

PHS 子機間パケット通信を利用した 地域交通情報システムの検討

市村 重博 坂田 一拓 倉島 顕尚
NEC ヒューマンメディア研究所

現在、我が国では高度交通システム (ITS) に関する研究が活発に行われている。我々は小さな地域でよりきめ細かな交通情報サービスをするシステムを提案する。

この地域交通情報システムは、ネットワークとして我々が開発してきた PHS 子機間パケット通信を使用し、地域全体を統括する地域統括サービス装置、子機の機能を持ち、その電波の届く範囲内を統括するエリアサービス装置、車に搭載して情報を受信する車載装置からなる。

これらの装置がそれぞれ渋滞情報、交通流情報などの交通情報を送信することにより、それを受信した車の運転者は、渋滞や衝突を避ける事ができ、ある小さな地域内での交通の円滑な運行や交通安全を図ることができる。

A Study on a Regional Transport Information System on PHS Packet Networks.

Shigehiro Ichimura, Kazuhiro Sakata, Akihisa Kurashima
Human Media Research Laboratories, NEC

Many people are studying and developing Intelligent Transport Systems in this country. The authors propose a small, regional transport information system which provides detailed information to cars in small areas.

This system is composed of three parts, and uses PHS packet networks which we developed for communication. A regional center server unit serves all regions. Area server units, which can communicate with other units via PHS packet networks and wire networks, serve in their own areas. Terminals receive information from both regional and area servers.

This system provides drivers information on traffic jams, traffic flow conditions at intersections, etc, enabling drivers who receive this information to avoid traffic jams, and minimize the possibility of accidents. Thus, this system can potentially contribute to achieving safer, smoother traffic.

1 はじめに

近年、高度道路交通システム (ITS) に関する研究開発が進められている。ITS は高度な技術を使って、交通をより安全・便利にするためのもので、通産、郵政、運輸、建設、警察の 5 省庁が主体となって国家的なプロジェクトが進められている。このプロジェクトの中に 9 つの研究開発分野 (表 1) が掲げられている。これらのサービスを実現するシステムについての研究開発や、そのために不可欠な無線通信方式についての研究開発がなされている [1],[2],[3]。

一方、無線通信のインフラとして確立されているものに PHS がある。筆者らはこの PHS を使

用して地域的にネットワークを構築する技術について研究開発を行ってきた [4]。本論文では、この PHS を無線通信インフラとして使用する地域交通情報システムを提案し、その実現可能性について検討する。

2 地域交通情報システムとは

本論文で提案する地域交通情報システムの目的は、ある小さな地域内での交通の円滑な運行や交通安全を図ることである。たとえば、駅周辺というような小さな地域での渋滞回避などを目的としている。そのためのシステムとして、小さな地域において PHS を用いてネットワークを作り、地

ナビゲーションシステムの高度化
自動料金収受システム
安全運転の支援
交通管理の最適化
道路管理の最適化
公共交通の支援
商用車の効率化
歩行者などの支援
緊急車両の運行支援

表 1: ITS の 9 つの研究開発分野

地域統括サービス装置がそのネットワーク上に交通情報を送信し、車載無線装置でその情報を受信して利用することにより、地域内での交通情報サービスをするシステムを提案する。

この地域交通情報システムの行う交通情報サービスとして、

- (1) 地域的な渋滞情報や迂回経路などを収集して送信する事により、渋滞の回避や予防に役立つ。
- (2) 各交差点ごとにその交差点を通過する車の交通流情報を流す事により、交差点における交通安全を図る。
- (3) 緊急車両の車載装置からサービス装置側に車両の位置や進行方向を送信し、その情報を地域全体に流す事により、緊急車両の速やかな移動を助ける。
- (4) 車の利用者にとって便利な駐車場の空き情報などを流す事により運転者の速やかな検索を可能にする。

などがある。

車載の無線受信機が受信した情報は、カーナビゲーションシステムなどに取り込まれ、ディスプレイに地図と一緒に表示される。自車の通行に影響があるような情報、たとえば緊急自動車の接近などの情報を運転者に対して警告表示することにより、より安全、円滑な通行が可能になる。

図 1 に地域交通情報システムのイメージを示す。これは 5 つの交差点がある地域を 9 つの無線基地局でカバーしている場合で、それら基地局と地域統括サービス装置が有線または無線でつながれている。

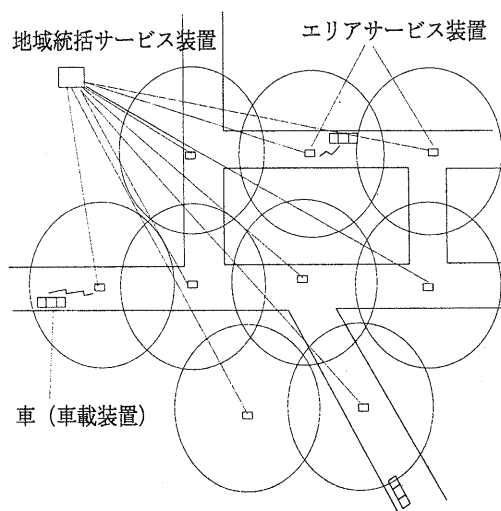


図 1: 地域交通情報システムのイメージ

3 システム構成と動作

第 2 章で述べたような地域交通情報システムを実現するための無線インフラとして、PHS 子機間パケット通信による無線ネットワークを使用する。

3.1 PHS 子機間パケット通信

PHS 子機間パケット通信は、およそ半径 100 m のエリアをカバー出来る無線ネットワークで、3 個の異なる周波数をそれぞれ 4 つに時分割して使う事で、同一の場所で最大 12 個の異なるネットワークを作る事ができる。パケットは固定長であり、一つのパケットで 20 バイトのユーザーデータを送受信する事ができる。ネットワークの送受信スピードは 32Kbps である。

PHS 子機間パケット通信では、基本的にはどの無線端末も同じ能力を持っている。ネットワークを作る時は、ある子機がネットワークを生成する。この子機の事を仮親という。仮親は周期的に電波(下り信号)を出している。子機はこの仮親の送信する下り信号を検索し、それに同期する事で仮親から送信されるパケットを受け取る事が出来る。子機から送信する場合は、下り信号に対応する上りのタイミングでパケットを送信する。仮親はこのパケットを次の下りのタイミングで折り返して送信するので、この仮親の下り信号に同期している子機の間で 1 対 1、1 対多の通信が出来る。

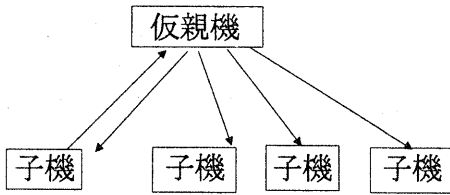


図 2: PHS 子機間パケット通信

る(図 2)。

3.2 システムを構成する装置

地域交通情報システムでは、3.1 節で述べたように仮親機が生成する無線ネットワークのエリアをセル上に配置する事で地域をカバーし、これらの仮親機と地域サービス装置を有線または無線でつなぐ事により、地域全体をカバーするネットワークを作る。

地域統括サービス装置 地域統括サービス装置は、無線ネットワークを形成する仮親機と有線または無線で接続されていて、周期的に交通情報を仮親機に送信する。

エリアサービス装置 エリアサービス装置は仮親機の機能を持つサービス装置で、下り信号を出す事により半径約 100 メートルのエリアにネットワークを作り、交通情報を送信する。この交通情報の中には、地域サービス装置から送られてきた情報をそのまま送信するものと、エリアサービス装置が生成した交通情報がある。

車載装置 それぞれの車に搭載される車載装置は、送信されてくる交通情報を受信して運転者に知らせる機能を持つ。上記の無線ネットワークに接続可能な PHS 子機を備え、また自車の位置を正確に知るための D - GPS などの装置を持ち、また運転者に対して受信した情報を表示するためのディスプレイを持つ。

また、自車の進行方向を知るための検出器なども持つ。これは、自車の進行経路の情報をエリアサービス装置に送信するためである。カーナビゲーションシステムの予定進行経路から導出しても良いし、ウィンカーの作動状態を検出しても良い。

3.3 システムの動作

車載装置がサービスを受ける場合の動作は以下の通りである。

- (1) 車がサービスが行われている地域の外にいる。
- (2) 車載装置は常にエリアサービス装置の下り信号を検索している。
- (3) 利用者が運転している車がサービスが行われている地域の中に入ってくる。
- (4) 下り信号をキャッチしたら、そのネットワークに参加して交通情報を受信する。
- (5) 継続的に交通情報を受信し、車の移動に伴って電波が受けられなくなった場合は、(1)にもどってエリアサービス装置の検索から再び行う。

また、車載装置はエリアサービス装置の下り信号を全周波数にわたってくまなく検索し、一つしかない場合はそのサービス装置から情報を受信する。もし複数のエリアサービス装置が見つかった場合は、送信されているエリアサービス装置の位置情報をもとに一番適切なエリアサービス装置、たとえば自分の進行方向上にあるエリアサービス装置の作るネットワークに参加して情報を受信する。

以上のように動作する事によって、車は地域内で移動している場合、地域の外から地域内に入ってきた場合、別の地域に移動した場合でも、その地域で放送されている交通情報を受信する事が出来る。

4 交通情報サービス

4.1 情報の種類

第 2 章で説明したような交通情報サービスを実現するために、地域統括サービス装置、エリアサービス装置、車載装置がそれぞれ送信する交通情報を表 2 に示す。表はそれぞれの装置が生成する情報と、それを表現するための要素を表している。

地域統括サービス装置 地域統括サービス装置は地域全体に送信するのが適当である情報を生成する。これらの情報は、センサーなどで集められてきた渋滞情報や、道路工事などに対してあらかじめ設定された迂回経路情報などである。またエリア内の車から送られてきた情報、たとえば緊急自動車から送信されてきた通行経路情報なども処理して送信する。

エリアサービス装置 エリアサービス装置はあるエリア内でのみ有効と考えられる情報を生成する。たとえばそのエリア内にある交差点の交通流情報や、そのエリアのエリアサービス装置の位置情報などである。交通流情報はエリア内の車から送信された車両情報を処理して交通流情報としてエリア内に放送する。エリアサービス装置の位置情報はエリアが重なっているところに進入して来た車両がどちらのエリアの情報を受信するか決定するために利用する情報である。

エリアサービス装置は地域サービス装置から送信されてきた情報もそのまま送信する。また、エリア内の緊急車両から送られて来た緊急車両通行経路情報を地域統括サービス装置に送る。

車載装置 車載装置は車の位置や進行方向を車両情報としてエリアサービス装置に送信する。これは処理されて交通流情報や渋滞情報となる。

装置	情報	構成要素
地域統括サービス装置	渋滞情報	始点位置、経由位置、終点位置
	迂回経路	始点交差点識別子、経由交差点識別子、終点交差点識別子
	緊急自動車通行経路	始点位置、経由位置、終点位置
	駐車場情報	駐車場識別子、空き台数、料金
エリアサービス装置	交通流情報	交差点識別子、車線識別子、進行方向別車両有無フラグ
	サービス情報	エリアサービス装置の通信アドレス
車載装置	車両情報	交差点識別子、車線識別子、車の位置、進行方向フラグ

表 2: 各装置が生成する情報とその表現方法

4.2 交通情報の表現方法

表 2 によると、区間を表現するのに緯度・経度などの地理的な位置を使用する場合と、交差点識別子を使用する場合がある。

- 渋滞区間などの情報を表示する場合には、始点や終点とかが道路の途中からの場合があるので緯度・経度という位置を使う。
- 迂回経路の始点や終点は交差点であることを考慮し、迂回経路指定には交差点識別子を使う。

PHS 子機間パケット通信は 32Kbps なので、これらの情報要素を少ないバイト数で表現する事が必要である。そのため、交差点の識別などをするための識別子として、文字ではなく数字を用い、実際の意味と数字の対応を各装置間で一致させておく。

上記の情報を表現するために必要な要素情報とその意味、必要十分な精度から導出したバイト数を表 3 にまとめる。

要素	内容	長さ(byte)
サービス識別子	交通情報の種類を識別する	1
位置	緯度・経度 (度・分・秒)	4+4
交差点識別子	交差点を識別する	4
道路識別子	道路を識別する	4
車線識別子	交差点における車線を識別する	4
進行方向フラグ	車両の (直進・右折・左折) を表す。	1
進行方向別車両有無フラグ	交差点を (直進・右折・左折) する車両の有無を表す	1
駐車場識別子	駐車場を識別する	4
空き台数	駐車場の空き台数	2
料金	駐車場の時間当たり料金	2
通信アドレス	エリアサービス装置の通信アドレス	4

表 3: 情報要素の表現形式

例えば緯度・経度において 1 秒の差は約 30m である。地域交通情報システムにおいては 1m 程度の精度が必要であると考えられ、小数点以下 2 桁程度精度が必要である。

また、4 バイトで約 43 億個の識別ができるので、交差点識別子や道路識別子、駐車場識別子などは充分と考えられる。

5 交通情報の利用

5.1 経路情報

経路情報の利用例として、迂回経路の利用例を示す。図 3a は交差点 1001 と 1002 の間が通行できない場合の迂回経路を示したものである。これを迂回する経路は図の太線の様になり、これを迂回経路情報として表した例が図 3b である。

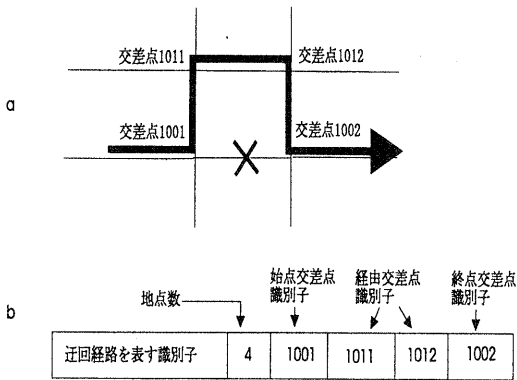


図 3: 迂回経路情報

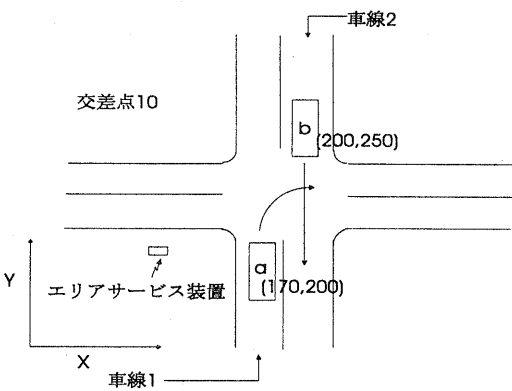


図 4: 交差点における衝突危険回避

この迂回経路を車載装置が受信して運転者に表示する事により交通規制や工事による迂回経路をすることが出来る。

同じように、渋滞情報、緊急自動車通行経路なども、車載装置が受信して表示する事により利用できる。

5.2 衝突危険回避

次に図 4 のような状況でのエリアサービス装置内の衝突危険回避の例を示す。

この例では、交差点識別子は 10 である。車線 1 上の位置 (170, 200) にいる車 a が交差点を右折しようとしており、車線 2 上の位置 (200, 250) にいる車 b は直進しようとしている。つまり右折車と直進車の衝突の危険がある。

この時の車両 a、車両 b が送信する車両情報は、

図 5a、図 5b に、それを受信してエリアサービス装置が生成して放送する交通流情報は図 5c となる。車 a は、この交差点を右折しようとしているが、交通流情報によって対向車線である車線 2 に直進車が存在する事がわかり、衝突の危険を察知することができる。

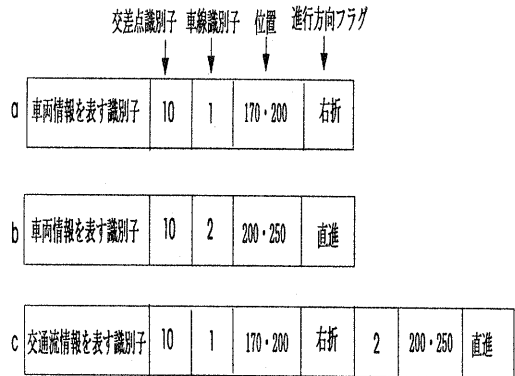


図 5: エリアサービス装置による交通流情報の生成

5.3 交通情報送信周期

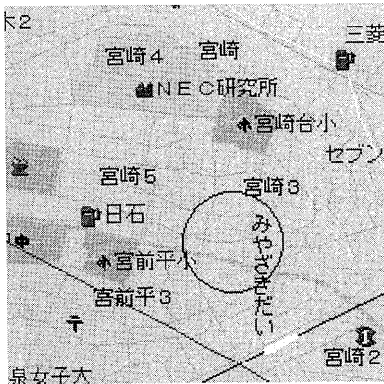
地域交通情報システムにおいては、エリア毎に別個の情報が流されており、エリアを車が出たり入ったりしているので、地域統括サービス装置やエリアサービス装置は、車が交通情報を受信できるように周期的に送信する。

本提案の地域交通情報システムは交差点における交通の情報をエリアサービス装置から放送している。この交通流情報は車両情報をもとにして生成されるが、車両の位置は秒単位で変化すると考えられ、したがって交通流情報も秒単位で更新する事が必要である。一方、その他の渋滞情報や迂回経路、緊急自動車通行経路、駐車場情報、サービス情報は秒単位では変化しないと考えられる。しかし、これらの情報の送信周期は、地域の外から入って来た車両がすみやかに情報を得られる様にすべきである。PHS 子機間パケット通信の通信範囲は 100m 程度である。一方、車が時間あたりに進む距離は、時速 36Km の場合は一秒で 10m、時速 54km なら 15m であり、エリアの外から中心まで 5 秒から 10 秒しかかからないことがわかる。エリアの中心に来るまでの半分程度の

距離を進むまでに受信する必要があるとして、2から3秒毎に送信する事に定める。

5.4 情報量の検討

前節のとりの周期で交通情報を送信する場合の実際の送信情報量を検討して、32kbpsで送受信可能かどうか検討する必要がある。



(C)INCREMENT P CORP. (C)北海道地図

図 6: 情報量計算の例の地図

そこで、以下に概略の計算を行って確認する。送受信する情報のサイズは表2と表3から計算する。想定するケースは地図6で示す750m四方の範囲に対して地域交通情報システムを構築した場合である。なお図中の円はひとつのエリアサービス装置がカバーする範囲を示したものである。

この地域の中には交差点及び、車両は多数存在するうえに1秒毎に更新が必要なので、送受信する情報の大部分を交通流情報及び車両情報が占めると考えられる。そこで、概略ではあるがこれらのみを計算して検討する。

- (1) 2車線の道路が4つ集まる典型的な交差点の場合の交通流情報の大きさは
 プロトコルヘッダ(1)+交差点識別子(4)+(車線識別子(4)+進行方向別車両有無フラグ(1))×車線数(8)=45バイト
 である。図6の地域の面積は562,500m²であり、一つのエリアサービス装置がカバーするのが31,400m²であるので、この地域全域をカバーするのに必要なエリアサービス装置の

数は概算で18個となる。この中の地域には交差点が84個あるので、一つのエリアあたりでは約6個の交差点がある。したがって一つのエリアサービス装置が送信する交通流情報の大きさは平均で約270バイトである。

- (2) 車両一台あたりの車両情報は
 プロトコルヘッダ(1)+交差点識別子(4)+車線識別子(4)+位置(4+4)+進行方向フラグ(1)=18バイト
 である。図の中の道路の長さは約900mである。車両が10mに1台いるとすると90台の車がいるので1620バイトである。

以上、概算ではあるが合計すると270+1620=1990バイトであり、32kbpsの送受信スピードにおいて、約0.5秒で送信可能であり、交通流情報及び車両情報を1秒間に1回送受信することが十分可能である事が分かった。

6 おわりに

本論文では、小さな地域での交通の円滑な運行、交通安全のためのシステムとして地域交通情報システムを提案し、送受信する情報のフォーマット、送信周期、送信量などについて検討し、PHS子機間パケット通信を使用した交通システムの可能性を示した。データ量以外に実現時における想定される課題として、多数の車両が送受信する場合のパケット衝突の問題や、地域統括サービス装置からエリアサービス装置への配信方法などがある。

参考文献

- [1] 前田, 中川, スペクトラム拡散通信を用いた非同期車両間通信のための適応チャンネルアクセスプロトコル, 信学技報 97-4, 1997.
- [2] 永長, 長谷川, M-arg/SSを用いたマルチコードセンスCDMA車車間通信ネットワーク, 信学技報 SANE 97-114, 1997.
- [3] R.H.Frenkiel and T.Imielinski, "InfoStations: The joy of 'many-time,many-where' communications" TR-119, WINLAB, April 1996.
- [4] 市村他, モバイルグループウェアシステム「なかよし」におけるアドホックネットワークの構築と実装, 第54回情処全大 p547, 1997.