、音切れなどの異音発生を防止している。

2.1.2 オートタイトル機能

CDから録音した楽曲にはCDDDBを用いて自動でタイトルを付与する。また、CDDDBのデータはインターネット、パソコン、MG Memory Stickを用いてバージョンアップが可能である。

2.1.3 多彩なプレイリスト

録音ソースや録音年月日、アーティスト別に自動でプレイリストを作成でき、好みの楽曲だけを登録してカスタムプレイリストを作成することが可能である。



図1 HDD-DEHの外観

2.1.4 継続録音

CD 録音中に車を降りても次回の録音時には前回の続きとしてプレイリストに追加録音を行い、1枚のCDを一つのプレイリストにまとめることができる。

2.2 家庭やポータブルとのデータリンクを可能にする MG Memory Stick 対応

HDD に録音した音楽を MG Memory Stick へ転送(Check Out)したり、戻したり(Check In)することが可能である。この機能により、ホームオーディオ機器、ポータブル機器、パソコンなどへ楽曲を持ち出して楽しむことが可能。

2.3 大量の楽曲を扱えるMP3ファイル再生対応

CD-ROM に記録された MP3 ファイルの再生に対応した。多くの標準的なフォーマットをサポートし、大量の楽曲を扱うことができる。

2.4 漢字表示も可能な有機ELディスプレイ

自発光により鮮明な表示が可能な有機ELディスプレイを用いて、リスト一覧表示、階層式機能一覧表示により、高い表示能力を活かして快適操作を実現している。ファイル名やフォルダ名の他、ID3tagVer1.0/1.1による曲名、アーティスト名、アルバム名の漢字表示に対応している。

3. システムの概要

図2にHDD-DEHの全体ブロックを示す。キー

リモコンの操作入力、有機ELの表示制御など、ヒューマンインタフェースを司るキー表示制御部、Tuner・IP-Bus・電源制御などを制御するシステム制御部、HDD・MG・Memory Stick のインタフェースの処理を行うCPU、および音声処理を行うDSP制御CPUから構成されている。なお、システム制御部は従来のカーオーディオ製品の技術を流用することで、既存のソフト資産を有効に活用した。また、MP3/HDD/Memory Stick 制御CPUブロックを新規に開発し、新しいカーオーディオ製品を実現した。

4. 各ブロックの詳細

4.1 MP3・HDD・Memory Stick 制御CPU

MP3・HDD・Memory Stickを制御するCPUには、各装置からのデータ処理をするためのワークエリア、HDD や MG Memory Stick の音声データバッファが内蔵されている。また、これらを制御するプログラム用としてSRAMを外付けしている。

本CPUは動作周波数が50MHzの32bit・RISCで、ROM256KB、RAM10KBを内蔵している。なお、本CPUの動作電圧は3.3Vである。それに対し、他のデバイスは5Vで動作するため、HDD(ATA (IDE))やシステム制御CPU、CD制御CPU、SFC・DSP制御CPUとの通信I/Fに対しては3.3/5V変換を行っている。なお、CPUはV850E/MA1(NEC

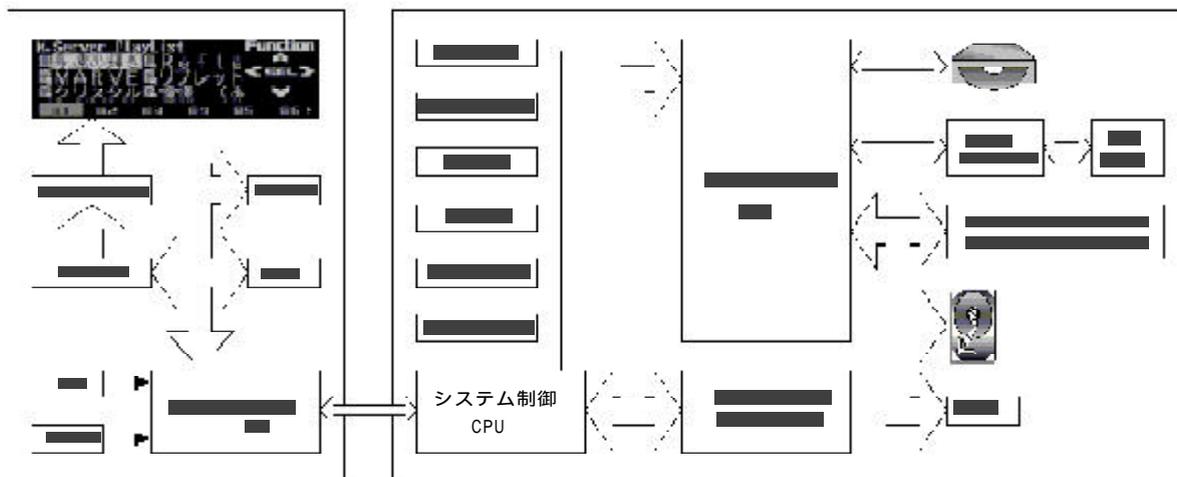


図2 HDD-DEHの全体のブロック(マイコン系)

製)を使用した。

4.2 ATRAC3 , MagicGate , Memory Stick 部

本部はATRAC3 エンコーダ/デコーダ , Magic Gate , Memory Stick I/F , および著作権保護のため , Magic Gate の鍵データおよび暗号化や認証処理を行う DSP から構成されている。

HDD 時と Memory Stick 時の機能を切り換えるために , 制御用 CPU からそれぞれの制御に必要なプログラムを DSP に読み込むことで実現している。本部には CXD1859AR , CXK2000N (ともに SONY 製)を使用した。

4.3 CD-ROM , MP3 部

CD-ROM デコーダ , MP3 デコーダ , および ROM データのバッファリング用として EDO-DRAM を外付けしている。MP3 デコーダはハードウェアロジックで実現し , コンパクトなチップサイズを実現するとともに , ソフトウェア制御を容易にしている。本部は LC78683E (三洋製 CD-ROM デコーダ , MP3 デコーダ内蔵 LSI) を使用して実現した。

4.4 HDD , ATA (IDE) 部

HDD としては既にサイバーナビでも実績のある MK1016GAP (東芝製 2.5 inch , 10GB , 9.5mm 厚)を使用した。ファームウェアを変更して耐振性を向上させるとともに , 温度センスの追加 , シーク音の低減などを図って , 車載用オーディオ装置として使用可能にした。

前述した CPU (V850E/MA1) は ATA (IDE) の I/F を持たないため , アドレス / データバスと汎用ポートを用いてソフトウェアで ATA (IDE) の I/F を実現した。

4.5 システム制御 CPU

内蔵 AM/FM Tuner , IP-Bus , SFC・DSP 制御 CPU , MP3/HDD/Memory Stick 制御 CPU , キー表示制御 CPU を統括してシステム全体の制御を行う。CPU には M16C/62 シリーズ (16bit CPU: 三菱製)を使用した。

4.6 DSP 制御 CPU

音場制御 DSP , 電子ボリュームなどの制御を行う。CPU には上述した M16C/62 シリーズを使用

した。

4.7 キー表示制御 CPU

キーやリモコン操作からのデータの入力 , 有機 EL への出力・描画・制御を行う。CPU には M16C/80 シリーズ (16bit CPU: 三菱製)を使用した。

5. マイコン・ソフトウェア開発

新タイプのカーオーディオシステムを実現するために , MP3/HDD/Memory Stick 制御部を開発した。主な技術要素を次に述べる。

5.1 RTOS

OS には μ ITRON (Version 3.0 に準拠: NEC 製 V850 シリーズ用 RX850pro) を採用した。車載用に以下の改造を行った。

5.1 エマージェンシータスク

車両側の電源断に対応して , 直ちに OS 資源を解放し , 速やかに低消費電力状態へ移行させるタスクを設定し , 車載機器に必要な機能を追加した。

5.1.2 外部 RAM でのプログラム実行

CD からの録音におけるオートタイトル機能のプログラムは 1MB を要するので , 組み込み型として実現するのは不可能と判断し , 本プログラムを HDD からダウンロードし , メインプログラムのワークエリアと重ならないように設定した。

5.2 タスク構成

図 3 に MP3/HDD/Memory Stick 制御 CPU のタスク構成を示す。 μ ITRON をベースに BIOS とドライバー層をミドルウェアの活用 , ナビゲーションソフトの流用 , 自社開発ドライバーなどによって実装した。さらに , 上位層であるアプリケーション層のソフトウェアを開発し , 実装した。

V850E/MA1 上で実行される各タスクは , プログラムサイズの最適化を最大限に活用した状態で 256KB となり , 内蔵 ROM の容量をほとんど使い切った。

5.3 ミドルウェア

ミドルウェアでは Memory Stick ドライバー

は独自に開発し、HDDドライバー・CD-ROMドライバーは当社ナビゲーションに用いられているソフトを流用した。またHDDのファイル制御を行うFAT32 File systemにはUS-Software製US-Filesを採用した。

5.4 Memory Stickの制御ソフトウェア

図4にMemory Stickのソフトウェア階層構造を示す。

Memory Stickの記憶媒体はフラッシュメモリであり、その特性に依存したメモリ管理とファイルシステムとなっている。

5.4.1 ブロックとページ

フラッシュメモリの読出/書込の単位をページ、消去する単位をブロックと呼び、この単位でしかアクセスすることはできない。

5.4.2 セグメント

512ブロックを1セグメントとした単位でメモリの管理を行う。この単位を用いることでセグメント内に属するブロック番号の範囲を限定できるのでメモリ制御を容易にすることが可能である。

5.4.3 不良メモリ管理

フラッシュメモリは初期不良があり、かつ使用しているに従って劣化が生じ、最終的には使用不可能となる。そこでユーザー領域とは別に予備領域を用意し、使用中に不良が発生した場合は予備領域で代替する仕組みとなっている。代替はセグメント単位で行い、セグメントの予備を使い切ると、そのMemory Stickは読出し専用(書込み不可)に成るようにしている。

5.4.4 データの更新

フラッシュメモリは使用頻度が多くなるほど劣化も進むため、Memory Stick全体の寿命を延長するには同一ブロックへの集中的なアクセスを避ける必要がある。従ってデータの更新の際は、必ず未使用ブロックを検索し、そこへデータを書き込み、旧データの存在したブロックを消去後、未使用ブロックとする。データを更新する時は必ず異なるブロックへの書込みを行うことで可能な限りアクセスの均一化を図っている。

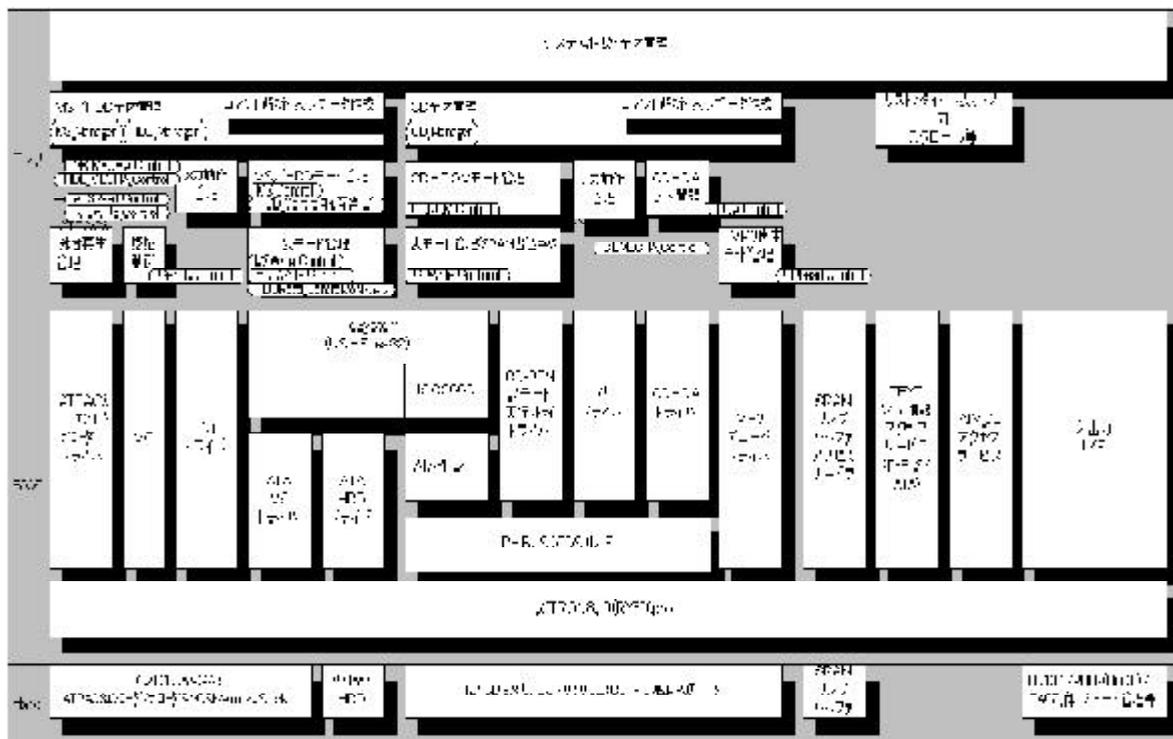


図3 MP3/HDD/Memory Stickのタスク構成

5.4.5 論理フォーマットと物理フォーマット
Memory Stickでは論理フォーマットとしてFATファイルシステムを使用している。しかし、前述の不良代替処理などからFATファイルシステムの状態では物理メモリにアクセスすることはできない。FATのクラスタとセクタをブロックとページに変換する必要がある。この“論理/物理変換”は図5に示すステップで行っている。

6. 開発環境(UML)

従来、カーステレオのソフト開発は数人で行っていたが、今回は多人数でプロジェクトを結成したので各メンバーの意識統一、仕様の理解と浸透、およびソフト構造の記述やメンバー間の分担をスムーズに行うためにUML表記を導入した。UML導入で効率的開発に貢献したと考えられる点は、

1. 考え方の整理が付き、最終的にソフトウェア資産の再利用可能
2. 構造的なレビューが可能で、適切な分担や効果的なDRが可能
3. 単純な規則の理解で意思疎通が容易(フロー/コードDRは表面的になりがち)

4. 設計段階から全体をある程度分割化が可能で、担当範囲の明確化が容易

であった。またUMLを使用時に注意が必要な点は、

1. 詳細なクラス/シーケンス/状態遷移への落とし込み、コード実装には慣れが必要
2. 最初は書いてみないとわからず、時間がかかる。ある程度成慣れは必要
3. UMLは決して万能ではなく、オブジェクト指向/C++などと組み合わせることも重要
4. システムの変更/拡張性への考慮、きちんとした設計や設計ノウハウなどは必須
5. コード生成を行うか否かなど、達成レベルの目標を決め、意識の共有が必要
6. ツール選定はコストを考慮して他部門との検討が必要。

などがある。今後もソフト開発・設計に活用していく予定である。

6.1 UML 表記例

本開発に用いたUMLの一例を示す。

図6はユースケース図の例である。ユースケース図はシステムの機能と外部環境を示し、システムを外部から見たときの動作と振る舞いを示す。本図でシステムの領域や範囲を明確にすることができる。

アプリケーション層	...	例えばオーディオフォーマットなど解釈を行う
論理層	...	ファイルシステムによる論理セクタ管理
物理層	...	物理的な位置を管理する他に空きブロックや冗長部の管理
デバイスドライバ層	...	TCPやINTによるシリアルI/F
メモリスティック層	...	電気的特性

図4 Memory Stickのソフト階層

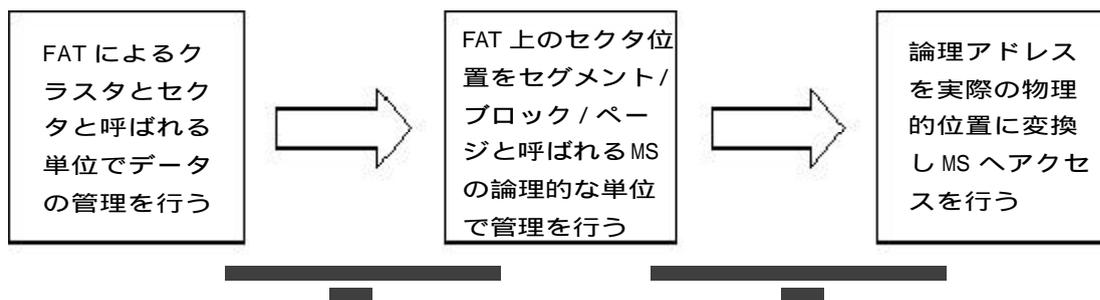


図5 論理 / 物理変換

図7は状態遷移図の例である。状態遷移図は従来から使用していた。本システムは複数のマイコンによって構成されており、マイコンごとの役割を明確にするために作成した。これにより一番複雑なRISCが分担する処理を切り分けて行うことができた。

図8はシーケンス図の例である。シーケンス図はオブジェクト同士の相互作用を時系列で表現し、ユースケースを実現するのに必要なオブジェクトの集合と、そのメッセージなどのやり

とりを順番も含めて表現できる。システムの振る舞いをシナリオと対応させて具体的な内容を示すようにした。

図9はクラス図の例である。クラス図はモデルの静的なS構造を示し、システムの機能に着目して分析を行う。シナリオからクラスを抜き出すために名刺や名詞句をピックアップし、クラスとして適切かを判断する。合わせてクラスの属性を見つけ、実装の一手手前でクラスの相互関係を表現している。

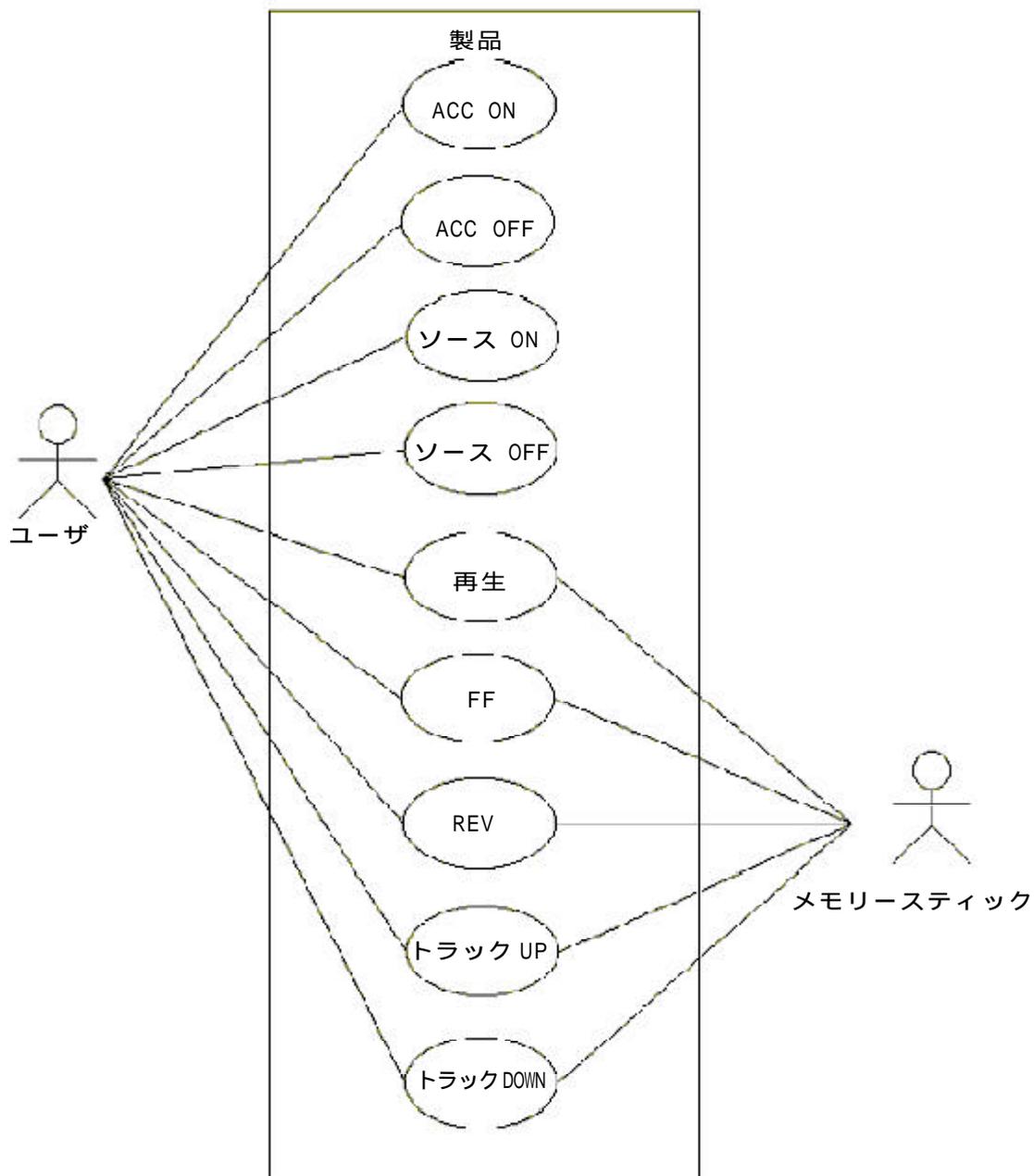


図6 ユースケース図の例

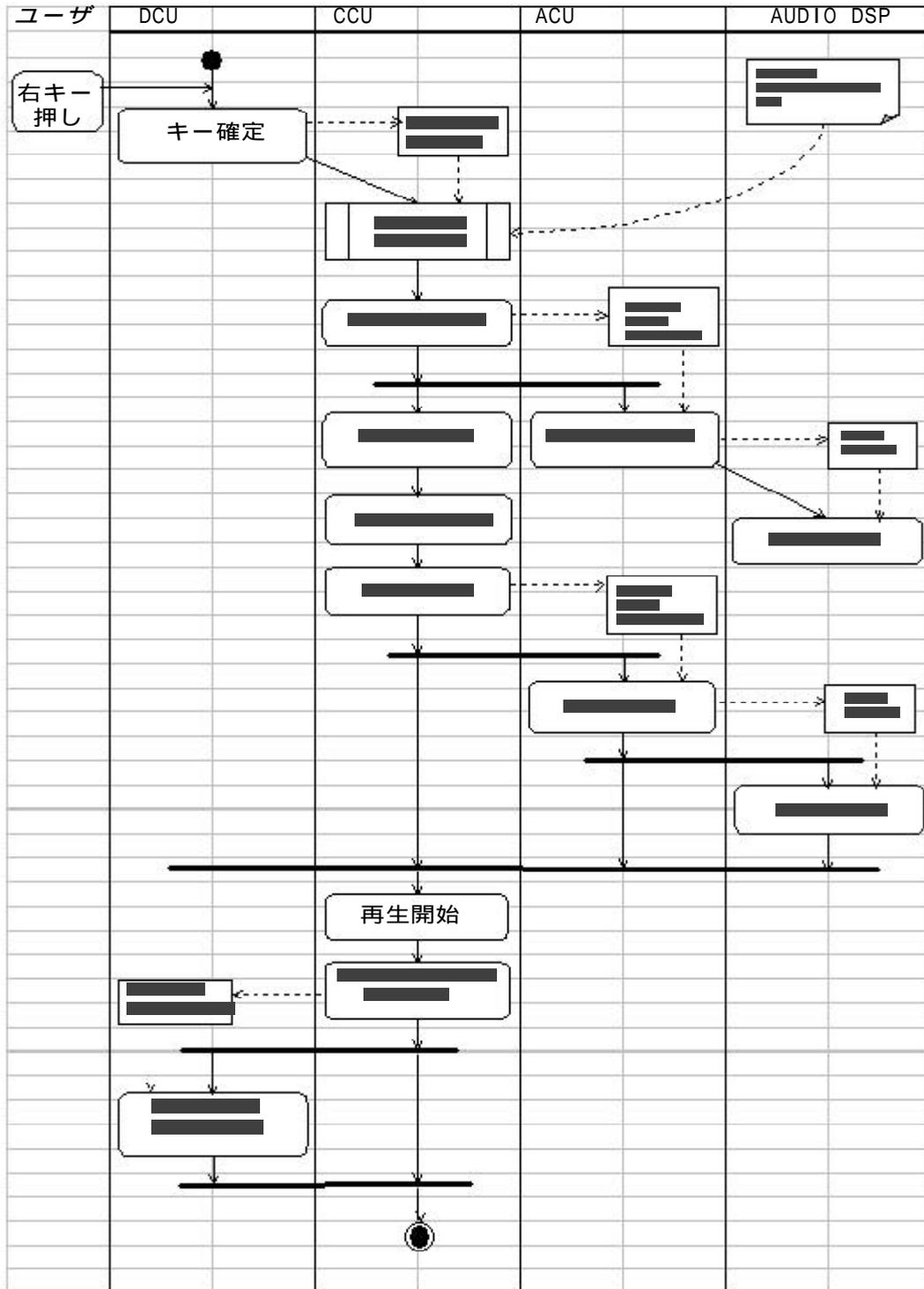


図 7 状態遷移図の例

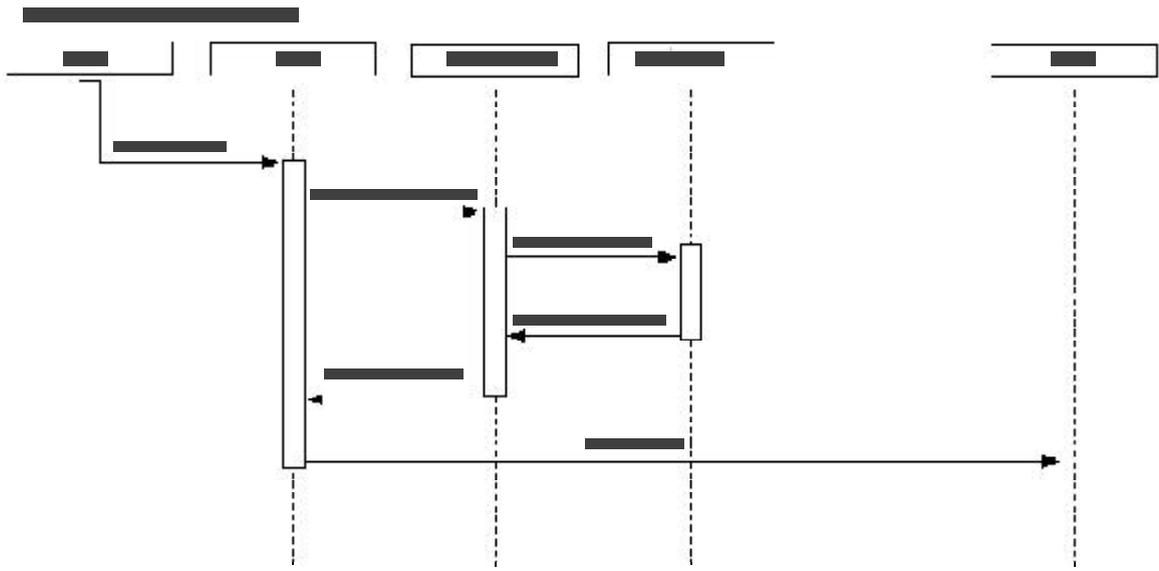


図 8 シーケンス図の例

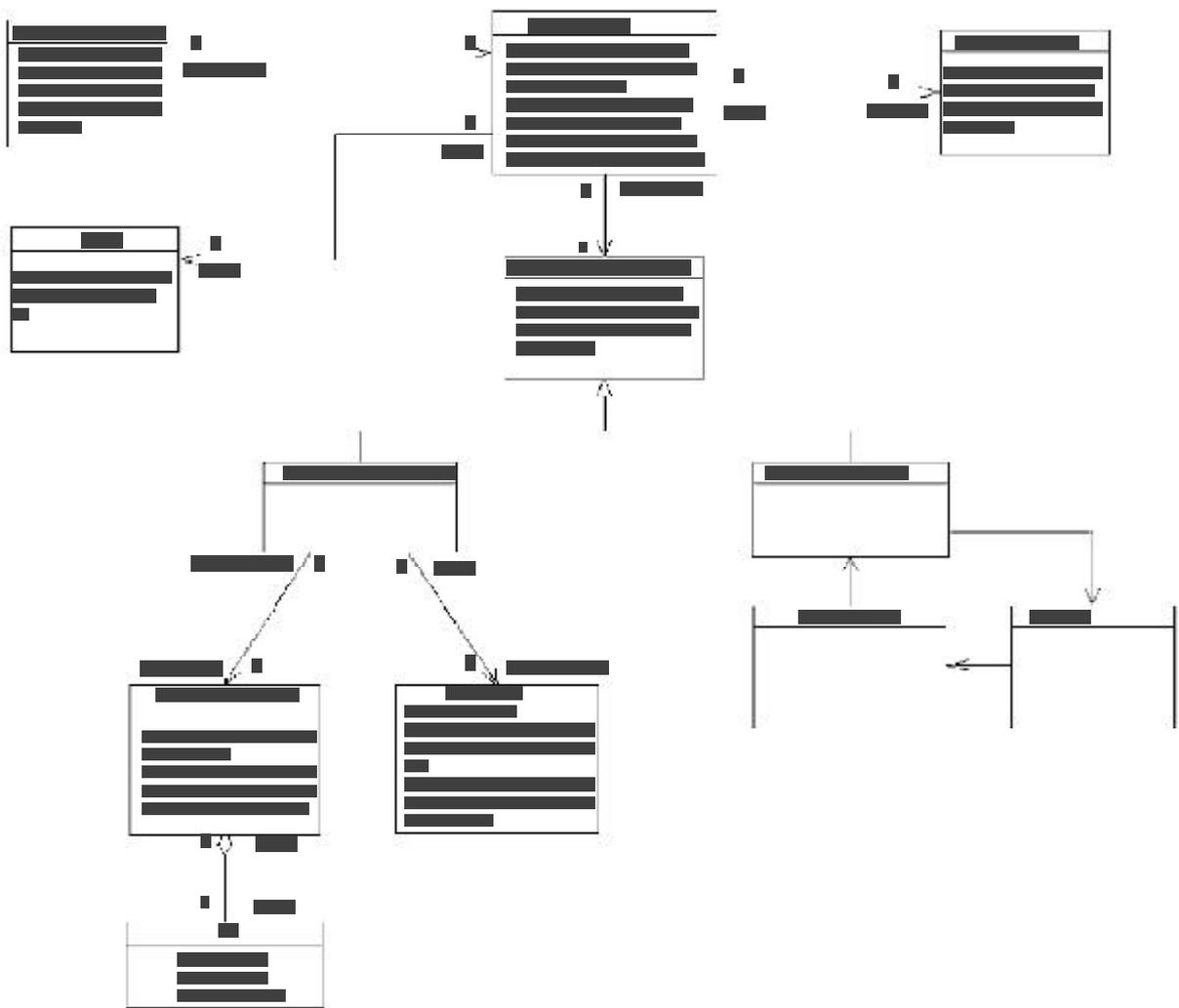


図 9 クラス図の例

7. ミュージックサーバ機能

7.1 著作権保護

本機では著作権保護のために Magic Gate や MG-R を用いた鍵管理システム・コンテンツの暗号化, SDMI フェーズ1 仕様に準拠した Water Mark によるスクリーニング, SCMS などに対応している。

7.1.1 Water Mark 検出 / Magic Gate 暗号化

録音時は CXD1859AR 内部 DSP のファームウェアにより Water Mark 検出を行ってスクリーニングをパスしたコンテンツだけを Magic Gate による暗号化を施して HDD に記録を行っている。暗号化は CXD1859AR には組合せて使用する CXK2000N に格納されたユニークな鍵データを使って行われる。この結果, HDD を取り出してファイルのコピーを行ったり, 別の HDD-DEH へ移動したとしても再生することはできない。また本機では将来の音楽配信を考慮して Memory Stick の MG-R 鍵にも対応している。

7.1.2 チェックイン, チェックアウト

HDD へ記録したコンテンツは 3 回まで MG Memory Stick へ転送 (Check Out) することができる。取り出した回数は管理しており 3 回を超えて Check Out することはできないが, MG Memory Stick へ取り出したコンテンツを戻す (Check In) と, また別の MG Memory Stick へ取り出すことができる。チェックアウト可能回数や後述する再生期限, 再生回数制限については改ざん防止用のデータが付加されており, 不正な使用を防止している。

なお北米仕向けでは法律 (AHRA) 上 SCMS のみが認められていることを考慮して本機能を削除した。また本機では内蔵 DSP ファームウェアの開発時期の関係上 Move と Import に対応することはできず, 次回以降の課題となった。

7.1.3 再生期限, 再生回数制限

MG Memory Stick のオーディオファイルフォーマットには再生開始/終了日時や再生回数を設定することが可能なので, コンテンツ作成者の意図通りに指定期日までは再生させな

い, 指定期日以降は再生させない, 指定回数までしか再生させない, といった制御を実現している。再生回数は再生する度にカウンタを 1 ずつ減じてカウンタ値を Memory Stick へ書き戻す処理が必要なので, 誤消去防止 SW が記録禁止となっているときは警告を出して再生を行わないように制御している。

7.1.4 SCMS, MP3CD

SCMS ビットを判断してデジタルコピーを禁止されている CD であった場合はもちろん, MP3CD の場合にも著作権保護に配慮して録音を禁止する仕様としている。

7.2 HDD 録音機能

内蔵 CD や IP-Bus 接続機器などから内蔵 10GBHDD に録音が可能である。録音は次に述べる 5 つのモードを持っており, さまざまな録音が行える。

7.2.1 一曲録音

内蔵 CD, IP-Bus 接続機器のいずれでも指定した 1 曲を録音する。

7.2.2 シングル録音

国内仕向けの内蔵 CD で 1 曲目のみを録音する。

7.2.3 ディスク

内蔵 CD で指定した曲から最後まで録音する。

7.2.4 ALL 録音

IP-Bus 接続機器にてユーザーの録音開始指示 ~ 録音終了指示までを録音する。

7.2.5 コンティニュー (継続録音)

内蔵 CD からの録音中にアクセサリ電源オフで中断した録音を再開し, 一つのプレイリストにまとめて録音する。コンティニューに関しては 7.3 継続録音で詳細を述べる。

また録音時には, 音質重視か収録時間優先かを選択できるように bit レートを 105kbps / 133kbps で選択できるようにした。なお HDD の記録再生においてはベンダユニークコマンド (メーカー固有のコマンド) を使って温度センシングを行っている。低温センシング時には書込みが不安定な状態に陥る可能性があるため, 書込みテストを実施する。また高温センシング時にはエラー

として強制的に処理を中断し、HDDの保護を行っている。

7.3 継続録音

通常ユーザーの録音操作に対し、対応したプレイリストを一つ作成するのが自然であるが、車載用の記録機としては、CD 1枚を数十分間かけて車を運転して録音を継続するとは限らない。これを考慮して仕様を決定した。仕様では、同一CDのままアクセサリ電源がオフ/オンされた後に再度録音を開始するときは1曲、シングル、ディスクの録音モードに加え、コンティニュー録音のモードを選択できるようにした。このモードでは途中で録音を中断した場合、曲単位で再度録音することでプレイリストを一つにまとめることができ、ユーザーが実際に使用する上での利便性を向上させている。

7.4 オートタイトル機能

録音時にCDのTOCを利用して録音した楽曲にHDDにインストールされた約22万曲のデータベースより自動的にアルバムタイトル、トラックタイトル、アーティスト名などを付与することができる。本機能により、ユーザーの入力の手間を省くとともにHDD内に大量に記録された楽曲の検索や識別に役立っている。この概念を図10に示す。

また、本機の開発では、商品開発だけではなく、販売後のバージョンアップサービス、それに対応した環境やツールの整備も行った。具体的には以下の通りである。

7.4.1 CDDBのバージョンアップ

データベースは発売時点で最新の情報にしても、それに発売される新譜に対応することはできないため、バージョンアップが行えるように機能を追加した。

ユーザーは次に述べるPCソフトを使用してホームページから差分データをダウンロードしてMemory Stickに書き込み、本機でHDDへのバージョンアップを行う。

7.4.2 ホームページ開設

当社のホームページ内にHDD-DEH用に差分データとダウンロードツールを配布するためのエリアを設け、HDD-DEHのユーザーは登録して使うことができるようにした。現在も定期的にバージョンアップデータを提供し続けている。データの提供は年4回で3年間継続する予定である。

7.4.3 PCのソフト開発

専用ホームページから差分データをダウンロードするツールはそれ自体もホームページからダウンロードして使用する。本ツールはイン

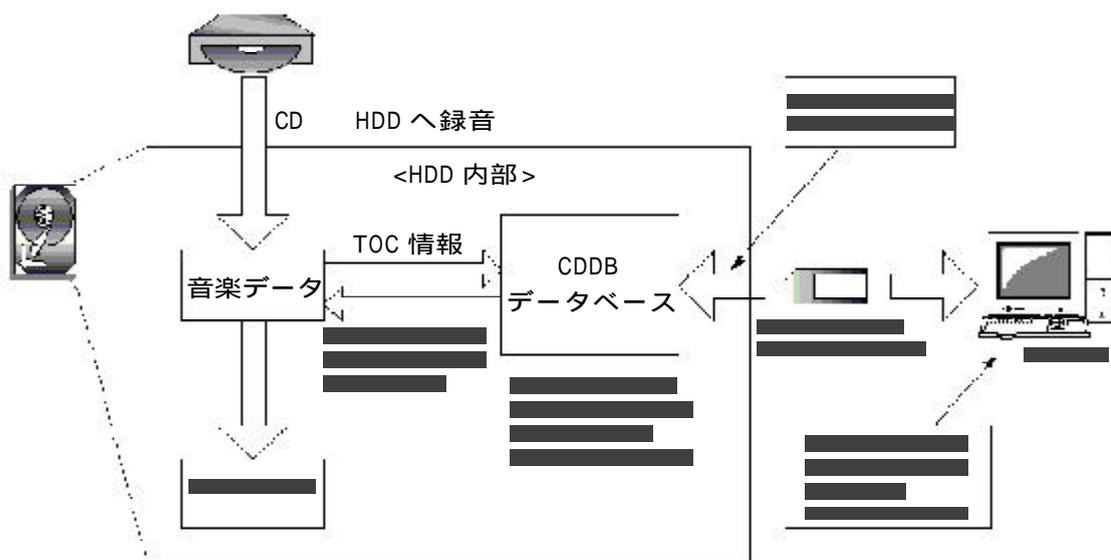


図10 CDDB オートタイトル付加機能の概念

ターネットへの接続とダウンロード、メモリースティックの作成までを行える PC 用のソフトを開発した。

7.5 振動リトライ

車載機として振動に対する配慮は必須であり、本機の録音機能についてもCD制御メカで音飛びやサーボはずれの発生を検出し、曲単位で録音をやり直す機能を実装した。

7.6 曲間処理

一部のライブ版やオムニバス、メドレーなどのCDでは曲間に全く隙間がなく完全に繋がっているモノがある。このようなCDを録音した後に再生して曲間で音切れが無いようにCDは曲間で停止せずに完全にバッファリングして音が繋がるように制御した。そのため、曲間におけるファイルのクローズ/オープン処理が時間的に厳しい状態であったが、ファイルシステムの高速化で実現できた。

7.7 HDD 再生機能・リスト処理

HDDに録音した楽曲は以下の5つのプレイリストで管理され、再生中は切り換えて所望の曲を選択可能とした。これらのリストは本機のファンクションメニューからプレイリスト・モード ~ を選択した上で、各プレイリスト・モード内ではリスト選択、トラック選択が行える。

(1) ALL:

録音を行った日付毎に自動で作成する。

(2) Digital:

内蔵CDでの録音のみ対応しており、録音したCDのアルバム情報がCDDDBより付加された時にはディスクタイトル別に自動で作成される。

(CDDDBからの情報が付加されなかった場合には日付で作成される)

(3) Analog:

CD以外のソースから録音した場合に1回の録音毎に自動で作成される。

(4) Artist:

内蔵CDでの録音のみ対応しており、録音し

たCDのアーティスト情報がCDDDBより付加された時にはアーティスト別に自動で作成される。

(5) Custom:

プログラムプレイのように好みの曲を自由に登録するプレイリスト。6つのカスタムプレイリストにそれぞれ99曲まで登録・編集することができる。

7.8 メモリースティック機能

本機でチェックアウトしたMG Memory Stickや他社の機器で作成したMG Memory Stickの再生が可能。リピート、ランダム、スキャンなどの一般的なトリックプレイに加え、曲名やアーティスト名の表示を有機ELディスプレイに漢字で表示可能となっている。

その他、チェックイン・チェックアウト、CDDDBのバージョンアップに対応している。

7.9 MP3CD 機能

パソコンなどで編集・作成したMP3ファイルを書き込んだCD-R/RWの再生が可能である。マルチセッションにも1stセッションのみ対応している。対応しているCD-ROMフォーマットは以下の通りである。

- ・物理フォーマット: Mode1, Mode2 Form1
- ・論理フォーマット: IS09660 レベル1&2, Joliet, Romeo(但しFile/Folder名は64文字まで)に対応

各種のリピート、ランダム、スキャンなどの一般的なトリックプレイに加え、フォルダ名やファイル名、ID3tagVer1.0/1.1による曲名やアーティスト名、アルバム名の表示を有機ELディスプレイに漢字で表示可能となっている。

8. まとめ

今回開発したHDD-DEHにはMagic Gate Memory Stick, MP3CD, HDDなど多種類の新規メディア対応を実現していち早く商品化することができた。

今後もHDDや固体メモリを使い、ネットワーク対応やナビゲーションとの融合も含めて新し

いオーディオの世界の実現を目指していく予定である。

9. 謝辞

本製品の開発・商品化において、絶大なご協力を頂きました多くの外部協力会社の関係者各位に深く感謝いたします。また社内に関連部署の関係者各位に感謝します。

付録

ATRAC3 : Adaptive TRAnsform Acoustic Coding 3 の略で、MD で使用される ATRAC の2倍の約 1/10 の圧縮率と小規模のエンコーダ / デコーダによる実現が可能な圧縮伸長方式。

MD-LP(ロングプレイ) Memory Stickなどで使用されている。

筆者

野中 慶也 (のなか よしや)

- a. MEC 川越事業所 第3技術部
- b. 1986年4月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

傳田 明弘 (でんだ あきひろ)

- a. MEC 川越事業所 第3技術部
- b. 1998年4月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

植坂 岳治 (うえさか がくじ)

- a. MEC 川越事業所 第3技術部
- b. 1999年4月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

坂元 勇二 (さかもと ゆうじ)

- a. MEC 川越事業所 第3技術部
- b. 2000年4月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

新居 紀孝 (にい のりたか)

- a. MEC 川越事業所 第3技術部
- b. 2001年4月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

佐藤 征宏 (さとう まさひろ)

- a. パイオニアシステムテクノロジー(株)開発センター
- b. 2000年8月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

遠藤 和明 (えんどう かずあき)

- a. パイオニアシステムテクノロジー(株)開発センター 川越 CE1
- b. 2000年11月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの設計, 開発

加藤 寛樹 (かとう ひろき)

- a. パイオニアシステムテクノロジー(株)開発センター 川越 CE1
- b. 2001年4月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

杉野 竜二 (すぎの りょうじ)

- a. (株)テック・エキスパーツ
- b. 2000年2月
- c. 制御用ソフトウェアの開発, 設計

佐田 武志 (さだ たけし)

- a. (株)テック・エキスパーツ
- b. 2000年4月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

遠藤 孝司 (えんどう こうじ)

- a. MEC 川越事業所 第3技術部
- b. 1998年1月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

西瀧 純子 (にしがた じゅんこ)

- a. MEC 川越事業所 第3技術部
- b. 1996年4月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計

石山 邦浩 (いしやま くにひろ)

- a. MEC 川越事業所 第1商品開発部
- b. 1990年4月
- c. OEM向けカーオーディオ制御用ソフトウェア開発。市販カーオーディオ表示制御用ソフトウェア開発。市販カーオーディオ回路設計

森田 健司 (もりた けんじ)

- a. MEC 川越事業所 第3技術部
- b. 1991年4月
- c. カーオーディオ制御用ソフトウェアの開発, 設計