

携帯電話を利用した広域車両位置管理システム(アヴィアス)

Wide-Area Vehicle Position Management System that Utilizes Mobile Phone (OBVIOUS)

丸岡	正人	Masato Maruoka
水野	正孝	Masataka Mizuno
籠谷	成彦	Shigehiko Kagotani
中條	良和	Yoshikazu Chujo
須佐美	博丈	Hirotake Susami



要 旨

我が国内では携帯電話が概ね2人に1台の割合で普及し、携帯電話応用技術は世界のトップクラスにある。一方、GPS (Global Positioning System) を利用した位置検出精度は、2000年5月に、管理・運用している米国防総省が大統領宣言に基づいてSA (Selective Availability) 解除した結果、飛躍的に向上した。

このたびGPSで移動局位置を検出し、デジタル携帯電話のパケット通信網を活用してオフィスとデータ通信することにより、我が国内のほぼ全域で移動局位置、進行方向および作業状態等を、パソコンの画面上で簡単に確認できる「OBVIOUS (アヴィアス)」を企画・開発し、昨年秋に発売を開始した。

この製品は、タクシーの配車システムであるGPS-AVMの移動局位置検出と表示技術およびナビゲーション装置、トヨタ自動車殿に納入しているMONET (モネ) の電話制御技術等の基礎技術をもとに開発した。

Abstract

In Japan, mobile phones have become so popular that roughly one out of every two persons use one, and the technologies involving its application is one of the most advanced in the world. Position detection accuracy that utilizes GPS (Global Positioning System) drastically improved in May of 2000 when the U.S. Department of Defense, which controlled and utilized the system, disabled Selective Availability (SA) following a declaration by the U.S. President.

We have designed, developed and started the sale last fall of a system named OBVIOUS, which detects the locations of mobile stations using GPS, and enables data communications with the office through the packet communication network of digital mobile phones. This system makes it possible to easily verify on a PC screen the location, direction of travel, and operating conditions of mobile stations nearly anywhere in Japan.

This product was developed based on several fundamental technologies including navigation systems; mobile station positioning and display technologies of GPS-AVM (the taxi dispatching system); and the mobile phone control technologies for the MONET system, supplied to the Toyota Motor Corporation.

1. はじめに

携帯電話は、2001年2月末時点で契約数が

約5900万台と急速に普及し、サービスエリアも人口カバー率99%以上と、日本国内どこでも使える通信手段となってきた。NTTドコモの「iモード」に代表されるデータ通信サービスも至るところで利用する姿が見られ（携帯電話の約半数が契約）、少量多頻度の通信に適したパケット通信の恩恵に預かっている。

また、PHSの狭域な通信エリアを利用し、子供やお年寄りの場所を検索する「いまどこサービス」が開始され、好評を得ている。このようにヒトやクルマの位置情報を利用したサービスが今後普及／発展することが見込まれる。

一方、2015年に累積で約60兆円の市場規模が予想されるITS（Intelligent Transport System：高度道路情報システム）では、「商用車の効率化」が開発分野のひとつに数えられ、利用者サービスとして「商用車の運行管理支援」が輸送効率の向上や環境の改善の面で期待されている。

このような背景のなか、当社は、携帯電話のパケット通信を利用することで安価かつ広域通信を可能とし、幅広い分野での利用を狙った広域車両位置管理システム：OBVIOUS（アヴィアス）を開発し、2000年10月に商品化したので、以下に紹介する。

次の各項目を実現するシステム構築をした。

(1) 日本国内全域をカバーした広域通信

デジタル携帯電話機（以下携帯電話機）を活用したパケット（荷札をつけた小包）通信で、移動局とオフィス間のデータ通信を行う。

導入時には、通信事業者と顧客間で、回線利用契約が必要である。

(2) 安価に企画

- ・移動局位置は、GPSで検出。
- ・データ通信のモデム処理をソフトウェアで実現。
- ・オフィス側アプリソフトのパッケージ化。
- ・普及している広域地図データベースの採用。

(3) 安全性配慮

- ・車載端末の操作ボタンを大きくした。
- ・移動局に対して、アクセント記号付きカナ文字を送信し、移動局側で音声合成にて読上げ通知。
- ・ハンズフリー通話の実現。

2.2 全体機能

本システムの全体構成図を図-1に示す。

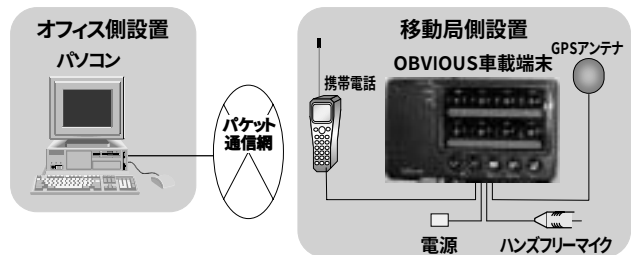


図-1 OBVIOUSの全体構成図

Fig.1 Overall configuration of OBVIOUS system

2. システムの概要

2.1 「狙い」と「実現方法」

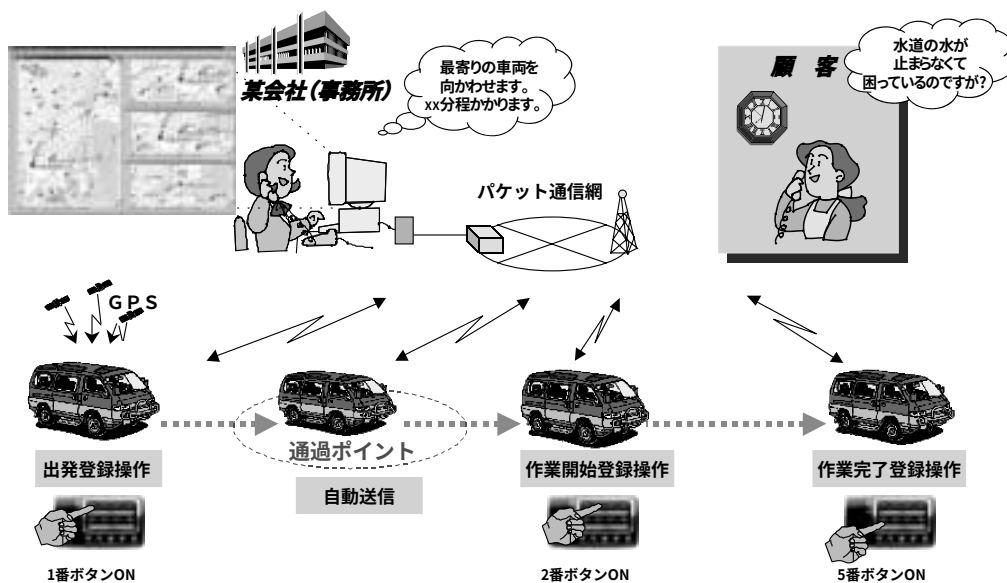


図-2 適用事例

Fig.2 Example of application

- ①移動局の位置と作業状態（以下動態）を、オフィス側パソコンの地図画面上に表示する。
- ②移動局側は、8ケの動態ボタンと2組のON/OFFセンサ入力状態をオフィスに伝達する。
- ③オフィス側から送信したアクセント付きカナ文字を移動局側で音声合成を使って読上げ通知する。

2.3 特徴

- ①公共の通信インフラ（携帯電話機によるパケット通信）を活用しているので、全国規模で利用できる。
- ②各移動局の位置・動態を把握できるため、タイムリーに指示することが可能になる。

2.4 適用事例

適用事例として、水道工事などメンテナンス業の場合を図-2に示す。

移動局で各作業状態に応じた「1」～「8」の動態ボタンを操作すると、オフィス側では移動局位置と動態が把握できる。

その結果、顧客からの問合せおよび急な仕事の依頼等に対して、迅速に対応することができる。

2.5 導入効果

- ①顧客サービス向上
問合せ・急な依頼等に対して、迅速に対応できる。
- ②移動局管理の業務効率アップ
作業状態に沿った作業指示につながる。また、移動時間・作業時間等の実績が蓄積できるため、所要時間を見直す情報として活用できる。
- ③日報印刷（オプション）ができる。

3. 車載端末

3.1 車載端末の概要

(1) 概要

表-1にOBVIOUS車載端末の機器仕様を、図-3に構成を示す。

表-1 OBVIOUS車載端末の仕様
Table 1 Specifications of the OBVIOUS in-car unit

CPU	SH-3 (SH-7709A)
基本ソフト	μITRON
電源電圧	DC +13.2V
携帯電話機	NTTドコモ：DoPa対応電話機 注1) DoPa Mobile-Ark 注2) KDDI：PacketOne対応電話機 注3)

OBVIOUS車載端末の主な機能は、携帯電話機のパケット通信対応、GPSによる測位と、音声合成、ハンズフリー通話等である。

パケット通信は、NTTドコモのPDCパケット方式(DoPa),

KDDIのcdmaOne^{注4)}パケット方式(PacketOne)対応で、HDLCプロトコル処理のASIC（図-3：通信ASIC）とソフトモデム（共に新規開発）により実現している。

具体的には、次項で詳述する。

本機では、開発コスト低減のため、パラレル、シリアルポートの増設には既存のASIC（図-3：ポートASIC）を流用している。このASICは新業務用車載端末向けに開発されたもので、本機で使用しているCPU(SH-3)とは、バスタイミング、電源電圧が異なる他、スタンバイ動作に対応していない等の問題があった。このため、通信ASICには、パケット通信サポートの他、ポートASICとのバスインターフェース機能（バスタイミング変換、電圧変換、スタンバイ制御）を持たせ、ポートASICには、通信ASIC経由でアクセスする構成としている。（図-3参照）

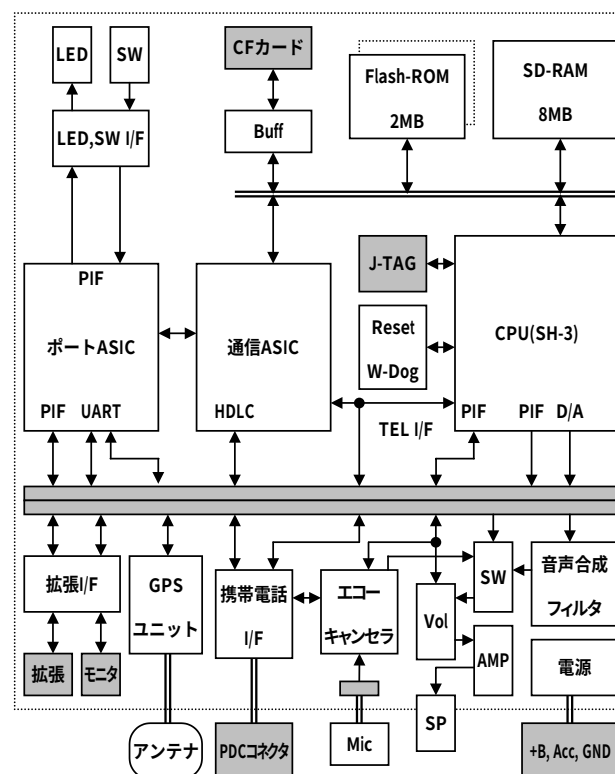


図-3 OBVIOUS車載端末ブロック図
Fig.3 Block diagram of OBVIOUS in-car unit

音声合成は、8 bit PCM (11 kHzサンプリング)、3 kHzの5次LPFで実用レベルの性能を得た。

ハンズフリー通話に関しては、コスト、性能の面から、DSP方式とスイッチング方式の比較検討を行い、実用性の面からDSP方式を採用した。（表-2参照）

注1) DoPa：(株)NTTドコモ殿の登録商標

注2) DoPa Mobile-Ark：(株)NTTドコモ殿の登録商標

注3) PacketOne：(株)ディーディーアイ殿の登録商標

注4) cdmaOne：(株)ディーディーアイ殿の登録商標

表-2 ハンズフリー方式比較
Table 2 Comparison of hands-free systems

方式	機能	コスト
DSP	エコーキャンセラによる、送受同時通話可能。	高価
スイッチング	レベル比較による、送受話自動切換。	廉価

構造は、コストを重視して樹脂成形の一体型（冒頭の写真参照）とした。プリント基板は2枚構成とし、小型化のため、CPU部には8層基板を採用した。

(2) 機能

①動態の送信

パケット通信により、移動局情報（動態）をオフィス側パソコンに送信する。送信する情報は以下のとおり。

- ・ボタン操作により設定された移動局の状態。
- ・GPSで測位した座標（緯度／経度）。
- ・移動局の進行方向。
- ・操作した時刻。（時刻はGPSにより取得。）
- ・外部端子から入力された移動局の情報。（例：ドアの開閉、荷室の温度センサ等に利用できる。）

上記の動態は、以下のイベント発生時に送信する。

- ・ボタン操作時。
- ・外部入力の状態変化検出時。
- ・一定時間（例：20分）経過時
- ・一定距離（例：直線距離で10km以上）走行時。
- ・オフィス側パソコンからのポーリングを受けた時。
- ・通過点への進入時と離脱時。※

送信イベント発生時点で、地下、トンネル内、山間部等、パケット通信ができない場合（パケット圏外）には、車載端末内で伝達内容を最大10個まで蓄積し、通信が可能となった時点で一括して送信する。

※通過点：事前にオフィス側パソコンの地図上で通過点（エリア）情報を二重円で作成し、各車載端末に送信／登録する。車載端末は、二重円でヒステリシス特性の判定を行い、このエリアに十分入った時と、エリアか

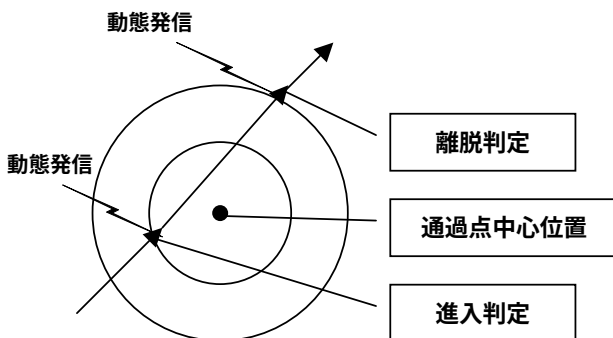


図-4 通過点
Fig.4 Transit points

ら完全に出た時に、自車の動態を送信する。（図-4参照）
車載端末では、通過点情報を250個まで記憶できる。

②音声合成

オフィスから、アクセント記号付メッセージを受信すると、音声合成によってこれを読上げる。メッセージは、最新の5件まで保存し、読上げスイッチ操作で読上げる。メッセージ受信には、秘話モードと通常モードがあり、秘話モードでは、メッセージ受信時には読上げず、ブザー通知とメッセージランプの点滅で、未読メッセージがあることを通知する。

その他、車載端末自体の操作ガイダンス、エラーメッセージ等にも音声合成を利用している。

③ハンズフリー通話

スピーカとマイクによるハンズフリー通話が可能である。発信操作をサポートするために、「1」～「8」ボタンを携帯電話機の短縮番号「101」～「108」とリンクさせており、「短縮ダイヤル」「1」の2タッチ操作で、携帯電話機の「短縮101」に記憶されている電話番号に発信できる。

3.2 パケット通信

3.2.1 HDLCのASIC化とその機能

携帯電話機のパケット通信で採用されているHDLC(High level Data Link Control)を実現する必要があるが、CPU負荷の軽減のためにASICの開発を行った。

図-5にブロック図、図-6に通信データフォーマットを示す。本ASICの主な機能は次の通りである。

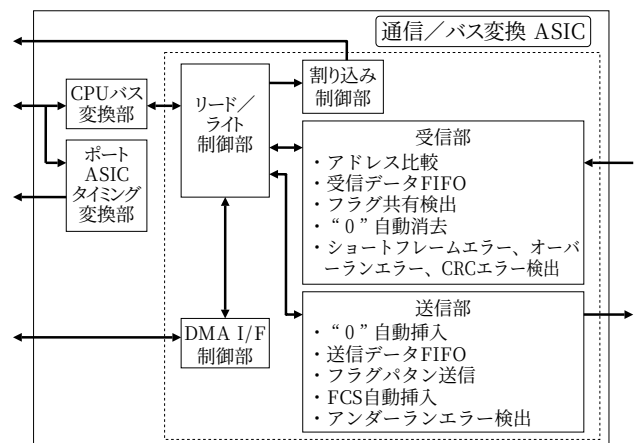


図-5 ASIC内部構成図
Fig.5 Internal layout of ASIC

開始 フラグ (0111 1110)	アドレス フィールド 1バイト	インフォ メーション フィールド nバイト	フレーム チェック シーケンス 2バイト	終了 フラグ (0111 1110)
-----------------------------	-----------------------	--------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

図-6 送受信データフォーマット
Fig.6 Transmit/Receive data format

①開始、終了フラグの自動挿入、検出

開始フラグと終了フラグを自動挿入することで、図-6に示すようなデータを1フレームとして送信し、受信時にはこれらを自動検出することで、1フレームのデータを受信する。

②アドレス比較

図-6に示すように通信データに1バイトのアドレスフィールドを持ち、受信時にはアドレスフィールドデータの1バイトと設定した2種類のアドレスのどちらか1つでも一致した場合受信可能となる。

③送信、受信各データのDMA転送

送信データFIFOを4段、受信データFIFOを4段内蔵し、DMAでの転送によりCPUの負荷を軽減し、連続送受信に対応する。

④開始、終了フラグの共有

受信フレームデータにおいて、連続受信では通常終了フラグと開始フラグが連続し、図-7の様に1ビットの論理“0”が開始フラグと終了フラグで共有されるが、この共有ビットを認識し、連続フレームの受信を行う。

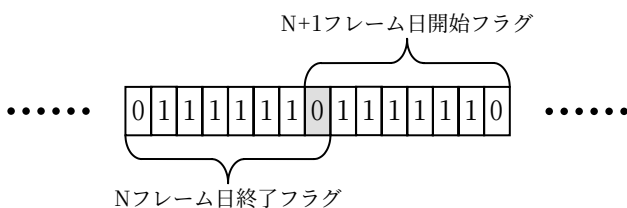


図-7 フラグの“0”ビットの共有

Fig.7 Sharing of flag "0" bit

⑤“0”自動挿入、消去

送信フレームデータ中に連続した5ビットの論理“1”を検出すると、その後に1ビットの論理“0”を自動的に挿入し、受信フレームデータ中に連続した5ビットの論理“1”を検出すると、その後に1ビットの論理“0”を自動的に消去する。

⑥フラグパタン、FCS自動送信

送信可能な状態で送信すべきデータがない場合、論理“1”又はフラグパタン（01111110）を送信し、また送信においてFCSは開始フラグと終了フラグの間のデータをCRC演算し、自動的に送信する。

⑦各種エラー検出

送信ではアンダーランエラー、受信ではショートフレームエラー、オーバーランエラー、CRCエラーを検出し、それによる割り込みを要求出来る。

3.2.2 ソフトモデムの開発

(1) ソフトモデムとは

パソコン（PC）で携帯電話を使用したデータ通信を行う場合、携帯電話機とのインタフェースを行う専用のデータ通信IFカードをPCに接続し、PC上でそれをモデムデバイスとして認識させることで通信が可能になる。

組み込み機器において、データ通信IFカードが行っている呼制御や通信制御の処理をカードの代わりに組み込みCPU上のソフトウェアで実現し、アプリケーションに対しては専用APIを用意することによりダイアルアップやハンズフリー等の機能を提供するドライバ/サーバ層プログラムをソフトモデムと呼んでいる。ソフトモデムとアプリケーションの関係とそれらの機能分担を図-8に示す。

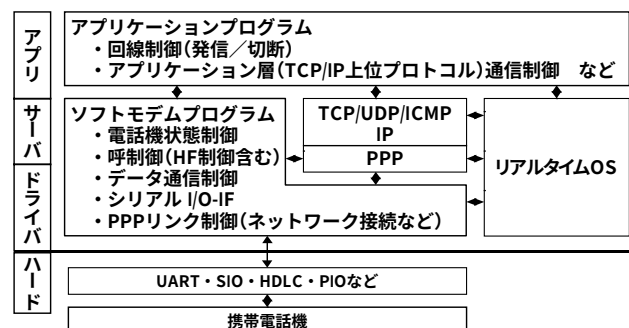


図-8 ソフトモデムとアプリケーションの関係と機能分担

Fig.8 Relationship and functions of software modem and application

今回のOBVIOUSではDoPaを利用するため、MONETで確立したソフトモデム技術（PDC回線交換方式、cdmaOne回線交換方式、cdmaOneパケット方式）を流用し、その上に新規にPDCパケット方式の通信機能を追加したソフトモデムを開発した。

携帯電話機とデータ通信IF機器間の接続は16芯IF（cdmaOneは18芯IF）で規定されており、各々の機器は呼

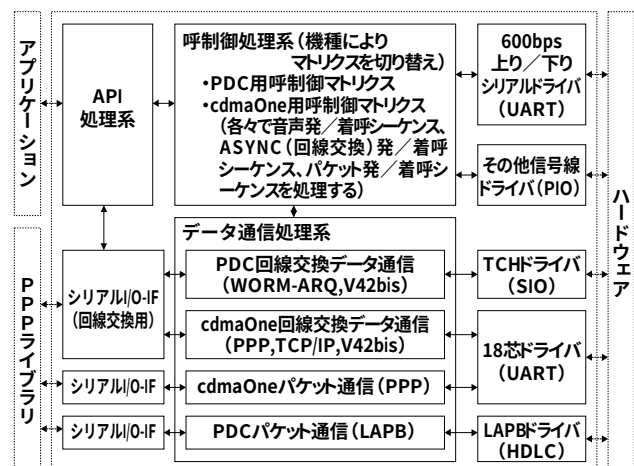


図-9 ソフトモデム内ブロック構成の概略図

Fig.9 General view of the block diagram within the software modem

制御系、データ通信系で独立したシリアル通信ラインを実装している。今回開発したOBVIOUSのソフトモデムでは図-9に示すように大きく分けて2つの処理系を構成し、それぞれの処理系で各通信方式の処理を切り分けている。

(2) PDC-P (PDCパケット) 通信制御について

PDC-Pでは携帯電話機とデータ通信IF機器間のデータ通信系ラインのデータリンクプロトコルとしてX.25レイヤ2仕様として規定され、ISDN Bチャンネル・パケット交換などにも適用されているLAPB (Link Access Procedure Balanced) を使用する。

LAPBのフレーム構成はHDLCフレームフォーマットになっており、フレーム内に含まれる制御フィールドのフォーマットにより非番号制 (U)、監視 (S)、情報 (I) の各フレームが定義されている。

PDC-P通信制御の流れは、まず呼制御系ライン上でパケット発信シーケンスを処理し、無線区間の接続が完了した時点でデータ通信系ライン上での非番号制 (U) フレームによるLAPBリンク設定処理 (SABM~UA) を開始する。

LAPBリンク確立後、各ノード間は上位レイヤの送受信パケット (PPPフレーム) を情報 (I) フレームに格納してやりとりすることになる。また、送信/受信シーケンス番号と監視 (S) フレームの組み合わせにより、各ノード間でフロー制御や誤り訂正のための再送制御が行われる。

図-10にソフトモデムにおけるPDC-P通信時のデータフローと各レイヤの処理内容を示す。LAPBタスクは他の通信方式のモジュールと同様にシリアルI/Oインターフェースを実装している。

(3) 性能について

FTPでのスループットを測定し、ソフトモデムの性能評価を行った。各通信方式別のスループット測定結果を表-3に示す。

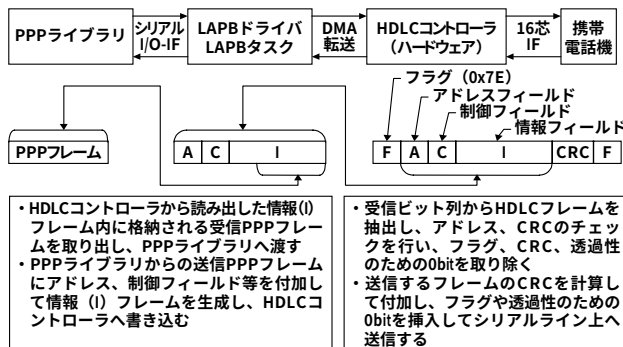


図-10 PDC-P通信時のデータフローと処理内容
Fig.10 Data flow and processing for PDC-P communications

表-3 各通信方式別のスループット測定結果

Table 3 Results of throughput measurements according to communication protocol

測定方式 : FTPファイル転送 (アップロード/ダウンロード)
転送ファイル: PNパターンファイル (サイズ: 100kbytes)
FTPサーバ : PDCパケットは社内テストサーバ、それ以外はwww3.dion.ne.jp

通信方式	アップロード	ダウンロード
PDC回線方式	1706 (1664)	1619 (1572)
PDCパケット	0917 (0883)	1033 (0902)
cdmaOne回線方式	4770 (2696)	4123 (2673)
cdmaOneパケット	1613 (1570)	7710 (6666)

単位: kbytes/sec (1kbytes=1024byte)
注: 表中の () 内はPC+市販データ通信IFカードでの測定値

TCP/IP, PPPのオーバーヘッドを考慮すると全ての通信方式で無線区間の通信速度を実現できていると考えられる。

4. オフィス側

(1) 概要

パッケージソフトの動作環境を表-4に示す。

表-4 パッケージソフトの動作環境

Table 4 PC System Requirement for Packaged Software

構 成	概 要
パソコン (CPU) (メインメモリ) (ハードディスク) (基本ソフト) (光磁気ディスク)	DOS/Vパソコン Intel PentiumIII 500MHz以上 注5) 256メガバイト以上 20ギガバイト以上 Microsoft WindowsNT 4.0 注6) 230メガバイト以上
地図データ	ゼンリン製広域地図データ (住宅地図はオプション)
地図表示ソフト	カーネル製ActiveMap is 注7)

移動局から受信した情報を蓄積するとともに、移動局の位置・動態をパソコン画面に表示する。また、運用中の移動局に対して、ポーリング (移動局位置要求送信) により、現在位置および動態を表示することもできる。

パソコン画面には、地図画面上に移動局マーカー・動態名称・時刻を表示する。(図-11および図-12)

(2) 機能

パッケージソフトの機能一覧表を表-5に示す。

上表に記載事項の補足説明を行う。

①ホームポジション登録

地図表示の場所および表示倍率を素早く更新するために、ホームポジションを設けた。中心位置と表示倍率をワンセットで記憶した。

注5) Pentium: Intel Corporation殿の登録商標

注6) WindowsNT: 米国Microsoft Corporation殿の登録商標

注7) ActiveMap is: (株)カーネル殿の登録商標



図-11 パソコン画面の表示例
Fig.11 PC display screen example

8進行方向

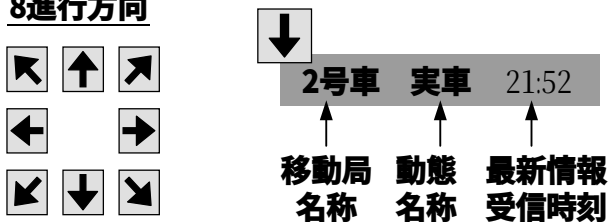


図-12 移動局マーカーと表示内容説明
Fig.12 Mobile station markers and display contents

表-5 オフィス側パッケージソフトの機能表
Table 5 Functions of packaged software in office

大項目	中項目	機能内容
地図表示機能	地図選択	日本列島全域～市街図および住宅地図(住宅地図はオプション) 表示倍率制御による任意拡大／縮小 最大4画面まで同時表示可能 ホームポジション(計20ヵ所)
	地図表示制御	指定車輛中心表示 通過点・ユーザーランドマーク中心表示 ドラッグ移動／スクロール移動 走行軌跡表示
	地図検索	緯度／経度入力による地図表示 住所・郵便番号・目録物検索による地図表示 宅名検索による地図表示(住宅地図利用時)
	登録機能	車輛登録 最大500台、最大25グループ 通過点 最大2500ヵ所(100ヵ所×25グループ)
	通信機能	パケット通信 指定車輛1台、同複数台、グループ指定、全車両指定 音声メッセージ アクセント記号付きカナデータ送信(伝達できなかった車輛表示あり)固定メッセージ(20種)と任意メッセージ 電子メール 電子メール送信を上段音声メッセージで伝達
	ファイル管理	運行実績 移動局から受信した実績情報をCSVファイル出力 情報保存 運行実績(MDB,CSV)情報の保存／待避／削除
帳票印刷	日報印刷	対象の日時範囲・動態等を指定し、車輛単位に印刷
その他	ハードコピー	表示画面のハードコピー出力

②通過点登録

移動局に対する検出エリア登録(緯度／経度と二重門の半径指定)であり、進入と離脱の通知を選択指示できるようにした。

③ユーザーランドマーク登録

地図上にシンボルマークを目印として表示する。

④業務終了した移動局の表示

移動局で動態ボタン「1」～「8」の1つに定義された「終了」を受信すると、画面表示から消去する。

これは、「終了」した移動局が車庫に集結時、団子状態になりマーカー表示の見づらさに対する配慮である。

⑤ファイル管理

運行実績情報が蓄積されるに伴い、ハードディスクの空き領域が徐々に少なくなるので、指定した一定期間を経過すると、光磁気ディスクに待避後削除して領域を確保している。

⑥音声メッセージ

運行中の移動局に対して、アクセント記号付きカナ文字を送信することができる。利用頻度の高い固定メッセージは、あらかじめ登録することにより、メニューから選択することで送信できる。また、任意メッセージの送信も可能にした。



図-13 音声メッセージ送信のイメージ図
Fig.13 Image diagram of voice message transmission

⑦電子メール送信

運行中の移動局がパケット通信に利用している携帯電話機に対して、顧客が利用契約したプロバイダを介して電子メールを送信することができる。

移動局側では、「電子メールを確認してください」を音声メッセージで通知するので、車載端末の「フック」ボタン操作でオフィスとのパケット通信断後、携帯電話機を操作して受信メールを読むことができる。「フック」ボ

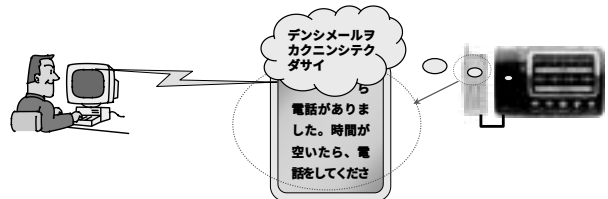


図-14 電子メール送信のイメージ図
Fig.14 Image diagram of E-mail transmission

タン操作～メール受信の間は時間制限を設け、その時間を経過すると再びオフィスとのパケット通信を開始する。

(3) 構成

図-15に移動局とパケット通信し、地図表示等を行う階層構成を示す。外部のパケット通信網との通信はTCP/IPで行い、パソコン内部ではソケットAPIで相互に通信している。通信ミドルウェアは、移動局との通信制御、通信で得た情報による動態管理、MDBにアクセス制御する動態アクセスライブラリおよびマスターメンテナンスで構成している。また、OCXインターフェイス化(別製品)することにより、ソフトウェア・ベンダー各社が、車載端末を活用して、別のユーザーアプリケーションを少ない工数で開発できるよう準備した。図-16は、移動局側を含めた情報の流れをまとめたものである。

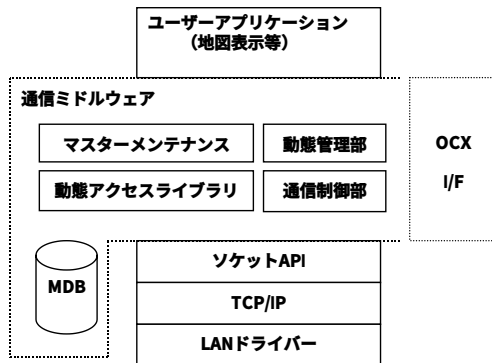


図-15 階層構成図

Fig.15 Layer structure diagram

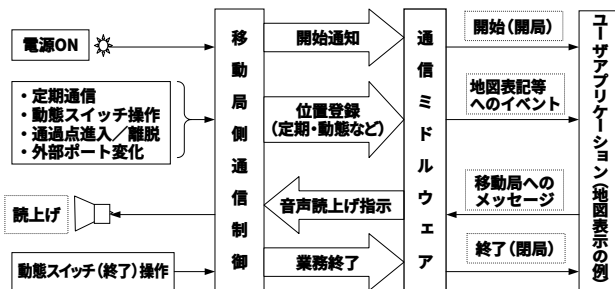


図-16 情報の連系図

Fig.16 Information linkage diagram

5. 今後の展開

発売以来、多くの引き合いがあり、導入会社の利用方法も様々であるため、位置情報ビジネス (Position コマース) の大きさを改めて感じている。

今後、更に利用の幅を広げるために、機能の拡張を計画している。一例を紹介すると、コンパクトFlashカードの応用として、移動局の位置情報を含めて運行実績情報を順次記録し、運行終了後にオフィス側のパソコンでバッチ処理により詳細な実績情報を収集できるように機能拡張を行う予定である。

最後に、製品開発にあたり、ご指導いただいた各通信事業者の方々、株式会社ゼンリンの関係者の方々、ならびに株式会社カーネルの関係者の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

敬島他著：「無線機モジュールの開発」

富士通テン技報、Vol.18 №1 (2000)

木谷他著：「新業務用車載端末」

富士通テン技報、Vol.17 №2(1999)

釜井他著：「MONET (モネ) 対応車載情報端末」

富士通テン技報、Vol.16 №1 (1998)

筆者紹介



丸岡 正人 （まるおか まさと）

1986年入社。
以来、通信機器の開発に従事。
現在、A V C）第三事業部システム部S D 2プロジェクト課長。



水野 正孝 （みずの まさたか）

1974年入社。
以来、オーディオ機器および通信システムのソフト開発に従事。現在、A V C）第三事業部企画課在籍。



籠谷 成彦 （かgotani しげひこ）

1995年入社。
以来、デジタル応用機器のソフト開発に従事。A V C）第三事業部システム部S D 2プロジェクト在籍。



中條 良和 （ちゅうじょう よしかず）

1982年入社。
以来、通信機器の開発に従事。現在、A V C）第三事業部技術部T Eプロジェクト在籍。



須佐美 博丈 （すさみ ひろたけ）

1995年入社。
以来、デジタルI Cの設計・開発に従事。
現在、開発総括部L S I開発部L 2プロジェクト在籍。