

インターネット自動車における車両
情報管理および利用に関する研究

概要

車両の情報化が進み、インターネットを利用し交通情報配信サービスやメールなど外部のコンテンツを車両で受信できる。また車両からの情報発信も可能となっている。

車両から発信する情報の一つとして現在の速度やワイパの動作状態といった車両が生成する情報(以下、車両情報)がある。車両情報を収集、加工することで社会的に価値のある情報を生み出そうという動きがあり、現在プローブ情報システムなどの研究が進んでいる。プローブ情報システムを用いることで各車両のワイパの状態を収集し降雨状況を把握する等の車両情報の活用が可能となる。

プローブ情報システムでは各車両の情報を定期的にセンタへ収集するモデルとなっている。定期的に車両情報を収集するため、センタ-車両間の通信コストが大きい。また、多数の車両から取得した情報を蓄積・管理するためにセンタに規模の大きな設備が必要となる。車両情報を取得するための統一したインターフェイスがないため独自にインターフェイスを用意する必要がある。

プローブ情報以外にも車両のメンテナンスや盗難防止といった特定の車両に特化して車両情報を活用したサービスがある。定期的に車両情報を収集する手法ではそれら各種サービスを構築、運用するためのコストが高い。各種サービスをより容易に構築、提供できる環境を作るため、サービスから必要となる車両情報を各車両から収集する仕組みが必要となる。また、サービスに必要な車両情報を取得するための統一したインターフェイスが必要となってくる。

そこで本研究では、サービスから必要とする車両情報を取得するための車両情報管理及び利用に関するモデルの提案を行った。本モデルはサービスから指定した車両情報を車両内に蓄積するためのシステム及び蓄積された車両情報をアクセスするためのインターフェイスからなる。さらに車両内に情報を蓄積することで、サービスから定期的に車両情報を収集する必要がない。また、蓄積された車両情報にアクセスするためのインターフェイスを定義することで、蓄積された情報からサービスに必要な情報のみセンタへ収集を行うことができ、通信コストの低減、センタ側システムの負担を軽減した。

本モデルの実現可能性、有用性を検証するため、システムの検証、及びセンタに情報を定期的に収集するモデルとの通信量、データ量の比較を各種サービスを構築して行った。その結果、車両情報の取得にかかる通信量及びセンタ側で収集するデータ量の削減を確認した。

以上の研究成果により、車両情報を利用したサービスを構築、提供しやすい環境を実現した。

キーワード

- 1, インターネット ITS
- 2, 車両情報利用サービス
- 3, プローブ情報システム
- 4, 蓄積手法
- 5, API

abstract

Progress in computerization in vehicles allow passengers to retrieve traffic information and other contents as well as to send information through the Internet.

Information that can be sent out from vehicles, which we define as Vehicle Information, include information such as the current speed of the vehicle and the current status of sensors devices such as wipers. Currently, probe information system is seeking to collect these vehicle information to produce new and valuable information to our society. For example, collecting wiper status and location information of each vehicles can produce precipitation information, an effective example of utilization of vehicle information.

However, probe information system uses the model where information of each vehicle is collected periodically at a specific server. Since the server must periodically collect the vehicle information, its cost in communication with the vehicles is high. This model also requires scalable data center in order to store and maintain the information collected from the vehicles. Furthermore, the model requires a common interface when collecting the vehicle information. Consequently, it is currently difficult to provide services using vehicle information.

This research propose a model to manage and utilize vehicle information needed by the service providers when collection vehicle information from vehicles. The proposed model is constructed of a system to store the specific vehicle information specified by each service inside the vehicle, and an interface to access the vehicle information actually stored inside the vehicles. By storing information inside the vehicles, there is no need for the service providers to periodically collect the vehicle information. Moreover, by defining a common interface for accessing the stored vehicle information, only those information necessary can be collected at the data center, reducing load at the data center and communication cost.

In order to verify the effectiveness and the reality of the proposed model, various services was built to compare communication cost with the model using in the probe information system. As a result, the proposed model verified to lower the amount of data needed to collect at the data center, and reduced communication cost when collecting vehicle information.

From this research, an environment to provide services using vehicle information with low cost is realized.

Keywords

1, Internet ITS 2, Service using Vehicle Information 3, Probe Information System 4,
Storage System 5, API

目次

第 1 章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	目的	1
1.3	本研究の構成	1
第 2 章	車両情報の利用	2
2.1	車両情報	2
2.2	車両情報を利用したサービス	2
2.3	課題	3
第 3 章	車両情報利用サービスの現状及び問題点	5
3.1	官主導で行われているサービス	5
3.2	民主導で行われているサービス	6
3.3	研究段階のシステム	7
3.4	まとめ	7
第 4 章	車両情報管理モデル	9
4.1	現在の車両情報利用モデル	9
4.2	車両情報利用モデルの検討	10
4.2.1	車両情報を必要に応じて収集するための手法	10
4.2.2	車両情報取得のためのインターフェイスの検討	12
4.3	車両情報管理モデル	13
第 5 章	設計	15
5.1	車両情報の蓄積システム	15
5.1.1	車両情報蓄積システム概要	15
5.1.2	Storage Request Message	15
5.2	車両情報へアクセスするためのインターフェイス	16
5.3	システムの利用例	19
第 6 章	実装	21
6.1	SRM システム	21
6.2	API	22
第 7 章	実証実験	23
7.1	システムの動作確認	23
7.2	車両情報管理モデルのコスト性	23

7.3	実験結果	25
第8章	評価	27
8.1	定性評価	27
8.2	定量評価	27
8.2.1	動作確認	29
8.2.2	車両情報管理モデルのコスト性評価	29
8.2.3	定量評価のまとめ	31
第9章	結論	32
9.1	まとめ	32
9.2	今後の課題	32

目 次

2.1	観測手法一覧	4
4.1	定期的に車両情報をセンタに収集するモデル	9
4.2	移動体を軸として見る車両情報	13
4.3	車両情報管理モデル概要図	14
5.1	システム概要図	16
5.2	温度・湿度センサに関する SRM 記述例	17
5.3	システム利用例	20
6.1	API のメソッド例	22
7.1	実車実験環境図	24
7.2	情報取得時間の推移	25
7.3	情報取得時間と通信環境との比較	26
7.4	サービス増加による取得時間の変化	26
8.1	情報取得時間と通信環境との比較	29

表 目 次

2.1	サービス分類	3
3.1	車両情報を利用したサービスの現状	8
4.1	車両情報量 (メガバイト)	10
4.2	センサデータセット	12
5.1	Storage Request Message 要素一覧	17
5.2	API リスト	18
6.1	開発環境	21
7.1	実車実験環境	23
8.1	定性評価	28
8.2	モデルの前提	30
8.3	サービス内容	30
8.4	モデルの比較結果 (メガバイト)	30

第1章 序論

1.1 背景

無線技術の発展により携帯やPDAなど様々な移動体がネットワークに接続するようになった。自動車もネットワークにつながった移動体のひとつである [4][26]。

自動車がインターネットにつながることにより、ネットワークを経由して交通情報やメールなど外部のコンテンツから情報の受信ができる。一方、現在の速度やワイパの動作状態といった車両が生成する情報(以下、車両情報)を外部に向けて送信できるようになった。車両には約120種類以上センサ情報が取得でき [3]、これら情報を収集、加工することで社会的に価値のある情報が生成できると期待されている。

複数の車両から情報を収集、加工することで情報提供を行ったり、特定の車両の情報を収集しサービスを行うことができる。その他、多種多様なセンサを用いてマーケティングや車両のメンテナンスに利用するなど新たなサービスの出現も考えられる。車両情報を利用した各種サービスを容易に構築できる環境を作ることで、車両情報をより社会的に有効に利用することができる。

1.2 目的

本研究では各種サービスから効果的にサービスに必要な車両情報を収集するための車両情報管理及び利用に関するモデルの提案を行う。

本モデルにより、車両から情報を収集するためのシステムが構築され、必要となる車両情報のみを収集、利用することができる。このことから、より容易にサービスに即した車両情報の収集ができる。

本モデルを構築することで、より効果的に車両情報を利用した各種サービスを構築できる環境が整い、車両情報を活用したサービスが増加し社会的な車両情報の活用ができる。

1.3 本研究の構成

本研究では、第2章で車両情報の特徴及びそれら情報を利用したサービス例を挙げた上で、今後車両情報を利用したサービスを構築する上で必要な要件、課題を述べる。

第3章では現状行われているサービスの現状、問題点を整理する。第4章では現在のサービスの問題点、今後のサービスへの要件を元に今後の車両情報利用モデルの提案を行う。

第5章では第4章で述べたモデルを元にシステムの設計を行い、第6章ではシステムの実装を行う。

第7章では提案するモデルの実行可能性、有効性を検証するため行った実証実験について述べ、第8章でそれら実験の結果を受けモデルの評価を行う。

第9章では結論を述べるとともに今度の課題について述べる。

第2章 車両情報の利用

本章では車両情報の分析を行う。次にそれら車両情報を利用したサービスの分類を行う。また、分類した各種サービスを構築するための必要となる環境を述べ、最後に現状の課題を述べる。

2.1 車両情報

車両情報とは、現在の速度やワイパの動作状態といった車両が生成する情報である。これら車両情報は以前は車内でのみ活用されていたが、今後はインターネットを經由し各車両から車両情報を収集し、新たな情報を生成し提供するサービスが行われていく。

車両情報には様々な特徴をもつ。最新の車両情報は各車両がリアルタイムに生成するため情報量は大きく情報の価値も高い。一方、時間が経つにつれ情報の価値は失われていく。全ての情報を保持する必要性が低くなるため、平均値や代表値をサンプル値として保存しておくことで情報の価値を維持させると共に、その他不必要な情報を削除していく。さらに過去に遡ると情報は統計処理によって加工され情報価値を維持していく。情報はさらに圧縮され、情報量は下がり続けることになる。

以上で述べたように車両情報には大まかに現在、最近、過去の3種類の特徴を持ち、情報量、価値がそれぞれ異なるため活用方法も異なってくる。

2.2 車両情報を利用したサービス

車両情報をサービスの視点から分類する。サービスの観点から分類を行うことで、今後の車両情報を利用したサービスの要件の参考とする。

前節の車両情報の分類で述べたように、「現在」の情報や「最近」の情報、「過去」の情報というように時間を軸とした車両情報の見方がある。そのためこれらの情報を元にして時間を軸としたサービスが考えられる。一方、車両の特徴の一つとして「移動する」ということが挙げられる。車両は各地点を移動しており、空間から車両を把握する見方がある。ある地点、ある路線にいる車両から情報を取得したい、ある地域にいる車両の情報が知りたいといったサービスが考えられる。

時間、空間という二つの大きな軸からサービスを観測という基準で表 2.1 に分類した。またそれぞれの観測手法を図 2.1 に示す。観測手法は以下の4つに分類した。

- 定点観測
- 経路観測
- 衛星観測
- 移動観測

空間に着目した観測として0、1、2次元観測が挙げられる。定点観測のように0次元観測では、ある1地点を通過する車両の状態を調べることができる。また、1次元観測として経路観測が挙げられ、ある道路の混雑状況を調査するサービスが考えられる。衛星観測が例に挙げられるように2次元観測もある。ある地理的範囲の車両情報を取得することで地域の降雨情報を提供するというサービスが考えられる。このように空間に基準にした際にも様々な車両情報の利用方法があることがわかる。一方、4つ目の観測例として時間に着目した移動観測が挙げられる。車両の時間幅を持った情報を利用することで動態管理などのサービスを行うことができる。

表 2.1: サービス分類

観測名	説明文	基準	サービス例
空間に着目した分類			
0次元観測 (例: 定点観測)	ある地点を基準にして、その地点を通過する車両から情報を収集する	ある一つの地理的位置	旅行時間
			渋滞情報
1次元観測 (例: 経路観測)	ある二点間を走行した車両から情報を収集する	ある二つ以上の地理的位置	交通流調査
			道路混雑状況
2次元観測 (例: 衛星観測)	ある一定の範囲の車両から情報を収集する	地理的範囲	交通公害調査
			降雨情報
時間に着目した観測			
移動観測	移動体の動きを追い、時間の幅を持たせて車両から情報を収集する	時間	車両の状態 (バッテリー等) 管理
			車両の動態管理・運行管理

2.3 課題

前節で述べたように様々な観点から車両情報を利用したサービスがある。現在車両情報を利用したサービスの構築には自動車メーカーや自動車関連企業が取り組んでいるが、今後車両情報を利用したサービスが容易に構築できる環境となれば、他業種のコンテンツプロバイダなどがサービスを行うことができ、新たな車両情報を利用したサービスの出現も期待できる。車両情報を利用したサービスの増加、多種多様化は今後の更なる自動車、情報関連市場の拡大を促し社会全体に利益をもたらすものとなる。

車両情報を利用したサービスとしてプローブ情報システム [1][19][20][27] がある。プローブ情報

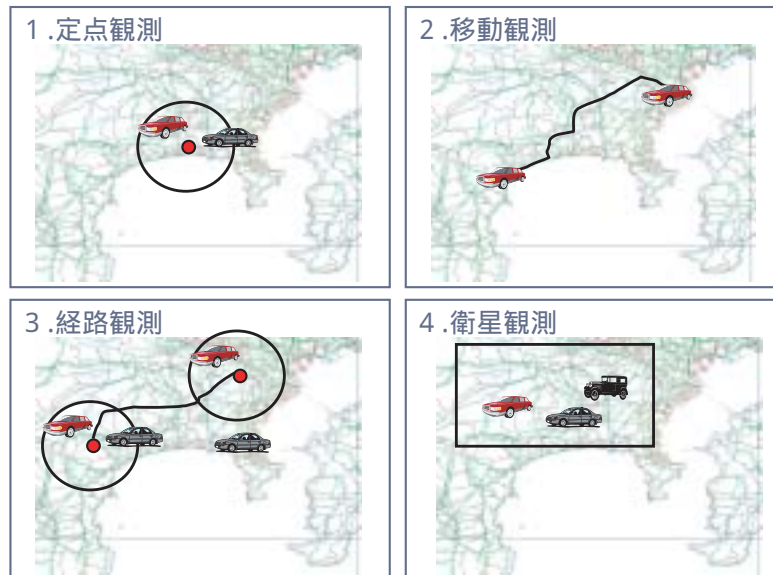


図 2.1: 観測手法一覧

システムでは車両情報を定期的に車両から収集し、ワイパから降雨情報を生成したり速度や方位から交通情報を生成するなど主に空間を軸としたサービスを行う。

プローブ情報システムでは、一つのセンタに定期的に収集するモデルとなっている。そのため、センタのサーバの管理や運用にコストがかかるほか、サービスに必要なない情報の収集が行われ通信量やデータ量が多くなる。また、センタのシステムを一度構築するとシステムの変更が難しく、収集するセンサの種類の変更が困難である。そのため各種サービスに柔軟に対応した車両情報収集が困難である。また、各サービスから車両情報を収集するインターフェイスはサービス毎に異なり、共通したインターフェイスがない。そのため、車両情報を利用したサービスを構築するには収集するためのインターフェイスを各サービス毎に構築する必要がある。

今後、プローブ情報システム以外にも特定の車両に対してメンテナンスを行うなど車両情報を利用した様々なサービス構築が考えられる。その際、プローブ情報システムのように定期的に車両情報を収集する手法では通信コストやセンタの構築、運用のコストが高く、柔軟にシステムの変更が困難なためサービス参入の障壁になっている。各サービスに必要となる過去から現在に渡る車両情報を効果的に収集、利用できる共通したモデルを構築することで様々な車両情報を利用したサービスが容易に構築でき、結果として車両情報の社会的有効利用が可能となる。

第3章 車両情報利用サービスの現状及び問題点

本章では現在行われている車両情報を利用したサービスを官、民、研究の3つに分けそれぞれのように車両情報を扱っているかについて述べる。現在の車両情報利用の現状をまとめ、今後の課題を探る。

3.1 官主導で行われているサービス

本節では官主導によって実施されているサービスについて述べる。

道路交通情報通信システム (VICS)

Vehicle Information and Communication System(VICS)[21]とは、VICS センターで編集、処理された渋滞や交通規制などの道路交通情報をリアルタイムに送信し、カーナビゲーションなどの車載機に、文字・図形で表示するシステムである。日本道路交通情報センタから受けた交通情報を VICS センタで処理・編集を行う。加工された交通情報は、主に FM 放送波を利用した FM 多重放送で車両に対して交通情報の提供が行われている。

VICS では交通情報の情報源が限られているため情報の精度が低い。また、VICS は光ビーコンや FM 放送波を利用しているため、VICS 以外のサービス情報を外部から取得したり車両から情報を発信することができない。

自動料金収受システム (ETC)

Electronic Toll Collection(ETC)[22][23]は、車両のダッシュボード上などに設置する無線車載機と IC カードリーダ、料金所に設置される路側アンテナにより、車載機と ETC 装置が無線通信を行う。高速道路などの料金所での一時停止をする事なく料金の徴収を可能にする。現在全国 600 箇所ほどの料金所に設置されている。

ETC も VICS 同様、サービスを利用するためには専用の機器が必要となっており他のサービスを利用できない。また、ETC では個人情報や ID を利用してサービスを行っているが、車両情報は利用されていない。

走行支援道路システム (AHS)

Advanced Cruise-Assist Highway System(AHS)[25]は、スマートウェイの一環として運転中に人間が行う判断状況や自動車の機能を、道路インフラと情報通信システムが協調して支援するシステムである。利用例としては、道路に沿って設置されたセンサによって障害物が検知された場合に、無線通信によって車両へ警告を出したり、運動制御を行うことができる。AHS は ITS の技術的に最も高度なシステムである。構想としては三段階のシステム (情報提供、制御支援、自動運転) を設定している。車両の位置情報と道路側のインフラ間で情報をやり取りすることで安全運転を目指している。このシステムでは道路にインフラを作るためのコストが高く、車両に搭載された車載センサで自分の車両の位置を用い事故防

止に役立っている。事故防止を主目的としているため他の車両情報を利用したサービスとの連携がない。

3.2 民主導で行われているサービス

本節では企業を主体として民間で行われているサービスについて述べる。

internavi

internavi[10]とは本田技研工業(株)が行っているテレマティクスサービスで、携帯電話で通信することで最新の店舗や交通状況の情報を受信できるほか、走行距離、速度情報を元に燃費やメンテナンスに活用することができる。サービスを利用するにはインターナビ対応のハンドフリー通信キットが必要となる。また、サービスは自動車メーカーやメーカーと提携した企業から提供されており、自由にコンテンツプロバイダ等がサービスを提供できない。また、走行距離、速度情報といった車両情報もサービスに依存した形で利用されており、他のサービス事業者が利用できない環境となっている。

CARWINGS

CARWINGS[11]は、日産自動車(株)から提供されているオペレータと話したりメールや最新の情報を取得できるテレマティクスサービスである。ナビの利便性を追求しており、ドライバーの代わりにオペレータが対応するなどナビに特化したサービスとも言える。通信メディアとして携帯を利用している。車両の位置情報を携帯電話やパソコンへメールを送信できるが、他の車両情報は利用されていない。

G-BOOK

G-BOOK[12]とはトヨタ自動車(株)が行っているサービスで、ドライブ中の情報の受発信を可能にするほか、車を運転していない際にも携帯電話、パソコンを通じてサービスが利用できる。GPSを利用し位置情報を把握することでセキュリティサービスを行っているが、その他の車両情報は活用されていない。また、通信料は定額制のためユーザは意識せずサービスを利用できるが通信量が増えるとサービスの大きな負担となる。他のテレマティクスサービス同様、専用の機器を購入する必要がある。位置情報や車両のオートアラームを利用したサービスは行われているが、その他車両情報は利用されておらず他のサービスから車両情報を取得できる環境となっていない。

OnStar

OnStar[13]とはOnStar社が行っているサービスで、全地球測位システム(GPS)網と通信技術を利用し、ドライバーと自動車をオンスターセンターで結ぶ。サービス内容としては事故におけるエアバック作動時の自動通報や盗難車両の追跡、緊急通報、遠隔診断などがある。衛星通信を利用することで全米の広大が地域に均等なサービスを提供している。しかし、衛星通信の通信容量が少ないためコンテンツの容量が制限されるほか、OnStar社に車両情報を収集しており、他のサービスから独自に車両情報を収集できない。

NetworkCar

NetworkCar[14]は車両に搭載したデバイスとインターネット側のシステムで自動車の各種データを収集し、ワイヤレス通信を用いて通知するサービスである。サービス内容としては運転中にタイヤがパンクするなどの事故が生じた場合の支援サービスや、盗難車追跡、

故障の診断などである。

車両情報の送信方法としては、絶えず車のデータを蓄積し、その情報をプロバイダに送信する。電波が弱い地域でも蓄積を続け、電波が通じる地域に入るとそれをまとめて送信する仕組みとなっている。システムをインストールすれば車種に関係なくサービスを利用することができる。車両情報は NetworkCar のセンタに収集されるため、それら情報を他のサービスが容易に利用することが困難である。また NetworkCar のシステムを利用し、他のサービスが独自に車両情報を収集できない。

3.3 研究段階のシステム

本節では、研究段階の車両情報提供システムについて述べる。

プローブ情報システム

プローブ情報システムとは、車両によって生成されたデータを集めて、データを格納し、無線通信によってアプリケーション供給者にデータを配達するシステムである。車に搭載されているセンサは約 120 種類ほどあり、これらの情報を収集、加工することで社会的に有用な情報を生み出そうとしている。

プローブ情報システムを利用することで現在利用されていなかった車両情報が今後有効に活用されることになる。現在は各車両にて各センサの情報を持つが、車内でのみ利用されており車両外で利用されていない。そのため、各車両がこういった動きをしているのかを車両外から知る方法は限られている。一方、プローブ情報システムは各車両から情報を複数の車両から収集するため、車両情報の動きがより正確に、かつ幅広く取得できる。

プローブ情報システムではセンタに車両から定期的に情報を収集する。そのため通信量やデータ量が多く、センタの構築や運用のコストが高い。また、システムやサービスに独自のインタフェースを構築しており、他のサービス構築に利用しにくい状況となっている。

データ辞書モデル

データ辞書 [28] とは、自動車の保持する情報の全てを名前と値の 1 対 1 のエントリで示すモデルである。車両情報を扱う際の問題点として、自動車毎に保持しているセンサの単位や精度にばらつきがある。プローブ情報システムなど車両情報を扱うサービスを構築する際、各車両から取得できる情報の単位や精度が異なると情報の共有が困難である。そこで車両やシステムに依存することなく車両情報を収集可能とするため、データ辞書モデルでは単位、精度を統一し正規化を行っている。

データ辞書モデルが今後標準化されることによって、車両の種類やシステムの違いに捕らわれず、センサの情報がひとつのデータ定義で取得可能となる。今後、データ辞書モデルで定義したデータをどのようにサービスから利用するかについて考慮する必要がある。

3.4 まとめ

以上を踏まえ、現状の車両情報を利用したサービスを官、民間、研究の三つに分類し問題点の整理を行う。表 3.1 にそれを示す。

官主導の VICS や ETC、AHS では情報の利用コストはかからないものの、専用の機器を購入するためのコストがかかる。また、サービスに依存したシステムとなっており、車両情報は利用

表 3.1: 車両情報を利用したサービスの現状

	機器	通信コスト	サービス参入コスト	車両情報の利用
官	独自	低	参入不可	なし
民間	独自	高	高	各サービスに特化した収集を行っている
研究	共通	高	低	各種車両情報を収集可能

されていない。

民主導で行っているサービスでは官主導のサービスと同様、各種サービスを利用するためには専用の機器を購入する必要があり、それらを機器を利用し他のサービスを利用できない。また、各種サービスのコンテンツは自動車メーカーやサービス提供者に限られ、オープンにサービスの提供を行える環境となっていない。車両情報の利用は各システムに依存した収集を行っているため、ほかのサービスが車両情報を利用できる環境となっていない。

研究が進むプローブ情報システムでは既存のインターネット基盤を利用するため独自の機器を購入する必要がない。また、データ辞書モデルによって車両情報が統一した定義で正規化され、車両情報を扱うサービスの構築が容易となる。しかし、定期的に車両情報を収集するため通信費用のコストが大きく、センタのシステム変更が困難でサービスに対応した柔軟な対応ができない。また、車両情報を収集するためのサービスに共通したインターフェースがない。現段階では各サービスに依存したインターフェースの構築に限られている。

第4章 車両情報管理モデル

本研究ではサービスが必要とする車両情報を収集し利用するための車両情報管理の方法および利用に関するモデルの提案を行った。本章では現在の車両情報を収集するモデルの問題点を挙げた上で、モデルの検討を行う。次に検討結果をもとに、本研究で提案する車両情報管理モデルについて述べる

4.1 現在の車両情報利用モデル

プローブ情報システムの実験で見られるように、車両情報を定期的にセンタに収集するモデルとなっている。イメージ図を図4.1に示す。図では横軸に時間を取り、緯度、経度、高度で構成される空間の推移を示している。各時間に走行している車両を円で示しており、それが時間が立つにつれ移動し、センタから定期的に各車両に対し情報収集を行っている。

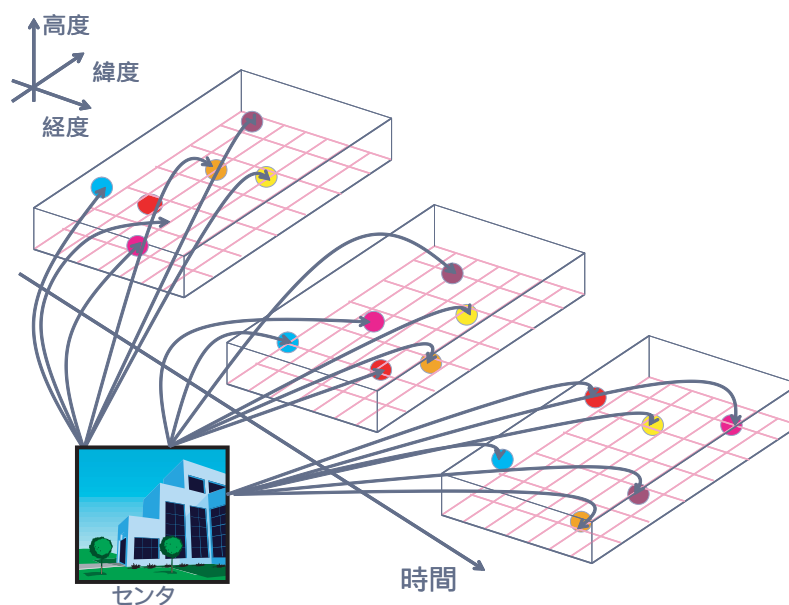


図 4.1: 定期的に車両情報をセンタに収集するモデル

車両情報を定期的に収集することで、リアルタイムに車両の状態が把握できる。しかし、常に情報を車両-センタ間で通信するため通信コストが高い。情報を取得する車両が増加すると、それだけ通信コストが増加することになる。また収集した情報には、生成された車両情報全てが含まれるため情報量が多くなり、情報の加工、提供のコストがかかる。またそれら多くの情報に対応するためのセンタ設備が必要となる。

表 4.1 にセンサ数、取得間隔によって一ヶ月間 (30 日間) にどの程度の通信量が発生するかを示

す。センサは全て int 型で取得し、毎日 2 時間走行することとする。また、画像についてカラー 24bit で 320 × 240 のサイズは 15KB、160 × 120 のサイズは 0.4 キロバイトとする。

表 4.1: 車両情報量 (メガバイト)

収集間隔	10 個	50 個	120 個	画像 (320 × 240)	画像 (160 × 120)
1 秒	8.64	43.20	103.68	2592	69.12
10 秒	0.86	4.32	10.36	259.2	6.91
1 分	0.14	0.72	1.72	43.2	1.15
10 分	0.01	0.07	0.17	4.32	0.11
30 分	0	0.02	0.05	1.44	0.03
60 分	0	0.01	0.02	0.72	0.01

表 4.1 で見られるように 1 秒間隔で車両情報をセンタに収集するには月 100 メガバイト程度通信する必要がある。画像を含めるとより高い通信コストがかかる。表は一台あたりの情報量であるため、情報を取得する車両が増加すればそれだけ、通信量、データ量がセンタ側の設備に大きな負担がかかることがわかる。

このように現在の車両情報を定期的に収集するモデルでは通信コストの負担が大きく、システムの運用にも多大なコストがかかる。またサービスに必要としない情報が多く含まれ、効果的に過去の車両情報を利用できていない。

次に車両情報の取得方法について述べる。現在車両から情報を取得するためのインターフェイスは各サービスに依存した方法で構築しており、各種サービス共通した車両情報を収集するためのインターフェイスが定まっていない。車両情報を利用したサービスを構築するためにインターフェイスを独自に構築するには時間、コストがかかる、また、一度インターフェイスを構築すると変更がききづらくなるためサービス内容の変更が困難で、ニーズにあったサービス提供への柔軟な対応が困難となる。

4.2 車両情報利用モデルの検討

第 3 章で述べたサービス分類で示すように車両情報の様々な利用方法が今後考えられる。これらサービスを容易に構築できるよう、車両情報を利用するためのモデルの検討が必要となる。

前節で述べた問題点を元に、モデルを構築するために検討する必要がある項目は次の点である。

- 車両情報を必要に応じて収集するための手法
- 車両情報を取得するための共通したインターフェイスの構築

4.2.1 車両情報を必要に応じて収集するための手法

車両情報を利用したサービスを行う際の障壁として通信コストやセンタの運用コストなどが挙げられる。車両からセンタへ収集する際コストが発生し、収集回数、車両台数が増加するごとにコストも増加していく。また、収集する情報量が大きいためセンタに規模の大きい設備が必要となる。

これらの問題を解決するためにはサービスに必要とされる情報のみを収集し、効率的に車両情報を収集するモデルが必要となる。必要な情報のみを収集することで情報の質を落とすことなくサービスを構築できる。

サービスに必要とされる情報を取得する方法として次の二つがある。一つには車両情報センタを一つに集約し、そこからサービスに必要な情報を収集する方法がある。しかし、この方法では車両情報センタの管理者を誰にするのかといった問題や国もしくは世界の車両情報を一括して管理するシステムの構築コストを誰が負担するのかという運用の問題がある。次の方法として車両内に車両情報を蓄積する方法がある。各車両内に情報を蓄積しサービスに必要な情報のみをセンタに収集するモデルである。この方法では各車両から収集する情報量が削減でき、かつサービスごとに必要な車両情報を取得できる。例えばリアルタイムの交通情報提供サービスを行う際には車両情報をセンタに定期的に収集する一方、メンテナンスサービスを行う際には車両情報を車両内に蓄積しておき必要な時期に収集するといった利用方法がある。

以上より車両情報を利用するための方法として車両内に情報を蓄積する手法を取り入れ、以下に詳細な検討を行っていく。

車両情報の蓄積方法

車両情報を車両内に蓄積する方法として次の方法が考えられる。車両に情報を蓄積する方法としてどれが効率よく蓄積し、サービス側からアクセスできるかについて検討する。

1. 常に全ての車両情報を蓄積
2. センサごとに蓄積間隔を定義し、これに従い蓄積
3. サービス側が指定したセンサ情報を蓄積

1つ目の方法として常に全ての車両情報を蓄積していく方法があるが、全ての情報を蓄積するため情報量が非常に多くなり、サービスの必要な情報を検索するための時間が増加する。また、長期の蓄積情報を持つことは、短期、現在時間で利用の妨げとなる。記憶装置、検索処理能力を考慮して蓄積する期間を決定する必要がある。

次に2つ目の方法として、センサごとに静的に収集間隔を定義し、これに従って蓄積する方法がある。各センサごとに車両を取得する間隔が異なるため、情報量が減ることが考えられる。しかし、蓄積間隔をセンサごとに決めることは、車両情報を利用したサービスが間隔を設定することができない。より細かい取得間隔でデータを利用したい場合や、もっと大まかな情報のみでよい場合に対応できないためサービスの要求に柔軟に対応できない。

最後に3つ目の方法について述べる。センサ情報をサービス側の指定に従って蓄積することで、サービスに特化した車両情報の利用が行える。あるセンサは1分ごとに、別のセンサは1秒ごとに蓄積する、などサービスに応じた蓄積が可能となる。センタへ蓄積された情報から必要な情報を取得する際、全ての車両情報を蓄積する場合と比べ検索時間が少なくなすむ。また、不必要な情報を蓄積しないためサービスにあった情報利用が可能となり、サービス、車両所有者双方の利益となる。

1つ目や2つ目で述べたように、定期的に車両情報を蓄積する方法は蓄積される情報量が多くなり検索の時間が多くかかる。一方、3つ目の方法のようにサービスに必要な情報のみを蓄積することで蓄積する情報量をサービス利用に限ることができ検索時間の減少にもつながる。以上のことから、3つ目の方法がより車両の所有者、サービスからより有効に車両情報を蓄積、利用できる方法であるといえる。

蓄積する車両情報のデータ構造

車両情報を車両内に蓄積するにあたり、蓄積する車両情報のデータ構造を定義する。データ構造を定義することで蓄積された車両情報をアクセスする際、サービスが必要な情報を抜き出して収集することが可能となる。

蓄積する車両情報の構造は、時刻、位置（緯度、経度、高度）および一つ以上のセンサ情報を1セットとし車両に蓄積することとする。表4.2.1にデータセットを示す。時刻、および位置はデータ辞書でもコアデータとして提案されており必ず取得できる情報である。第3章のサービス分類で示したように、時刻や位置を軸として車両情報を様々な利用できる。これら時刻、位置情報とセンサの情報をセットとして車両内に保持することで、時刻や位置を軸としてサービスに必要な車両情報を抽出することができる。

表 4.2: センサデータセット

時刻	緯度	経度	高度	センサ情報	(センサ情報…)
----	----	----	----	-------	----------

4.2.2 車両情報取得のためのインターフェイスの検討

従来車両情報を収集するためのインターフェイスはサービス依存で独自に構築されていた。そのため、他のサービスを行うために利用しづらいインターフェイスにもなっていた。そこで、各サービスで利用できる共通したインターフェイスを定義することで、各種サービスを構築する際独自のインターフェイスを設ける必要がなくなる。

インターフェイスを定義するにあたり、第3章で記述したサービスの分類を参考に検討を行った。各種サービスを構築するために必要な情報を取得するインターフェイスを用意することで、サービスの構築が容易となる。

インターフェイスに関連して、サービス分類と同様、空間および時間を軸としてインターフェイスを定義する。空間を軸とするインターフェイスとして、緯度、経度、高度を引数として各車両情報を取得する。空間を軸とすることで、ある地点や道路の情報、地域の情報をサービスが収集できる。もう一つの軸として時間を扱うインターフェイスを持つこととする。車両には過去から現在までの車両情報が含まれ、それら時間を指定することで車両の挙動を把握するサービスが構築できる。図4.2にその様子を示す。図4.1と同様、横軸に時間を取り、空間の推移をあらわしている。空間内にある丸で示した車両が時間の経過とともに移動していく様子を示している。各空間を推移していく車両情報を収集することで車両の状態変化が把握できる。

もう一つのインターフェイスの機能として最新の車両情報にアクセスできる機能が必要となる。

以上、各車両情報の特徴を把握した車両情報収集をするため、以下の3つの収集方法を元にインターフェイスの定義を行う。

- 空間を軸とした収集方法
- 時間を軸とした収集方法
- 最新情報の収集方法

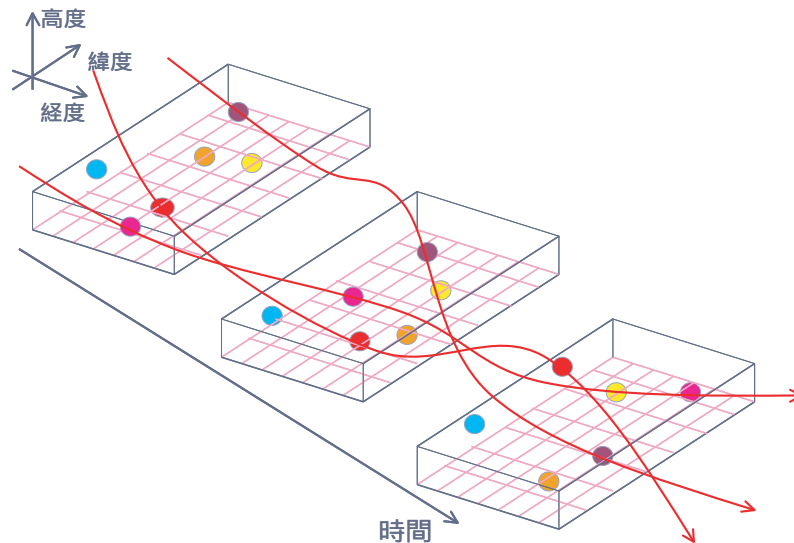


図 4.2: 移動体を軸として見る車両情報

4.3 車両情報管理モデル

検討結果を元に、車両情報の管理および利用に関するモデルの提案を行う。本モデルの概要図は次の図 4.3 に示す。

車両情報管理モデルでは各種センサ (sensor) をデータ辞書 (Data Dictionary) を用いて正規化した車両情報を蓄積するための容量 (以下、Storage)、蓄積された車両情報を収集するためのインターフェイス (I/F) からなる。各車両に Storage を持つことでサービスに必要な情報を蓄え、そこからサービスが必要な時期に情報を収集することができる。

インターフェイスを定義することで蓄積された車両内の情報から必要な分だけサービスがインターネットを経由して収集することができ、サービスごとで必要となる車両情報を設定された間隔で取得が可能となる。

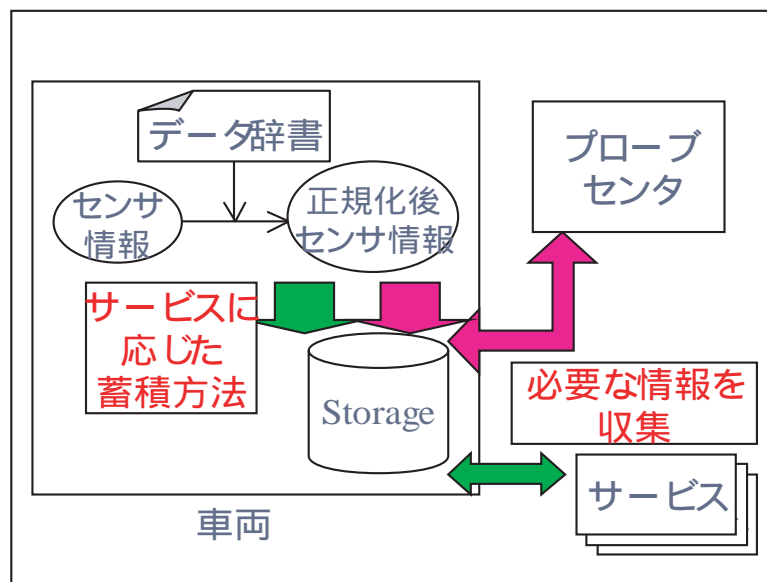


図 4.3: 車両情報管理モデル概要図

第5章 設計

本章では車両情報管理モデルに基づき車両情報蓄積および利用のシステムの設計を行った。まず車両情報を蓄積するためのシステムについて述べ、次に車両情報にアクセスするためのインターフェースの詳細な設計について述べる。最後にシステムの流れについて述べる。

5.1 車両情報の蓄積システム

本研究では車両情報をサービスの要求に従って蓄積するようモデルの提案を行う。また、このモデルを具現化するためシステムの設計を行う。本節ではまず、システム概要を述べ、次にシステムで利用する Storage Request Message(以下、SRM)の詳細について述べる。

5.1.1 車両情報蓄積システム概要

システムの概要図について図 5.1 に示す。車両情報蓄積システムでは、あらかじめサービスが蓄積する車両情報について指定を行うことでサービスに特化した車両情報の蓄積が行える必要がある。そこでサービスが必要とする情報を車両内に蓄積するための機能として SRM を用いたシステム設計とした。SRM とはサービスが必要とする車両情報を記述するメッセージで、そのメッセージを車両に送信することで車両内にサービスが必要とする情報の蓄積を開始する。SRM の詳細は後述する。図 5.1 であるように、サービスは蓄積する必要がある車両情報に関する記述を SRM に行く。この記述された SRM を車両に対して送信する。車両は SRM を受け取り解析、蓄積を実行するための SRM システムを持つ。SRM システムを利用し、サービスの支持に従い車両情報の蓄積を開始する。

5.1.2 Storage Request Message

Storage Request Message(SRM) とはサービスが必要とする車両情報を蓄積するよう、車両へ指示するためのメッセージである。サービスが必要とする車両情報を蓄積するためには、サービスが必要とするセンサやその利用方法、車両についての設定等を詳細に指定でき、それを車両に指定できるメッセージが必要となる。

車両情報の蓄積に際してサービスに利用するセンサの指定および蓄積間隔を指定する必要がある。指定した間隔でセンサ情報を車両内に蓄積することで、サービスに応じたセンサの利用ができる。センサ情報を蓄積する際、はずれ値を削除する要求もある。また、センサ情報を蓄積するだけではなく、車両から定期的にセンサ情報を送信する利用方法も考えられる。

また、通信環境や通信メディアに関する要求もある。無線 LAN のように帯域が広い場合のみ車両情報の送受信を行うといった場合や、特定のメディア利用時のみ車両情報の通信を許可する場合もある。車両情報の取得方法によっては一度に大量の車両情報を送信する可能性もあるので、

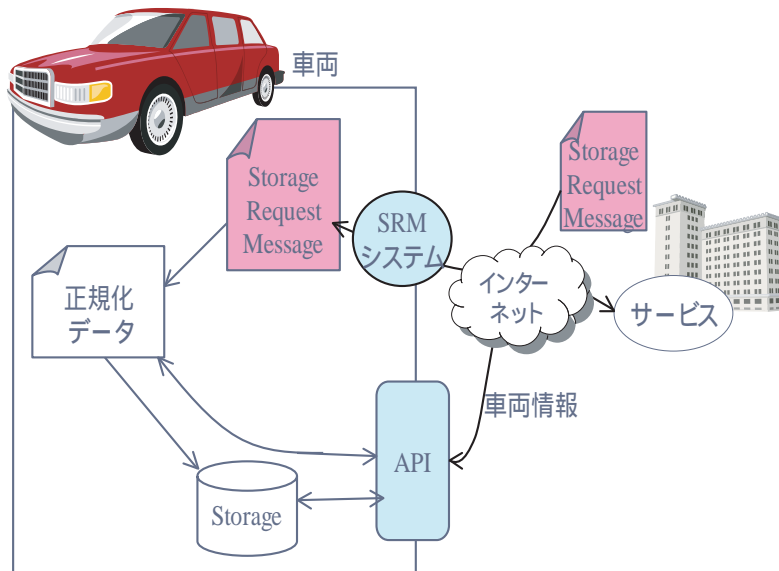


図 5.1: システム概要図

必要に応じた通信環境で利用できるようにしていく。以上の要求を表 5.1 に利用方法および記述する要素名をまとめた。各利用方法に必要な要素名を挙げ、サービスの様々な車両蓄積方法の要求を満たすよう SRM の定義を行った。

SRM は、特定のプラットフォームに依存することなく様々なシステムから利用できる Extensible Markup Language(XML)[6] で記述するものとした。また、SRM の定義は RELAX NG[7] を用いて行った。サンプル例として、温度、湿度を利用した記述例を示す (図 5.2)。

SRM は必要なセンサについて記述を行う。センサを蓄積する間隔や車両側の記憶容量があふれたときの対策、車両側から動的にセンタに向かって情報を送信する設定などを指定することができる。図の temperature(温度) の場合には、温度情報を 10,000 ミリ秒間隔で蓄積を行う。また、車両側の蓄積領域があふれた場合には蓄積されているすべての情報をセンタ側に送信し、随時 600,000 ミリ秒ごとに車両から動的にセンターへ情報を送信するように設定を行っている。この例のようにサービスに必要な車両情報の扱いに関して SRM に記述し、車両に SRM を送信することで指定した情報の蓄積を行う。

5.2 車両情報へアクセスするためのインターフェイス

車両情報へアクセスするためのインターフェイスとして、前章のモデルに基づき時間や空間を軸として車両情報が収集できるよう API(Application Program Interface) の設計を行った。サービスに必要な車両情報の取得方法を網羅するため、時間、空間を軸とした車両情報の取得方法を元に API として定義した。第 3 章のサービス分類で述べたように、時間、空間を軸とすることで様々なサービスに対応した車両情報収集を行う。

必要な車両情報へアクセスするための API 一覧を次の表 5.2 に示す。この表では、サービス側からの指示 (引数) に対してどういった車両情報を返すか (戻り値) について述べている。API の定義にあたり、軸とした時間、空間を観測という基準でそれぞれ述べる。

表 5.1: Storage Request Message 要素一覧

利用方法	要素名
取得したいセンサー一覧を指定	・ センサ名
車両情報を蓄積する間隔の指定	・ センサの蓄積間隔
蓄積するセンサ情報の制御 (はずれ値を蓄積しない、など)	・ センサ値を制御するための条件文
センサ情報を車両側から定期的にアップ	<ul style="list-style-type: none"> ・ アップする間隔 ・ アップする情報 (平均、最大値、最小値など) ・ アップするあて先 ・ 開始・終了時間 ・ 送信できなかった際の対処 (リクエスト数)
車両情報の蓄積容量を超えたときの対処	<ul style="list-style-type: none"> ・ 対処方法 (削除、蓄積情報の送信など) ・ 送信する値 (容量を越えた情報を送信する場合)
通信状態による制御	<ul style="list-style-type: none"> ・ 帯域条件 ・ 送信するセンサ名・センサ情報
メディアによる制御	<ul style="list-style-type: none"> ・ メディア名 ・ 送信するセンサ名・センサ情報

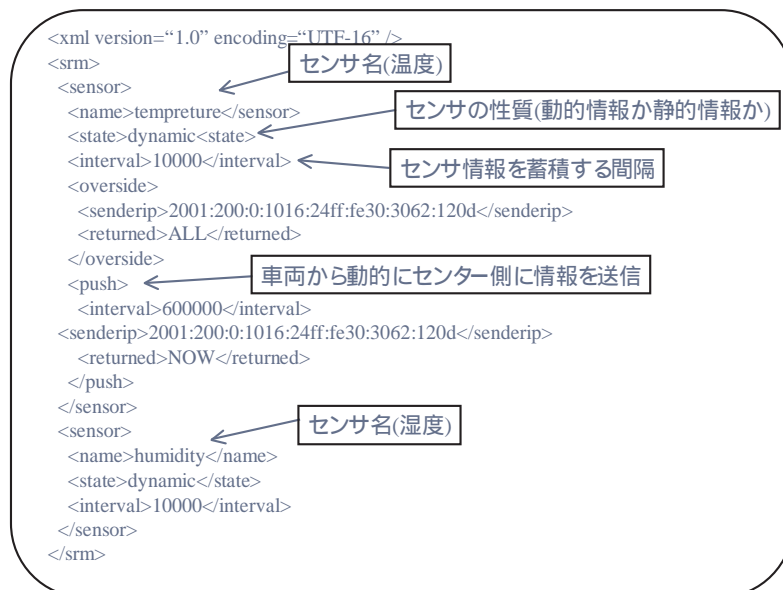


図 5.2: 温度・湿度センサに関する SRM 記述例

表 5.2: API リスト

観測名	API名	引数				戻り値				
		車両ID	位置	時刻	時間帯	センサ名	センサの値	位置	時刻	車両ID
定点観測	getAISensorData()									
	getSensorData()									
		リスト								
		リスト								
	getVehicleList	リスト								
		リスト								
		リスト								
	getAverageData()	リスト					平均値			
getMaxData()	リスト					最大値				
getMinData()	リスト					最小値				
経路観測	getAISensorData()	リスト	リスト							
	getSensorData()		リスト							
		リスト	リスト							
		リスト	リスト							
	getVehicleList	リスト	リスト							
		リスト	リスト							
		リスト	リスト							
	getAverageData()	リスト	リスト				平均値			
getMaxData()	リスト	リスト				最大値				
getMinData()	リスト	リスト				最小値				
衛星観測	getAISensorData()	リスト	範囲							
	getSensorData()		範囲							
		リスト	範囲							
		リスト	範囲							
	getVehicleList	リスト	範囲							
		リスト	範囲							
		リスト	範囲							
	getAverageData()	リスト	範囲				平均値			
getMaxData()	リスト	範囲				最大値				
getMinData()	リスト	範囲				最小値				
移動観測	getAISensorData()		範囲							
	getSensorData()		範囲							
		範囲								
		範囲								
	getAverageData()						平均値			
	getMaxData()						最大値			
	getMinData()						最小値			
	getCurrentPosition()							(現在)		
getCurrentSensorData()										
getCurrentAISensorData()										

定点観測

ある地点の渋滞情報を収集するといった定点観測を利用したサービスを構築するための API の定義を行った。この API では位置を基準として時刻の指定や車両の指定などを行い、必要な情報を取得していく。例えば表の最上段の `getAllSensorData()` では、車両 ID および位置を指定することで、その場所にいる車両の全てのセンサ情報を取得する。

経路観測

経路観測ではある道路の動きを注視する。道路を移動した車両のリストやセンサ情報を取得することで車両の動きを見ることができ、また経路調査など交通の流れについて把握できる。この経路観測に対応する API の定義を行った。2 地点を指定することで、その道路を走行中の車両から情報を収集する。

衛星観測

衛星観測では一定の位置範囲に絞って車両の動向を見る。衛星観測に対応した API では位置範囲を指定すると共に時刻・センサ名などを併せて指定することによりある地域にいる車両の情報を取得する。例えば、表の衛星観測の欄の最後の `getMinData()` では車両一覧と地域、時間帯、センサ名を指定することで、指定された地域内、時間帯に走行していた車両から指定したセンサの情報を取得する。

移動観測

移動観測では時間を基準として、指定された時間帯の車両情報を取得する。また指定した位置内にいる場合の車両情報を取得する。そうすることで、各車両がどういった状態変異をしたかを見ることができる。表の移動観測の欄の一番上の `getAllSensorData()` では、車両 ID および位置を指定することで、指定した車両がその位置を通過した履歴情報を取得する。

5.3 システムの利用例

車両情報蓄積システムおよびインターフェイスを用いた全体のシステムの利用例を図 5.3 に示す。

1. 蓄積する必要のある車両情報に関して SRM を用いて記述
2. 記述された SRM を車両へ送信し、指定した車両情報の蓄積を車両内で開始
3. 蓄積されている車両情報は各サービスに応じて利用しやすい API のメソッドを利用し車両情報を収集
4. サービス終了後、蓄積された車両情報の削除

サービス提供を例にシステムの動作概要を見ていく。まず一番目としてサービスが必要とする車両情報を SRM に記述し車両に送信する。例ではオルタネータ及びバッテリーの情報を車両に蓄積するよう要求する。次に車両は受けとった SRM を SRM システムを利用し解析し車両情報の蓄

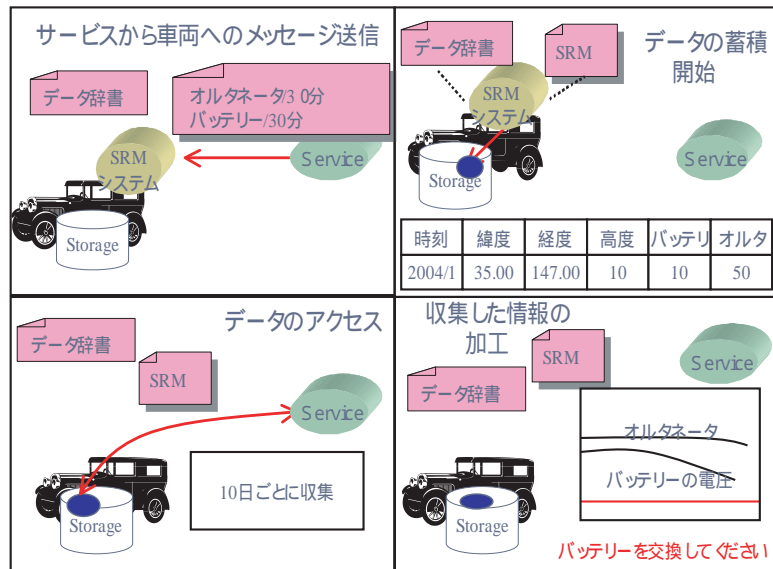


図 5.3: システム利用例

積を開始する。時刻、位置とともにオルタネータ、バッテリーの情報を車両に蓄積する。3番目として蓄積された車両情報をサービスからAPIを用い収集する。例では10日ごとに収集を行っている。収集した情報をサービスは加工、提供する。

第6章 実装

設計に基づきプロトタイプシステムの実装を行った。本プロトタイプシステムでは第5章で行った設計のうち一部の機能を実現しており、以下の二つの機能で構成される。

- サービスから車両へセンサ情報の蓄積を要求する機能
- 車両に蓄積された情報へアクセスするためのインターフェイス

一つ目はSRMを利用したシステムで、サービスが必要とする車両情報の蓄積を車両に対して指示するためのシステム(以下、SRMシステム)である。二つ目としてサービスが指定して蓄積された車両情報にアクセスするためのAPIを構築した。

本システムの開発は次の表6.1の環境で実装を行った。両システムともWeb Services[24]を用い構築し、車両情報を蓄積するためにRelational DataBase(RDB)のPostgreSQLを利用し車両情報を蓄積した。

表 6.1: 開発環境

開発言語	J2SDK 1.4.1
蓄積容量	PostgreSQL 7.4
HTTP Server	Apache 2.0.43
Servlet Engine	Apache Tomcat 4.1.29
SOAP Engine	Axis 1.1
DataBase Connector	JDBC 1.2

6.1 SRMシステム

本節では項目の一つ目であるSRMを利用した車両情報蓄積の指定を行うためのシステムについて述べる。

本システムでは、サービスは車両内に蓄積する必要のある情報に関してSRMに記述を行い車両にSRMをSOAP/HTTP[8]で車両に送信する。受けとった車両は指定されたセンサ情報をRDBに蓄積する。

Web Service Definition Language(WSDL)[?]の定義を行いSRMシステムを構築した。まずサービスがSRMを車両へ引数として投げる。車両はSRMを受け取り指定された記述に従い車両情報の蓄積を開始する。

本システムではSRMの指定されたセンサ名をデータベースのテーブルに追加をするとともにセンサ情報を作成されたテーブルに挿入する。以下にテーブルの例を示す。初期設定としてtime(時

刻)、lat(緯度)、lon(経度)、alt(高度) があり SRM の要求に応じて必要なコラムを作成し車両情報を蓄積する。

6.2 API

API では前小節で指定し蓄積された車両情報を必要に応じてサービスが取得する機能を持つ。API の例を一つ挙げる。

例で述べる API ではサービスが、車両情報を取得したい車両 ID、センサ名、位置、時刻を引数として、車両から蓄積されたセンサ情報を取得する。次に図 6.1 挙げるのがそのメソッドとなる。

```
public Vector getSensorData( String ID, String sensorname, Position position,
    Calendar time){
    Vector vector = new Vector();
    :
    //サービスへ接続
    Vsr vsr = service.getVsr( url );
    :
    vector = vsr.getVssData( vec );
    return vector;
}
```

図 6.1: API のメソッド例

このメソッドでは引数を元に車両情報のサービスに接続を行い必要となる車両情報の一覧を取得する。車両とサービスの間では引数及び戻り値を Vector 形式でデータのやり取りを行った。サービスからのリクエストを受け取った車両のシステムでは引数を元に車両情報を SQL を用い RDB から取得して車両へ結果を返す。

第7章 実証実験

本章では設計に基づき構築したシステムを用い実証実験をおこなった。実験の検証項目として以下の2つの項目の実験を行った。

1. システムの動作確認
2. 車両情報管理モデルのコスト性

7.1 システムの動作確認

実装したシステムの動作確認を行うため、実車で実験を行った。実際に車両が走行中でも必要となる車両情報を蓄積し、それらをセンタに収集することができるかどうか動作確認を行う。

実験環境を表 7.1 及び実験の構成図 7.1 について示す。実装した SRM システムや API、データベースを車両に搭載するため soekris を用いた。車両情報として IPSensor から SNMP を用い温度や湿度、位置情報を収集、蓄積した。蓄積された車両情報をモバイルルータを経由しサービスからアクセスし、サービスから API を用い車両情報の取得を行う。通信機器には b-mobile を利用した。

表 7.1: 実車実験環境

	車両側 (soekris)	サービス側 (DELL Dimension4300)
CPU	Geode 266 MHz	Pentium4 1.5 GHz
OS	FreeBSD-4.9R	Vine Linux 2.6r1
MEMORY	128M	512M
通信機器	b-mobile	

動作確認の項目として、蓄積された車両情報を収集するためにかかるアクセス時間や取得できる確率を確認する。また、車両情報をサービスから同時にアクセスする際の挙動についても確認する。

7.2 車両情報管理モデルのコスト性

実証実験では、本研究で提案した車両情報管理モデルのコスト性の検証を行う。車両情報を収集するために必要となる通信量やデータ量を低減することで、より容易に車両情報を利用したサービスの構築が可能となる。定期的に車両情報をセンタへ収集するモデル(以下、定期収集モデル)と比較し、車両情報管理モデルのコストの削減率を検証する。

実験では次の3つのサービスを両モデルを利用して構築する。

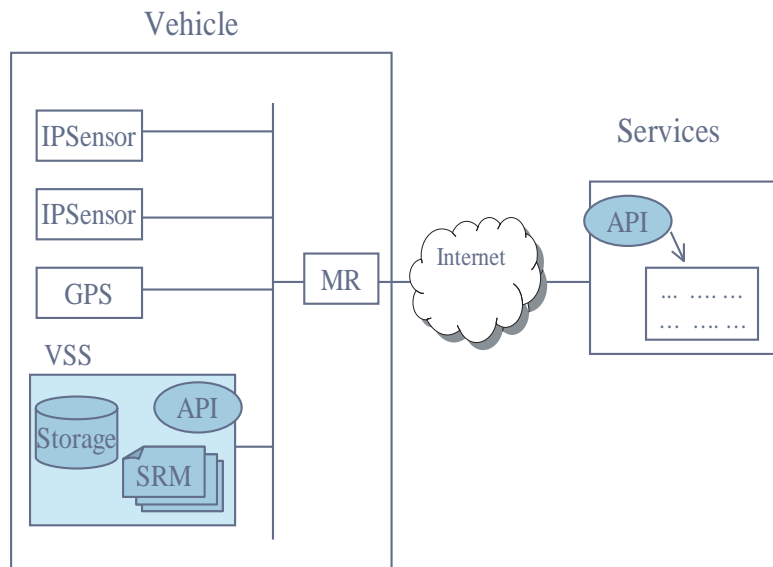


図 7.1: 実車実験環境図

- リアルタイムスピード情報
- 交通量サービス
- 車両動態管理

リアルタイムスピードサービスでは現在のスピード情報を一秒間隔で収集するサービスとする。次に交通量サービスでは最近一ヶ月の交通量を過去にさかのぼって調査するサービスとする。最後の車両動態管理では、ある一台の車両に注目し一週間ごとの平均を元に、一年間の動態推移を見るサービスとする。これら3種類のサービスを両モデルを用いて構築し、コストの比較検討を行う。この3つのサービスを構築することで、第3章で述べた車両情報の各分類それぞれの特徴を利用することができる。コストを比較する項目としては次の2項目とする。

- 通信量
- データ量

1つ目の項目として通信量を比較する。車両情報を利用したサービスを行うためにはセンタ-車両間で通信する必要がある。通信量の増加はネットワーク、センタへの負荷がかかる。そのため本モデルによって通信量がどの程度軽減されたかについての検証を行う。

2つ目の項目としてセンタに収集されるデータ量を比較する。各種サービスを構築するためにセンタに収集する必要のあるデータ量を比較することでサービスを行う際のセンタの規模について検討を行う。車両から収集するデータ量が抑えられれば、運用に関するコストの低減ができる。

これらの項目を両モデルで比較し、車両情報管理モデルのコスト性についての検証を行う。実験では実装したシステムを実車に乗せ、実際の車両情報取得時間、データ量を計測する。その結果を元に各種サービスを構築し、両モデルの比較、検討を行う。

7.3 実験結果

システムの動作確認を行った実験の結果について述べる。

車両内に蓄積されている情報全てを取得するのにかかった取得時間の結果を示す。この実験では車両走行中の1時間サービスから車両に対して全ての車両情報を取得するリクエストを出した。次の図 7.2 にその経緯を示す。

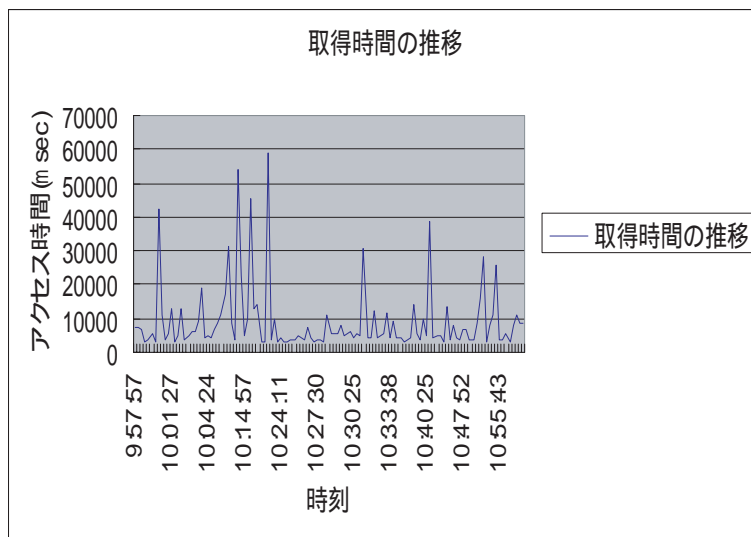


図 7.2: 情報取得時間の推移

この図で見られるように、車両情報を取得する時間は大きく変化している。車両情報を取得するための最小取得時間は2,776 ミリ秒、最大取得時間は58,724 ミリ秒と一分近く取得するための時間がかかる。また、平均取得時間は9,015 ミリ秒だった。

次に Storage に蓄積された車両情報全てをサービス側から取得した時間と通信状況を比較するため、Ping によるネットワークの状態、データベース検索時間の比較結果を示す。図 8.1 に Ping の結果、車両取得時間、データベース検索時間の比較グラフを示す。このグラフは比較しやすいように平均値を合わせて描写している。図で分かるように Ping にかかった時間と同様に車両情報の取得時間もかかった。

車両に対するサービスの増加による車両情報の取得時間、データベースの検索時間の変化の結果を示す。図 7.4 では車両に対して車両情報へのリクエスト数 (サービス数) を増加させた結果、サービス数が増加することによって蓄積車両情報への取得時間がおおよそ 1.5 倍かかった。また、車両情報の取得時間ほど増加は見えなかったものの、データベースの検索時間も増加している。

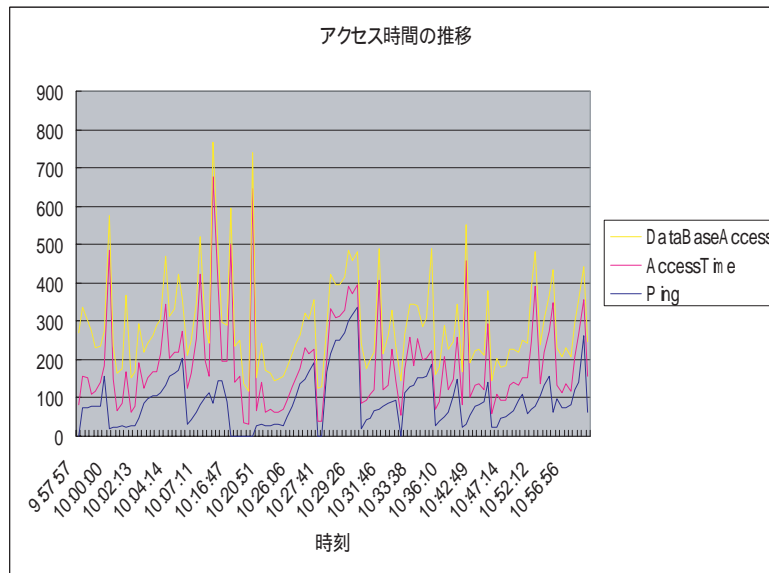


図 7.3: 情報取得時間と通信環境との比較

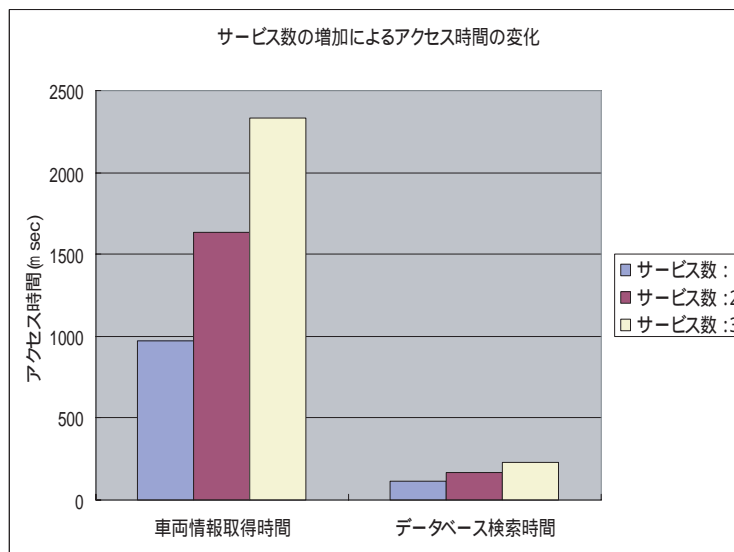


図 7.4: サービス増加による取得時間の変化

第8章 評価

本章では、まず本研究で提案した車両情報管理モデルの定性評価を行った。次に定量評価として前章でおこなった実証実験の結果を受けてシステムの実現性、車両情報管理モデルのコスト性の評価を行う。

8.1 定性評価

本研究では、車両情報の特徴にあった各種サービスが容易に構築できるよう車両情報管理モデルの提案を行った。モデルではサービスに必要なとされる車両情報を車両内に蓄積することで、サービスはセンタへ必要な情報のみを収集することができる。また、サービスに共通したAPIを定義することで、サービス形態にあった車両情報を取得できる。以上のことを表8.1でまとめる。

車両情報を利用したサービスを構築するための課題として3つを上げた。1つにはセンタに定期的に収集するため通信、運用コストが高く、必要としない情報をセンタに収集するため通信量、データ量が多くなる。また、センタのシステム構築が困難で、サービスに対応した柔軟な車両情報収集が困難である。もう1つには各サービスに特化したインターフェイスを利用しているため、車両情報を利用するためのシステムを構築するためにインターフェイスを構築する必要がある。

定期的な車両収集方法は通信量やデータ量が多くなる。しかし、車両情報管理モデルでは車両内に情報を蓄積し、サービスに必要な情報のみを通信するため通信量の削減できた。このことより効率的に車両情報の収集ができ、より容易に車両情報を活用しサービスが構築できる。

車両情報管理モデルでは車両内に車両情報を蓄積した。現在車両情報を利用したサービスを構築するにはセンタに蓄積された車両情報を利用し構築する。センタが収集するセンサの種類がセンタによって決まっているため、サービスに必要な情報が収集できない場合がある。しかし各車両にサービスに必要な情報を蓄積することで、各種サービスが必要な情報を独自に車両に対して収集することができる。

車両情報を取得するためのサービスに共通したインターフェイスを本研究で提案した。現在のインターフェイスはサービスに特化したもので、他のサービスからは利用しにくい。提案したインターフェイスでは各種サービスを分類し、それらを網羅するようインターフェイスの定義を行った。

8.2 定量評価

本節では各実証実験の結果をシステムの動作確認及びコスト性の評価について述べる。

表 8.1: 定性評価

要件	現状	コメント	結果	コメント
センタ-車両間の通信量	×	定期的に車両情報を収集するなど通信量が多い		サービスに必要な情報のみを収集することで通信量を大幅に削減できた
センタに収集するデータ量	×	定期的にセンタに収集されるためデータ量が多い		センタに収集する情報をサービスが必要な分のみとすることで、センタに収集されるデータ量の削減ができた
車両情報を複数のサービスから利用できること	×	各サービスに依存するため、他のサービスから利用できない		少数のサービスに限り利用可能
サービスが必要とする車両情報のみを収集できること	×	実験やサービスに特化した方法でした収集できない		センサ情報を空間、時間軸で分類しそれぞれサービスにあったインターフェイスを利用できるように定義した
サービスが複数の車両に対してサービスを提供できること		複数のサービスに対して提供できるが、大規模なサービスは困難		複数の車両に対してはサービスできるものの多数の車両に対するサービス提供実験が行えなかった。
サービスから利用する車両情報を収集できること		センタのシステム変更が困難でサービスに対応した柔軟に車両情報を収集できない		各種サービスに対応した車両情報を車内に蓄積することでサービスに必要な情報を柔軟に収集できる

8.2.1 動作確認

本研究で提案したモデルの動作確認を行うため、実車にて検証を行った。その結果、アクセス時間が車両情報を取得するために平均 10 秒ほどかかるものの、サービスが必要となる車両情報の収集ができた。

図 7.2 のグラフを統計処理したものを図 8.1 に示す。車両情報の取得時間は 8,000 ミリ秒から 16000 ミリ秒に集中している。また、16,000 ミリ秒以内に 80 % ほどの情報が取得できることがわかる。そのため車両が走行中であればサービスから 2 , 3 回リクエストを出すことで、90 % 以上の確率で車両情報を収集できる。

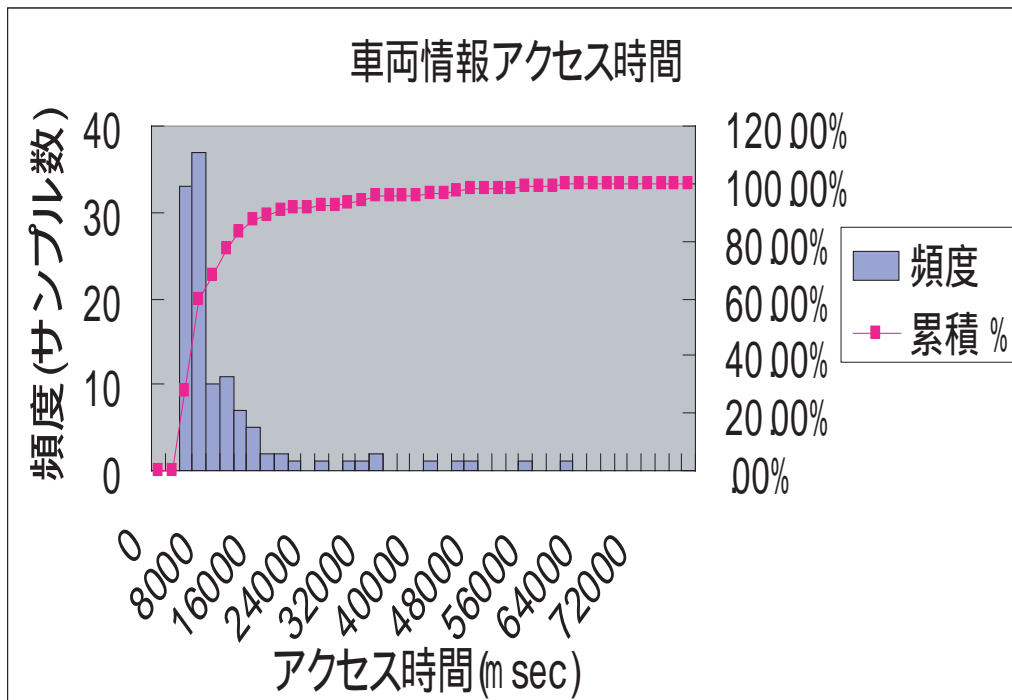


図 8.1: 情報取得時間と通信環境との比較

8.2.2 車両情報管理モデルのコスト性評価

車両情報管理モデルと定期収集モデルとの比較を行う。

両モデルでは次のような前提 8.2 の下にサービスの構築を行うこととする。定期収集モデルではセンタ側に一秒に一回車両情報を送信する。一方、車両情報管理モデルではサービスに応じた車両情報を適宜取得する。取得するデータ及び取得した車両情報をセンタへ蓄積する方法は同じとする。また、一秒に一回センサから生成された情報をデータ 1 セットとする。通信量は実験で行った際に利用した通信量を元に比較を行う。

次に各サービスに利用する車両情報の要件を次の表 8.3 に定める。車両は一年間、毎日二時間走行することとする。

この前提を元に両モデルの比較結果を次の表 8.4 に示す。各サービスを両モデルを用いて構築

表 8.2: モデルの前提

	定期収集モデル	車両情報管理モデル
データの取得間隔	1 秒に一回	任意 (サービスごとに指定)
車内へのデータの蓄積間隔	行わない	一秒に一回
取得方法	Web Services(XML)	
取得するデータ	時刻、位置及び全てのセンサ情報	
センタ側のデータ蓄積方法	同様の形式で取得 (データ1セット: 28 バイト)	
通信量	2130 バイト + 取得データ数 × 250 バイト	

表 8.3: サービス内容

	リアルタイムスピード情報	交通量サービス	車両動態管理
サービス期間	一年間		
車両情報利用時間	毎秒	一ヶ月 (毎分)	毎月の平均値
利用するセンサ	スピード、方位	スピード、方位	燃料、エンジン回転数

し、その通信量、データ量の結果を示す。リアルタイムの車両情報取得サービスでは定期収集モデルが車両情報管理モデルと同じ通信量で納まっている。

次に交通量サービス、動態管理サービスの結果を見る。車両情報管理モデルのほうが定期収集モデルにくらべ通信量、データ量ともに非常に低く抑えられている。定期収集モデルでは常に情報をセンタに収集しているため、リアルタイムサービスと通信量、データ量が変わらない。しかし、車両情報管理モデルでは車内に情報を蓄積することで必要な情報のみをセンタに収集でき、通信量、データ量ともに大きく削減できた。

以上のことから車両情報管理モデルを利用することで、サービスが必要な情報のみを収集することで通信量、データ量を削減できた。

表 8.4: モデルの比較結果 (メガバイト)

	サービス数	定期収集モデル			車両情報管理モデル		
		1	5	10	1	5	10
リアルタイムスピード情報	通信量	6254.64	31273.2	62546.4	6254.64	31273.2	62546.4
	データ量	73.584	367.92	735.84	73.584	367.92	735.84
交通量サービス	通信量	6254.64	31273.2	62546.4	0.902	4.511	9.021
	データ量	73.584	367.92	735.84	0.101	0.504	1.008
車両動態管理	通信量	6254.64	31273.2	62546.4	0.005	0.026	0.051
	データ量	73.584	367.92	735.84	0	0.002	0.003

8.2.3 定量評価のまとめ

実際の実車を利用した実験及び規模性実験の結果により次のことが言える。

まず、通信環境を利用した実験ではサービスが指定した車両情報を蓄積し、必要となる車両情報を取得することができた。サービスはサービス内容に応じた API を利用することで車両情報を任意に取得可能となった。車両情報を取得する時間は通信環境に大きく依存し、8割強は数秒程度で取得でき、数回リクエストを出すことで車両が走行中の場合に必要な車両情報が多くの確率で収集できる。

上記の実験を元に定期収集モデルと車両情報管理モデルをいくつかサービス例を構築することで、通信量、データ量の比較を行った。過去にさかのぼったり統計処理するサービスでは、サービスに利用する情報のみを取得することで大きく通信量、データ量の削減ができた。

第9章 結論

9.1 まとめ

車両情報を利用したサービスを構築するには、定期集中モデルではセンタに情報を収集したモデルとなっており、センタの運用コストが高い。また、各サービス独自で車両情報を収集するためのインターフェイスを構築しており、各サービスに共通したインターフェイスがない。車両情報をより効果的に収集するモデルを構築することで、車両情報を利用した様々なサービスの提供、増加につながり、社会的にも車両情報を有効に活用することができる。

そこで本研究では車両情報の管理及び利用方法の提案を行った。サービスから必要となる車両情報を収集するモデルを構築するため、車両に対してサービス構築に必要な車両情報を車内に蓄積するシステムを構築した。また蓄積された車両情報をサービスの必要に応じて収集できるよう各種サービスが利用できる共通したインターフェイスの定義を行った。また、本モデルに従いシステムの構築、実証実験を行い車両情報の有効な利用が可能となった。

本研究によりサービス側が必要となる車両情報を容易に利用が可能となる環境を構築した。これにより車両情報を利用したサービスの普及、推進できる。

9.2 今後の課題

今後の課題として規模性への対応が挙げられる。

規模性の課題として次の二点の対応が必要となる。

- 車両が利用するサービス数の増加
- サービスが収集する車両数の増加

一つ目の点として車両が利用するサービス数の増加が挙げられる。今後車両情報を利用したサービスが増加するにつれ、一台の車両が複数のサービスを利用することがある。その際、車両に蓄積された情報に対して同時に複数のサービスから収集する場合もあり、複数のサービスに対応するシステムの構築が必要となる。

次にサービスが収集する車両数の増加が考えられる。一つのサービスが複数の車両に対して車両情報を収集することがある。各車両によって状況が異なりエンジンがかかっていない車両、走行しているが通信状況が悪い車両など様々な状況の中で多数の車両に対して車両情報を収集できるよう API の構築が必要となる。

参考文献

- [1] 渡辺恭人, 竹内奏吾, 栗栖俊治, 寺岡文男, 村井純:”プライバシー保護を考慮した地理位置情報システムの実装と評価”, 電子情報通信学会論文誌 B Vol.J86-B No.8 pp.1434-1444 2003 年 8 月
- [2] 前川誠:”ITS の動向と NEC の取り組み”, NEC 技報 第 54 巻第 7 号 (通巻 389 号) 2001 年 7 月
- [3] 財団法人日本自動車研究所 (<http://www.jari.or.jp>)
- [4] 博士論文 植原啓介:”移動体インタ - ネットと自動車社会の協調システムア - キテクチャに関する研究”, 2002
- [5] Simple Network Management Protocol(<http://net-snmp.sourceforge.net/>)
- [6] Extensible Markup Language(<http://www.w3.org/XML/>)
- [7] RELAX NG (http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=relax-ng)
- [8] Simple Object Access Protocol(<http://www.w3.org/TR/SOAP/>)
- [9] 「平成 14 年度情報経済基盤整備事業 インターネット ITS に係る基盤要素技術開発報告書」 慶應義塾大学 SFC 研究所, 2003
- [10] internavi(<http://www.internavi.ne.jp/>)
- [11] CARWINGS(<http://www.nissan-carwings.com/>)
- [12] G-BOOK (<http://g-book.com/pc/>)
- [13] OnStar(<http://www.onstar.com/>)
- [14] NetworkCar(<http://www.networkcar.com/>)
- [15] インターネット ITS 協議会 (<http://www.internetits.org>)
- [16] ISO(<http://www.iso.ch>)
- [17] 「インターネット ITS 研究開発報告書」 慶應義塾大学インターネット ITS 共同研究グループ, 2002
- [18] 田島隆之, 若山公威, 佐藤龍哉, 時津直樹, 岩田彰:”インターネット ITS におけるプローブデータ通信量の削減”, 高度交通システム 12-10, 2003.3.7
- [19] 「プローブ情報収集のための統合型車載システムの開発に関するフェージビリティスタディ報告書」 財団法人 機械システム振興協会, 委託先 (財) 自動車走行電子技術協会, 2003
- [20] 目黒浩一郎, 平岡規之, 杉浦孝明, 清水新太郎:”輸送事業分野におけるプローブ情報システムの活用と普及に関する研究”, 研究論文 三菱総合研究所/所報 No.39, 2001
- [21] Vehicle Information and Communication System(<http://www.vics.or.jp/>)
- [22] Electronic Toll Collection(<http://www.jhnet.go.jp/etc/>)
- [23] 町田潤郎:”ETC(自動料金支払) システムの開発”, NEC 技報 第 54 巻第 7 号 (通巻 389 号) 2001 年 7 月

- [24] Web Services(<http://www.w3.org/2002/ws/>)
- [25] Advanced Cruise-Assist Highway System(<http://www.its.go.jp/ITS/j-html/whatsITS/safety.html>)
- [26] Research and Development Turner-FairBank Highway Research Center:”Design of an ITS-Level Advanced Traffic Management System”, Publication No.FHWA-RD-95-181, July 1996
- [27] 「基準認証研究開発事業プローブ情報システムにおける個人情報保護に関する標準化」慶應義塾大学 SFC 研究会, 2003
- [28] 修士論文 佐藤雅明:”インターネットにおける自動車情報の抽象化およびデータ辞書モデルの設計”, 2001