

卒業制作 2004 年度 (平成 16 年度)

情報集約型車両情報管理ミドルウェアの設計と実装

指導教員

徳田 英幸

村井 純

楠本 博之

中村 修

南 政樹

慶應義塾大学 環境情報学部

遠山 祥広

t01640yt@sfc.keio.ac.jp

平成 16 年 12 月 29 日

情報集約型車両情報管理ミドルウェアの設計と実装

近年、携帯電話や PDA、ノートパソコンといった持ち運び可能な計算機が容易にネットワークに接続する環境が普及してきている。これらネットワーク接続性を持つ携帯端末の普及と共に、IEEE802.11b などの無線機器の公共アクセスポイントなども徐々に整備されつつある。

車両が生成する情報 (以下、車両情報) には、位置情報や速度情報などのセンサ情報や、その車両の目的地情報などがある。車両情報を収集する際に、各車両のセンサ類の差異が大きな問題となる。車両に搭載されたセンサ類は、それぞれ単位や粒度などにばらつきがあるため、それらの差異を吸収することで、各車両情報の収集、加工を容易にしたのが車両データ辞書モデルである。車両データ辞書モデルにより、各データの単位の粒度が統一化され、情報の加工等が容易になった。

しかし、車両情報が統一化されたにも関わらず、現状では特定のサービスに依存した方法で取得され、それぞれのサービスの中でのみ利用されているという問題がある。

本研究では、車両情報を効率的に利用するための共有機構を提案した。車両情報の中には、共有することで生成される情報の品質が向上したり、提供範囲が広がるものがある。例えば、速度情報と位置情報から渋滞情報を生成するサービスであれば、複数のサービスが収集した情報を共有することで、情報の品質向上や提供範囲の拡大が実現できる。

そのため、まず車両情報および車両情報を利用したサービスの分類を行ない、車両情報利用モデルを分類した。次に、それに基づいた情報管理モデルを示し、本研究が対象とする情報集約型センタサーバモデルに関して考察を行なった。その後、機能要件の整理を行ない、現在行なわれているサービスの整理を行なった。情報集約型センタサーバモデルは、複数サービスで利用されるような情報と特定サービスでのみ利用する情報などを同時に登録することができる車載クライアントと登録サーバ、車両情報を検索するサーバ、及び各サーバとクライアントの間におけるインターフェースからなる。車両は複数のサービスを利用していても同一情報をそれぞれ別個に送信する必要はなく、自らの情報をどこのサーバに保存するかを明示的に指定することができる。

本研究では、提案したモデルの優位性を示すため、実システムの設計・実装を行なった。複数サービスで利用されるような情報を共有サーバに保存することによって、情報量の増大と精度の向上を図ることができるようになった。さらに、複数検索サーバに対して情報送信をする可能性も考慮し、共有サーバにおける「情報の重複回避」と「匿名性の確保」を両立した。

その結果、車両情報を利用したサービスの構築が容易になると同時に、情報の効率的利用ができる環境を実現した。

キーワード

1, 移動体 2, インターネット自動車 3, 車両情報 4, データアーキテクチャ

慶應義塾大学 環境情報学部
遠山 祥広

Design and implementation of middleware for aggregating vehicle information

Progressing mobile-phone and wireless-LAN, vehicle and many mobile nodes can be connected to the internet. Vehicle which is connected to the internet can send many information which is belonged to the vehicle. Gathering vehicles' information and processing its, some service is increasing which serve new meaningful information.

Some information of vehicle's one, are made by vehicle. To gather and process the information, many meaningful information can be served. For example, traffic information, whether information and so on. These information are called "probe information". But, information are sensed by many kinds of sensors. Different measure information are obtained from different sensors. This difference has prevented services from increasing and deploying. "Vehicle data dictionary model" has standardized sensors' measure and precision. Because of "Vehicle data dictionary model", processing information is simpler than ever before.

However, standardized vehicle information are gathered and used by particular system. Some information is meaningful to be shared among some services. To share the information, service can use more information and elevate data precision. In present model of using vehicle information, many vehicle can send own information. But, the information was used by only each service which was received it. Present model is not using vehicle information effectually.

This research was applied the data sharing model for vehicle information. This model was composed the client which is on vehicle, the register server, the search server and the interface between servers and clients. The client which is on vehicle makes it possible to send only once storing information to some servers. So, the client is not necessary to send each service servers. And the client can assign a server which stores its information. To store information which was used by some services to sharing server, the amount of the information increased. This model combines avoidance of overlapping and anonymous.

This model produce effective use of vehicle information and environment which can construct new service easier than ever before.

Keywords

1, Mobile Node 2, belonged information 3, Internet Car 4, The Internet

Faculty of Environmental Information, Keio University
Yoshihiro Toyama

目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	本研究の目的	1
1.3	本論文の構成	2
第2章	インターネット自動車環境における車両情報利用モデルの現状	3
2.1	車両情報アーキテクチャ	3
2.2	現状における車両情報利用とその問題点	3
2.2.1	スタンドアロンモデル	3
2.2.2	サービス依存な車両環境	4
2.2.3	情報共有手法の未整備	4
2.3	車両情報管理ミドルウェアにおける機能要件	5
2.3.1	スタンドアロンモデルに起因する要件	6
2.3.2	サービス依存な車両環境に起因する要件	6
2.3.3	情報共有手法の未整備に起因する要件	7
第3章	車両情報を取り巻く環境	9
3.1	現在行われているサービス	9
3.2	関連研究	11
3.2.1	プローブ情報システム	11
3.2.2	GLIシステムにおける位置情報履歴および付帯情報管理機構の構築	11
3.3	問題点のまとめ	12
3.4	車両データ辞書モデル	13
3.4.1	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	14
3.5	まとめ	15
第4章	アプローチ	16
4.1	車両情報の分類	16
4.2	情報流通モデルの分類	16
4.3	車両情報流通モデルの詳細	17
4.4	センタサーバ型モデル	19
4.4.1	車両情報の容易な利用	19
4.4.2	車両情報における基本的な情報の共有	19
4.5	情報集約型センタサーバモデルについて	20
4.6	情報集約型センタサーバ型モデルの概要	20
4.6.1	登録サーバ	21

4.6.2	保存サーバ	21
4.6.3	検索サーバ	21
第 5 章	設計	23
5.1	設計	23
5.1.1	車両情報の登録	23
5.1.2	車両情報の検索	24
5.2	VIML の制定	25
5.2.1	登録要求	27
5.2.2	検索要求	28
5.2.3	応答	29
5.3	情報の共有機構における情報重複回避	30
5.3.1	登録 ID について	30
第 6 章	実装	32
6.1	車載クライアント	32
6.2	登録サーバ	33
6.3	検索サーバ	35
6.4	車両情報利用アプリケーション	36
第 7 章	評価	37
7.1	定性評価	37
7.2	評価環境	39
7.3	定量評価	40
7.3.1	登録サーバの性能評価	40
7.3.2	検索サーバの性能評価	43
7.4	まとめ	43
第 8 章	結論	44
8.1	まとめ	44
8.2	今後の課題	44
8.3	今後の展開	45

目 次

2.1	情報利用の容易性	4
2.2	これまでの車両情報利用モデル	5
3.1	データ辞書モデル	13
3.2	情報の車両保存モデル	14
4.1	アドホック通信モデル	17
4.2	情報更新型センタサーバ型モデル	18
4.3	情報集約型センタサーバ型モデル	18
4.4	情報の共有によるサービス向上	20
4.5	BUGIO システムの概要	21
5.1	システム概要 (車両情報の登録)	24
5.2	システム概要 (車両情報の検索)	25
5.3	RWML と VIML の関係	26
5.4	共有情報の重複	30
5.5	共有情報の重複回避	31
6.1	車載クライアントの実装	33
6.2	登録サーバの実装	34
6.3	検索サーバの実装	35
6.4	加速度センサ情報表示アプリケーション	36
7.1	実験環境のネットワーク構成	40
7.2	車両台数による登録サーバの評価	42
7.3	バッチ処理を行なった場合の登録サーバの性能	42
7.4	保存サーバの数と検索時間の推移	43

表目次

3.1	既存システムの問題点	13
4.1	更新頻度からみた車両情報例	16
4.2	車両情報の特徴と情報流通モデル	17
6.1	実装環境	32
7.1	既存システムとの比較による定性評価	38
7.2	評価環境	40
7.3	通常処理の場合における処理限界	41
7.4	バッチ処理をした場合の処理数	41

第1章 序論

本章では、本研究の背景と目的について述べる。その後、本論文の構成について述べる。

1.1 背景

携帯電話やPDA、ノートパソコンなどの持ち運び可能な計算機が容易にネットワークに接続する環境が構築されつつある。これらネットワーク接続性を持つ携帯端末の普及と共に、IEEE802.11bなどの無線機器の公共アクセスポイントなども徐々に整備されつつある。

移動体がインターネットに接続されることによるメリットは大きい。特に自動車に関して注目度が高まっている。これは、携帯端末の普及と同時に、MobileIP[1]やNetwork Mobility[2]といった移動体通信技術により、様々な状況での効率的なネットワークの利用が可能となってきたことに起因する。

インターネットを利用した自動車の道路交通の情報化は、インターネットITSと呼ばれ、様々な議論がなされている。インターネットITSに関する詳しい情報は第3章で述べる。インターネット自動車プロジェクト[3]は自動車がインターネットに接続するために必要な技術開発と、そこで運用されるアプリケーションの研究開発を行なっている。こうした活動によって、自動車が持つ情報をインターネットを介して外部と共有することが可能となった[4]。自動車の持つ多数の情報の中には、それらを収集・加工することで更なる価値を生み出すものが存在する。車両の位置と速度を関連付けて利用することで、交通情報を生成したり、ABS作動情報を集約することで、事故の起こりそうな道路や滑りやすい道路(路面の凍結した道路)を発見することができる。

現在では自動車の持つ情報を利用したシステムが開発され、実際にサービスが行なわれている。

1.2 本研究の目的

現在の車両情報利用システムは汎用性に欠けるものとなってしまっている。それは、現在の車両情報を利用したシステムは、すべてある特定のサービスに利用するために構築されたもので、情報の取得や利用に関して独自の手法とフォーマットを採用しているからである。

本研究の目的は、車両情報の管理機構モデルの設計を行ない、以下の二つの目的を達成し、現状における車両情報利用が抱える問題の解決を図ることである。

車両情報の容易な利用環境の構築

車両情報を取得・提供する部分をミドルウェアとして構築する。そのことによって、車両情報利用サービスに対し、車両情報取得部分のミドルウェアとして、車両情報を提供することができる。このことにより、新たに構築されるアプリケーションは、構築コストの

低減を図ることができる。

車両情報における基本情報の共有

車両の持つ情報のなかにある、さまざまなアプリケーションで利用される基本的な情報に対して情報の共有機構を提供し、それらの共有を図る。基本情報とは、3章で説明するデータ辞書モデルで定義されている basic 情報を指す。basic 情報とは、位置情報や車両速度などの、車両が一般的に持つ情報の集合である。今後インターネット自動車が普及していくと、車両情報を外部へ通知するクライアントは、自らの情報を多くのアプリケーションに対して提供することとなる。車両情報の共有により、そのような車載クライアントにとっての負荷を低減したり外部アプリケーションとの通信量を削減したりすることができる。

1.3 本論文の構成

本論文では、第 2 章に現状の車両情報利用に関する問題点を挙げ、車両情報利用の機能要件を示す。第 3 章では、現在行なわれているサービスの具体例と関連研究を挙げ、それぞれの問題点を整理する。第 4 章では、要件に基づいたモデルを提案する。車両情報の分類を行ない、それに基づいたモデルの提案を行なう。第 5 章では第 2 章であげられた要件に基づいた設計を行い、第 6 章で実装に関して述べる。第 7 章では既存のシステムとの比較から評価を行い、実装の性能を測定した。第 8 章では、本研究の結論を述べる。

第2章 インターネット自動車環境における車両情報利用モデルの現状

本章では、インターネット自動車システム、およびインターネット ITS の理想とする車両情報管理を述べ、現状との比較からその問題点を示す。

2.1 車両情報アーキテクチャ

自動車の持つ情報をインターネットを解して利用するサービスが、ネットワーク部分の研究や車載機の能力などに関しては、現実性を帯びてきた。しかし、現状では、個々のサービスを包含的に整理し、システムの効率的な構築を可能とするアーキテクチャは存在しない。

車両情報の利用形態を考えることで、車両情報アーキテクチャを考えることができる。車両情報アーキテクチャに基づく車両情報の管理を実現することで、アプリケーション構築にかかるコストの中で車両情報取得部分に関するコストを低減させることができる。車両情報の利用は、これまでのようにアプリケーションを構築する時に情報の取得手法から構築しなければならない等といった問題がなくなり、車両情報の利用が容易になる。

図 2.1 に理想とする車両情報の利用形態の概念を示す。現在考えられている車両情報を取得・利用するアプリケーションは、車内・車外それぞれに存在し、情報の利用形態も多岐にわたる。そこで、本研究では車両の持つ情報をその特徴を元に分類し、その情報を利用するアプリケーションの要求についても分類を行う。分類されたアプリケーションから情報の流通モデルの考察を行ない、本研究で対象とする情報集約型センタサーバモデルの議論を行なう。

2.2 現状における車両情報利用とその問題点

現状では、前節で述べたような車両情報の容易な利用環境や情報の効率的な活用がなされていない。それらを解決するために、現状のサービス全体への問題点について述べる。

2.2.1 スタンドアロンモデル

現在、車両情報を利用したサービスがいくつか存在している。しかし、それらのサービスで利用される車両情報は、同一の情報であっても違うサービスであれば、別々に保持され、別々に利用されている。これは、多くのアプリケーションで利用されるような基本情報の共有が行われていないためである。

図 2.2 は、現状の車両情報の利用モデルである。このように、いくつかあるシステムはそれぞれ別個に情報を収集する。例えば、車両の位置情報と速度情報から交通情報を生成するように、そこから新たな情報の生成し、サービスを提供している。

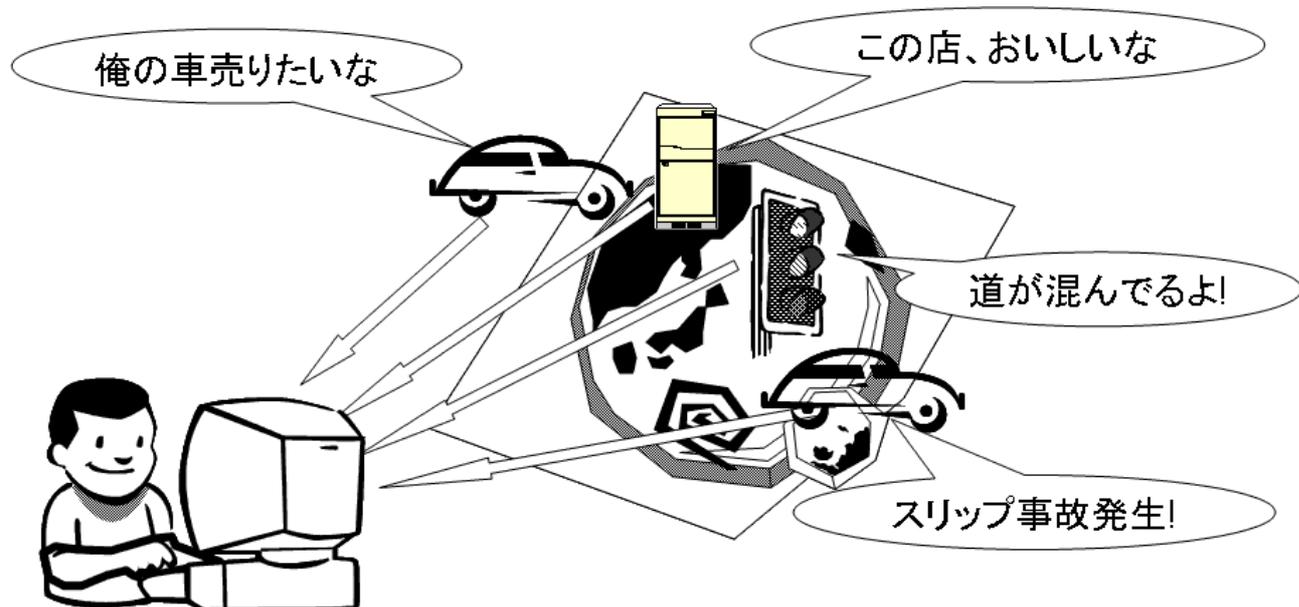


図 2.1: 情報利用の容易性

これまでの車両情報を利用したサービスは、一台の車両が複数のサービスと契約した場合、車載クライアントは複数のアプリケーションに対応する必要があった。同一の情報を利用する複数のサービスであっても、個別に情報を送信したり保存したりする必要があった。例えば、自車位置と目的地を利用した「渋滞情報提供サービス」と「経路上の観光地案内サービス」が存在したとする。これら二つのサービスを同時に利用しようと思った時、同じ「自車位置と目的地」という情報であるにもかかわらず、それぞれのサービス用に別に送信、もしくは保存する必要があった。

これは、車両情報利用に関するモデルが各アプリケーションで異なるためであり、車両情報アーキテクチャが明確化されることで、この問題は回避できる。

2.2.2 サービス依存な車両環境

現状における車両情報利用サービスが、前節で述べたようなモデルで運用されているのは、車両情報の利用モデルが示されておらず、サービス提供側がサービスを提供する際に、仕様の決定・インフラ構築・情報の収集・情報の生成・サービスの展開まですべて独自に行わなければならないからである。こうした現状を考えると、新たなサービス事業者がサービスを展開する場合、そのコストは非常に大きなものとなる。新規参入が困難であると、インターネット自動車の普及を促すようなアプリケーションアイデアが存在しても、それを実現することが困難となり、インターネット自動車システムの普及促進の障壁となる。

2.2.3 情報共有手法の未整備

車両情報には様々な種類が存在し、それぞれに特徴がある。車両情報の中には、多くのアプリケーションで利用されるような基本的な情報がある。しかし、前述したとおり現状ではそれ

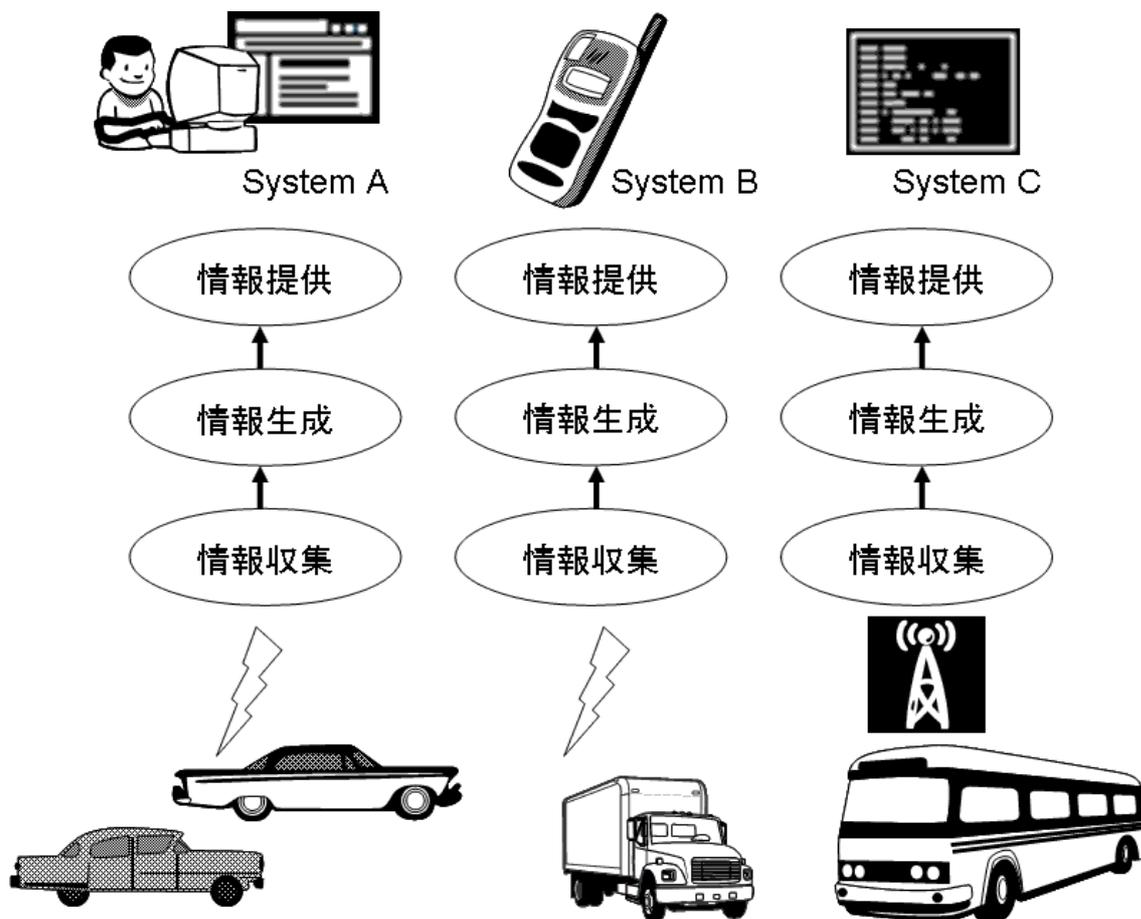


図 2.2: これまでの車両情報利用モデル

ら情報は各サービス内で限定的に利用されており、他のアプリケーションで利用される同一情報に関しては全く利用できていない。

例えば、速度情報を集約し、渋滞情報を提供するアプリケーションを A 社と B 社が別々に行っていたとする。現在は、同じ渋滞情報を提供するアプリケーションであっても、A 社で利用される速度情報は B 社の渋滞情報サービスに反映されることはない。

さらに、A 社と B 社が提携を行なうことで両社の間で情報共有を行おうとしても、両社は異なった情報利用モデルに基づいてサービスを行っている。そのため、情報の共有を行うことは困難である。

2.3 車両情報管理ミドルウェアにおける機能要件

以上の問題点を踏まえ、本研究で想定する車両情報管理ミドルウェアを考える上で、必要となる機能要件について述べる。前節の 3 つの問題点からそれぞれ起因する要件に整理する。

2.3.1 スタンドアロンモデルに起因する要件

共通インターフェース

車両情報の中には、位置情報や搭乗者情報などプライバシーに大変深い関わりのある情報がある。その他にも、車両情報の柔軟なメタ情報記述に対する要求がある。そのような要求に応じる必要がある。

車両やサービスとサーバの間における通信を統一化する必要がある。それは、前述したように本システムが車両情報に関するミドルウェアとして存在するためには、車両やアプリケーションに対して共通の言語を提供する必要があるからである。

このような二つの要求から、本システムでは車両やアプリケーションとの通信に eXtensible Markup Language(XML)[5] を利用する。XML は特定のプラットフォームに依存することなく、さまざまなシステムで利用できる。さらに、メタ情報などの記述も容易であることから XML をつかって情報を記述し、通信を行うこととした。

本システムでは、XML で記述された車両情報記述言語 VIML(Vehicle Information Markup Language) を共通言語として定義する。VIML は自動車の持つ情報を記述し、車両情報の検索などを行うための言語である。詳細については、次章で述べる。

新規情報の追加容易性

車両の持つ情報は前述した車両データ辞書モデルにより、現状の車両に関する情報は定義がなされている。しかし、自動車というものが今後ガソリン車から電気自動車などへ進化を遂げていった場合、現行の車両データ辞書モデルには存在しないパラメータが追加される可能性が高い。さらに、インターネット ITS 協議会 [6]・共通サービス基盤 SIG においては、車両の持つ情報以外に、搭乗者の情報を利用すべきだという議論がなされている。

そのような観点から、車両情報に関して新たなパラメータが用意に追加できるような設計を行なう必要がある。

2.3.2 サービス依存な車両環境に起因する要件

電源断時の応答

移動体は、無線デバイスによる通信を行うため、環境によってはネットワークに接続できない場合がある。自動車は、エンジンがかかっていない時間(車内に電源が供給されていない時間)は全くネットワーク接続性がない。このような時間にアプリケーションから情報要求があった場合、自動車に情報が保存されているとセンターサーバが存在していても、情報を応答することができない。

これは前述した情報の車両保存モデルを利用する限り、必ず問題となる。そのため、本システムにおいてセンターサーバは最低でも最新の情報を保持する機能を持つ必要がある。

情報の更新

本システムでターゲットとしている車両情報は、情報の更新頻度が比較的高いものである。そのため、サーバが移動体から情報を能動的に取得するのではなく、移動体が自らの情報の更新をサーバへ知らせる形態をとる。これにより、移動体・サーバ間の通信が最適化され、移動体への付加と通信量を減少させることができる。

過去情報の管理

本システムにおいては、過去情報の管理については機能提供を行わない。それは、過去の情報を外部サーバで保持する場合、その情報の保持期間の調整は保存サーバのハードウェアに完全に依存するためである。

さらに、アプリケーションによりその保持期間は異なるということもある。例えば、渋滞情報を生成するアプリケーションにとって、1時間以上前の情報を保持していても現在の情報を生成することに関しては全く必要のない情報である。しかし、渋滞予測情報を提供する場合、過去の情報は非常に重要なものであり、それを元に情報を生成することになる。このように、過去情報の保持という機能は、本システムのようなミドルウェア部分で提供する機能ではないと考える。

2.3.3 情報共有手法の未整備に起因する要件

情報の共有

このように、情報の共有を行えるような明確な車両情報利用モデルを設計することは、大きな意義があると考えられる。さらに、基本的情報に関しては、情報の共有を行うことによって以下のようなメリットがもたらされると考える。

- 情報量の増大

速度情報や位置情報、方位情報(車両の進行方向)などは、渋滞情報や地理位置に基づく情報配信など多くのアプリケーションに利用される。そのような基本情報がアプリケーション間で共有されることでサービスや情報生成に利用できる情報量が増大する。例えば、近くの車両のうち自分の店方向に進行している車両を特定したいときは、情報量の増大がそのままサービスの向上に直結する。

- 精度の向上

車両の情報から渋滞情報や降雨情報などプローブ情報を生成する場合、計測する地点において収集できる情報量が増大することで、生成できる情報の統計学的な精度が向上する。これは、前述したプローブ情報生成に際し、誤差やはずれ値などへの耐性が強まることが期待できる。

このような目的に利用する共有情報に関しては、どの車両からの情報なのかといったプライバシー情報を含んではならない。それは、精度の向上などを目的とした情報の共有には車両を特定できるということは不必要な要件であるとともに、共有情報という特性上、他のアプリケーションがどのように利用するかが特定できない。そのような観点から、共有情報においては車両識別ができないような設計(匿名性の確保)にする必要がある。

共有情報における情報の重複回避

前述したように、共有情報には匿名性を確保する必要がある。しかし、同一の車両が異なる登録サーバに情報を送信していた場合、共有サーバに送られてくる情報に重複が発生してしまう。よって、共有サーバにおいて「匿名性の確保」と「情報の重複回避」を両立したシステムを設計する必要がある。

固有情報を限定的に共有できること

車両情報における基本情報以外に、業務提携などにより、新たに情報の共有を行いたい

という要求がある。情報の流通モデルを統一化することでそういった要求事項が満たせるが、共有が円滑に行われるためには情報の保存モデルに関してもある程度の統一化が必要である。

本システムにおける情報の共有に関して、限定的にも情報の共有が図れるような設計が必要である。そのため、実際に保存するサーバは複数に分割する必要がある。このことにより、情報の共有や固有を柔軟に行なえる設計が可能となる。

第3章 車両情報を取り巻く環境

本章では、現状の車両情報を扱うサービスについて考察する。はじめに、現在行われているサービスと研究段階の車両情報管理モデルについての問題点を述べる。その後、本研究の前提となっている車両データ辞書モデルについて述べ、車両データ辞書モデルを利用した例として、車両情報を各車両が保持するモデルを紹介し、その問題点を示す。

3.1 現在行われているサービス

現在、高度道路交通システム (ITS) のなかで、現在すでにサービスが行われているものを列挙し、それぞれの特徴を述べる。

- 道路交通情報通信システム (VICS)

Vehicle Information and Communication System(VICS)[7] とは、渋滞や交通規制といった情報を FM 多重放送や電波ビーコンなどで車両に通知するサービスである。都道府県警察や各道路管理者から (財) 日本道路交通情報センターが収集した道路情報を VICS センターが編集処理を行ない、FM 放送や電波ビーコン、光ビーコンなどを利用してカーナビゲーションなど VICS に対応した車載機に配信、その情報を図形や文字で表示する。

VICS では、交通情報の情報源と情報配信方法が限られているため、自発的に情報を収集することができない。情報を得るためには、FM 多重放送の受信を待つか、もしくは大きな道路に設置されている電波ビーコンを受信する必要がある。

また、車両が自らの情報を発信することはできない。

- 交通情報提供システム

交通情報提供システムとは、韓国の ROTIS(Road Traffic Information System) 社が提供するプローブカーによる交通情報提供である。プローブカーとして情報を提供する車両はバスやタクシーなど公共車両である。

各交差点に設置されたロケーションビーコンからの位置情報を車両に設置された車載機が受信する。情報を受信すると、車両は MBS(Mini Base Station) と呼ばれる基地局にその情報を無線電波によって送信する。MBS から専用線によりそれらの情報が集約され、各車両が交差点から交差点までにかかった時間を計測し、旅行時間から速度を算出する。

このシステムで利用されている情報は、車両の識別子のみであり、車両情報の利用という観点からの情報利用はなされていない。

- G-BOOK

G-BOOK[8]とは、トヨタ自動車(株)が行なっているサービスで、携帯電話または専用通信機器を用いて情報の送受信を行なう。車を利用していない時でも、携帯電話やパソコンを用いてサービスの利用が可能である。店舗情報や自車位置を利用したさまざまなサービスも可能である。

G-BOOKのサービスを利用するためには、G-BOOKに対応したカーナビゲーションと専用機器が必要であることと、位置情報とアラーム情報(不意のエンジン始動や鍵のこじ開け検知)以外の情報は利用できないことが問題として挙げられる。

- internavi Premium Club

internavi Premium Club[9]とは、本田技研工業(株)が行なっているテレマティクスサービスである。携帯電話で通信することにより、車両が交通情報や店舗情報を取得できるほか、メンテナンス情報の表示なども行なえる。

internavi Premium Clubは他社のサービスとは違い、サービスと契約している車両からinternaviリンクという区分けをされた道路番号とその道路の旅行時間を集約し、それを基に情報を生成、提供している。

しかし、サービス利用のためには、インターナビ対応のハンズフリー通信キットがと純正ナビゲーションが必要である。サービスを行なっているのは、自動車メーカーと提携企業であり、新たなコンテンツプロバイダは自由に参入することができない。また、収集された車両情報も、他のサービスで利用することはできず、インターナビのサービス内でのみ利用されている。

- CARWINGS

CARWINGS[10]とは、日産自動車(株)が行なっているテレマティクスサービスである。internavi Premium Clubと同じく、携帯電話を利用して、オペレータと通話したり対応カーナビゲーションを操作することで渋滞情報や店舗情報などが取得できる。また、ナビゲーションの情報を利用して自車位置をメールで送信することができる。

しかし、internavi Premium Clubと同じく、サービスへの自由な参入はできない。さらに、自車位置以外の車両情報を外部で利用することはできない。

- FCD/XFCD

FCD(Floating Car Data)とは、自動車が携帯電話で速度情報と位置情報をセンタにおくことで渋滞情報を生成するサービスである。研究開発はドイツで行われ、現在は欧州のITSサービスの代表的なものの一つである。

FCDが扱う情報は速度情報と位置情報で、携帯電話のショートメッセージ機能を用いて通信を行う。XFCDが扱う情報はFCDの情報に加え、天気や路面の凍結状態に関しても扱えるようになっている。XFCDは現在研究段階である。

しかし、FCD/XFCD 共に内部アルゴリズムは公開されておらず、情報の追加はできない。FCD/XFCD のシステムを利用したサービスへの新規参入はできない。

3.2 関連研究

研究段階である中で、本研究で提案するモデルに近いものがいくつか存在し、それらについて述べる。

3.2.1 プローブ情報システム

プローブ情報システム [11] は、車両が持つ情報を集約し、無線 LAN や PHS などの通信メディアを利用して渋滞情報などのサービスを提供するシステムである。車に搭載されているセンサ類からの情報を、収集・加工することで社会的有用性のある情報の生成を目的としている。

プローブ情報システムの利用により、これまでは利用が困難であった各車両の情報を、車外から検知・利用することが可能となる。プローブ情報システムは、本研究と同じく、複数の車両から情報を収集するという特徴を持っている。そのため、車両情報が幅広く取得できるという長所がある。

しかし、プローブ情報システムは全く新しいシステムとして構築されているため、システム自体やサービスに独自のインターフェースを設定している。本システムで提案するインターフェースのようにアプリケーションを限定しないものではなく、渋滞情報や降雨情報などプローブ情報に特化しているものである。そのため、他のサービスを新規構築しようという場合には有効であるが、既存サービスをプローブ情報システムを利用した体制へ移行するというのは困難であり、プローブ情報以外のサービスを構築することは容易でない。

3.2.2 GLI システムにおける位置情報履歴および付帯情報管理機構の構築

GLI システムにおける位置情報履歴および付帯情報管理機構の構築 [12] は、GLI¹システム [13][14] に付帯情報管理機能を実装したものである。GLI システムとは、インターネット上で移動体の位置情報を管理する機構 [15] であり、プライバシーや規模性を考慮した設計がなされている。GLI システムにおいては、移動体の ID から位置情報を検索する正引きと任意の位置範囲からそこに存在する移動体の ID を検索する逆引きがサポートされている。GLI システムにおいては、車両の ID にハッシュされた HID を利用し、HID から ID を生成することは不可能である。ID とハッシュキーを知っている場合のみ、HID がどの ID を示しているかを特定できる。このような仕組みにより、GLI システムではプライバシー保護がなされている。

GLI システムは、HID をキーにして位置情報を保持する HID サーバと、地理位置をキーにして HID を管理するエリアサーバに分類されている。それぞれのサーバをキーをもとに分散することが可能である。

このシステムは、移動体が GLI システム登録サーバに位置情報やその他の情報の登録要求を出す際に、life-time を設けることによって過去の履歴情報の取得を可能にする。しかし、このシステムは GLI システムの HID サーバ自体に拡張を加えており、付帯情報に関しては過去情報も含め、すべて GLI システムの HID サーバに蓄積する。これでは、GLI システムの特長で

¹Geographical Location Information システム

ある規模性を損なう恐れがある。GLI システムは、位置情報だけを切り離して管理することにより、シンプルな構造を保っている。よって、付帯情報管理機構は、GLI システムの持つシンプルな構造を阻害していると考えられる。

3.3 問題点のまとめ

本節では、これまで紹介した車両情報を利用したシステムや利用モデルについてのまとめを述べる。

まず、既存のシステムは「車両が自身の情報を発信できるかどうか」という指針に従って分類される。

- 情報発信型
車両が自身の情報をサーバに発信し、サーバがその情報を加工・提供する形態
 - － 制限型
発信できる情報項目に制限がある形態
internavi Premium Club, CARWINGS, G-BOOK, FCD
 - － 自由型
発信できる情報項目に制限がない形態
プローブ情報システム, GLI システムにおける位置情報履歴および付帯情報管理機構, XFCD
- 情報測定型
路側に設置されたインフラを利用して、サーバが車両の動態を測定・情報を生成し、提供する形態
VICS, ROTIS

次に、分類された形式に従って、3.1のように関連研究の問題点を整理する。整理する指針として、汎用性・情報の効率的利用・拡張性を挙げる。

- 汎用性
一つのシステムで車両情報を収集し、加工することで複数サービスを提供できること。
- 情報共有
異なるサービス間で情報の共有が可能であること。
- 拡張性
新たな情報項目の追加や新たなサービス構築が容易であること。

以上の指針を基に、分類された形態を表 3.1 にまとめる。

表 3.1 にあるように、本研究の目的を達するために最も近いと思われるものはさまざまな情報を扱うことができる自由型情報発信型であるが、情報の効率的利用という部分ではどのモデルにおいても考えられていない。

表 3.1: 既存システムの問題点

		汎用性	情報共有	拡張性
情報発信型	制限型	×	×	×
	自由型		×	
情報測定型		×	×	×

特に、民間会社によるシステムは収集された情報はその車でのみ利用される傾向がある。ただし、internavi Premium Club では他の車両の情報を利用したナビゲーションが行なわれているが、利用される情報は internavi と契約している車両からの情報のみであるため、情報の有効利用という観点から見ると限定的な利用となっている。

また、情報の再利用についても同じく、各サービス内のみでは再利用可能であるが、情報の公開や他サービスへの利用は現行モデルでは全く不可能である。研究モデルに関しては、情報の再利用自体は可能であるが、システム間の情報公開の仕組みに関しては整備されていない。

3.4 車両データ辞書モデル

車両の持つ情報群（以下、車両情報）を収集する場合、車種やセンサのメーカーにより異なる粒度・単位が利用されていたため、そのまま収集した際にセンタに大きな負荷がかかる。これを解決するために、車両辞書モデル [16] が提案された。車両辞書モデルでは車種や車両情報利用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。具体的にはデータ辞書モデルでは、単位・粒度を統一し正規化を行なう。車両辞書モデルが提案されたことで、各メーカーにより異なる単位や粒度だった情報が統一されたフォーマットで取得でき、収集された情報群に価値を見出すことができる。車両辞書モデルフォーマットは現在、ISO²/TC204/WG16/SWG16.3[17] においてプローブ情報システム用データ辞書モデルとして標準化活動が進められている。

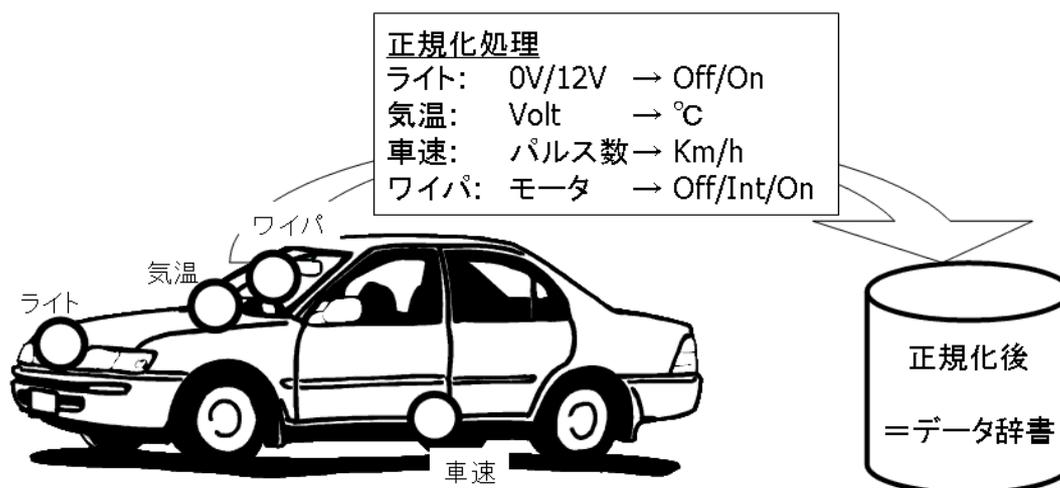


図 3.1: データ辞書モデル

²International Organization for Standardization 工業標準の策定を目的とする国際機関

図3.1はライトの点灯状態、車外温度や速度などの情報が、データ辞書に格納されていることを示している。データ辞書に格納されることでセンサの粒度や単位などについての差異が吸収され、情報の集約を容易にする。

3.4.1 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

データ辞書モデルを利用した上での車両情報利用システムの中の例として、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 [18] がある。この研究は、車両の持つ情報をアプリケーションの要求に応じて車内に保存するシステムである。アプリケーションはXMLで記述されたSRM(Storage Request Message)と呼ばれる要求を車両に対し送信する。すると、車両はSRMに基づき情報を自ら車両情報を蓄積し始める仕組みである。車両の持つ情報をセンタなどで一括管理するのではなく、各車両で保持することでセンタ運用問題や情報量の増大などの問題をクリアすることができる。

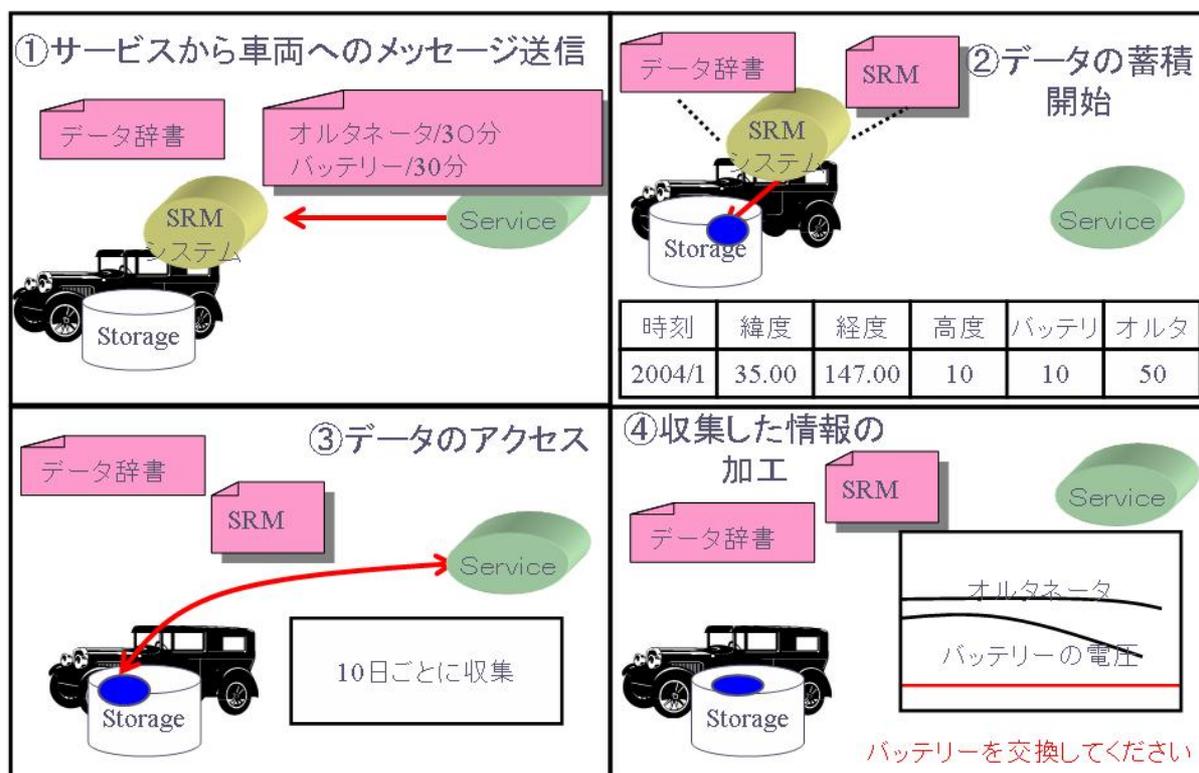


図 3.2: 情報の車両保存モデル

しかし、図3.2に示すように、車両が情報の蓄積を開始するためには、アプリケーションからの要求が必要である。そのため、多数の車両から情報を取得しようと考えた場合、すべての車両に対し、情報の蓄積要求を送信する必要がある。さらに、アプリケーションからの要求はすべて車両自体が応答するモデルであるため、多くのアプリケーションから同一の情報へのアクセスがあった場合、目的であった情報量の増大が達成できない可能性がある。さらに、このシステムは限定された数台の車両からの情報を取得し、その際のデータ量を削減するという部分に着目しているため、通信料の削減と過去データの利用に関しては有意義であるが、今後多

くアプリケーションが多くの車両の情報を取得するようになった場合に対応できない。

さらに、車両が情報を保持するというモデルの最大の欠点である「電源が入っていないときの処理」に関しては今後の課題として残されている。

結論として、この研究で提案されたモデルは「少ない車両とアプリケーションにおける通信料削減を考慮した車両情報管理」には適しているが、「多くの車両から多くのアプリケーションが情報を取得する車両情報管理」には適さない。

3.5 まとめ

以上のように、車両の持つ情報を利用するための基礎部分の研究が進められている。車両データ辞書モデルにより、車両情報の単位や粒度が統一され、その上でシステムの構築がされ始めている。その例として、車両情報を車内に蓄積するアプローチをとったシステムを挙げた。しかし、車両の情報を車内にのみ蓄積するアプローチは、通信量削減という目的には合致するものの、大規模サービスや電源の入っていない時の処理など問題が残されている。そこで、本研究では車両情報をサーバに蓄積するアプローチに関して議論を進めることとし、情報を車内で蓄積するモデルが解決できない問題の、改善を図る。

第4章 アプローチ

本章では、これまで述べてきたような問題点を考慮した上で本研究のアプローチを示す。まず、車両情報をその特徴により分類し、それぞれに適した情報流通モデルについて述べる。その後、本研究で提案する情報集約型センタサーバモデルの詳細について述べる。

4.1 車両情報の分類

情報の利用モデルを考えるに当たって、車両情報をその利用頻度・更新頻度により分類し、それぞれの特徴にあわせたモデルを考える必要がある。まず、車両情報をその更新頻度から分類した例を表 4.1 に表す。

表 4.1: 更新頻度からみた車両情報例

情報更新頻度	情報例	情報更新単位
高い	位置情報、速度情報	秒
中程度	行き先情報、搭乗者	時間
低い	修理情報、所有者情報	月

表 4.1 のように、車両の持つ情報には更新頻度に大きく差がある。さらに、アプリケーションによって、もしくはその情報を利用するアプリケーションの数によっても情報の利用頻度が異なる。そのため、それら情報を一つのプラットフォームで利用するのは不可能である。

4.2 情報流通モデルの分類

車両情報を利用するアプリケーションに、統一した言語を利用した車両情報取得を提供するミドルウェアを構築するにあたり、表 4.1 に書いた情報の分類から考えた情報流通モデルを表 4.2 に示す。

ここで挙げた利用モデルは「アドホック通信モデル」「情報集約型センタサーバモデル」「情報更新型センタサーバモデル」の 3 種であるが、この他にそれぞれの情報を車両自体に保存する「車両保存型モデル」が考えられる。

ただし、車両保存型モデルに関しては、3 章で詳しく述べたが、大量の車両の情報を複数アプリケーションが利用するという N:N の車両情報利用モデルに関して本研究では議論を行なうこととするため、今回はターゲットとしない。車両保存型モデルは、一つのアプリケーションが数台の車両情報を監視するという前提条件の中で、車両の通信量を削減する目的では大きな効果が見込める。しかし、本研究のように大量の車両情報を利用することを第一目的とすると、アプリケーション開発コストの増大や情報取得が困難になるという欠点がある。

表 4.2: 車両情報の特徴と情報流通モデル

情報更新頻度	情報鮮度の重要性 (リアルタイム性)	サービス例	情報流通モデル
高い	高い	急加速度を後方へ伝達するサービス	アドホック通信モデル
	中程度	速度情報を利用した渋滞情報	
	低い	急加速度の多い道路の検索	
中程度	高い	-	情報集約型センタサーバモデル
	中程度	行先情報を利用した広告サービス	
	低い	人気スポット検索	
低い	高い	-	情報更新型センタサーバモデル
	中程度	修理・事故履歴を利用した中古車販売サービス	
	低い	車種による事故	

4.3 車両情報流通モデルの詳細

表 4.2は、車両情報を「情報更新頻度」と「情報鮮度の重要性」で分類した。多くの情報を集約するタイプのサービスは、サーバ型モデルが好ましい。それは、センタレスシステムを構築したとして、情報が各車両に保持されている場合、多くの情報を集約するためには、多くの車両へのアクセスを必要とする。そこで、そのようなアプリケーションが多数存在すると、各車両に多大な負荷がかかるとともに、逆に車両の通信量が増大してしまう。さらに、車両への到達性がない場合、その車両の情報の取得は全く不可能となる。そのような見地から、本システムにおいては、センタサーバモデルを考えることとする。

情報鮮度が重要となるようなサービス（前方で事故が起こったことを通知する、など）においては、サーバを経由する情報伝達よりも、サーバ経由による時間的なロスを抑えるという意味で、図 4.1のように直接通信を行うアドホック通信モデルが好ましい。

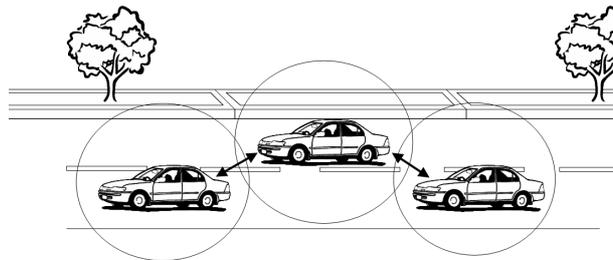


図 4.1: アドホック通信モデル

情報更新頻度が低い情報に関しても、情報を適宜センタが集約するモデルを利用してしまおうと、それほど情報更新がないにも関わらず、車載システムは、常に情報の更新を見張る必要が生じ、車載システムに負荷をかける結果となる。そこで、そのように情報更新頻度が低い情報に関しては、情報の更新があった場合のみ、図 4.2 のようにイベントとして情報を更新する情報更新型センタサーバモデルが好ましいと考える。情報更新型においては、各車両に基づいてデータの保持が行われるべきで、情報収集型のように時間軸で情報を管理できる必要性はない。

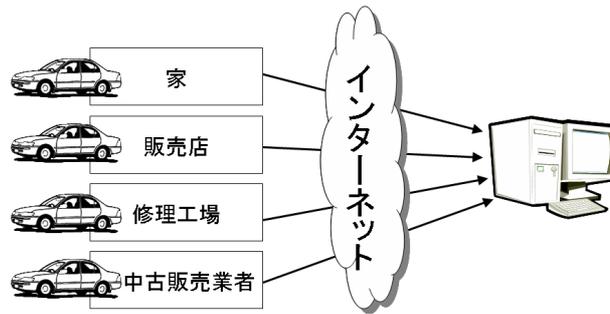


図 4.2: 情報更新型センタサーバ型モデル

以上の理由から、本システムにおいては表における 情報集約型センタサーバモデル(図 4.3) について考えることとし、アドホック通信モデルや情報更新型センタサーバモデルを適用するような情報に関しては議論を行なわない。本研究では情報をセンタサーバで保持し、アプリケーションは車両から情報を直接取得するのではなく、センタサーバ経由で取得するセンタサーバ型モデルについて議論を行なう。以下、情報集約型センタサーバモデルと情報更新型センタサーバ型モデルを合わせた表現としてセンタサーバ型モデルと表現する。

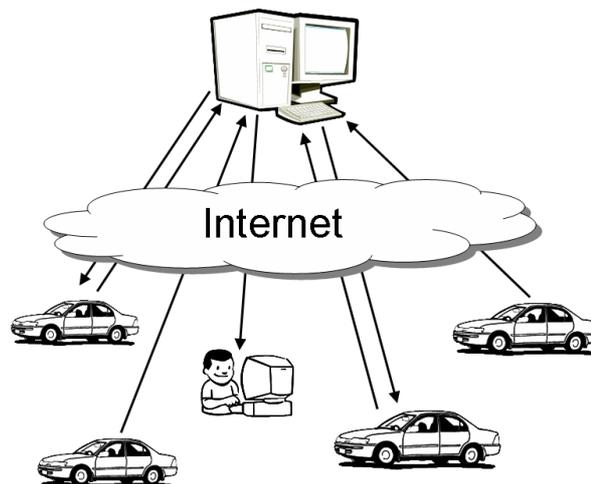


図 4.3: 情報集約型センタサーバ型モデル

4.4 センタサーバ型モデル

センタサーバ型モデルによる車両情報管理が提供すべき機能について述べる。

4.4.1 車両情報の容易な利用

本研究では、車両情報を利用したいアプリケーションに対して、車両情報を取得する部分に関してミドルウェアとしての役割を果たすことによって、アプリケーションの構築・車両情報の利用を容易にすることを目的とする。

これまでは、車両に存在するさまざまなセンサ類から取得できる情報はセンサによりばらつきがあった。前述したデータ辞書モデルにより、それら情報類の単位や粒度などに関して統一化が図られている。本研究は、さらに推し進めた段階として、データ辞書モデルによって統一化された情報群の流通モデルを提案する。

本システムにより、車両の持つさまざまな情報を共通の言語により取得できるようになる。これにより、車両情報を利用した新たなアプリケーションを構築することが容易になる。さらに、新たなアプリケーションの構築が容易になることは、インターネット自動車の普及促進につながる。つまり、本研究によって、インターネットに接続された自動車が今後普及していくに当たって必要となるキラーアプリケーションの開発環境が提供されるわけである。

4.4.2 車両情報における基本的な情報の共有

車両が持つ情報の中には、さまざまなアプリケーションで利用される基本的な情報が存在する。これら基本的な情報の共有機構を提供することも、本システムの目的である。基本的な情報をアプリケーション間で共有することで、以下の2つのメリットが考えられる。

- 情報量の増大
- 精度の向上

さらに、新たな車両情報が追加されたときに共有情報を追加したい場合や、限定的な共有(ある会社間だけで情報の共有がなされる場合など)などが考えられる。情報の共有を目的として設計を行うことにより、それらの要求に対処可能となる。

図4.4は、バス会社とタクシー会社が行先情報などを共有することで業種を超えた交通支援システム、マルチモーダルトランスポーションが実現されることを示している。このように、異業種間での情報共有はさらなるサービスの向上の可能性を生み出す。

図4.4を用いて例を挙げる。これまでであればA社のタクシーは、A社が収集した情報のみに頼ったサービスを行っていた。しかし、バス会社のB社と情報共有を行うことで、B社の検索システムを利用して道路が混雑しているときには自社のタクシーを多く配備することでサービス向上が図れる。逆にB社にとっても、できるだけ安く移動したいという要求がA社にあった場合などに、自社バスの利用を促すサービスなどが考えられ、双方にメリットが生まれる。

異業種間でなくとも、同業他社との協調によるサービスも実現できる。固有情報を使うことによって、他社との差異を明確にしたサービスも考えることができる。タクシー会社同士で、車両の位置情報と車両状態を共有することで、利用者は複数の会社のタクシー情報を利用して、最も近いタクシーを検索できるなど大変便利なサービスが提供される。さらに、このような状

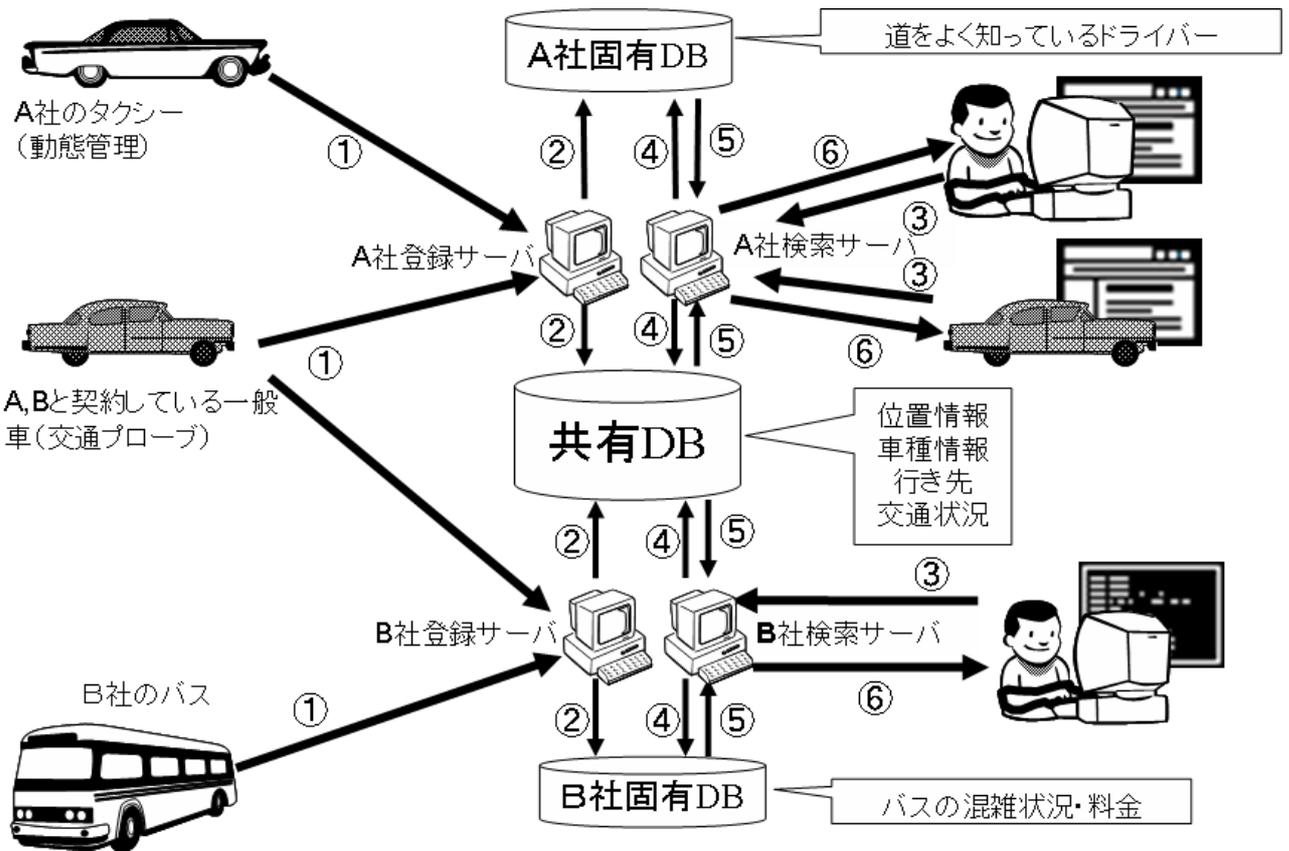


図 4.4: 情報の共有によるサービス向上

況の中で各社固有のサービスを実施することで他社との違いを強調したりすることも可能である。例えば、他社より価格が安いということや、ドライバーを選択できるなどいくつかのパターンが考えられる。

4.5 情報集約型センタサーバモデルについて

前述したように、本研究では情報集約型センタサーバモデルについて議論を行なう。これまで述べた問題点を解決するシステムとして BUGIO システムを提案する。

BUGIO システムは Basic Uniformed and Gethered Information Operation の略で、車両データ辞書モデルに基づいて統一化された車両情報を集約、車両情報利用アプリケーションに対して情報取得部分に、統一された言語を利用した環境を提供する。

4.6 情報集約型センタサーバ型モデルの概要

本研究では前節に述べたような機能要件を満たすシステムを構築する。

車両情報の共有をするために、図 4.5 のように設計した。共有サーバと固有サーバが同一サーバで運用されていると、次節で述べるような固有情報の限定的共有やプライバシー管理への柔軟性が失われるからである。固有サーバや共有サーバは 1 つずつというわけではなく、運用のさ

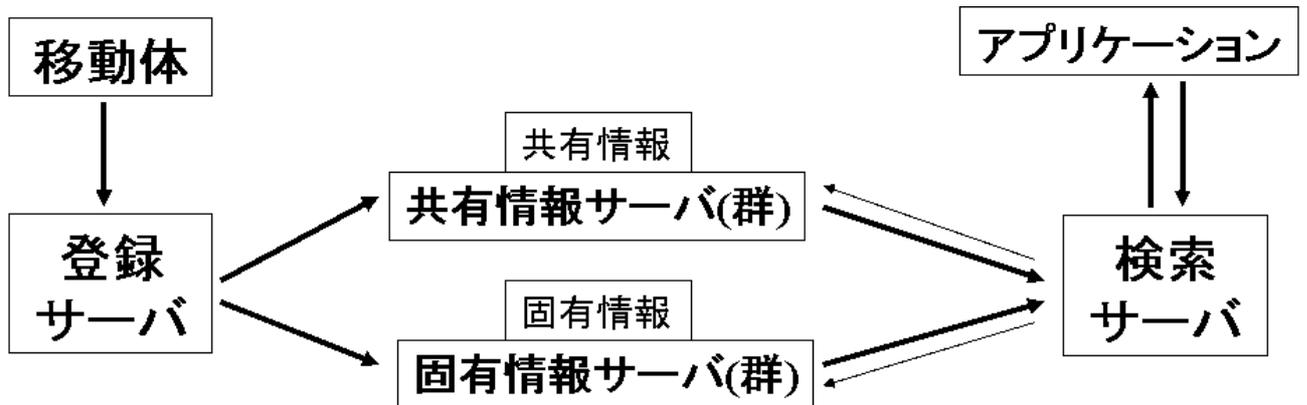


図 4.5: BUGIO システムの概要

れ方によりいくつでも増やすことができる。実際にデータが保持されるサーバが分離されているため、登録サーバや検索サーバもいくつでも増やすことができるため、各アプリケーションが別個に登録サーバ、検索サーバを置くことができる。

次に、それぞれのサーバの役割を示す。

4.6.1 登録サーバ

車両から送信された登録要求 VIML を受け取り、それを解析して要求どおりに登録クエリを保存サーバへ送信する役割を果たす。

車両と BUGIO システム間は VIML という共通記述方式による通信を行う。詳しくは後述するが登録要求 VIML には、保存サーバの情報とそこに書き込む車両情報群が格納されている。これらを解析し、適切な保存サーバへ情報を送信する。その際に利用される言語は、保存サーバに依存する形となり、具体的には保存サーバがリレーショナルデータベースであった場合は、SQL(Structured Query Language) などが当てはまる。

4.6.2 保存サーバ

保存サーバは、図 4.5における共有情報サーバと固有情報サーバをあわせたもので、登録サーバからの要求により、実情報を保持するサーバを指す。保存サーバは一つではなく、車両の要求により一台の車両の情報が複数サーバに分散して保存されることとなる。保存サーバの中には、車両データ辞書モデルにおける基本情報を保存する共有サーバというものがあり、そこには多くのアプリケーションサービスに利用される車両情報が保存されている。保存サーバの実体は、リレーショナルデータベースなどである。

4.6.3 検索サーバ

検索サーバは、車両情報を利用したいアプリケーションに対して、車両情報の検索サービスを提供するサーバである。

アプリケーションは検索 VIML を検索サーバに対して送信し、検索サーバはそれを受け取っ

た後、解析を行う。検索 VIML には問い合わせるべきサーバ情報と取得したい情報が記述されている。解析した結果に基づき、保存サーバに依存した検索クエリを生成し、保存サーバに対して検索を行う。このとき利用される言語は、具体的には SQL などである。検索の結果、応答された情報を元に、検索サーバは応答 VIML を生成し、アプリケーションに返答する。

このことで、情報を利用したいアプリケーションは VIML という共通の言語だけを利用して情報の検索を行うことができる。

第5章 設計

本章では、前章に述べたアプローチに基づき車両情報管理システムの設計を行う。まず、システム全体の詳細な設計を述べ、次に情報共有機構における情報の重複回避について述べる。最後に車両と本システム、および本システムとクライアントアプリケーションとの間におけるインターフェースの詳細な設計について述べる。

5.1 設計

まず、本システムにおいてターゲットとしている車両情報の利用モデルにおいて、2章で述べた要求事項を以下に列挙する。

1. 車両情報を車外で保存
2. 複数サーバにおいて実データ保持
3. XML による通信

5.1.1 車両情報の登録

車両情報登録時のシステム概要を図 5.1に示す。

まず、車載クライアントは、車両内にある設定ファイルを読み込む。設定ファイルに、登録サーバ名、実データを保存するデータベースサーバの情報（アドレス、データベース名、テーブル名）等が記載される。ひとつの設定ファイルで複数のサーバ記述が可能で、ユーザ自身が登録したいサーバと登録したい情報の関連付けが可能となる。共有サーバ・固有サーバは複数台存在することができ、サービスを提供するプロバイダが自由に設置、運用することができる。次に、車載サーバは自車内に存在するセンサ類からセンサ独自のフォーマットを利用して情報を取得する。ここで取得されるセンサ情報は、先に読み込んだ設定ファイルに記述されているセンサから取得できる情報である。

車載サーバは、読み取ったデータを VIML の形式に変換し、登録サーバに対して VIML を送信する。車載サーバが送信する VIML は、登録要求の記述がなされている。

登録サーバは、登録要求 VIML から「実データを保存するべきサーバ情報（以下、保存サーバ）」と「実データ情報」を抽出し、保存サーバに情報を保存する。このときの方法は、実データベースに依存する。保存サーバは共有サーバと固有サーバに分類され、共有サーバにはベーシック情報と登録 ID が保存され、固有サーバにはアプリケーション依存情報（以下、拡張情報）や必要に応じて車両の識別子が保存される。

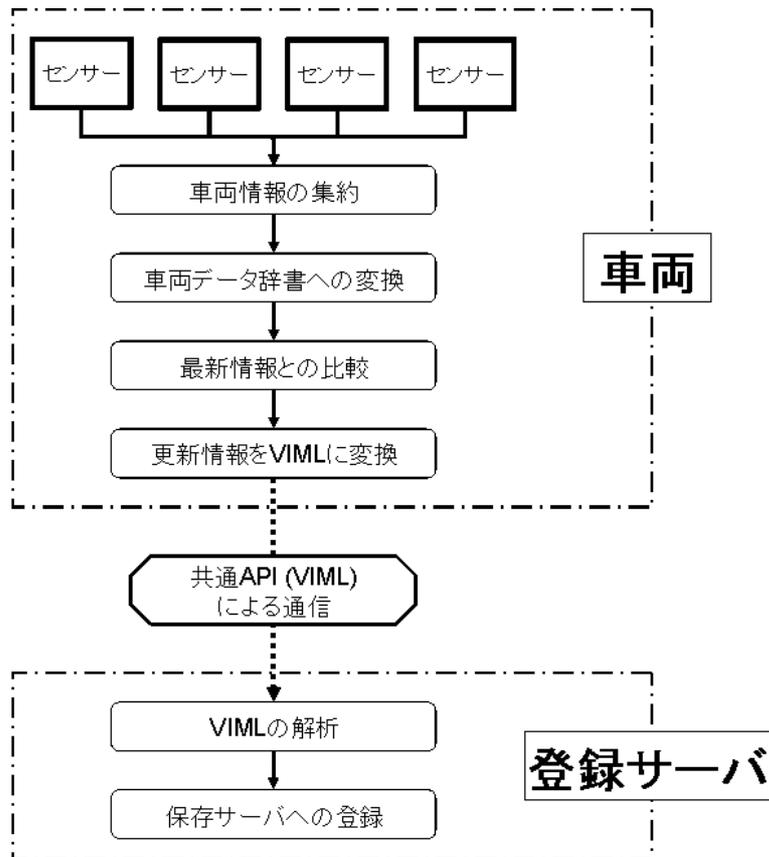


図 5.1: システム概要 (車両情報の登録)

5.1.2 車両情報の検索

車両情報検索時のシステム概要を以下のように図 5.2 に示す。

次に、検索時のシステムについて述べる。まず、車両情報を利用したいアプリケーションは、検索サーバに対して、VIML による検索要求クエリを送信する。検索サーバは、検索要求クエリを解析し、保存サーバへ検索クエリを送信する。ここでも、検索方法は保存サーバに依存した形式で検索が行われる。この際、ベーシック情報に対しては共有サーバに検索がかけられ、拡張情報に対しては固有サーバに検索がかけられる。検索サーバは、保存サーバからの応答を VIML の応答形式に変換し、それをアプリケーションに対して返信する。

このように、情報を登録するクライアント（車両）にとっても、情報を利用するアプリケーションにとっても、VIML という統一した言語によって情報を記述・登録・検索することができ、その応答も VIML によるものである。このことから、車両がどのようなセンサで情報を取得していても、アプリケーションはそれを意識することなく情報を取得できる。逆に、アプリケーションがどのような環境で運営されていても、車両は意識する必要が無い。これは、1 台の車両の情報を利用するアプリケーションが多数存在していても、それらアプリケーションへの個別対応を車両がとる必要性がなく、容易にアプリケーションを構築できる環境であると言える。

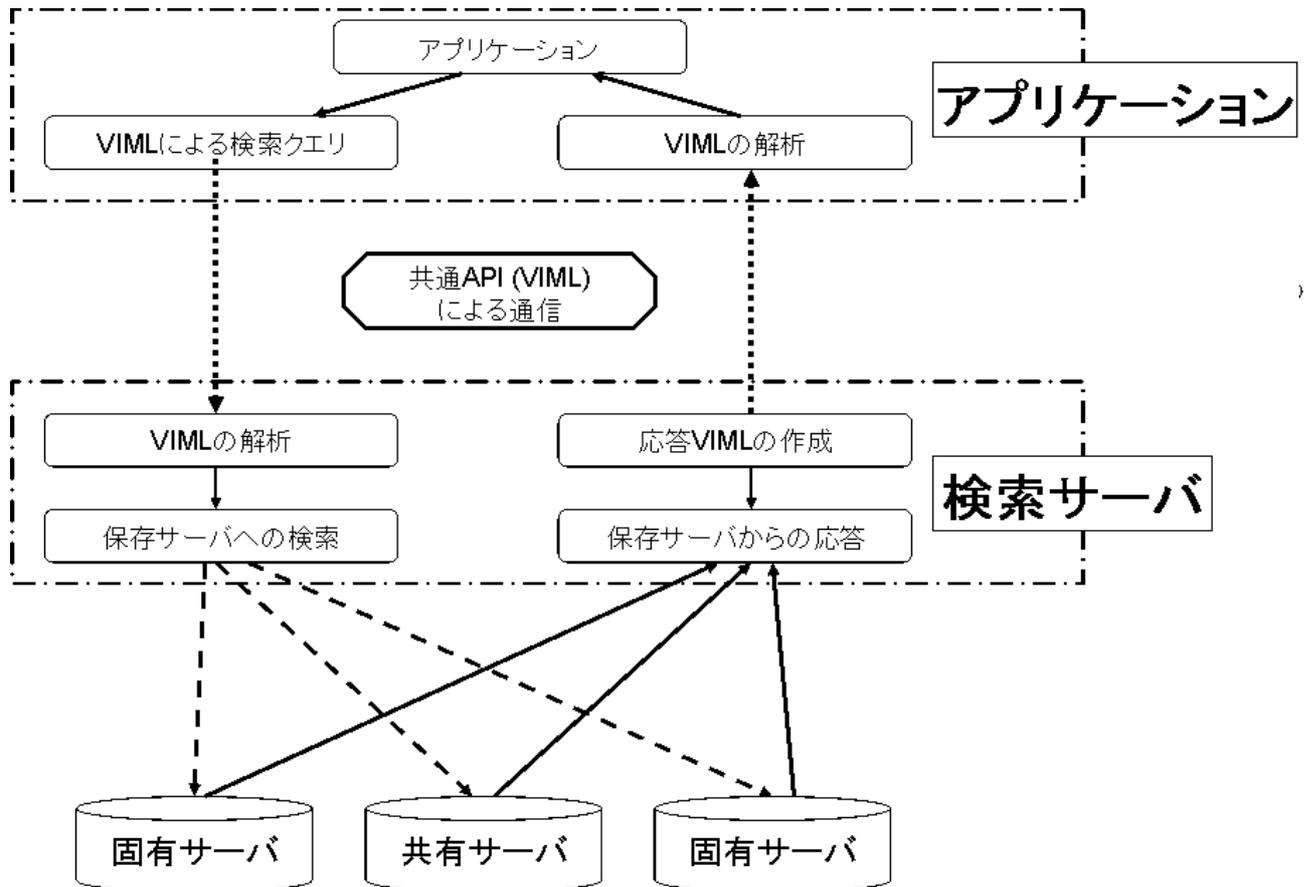


図 5.2: システム概要 (車両情報の検索)

5.2 VIML の制定

本研究では、VIML という XML によって記述された車両情報記述言語を提案する。VIML という言語により車両情報を記述することができるため、車両が提供する情報の解析が容易となる。

交通におけるデータ記述言語

現在、道路交通システムの高度化に関連した研究の中に、情報の記述に関するいくつかの事例が存在する。それらを紹介し、VIML との関連を述べる。

- Point Of Interest Exchange Language(POIX)

Point Of Interest Exchange Language[19] は自動車メーカーや携帯端末メーカーなどが参加する業界団体モバイル標準化検討委員会 (MOSTEC : Mobile Information Standard Technical Committee) において策定された位置情報交換のための仕様である。POIX は単なる位置情報表記手法ではなく、周辺のあらゆる情報を表現できるような設計がなされている。例えば、その場所への交通手段などがそれである。

POIX は「ある地点の情報を記述する方法」であるため、VIML とは異なる。

- GML と G-XML および ISO/TC211

Geography Markup Language[20] は北米や欧州の政府機関や企業・大学などで構成された非営利組織 OGC(Open GIS Consortium) で開発された地理情報記述言語である。XML ベースで記述されており、異なるシステム間で地理データやその属性を容易にやり取りできる。

G-XML[21] は経済産業省が中心として産・官・学共同のプロジェクトとして策定されたもので、GML よりも具体的なフォーマットの規定がなされている。

現在は、GML と G-XML 国際統合版仕様 GML3.0 が ISO/TC211 で審議されているところであり、国際標準となると予想されている。GML は「地理位置情報を交換するための記述方法」であるため、VIML と異なる。

- 道路用 WEB 記述言語 (RWML)

Road Web Markup Language[22] はインターネット上で利用できる道路情報を記述する言語である。記述される情報は、道路情報・気象情報・防災情報・地域情報であり、指定された道路に関する情報を記述するものである。

しかし、本研究でフォーカスしているのは「車両」の情報であって、「道路」の情報ではない。車両が RWML を利用するのは、道路の情報を取得する場合のみで自らの情報を外部アプリケーションに通知する際には用いることはできない。

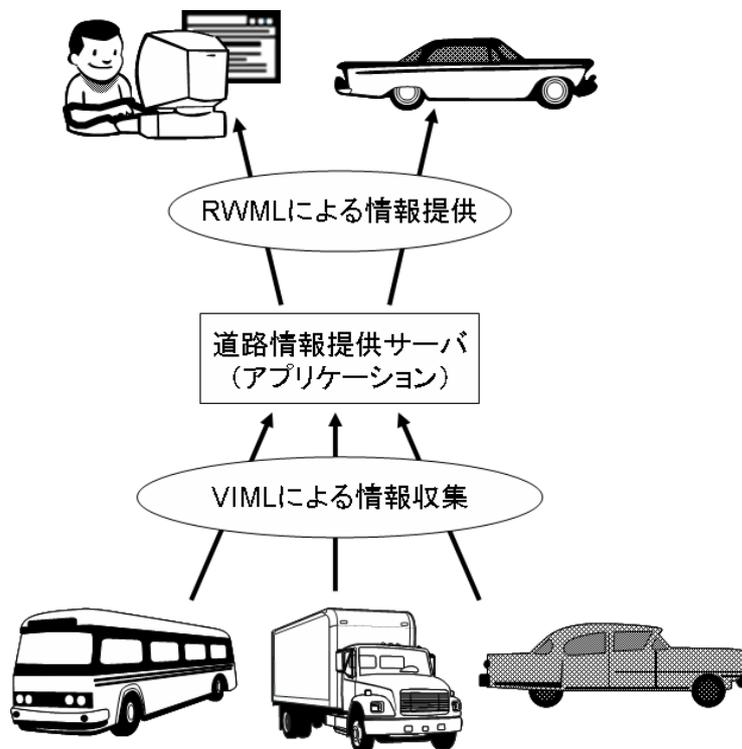


図 5.3: RWML と VIML の関係

つまり、図 5.3に示すように車両情報取得部は本システムが提供する車両情報記述言語、その情報を提供する部分は道路情報記述言語 (RWML) という風に利用されるべきであ

るため、本システムでは利用しない。

以上のように、車両の情報を記述する言語は存在していないため、本研究で VIML という言語を提案する。VIML は登録要求・検索要求・検索応答の 3 種類に大別され、以下にその詳細を述べる。

5.2.1 登録要求

登録要求は、車両が自らの情報を外部のサーバに通知するために利用するものである。車両には、自車情報を VIML 形式に変換するための設定ファイルを置いておく。設定ファイルは以下のとおりである。

車載クライアント設定ファイル

```
server
address="2001:200:0:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX" dbname="VIML" table="basic"
time
temperature
humidity
end of server

server
address="viml.icar.wide.ad.jp" dbname="VIML" table="acceleration"
id
time
x
y
end of server
```

前述したとおり、設定ファイルには以下の情報が記述されている。

- 登録サーバ名
登録サーバの IP アドレス
- 保存サーバの情報
保存サーバの IP アドレス、データベース名、テーブル名
- 登録する情報名
保存する情報の名称 (情報のタグ名称)

上記設定ファイルにおいては、2001:200:0:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX というアドレスのサーバの VIML というデータベースの basic というテーブルに対して、time(取得時間)、temperature(温度)、humidity(湿度) の情報を登録するという記述がなされている。同様に viml.icar.wide.ad.jp というサーバの VIML というデータベースの acceleration というテーブル

に対して、id(車両 ID)、x(縦軸加速度)、y(横軸加速度) の情報を登録するという記述がなされている。これらの情報から、下のような VIML が生成される。

登録要求 VIML

```
<?xml version="1.0" ?>
<VIML version="0.1">
  <query type="update">
    <server address="2001:200:0:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX"
             dbname="VIML" table="basic">
      <time>1101103149635</time>
      <temperature>25.4</temperature>
      <humidity>74.6</humidity>
    </server>
    <server address="viml.icar.wide.ad.jp" dbname="VIML" table="acceleration">
      <id>kin-san</id>
      <time>1101103149635</time>
      <x>2443</x>
      <y>-125</y>
    </server>
  </query>
</VIML>
```

このように server タグで情報の保存場所を区切る簡素な構造をとることで、サーバー数の増加や付加情報の拡張などが容易に行えるよう設計した。

5.2.2 検索要求

アプリケーションが車両情報を取得する検索要求 VIML は、基本的に登録要求 VIML と同様の記述方法をとる。これは、登録と検索は基本的に情報にアクセスする、という観点から見ると非常に類似していると考えからである。下図は viml.icar.wide.ad.jp というサーバの VIML というデータベースの acceleration というテーブルに対して温度と湿度を取得している。検索条件としては取得時間が 1101103149630 より大きいもの(新しいもの)を検索している。

```
<?xml version="1.0" ?>
<VIML version="0.1">
<query type="search">
<server address="2001:200:0:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX:XXXX"
          dbname="VIML">
<select>temperature</select>
<select>humidity</select>
<from>basic</from>
<where>time > 1101103149630</where>
</server>
</query>
</VIML>
```

5.2.3 応答

VIML による検索応答は、下図のように記述される。まず、row タグと column タグにより、検索結果の列数、レコード数を通知する。その後、各レコードを answer タグで囲み、その中に検索結果の列名タグで囲まれた実データが記述される。通知されるレコード数は検索条件に依存するが、一度に送信されるレコード数は最大で 20 である。これは、レコード数に制限を設けない場合、大量の検索結果を一度に生成、送信する必要性が生じるためである。このような場合、検索サーバやアプリケーションに対して大変大きな負荷を与える結果となるからである。

```
<?xml version="1.0" ?>
<VIML version="0.1">
<row>2</row>
<column>3</column>
<answer>
<temperature>20.0</speed>
<humidity>27.5</temperature>
</answer>
<answer>
<temperature>21.0</speed>
<humidity>29.1</temperature>
</answer>
<answer>
<temperature>20.4</speed>
<humidity>28.2</temperature>
</answer>
</VIML>
```

5.3 情報の共有機構における情報重複回避

共有情報の扱いについて、匿名性が確保されるべきであるということについては 2 章で述べた。

そのような前提で、車両が異なる登録サーバに対して同一の共有情報の登録クエリを送信したとすると、共有サーバから見るとその二つのクエリが同一の車両の情報であることを図 5.4 のように認識できない。よって、同一の車両であってもそこに 2 台の車両がいると認識してしまう。このような状況になると、交通量調査や情報の精度に対して信頼性が薄れてしまう。

この問題を回避するために、本システムにおいては共有情報のための識別子として登録 ID を提案する。

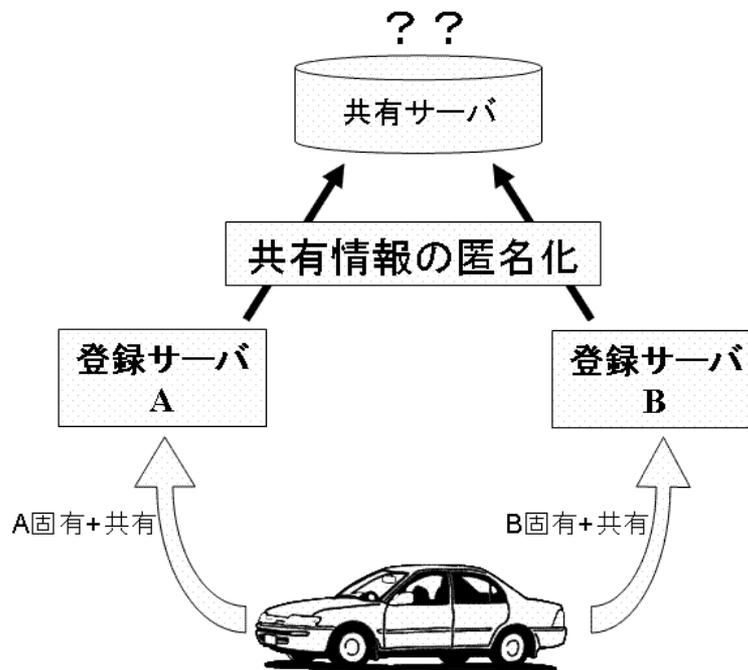


図 5.4: 共有情報の重複

5.3.1 登録 ID について

登録 ID は送信時に一時的に生成されるランダムな文字列で、同一車両が同一のタイミングにおいて持つ登録 ID は同一である。この登録 ID を軸に共有サーバのエントリが存在する。このことにより、異なる登録サーバを経由した同一車両の共有情報であっても、その情報源が同一であると判断され、図 5.5 のように情報の重複は回避される。また、登録 ID は一時的に生成されるものであるため、共有情報を元に車両の特定をすることはできない。

以上のように、共有情報については登録 ID を利用することで情報の重複回避と匿名性の確保を両立することができる。

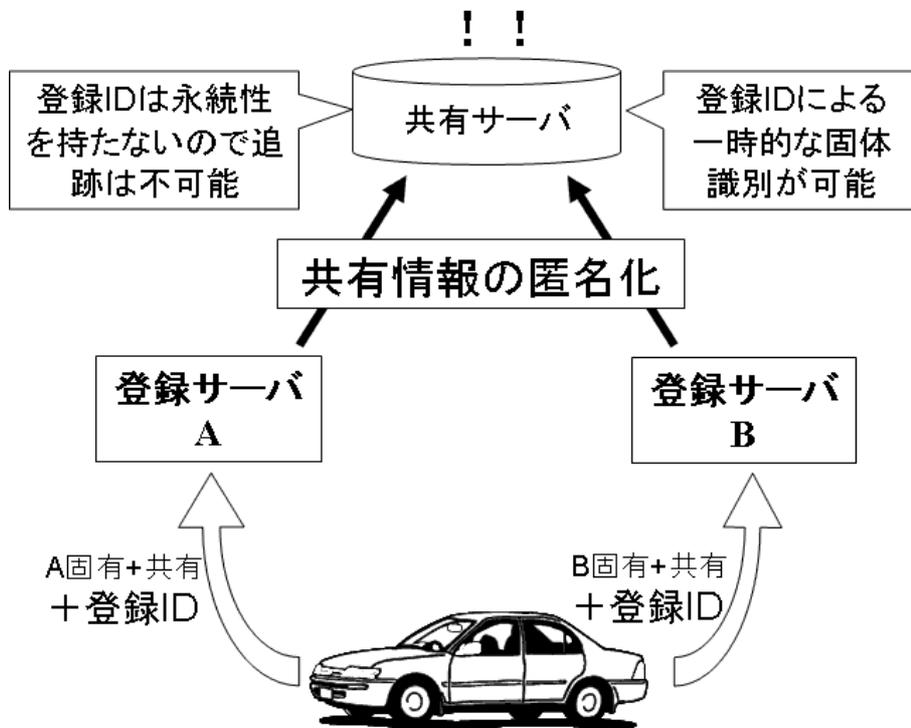


図 5.5: 共有情報の重複回避

第6章 実装

設計に基づき2パターンの実装を行った。1つ目として、実際のセンサ類から情報を取得し、その情報を利用するアプリケーションを記述した。これは、動作確認を兼ねたプロトタイプモデルである。2つ目は、次章で述べる HAKONIWA を使った評価のために実装した HAKONIWA モデルである。HAKONIWA および HAKONIWA モデルについては、次章で述べる。

実装環境を表 6.1に示す。

表 6.1: 実装環境

	CPU	メインメモリ	OS	Java	その他
車載クライアント	PentiumM 1.6GHz	512MB	FreeBSD- 5.2R	J2SDK 1.4.2	net-snmp 5.1.2
登録サーバ・ 検索サーバ・ 保存サーバ	PentiumM 1.4GHz	128MB	FreeBSD- 4.10R	J2SDK 1.4.2	PostgreSQL 7.4 JDBC 1.3
アプリケーション	Pentium3 933MHz	256MB	WindowsXP TabletPC Edition	J2SDK 1.5.0	

より実際に近い環境を想定し、車内ネットワークとして Network Mobility による移動透過性のあるネットワークを構築した。車内と車外は異なったネットワークで運用し、検索サーバと車外アプリケーション実行 PC も異なったセグメントで運用した。

6.1 車載クライアント

車載クライアントは、車内に存在する IPv6 センサから加速度・温度・湿度を SNMP を用いて取得する。図 6.1のように車載クライアントには IPv6 加速度センサと温度センサを載せた。両センサは IPv6 を用いた通信が可能であり、net-snmp を利用することにより、加速度や温度などが取得できる。

車載クライアントは、まず設定ファイルを参照し、送信すべき情報を取得する。今回は、加速度センサから縦方向加速度と横方向加速度、温度センサからは温度情報と湿度情報を取得した。その他に、取得時間を取得する。これは、車載クライアントが稼働している PC の UNIX タイムを取得した。次にそれぞれの情報に関して車両データ辞書モデルで提案されている規格へと統一する。今回は、それぞれのセンサからとれる情報は車両データ辞書モデルに当てはまる状態で取得できたため、特に単位変換などは行っていない。タイムスタンプに関しても、車両データ辞書モデル通り UNIX タイムで取得しているため、特に変換は行なわない。

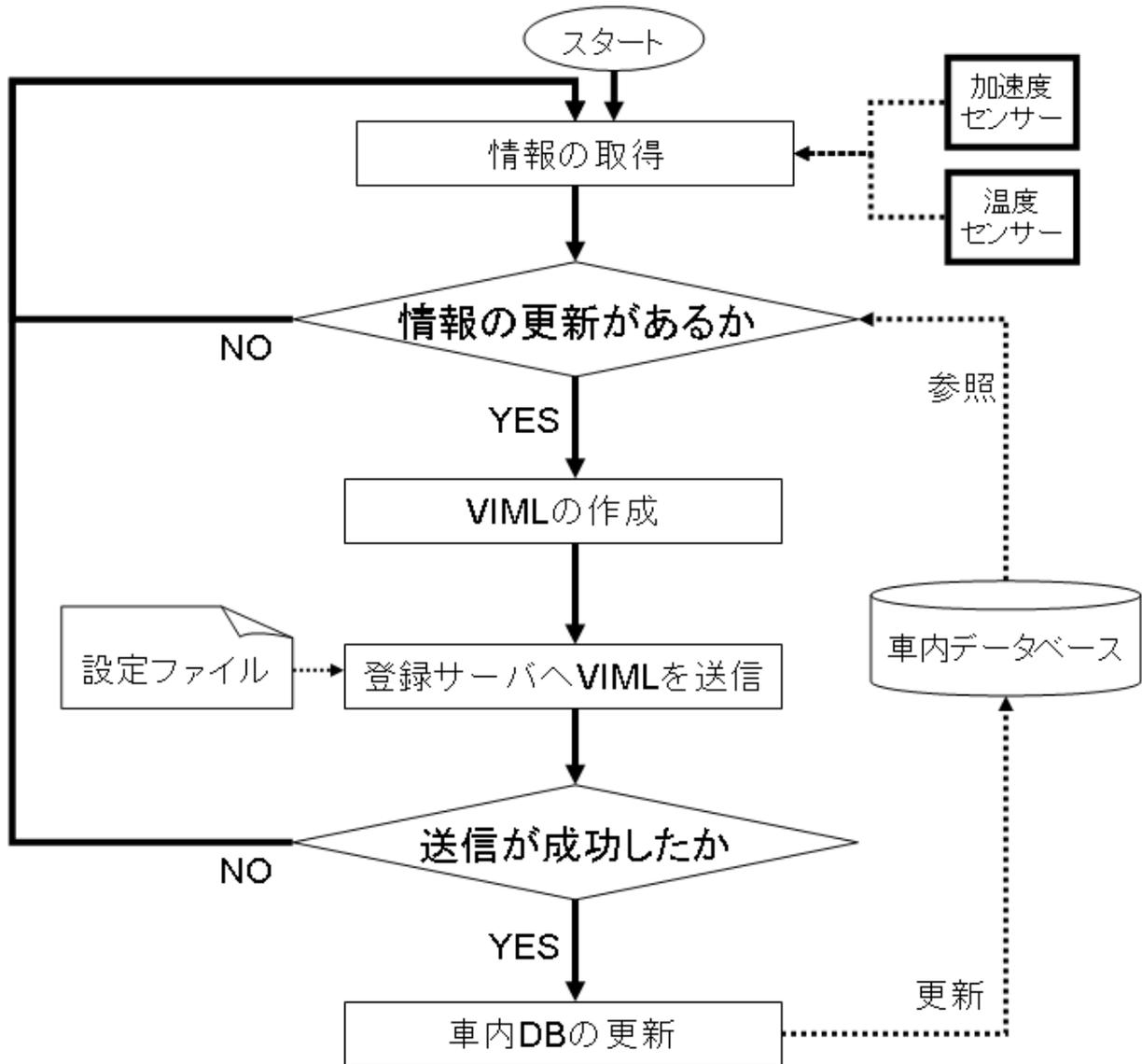


図 6.1: 車載クライアントの実装

次に、車内に保持している過去最新情報を参照し、値に変化があったかどうかの判定を行なう。ここで値に変化がなかった場合は、通知しない。

その後、取得された値を設定ファイルに基づき、VIML 形式に変換し、設定ファイル中に記述された登録サーバへ生成した VIML を送信する。

6.2 登録サーバ

図 6.2は登録サーバの実行フローである。登録サーバは、車載クライアントからの接続を待つ。クライアントからの接続があると、クライアントから登録 VIML の受信を行なう。受信し

た VIML を DOM¹パーサを利用して、VIML の解析を行なう。VIML かどうかの判断や登録 VIML の形式に問題がなければ解析結果を元に SQL 文を作成する。今回の実装においては、保存サーバに PostgreSQL を用いたため、SQL に変換している。オブジェクトデータベースではなくリレーショナルデータベースを利用した理由としては、オブジェクトデータベースは非常にアプリケーション依存性が高く、本研究で提案しているように多くのシステムから利用してもらうという観点から考えると、たとえ検索サーバが Java で構築されているとはいえ、アプリケーションが検索サーバの構造を知った上で構築しなければならない。

その後、JDBC を利用して SQL 文を PostgreSQL サーバへ送る。複数データベースへ登録するような VIML であった場合は、複数 SQL が発効される。

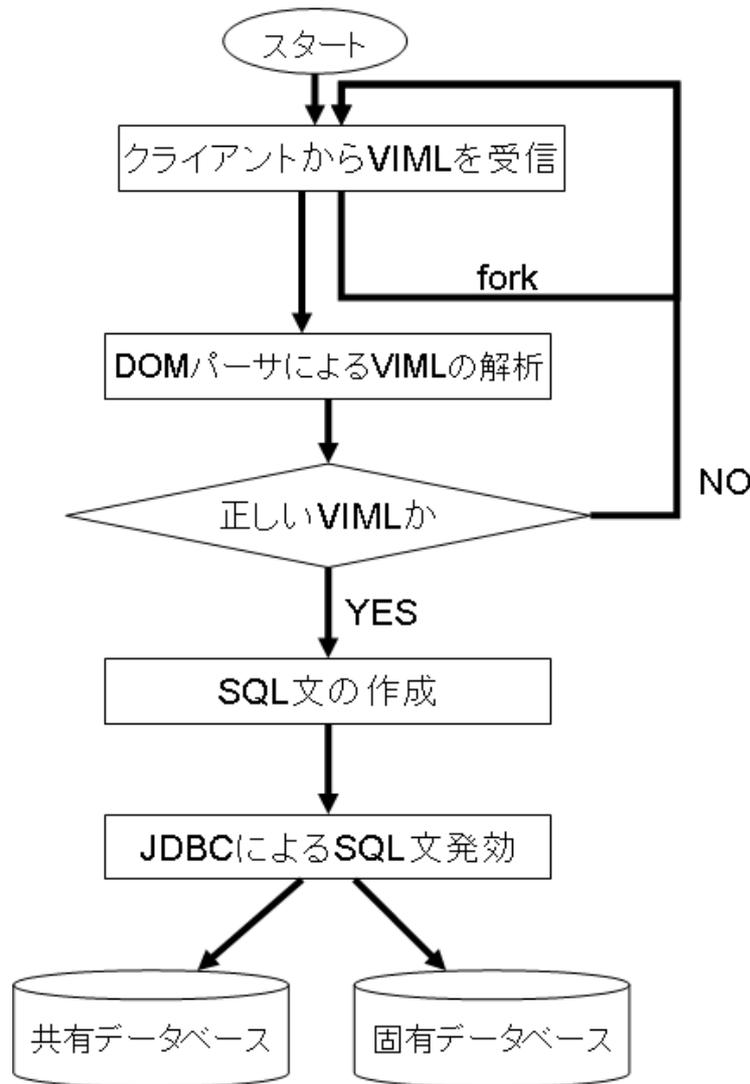


図 6.2: 登録サーバの実装

¹DOM[23] とは、文書オブジェクトモデル (Document Object Model) で HTML や XML 文書のための API として定義されているものである。文書の論理構造や内容を解析することができる。

6.3 検索サーバ

図 6.3は検索サーバの実行フローである。検索サーバはアプリケーションプログラムから VIML 形式の検索クエリを受信すると、登録サーバと同じく DOM パーサを利用して解析を行なう。正しい VIML であるかどうかの判断などを経て、検索 SQL 文を作成する。

その後、JDBC を利用して SQL 文を PostgreSQL サーバへ送信する。検索結果を ResultSet として取得し、結果を解析する。解析結果を応答 VIML 形式に変換し、アプリケーションプログラムへ VIML 形式で返信する。

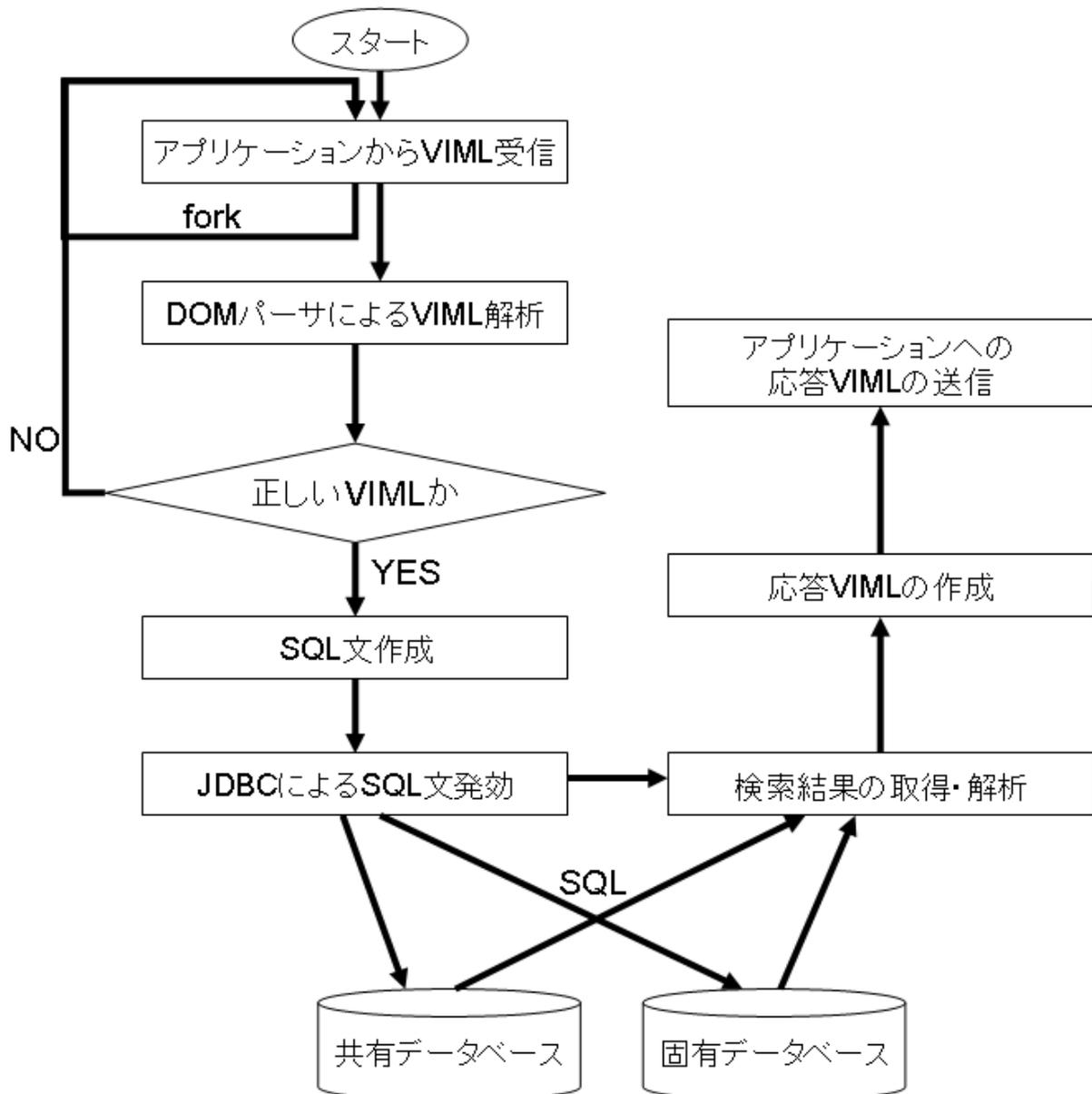


図 6.3: 検索サーバの実装

6.4 車両情報利用アプリケーション

車外アプリケーションとして、IPv6 センサの情報を表示する Java-applet 6.4を作成した。



図 6.4: 加速度センサ情報表示アプリケーション

車載クライアントは IPv6 加速度センサの情報を 1 秒毎に取得し、その最新情報を検索サーバから取得する。取得する情報は、縦方向加速度と横方向加速度、取得時間である。今回は、0.5G 以上の加速度が左右や前後にかかった場合、警告を発するようなアプリケーションを作成した。表示されるのは、前後左右の加速度とその総合的な方向、取得時間である。

このアプリケーションは、外部のサービスセンタなどが、その車両の走行状態を監視し、一定以上の加速度が検知された場合に、警告を発する、などといった場合に用いられることを想定している。

第7章 評価

本章では、実装されたシステムの評価を行う。まず、本研究で提案した BUGIO システムの定性評価を行う。次に、6章で実装したシステムを大規模システムで行う場合の定量評価を行い、実現性とコスト性の評価を行う。

7.1 定性評価

本研究では、車両情報を利用したさまざまなサービスに対して、サービスの構築が容易になり、かつ情報の共有が可能となるシステムとして BUGIO システムを提案した。BUGIO システムは、各車両の情報を取得しつつ、車両データ辞書モデルにおける基本情報を共有することで、車載クライアントに対する負荷低減とシステム全体におけるデータ利用の効率化を実現した。本システムと車両・アプリケーションの間に共通の言語を利用した環境を提供することによって、車両情報の取得を容易にした。

1章で述べたように、移動体通信環境は進歩を遂げており、広帯域無線通信技術や広域通信網の整備が進んできている。そういった環境の中で、車両が運行されていない時間や通信ができない状況でも車両情報を利用することができるためには、センターに情報を蓄積する方法が好ましい。本システムで採用した情報集約型センターサーバモデルを利用することは、こういった問題に対し、いつでも情報の利用が可能であるというメリットを得ることができることである。

インターネット自動車環境において、車両情報を利用するようなサービスは多々あり、それらサービスに対して情報を別個に提供するというスタイルをとっていると、通信環境が向上してきたとはいえ、車両が情報を提供するモデルでは負荷が大きい。本システムでは、車両の情報をいくつかのサーバで管理し、さらに複数サービスで利用されるような情報に関しては共有を行うことで、車載クライアントには負荷の低減を、車両情報アプリケーションに対しては基本情報の容易な取得と柔軟な情報共有機構を提供することができた。

これらを整理したものを、表 7.1 に示す。

表 7.1: 既存システムとの比較による定性評価

機能要件	測定型	詳細	制限型	詳細	自由型	詳細	結果	詳細
A-1	×	自システム内のみ	×	自システム内のみ	×	自システム内のみ		複数サービスで利用できる
A-2	×	自システムで収集した情報のみ	×	自システムを利用している車両からの情報のみ	×	自システムを利用している情報のみ		他システムが収集した情報の利用も可能
A-3	×	新規参入は不可能		可能ではあるが、参入には多大なコストがかかる。また、現在のシステムで収集されている情報がしか利用できない。		新規参入は容易である。		車両情報取得部分の共通言語を規定していることと、情報の共有機構により、新規参入は容易である。
B-1	×	情報の共有は行われていない	×	情報の共有は行われていない		サーバ間連携などの研究は行われているが、サービスに特化した形で行われている		サービスに依存することなくあらゆる情報の共有が可能
B-2	×	情報の共有は行われていない	×	情報の共有は行われていない	×	サービスに特化した情報共有であるため、匿名性には言及していない		完全な匿名性を確保すると共に、情報の重複を防ぐことができる。さらに、限定的な共有も可能で、情報公開のレベルも設定できる
B-3		情報の二次利用を行わないため、情報が他のサービスに利用されると自体があげない。		車両情報はシステム内でのみ利用されるため、外部にはもれないが、システム内でユーザの情報がどのように利用されるかはわからない。	×	認証されたサービスに対しては車両情報は基本的に公開される。		ユーザがサービス毎に許可する情報を選択することができる。しかし、ユーザが自発的な意思をもって保護する必要がある。
C-1	×	車両は自らの情報を提供していない	×	限定された情報でサービスを行っている		拡張領域が存在するものもある		XML で記述されているため、新規情報の追加は容易
C-2	×	情報の共有は行われていない	×	情報の共有は行われていない	×	情報の共有は行われていない		共有情報を新規に追加することは容易

表 7.1における評価指標として、A) システムの汎用性、B) 情報の共有、C) 拡張性の3つの大項目を設けた。それぞれにより具体的な要件を挙げて、既存システムと比較した。

A) システムの汎用性 (多様性)

そのシステムが複数のサービスをサポートできるかを指標とする。

A-1: 複数のサービスにおける情報取得基盤として利用できること

これは一つのシステムを車両内において運用することで、複数のサービスに対して情報提供を可能にすることができるということである。

A-2: 異なるサービスの情報を利用可能にすること

そのシステムを利用すると、同じシステムを利用している他のサービスが収集した情報を利用できるということである。

A-3: 新規サービス構築が容易であること

これは、そのシステム上でサービスを新規に展開しようと思ったときの容易性を指す。

B) 情報の共有

車両情報を車両情報利用サービスシステム全体で効率的に運用できているかを指標とする。

B-1: 異なるサービス間で情報の共有ができること

これは、複数のサービスが存在しているなかで、相互に情報を提供しあい、情報の共有がなされているか、ということである。

B-2: 共有情報に匿名性が確保されていること

前述したとおり、すべてのサービスで共有されるような情報には、匿名性が確保されるべきであり、その機能の有無を指している。

B-3: 個人情報などの機密性が確保されていること

車両の持つ情報の中には、プライバシーに深く関わる情報がある。そういった情報の管理が可能であるかどうかを示す。

C) 拡張性

新たな情報の追加や機能追加が容易であることを指標とする。

C-1 「新たに情報の項目を追加することが容易であること

車両情報の定義はされたものの、新たな情報が追加される可能性は十分ある。さらに、搭乗者の情報などに関してはいまだに議論が別れるところである。そのため、新たな情報の追加に対応できるかどうかを示している。

C-2: 情報の共有項目を新規追加できること

これは情報の共有に関して、新たに情報の共有が行なえるかどうか、情報の共有範囲を柔軟に設定できるかどうかを示している。

7.2 評価環境

今回、本システムの評価環境として HAKONIWA[24] を利用した。HAKONIWA はある地域における実環境をエミュレートすることができるものであり、その地域で走行する車両台数や

出発点、到着点などを設定することができる。そして、それら車両の位置情報・速度情報・進行方位などを取得することができる。HAKONIWA はインターネット自動車プロジェクトにおいて、多数の車両を使った実験を比較的容易に行えるエミュレータとして利用されている。

HAKONIWA を使った評価のために、情報取得部分を実際にセンサから取得するのではなく、HAKONIWA が生成した値を格納するように書き換えた実装を行った。

7.3 定量評価

評価で利用したマシンのスペックを表 7.2 に示す。

表 7.2: 評価環境

	CPU	メインメモリ	OS	Java	その他
検索サーバ	PentiumM 1.6GHz	512MB	FreeBSD-5.2R	J2SDK 1.4.2	
登録サーバ	PentiumM 1.6GHz	512MB	FreeBSD-5.2R	J2SDK 1.4.2	
保存サーバ	PentiumM 1.4GHz	128MB	FreeBSD-4.10R	J2SDK 1.4.2	PostgreSQL 7.4 JDBC 1.3

HAKONIWA と本システムのネットワーク構成を図 7.1 に示す。

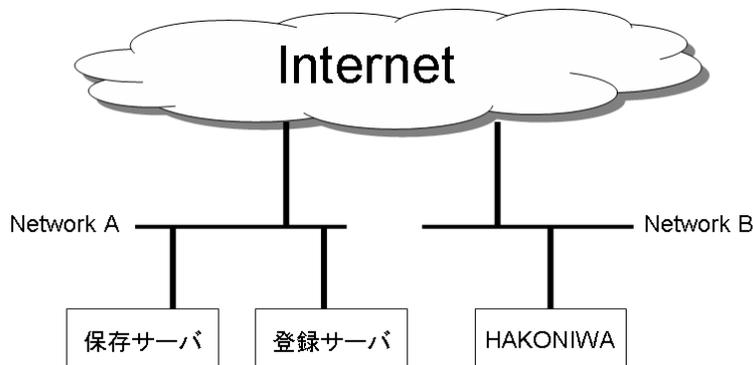


図 7.1: 実験環境のネットワーク構成

7.3.1 登録サーバの性能評価

本節では、前節で紹介した HAKONIWA を使い、実環境に近い形での更新要求処理限界を計測する。

計測方法として、HAKONIWA でエミュレートされる車両は、自車情報更新要求を 1 秒間に 1 クエリ送信する。HAKONIWA では、1 秒間に X 台走行させ、X クエリ処理するのにかかった時間から 1 秒間にどれだけのクエリを処理できたかを計算した。以下、表 7.3 に結果を示す。

表 7.3: 通常処理の場合における処理限界

車両台数	1 秒間の処理数	処理率
10 台	9.25 クエリ	92.5%
20 台	18.63 クエリ	93.15%
30 台	21.30 クエリ	71%
40 台	20.34 クエリ	50.85%
50 台	18.34 クエリ	36.68%

30 台を超えたところから登録サーバの処理率が低下し、1 秒間の処理数が約 20 クエリで横ばいとなった。ここでは、共有サーバと固有サーバに SQL 文を 1 文ずつ発効するような更新要求 (登録 VIML) を送信している。つまり、1 クエリあたり 2 回の SQL 文発効が必要である。

そこで、今回利用している JDBC の性能測定を行った。1 秒間にどれだけの数の SQL 文 (更新要求を想定しているため、update 文で測定) を発効できるかを測定したところ、1 秒間に平均 43.29 回 (5000 回の SQL 文を発効した平均時間から換算) の SQL 文発効が限界であることがわかった。

前述したとおり、今回の測定で利用した 1 クエリは 2 回の SQL 文発効を必要とする。つまり、1 秒間に 20 クエリだと 40 回の発効ですむが、1 秒に 30 クエリ処理すると 1 秒に 60 回の SQL 文発効が必要であり、JDBC の限界量 43.29 回を超えている。

そのため、SQL 文を 1 秒に 1 度まとめて batch 処理するようにした。その結果を、表 7.4 に示す。

表 7.4: バッチ処理をした場合の処理数

車両台数	1 秒間の処理数	処理率
10 台	9.25 クエリ	92.5%
20 台	18.70 クエリ	93.50%
30 台	27.29 クエリ	90.97%
40 台	36.08 クエリ	90.2%
50 台	42.87 クエリ	85.74%

以上の結果を図 7.2 に表す。

図 7.2 からわかるように、前述した理由からバッチ処理しない場合、20 クエリ/秒を超えると処理数が横ばいとなり、徐々に処理率が減少する。しかし、バッチ処理をすることで処理率の著しい低下は防ぐことができた。

今回のように保存サーバが限定されていればバッチ処理が非常に有効であるが、もっと多くの保存サーバに SQL 文を発効する必要があると、1 台の登録サーバで処理できる数には限界がある。それに加え、バッチ処理を行うと多少ながらデータの受信から実際に保存サーバに反映されるまで時間がかかる。本システムは情報のリアルタイム性をそれほど重要としない情報を対象としているため、それほど問題は無いと思われるが、秒単位での情報更新速度を必要とするサービスが本システムを利用する場合は、バッチ処理の頻度を向上させるか、同時処理数を減らす必要があることがわかった。バッチ処理を行なった結果、1 秒間で処理できる最大クエリ

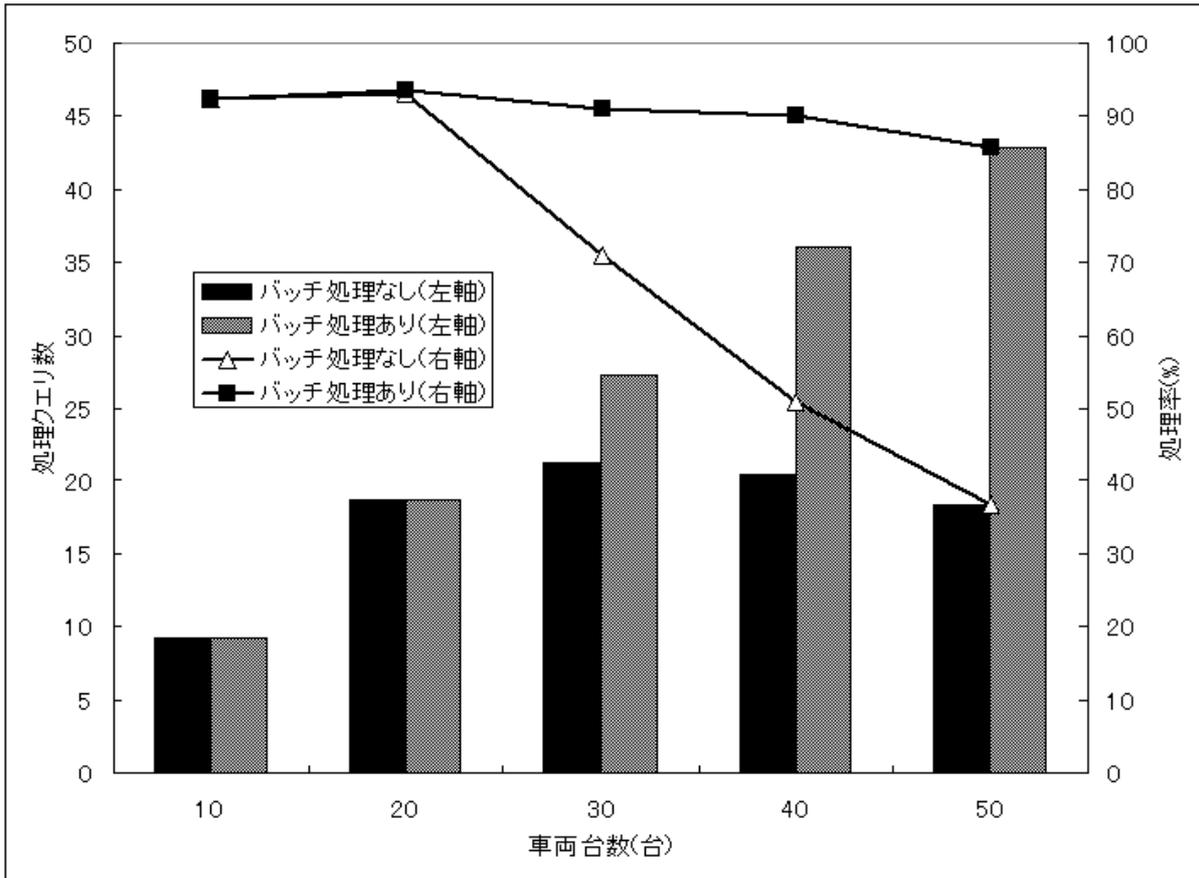


図 7.2: 車両台数による登録サーバの評価

り数は図 7.3のように 95.11772 クエリ/s(3000 クエリの処理時間の平均から計測) となった。

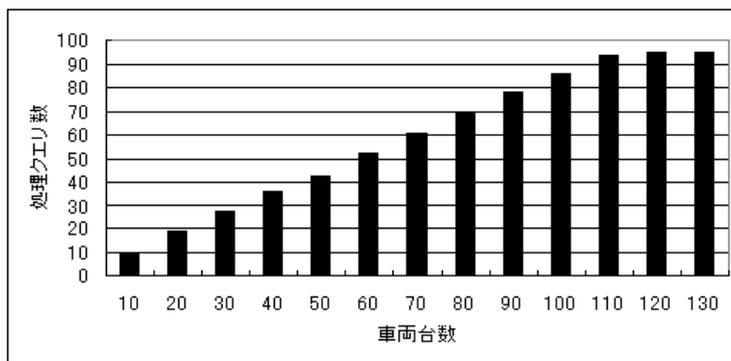


図 7.3: バッチ処理を行なった場合の登録サーバの性能

7.3.2 検索サーバの性能評価

次に、検索サーバの測定を行った。保存サーバを複数に分散することによってかかる検索時間の増加を測定した。図7.4に1クエリあたりの処理時間と1クエリで検索が必要となるサーバ数の関係を示す。

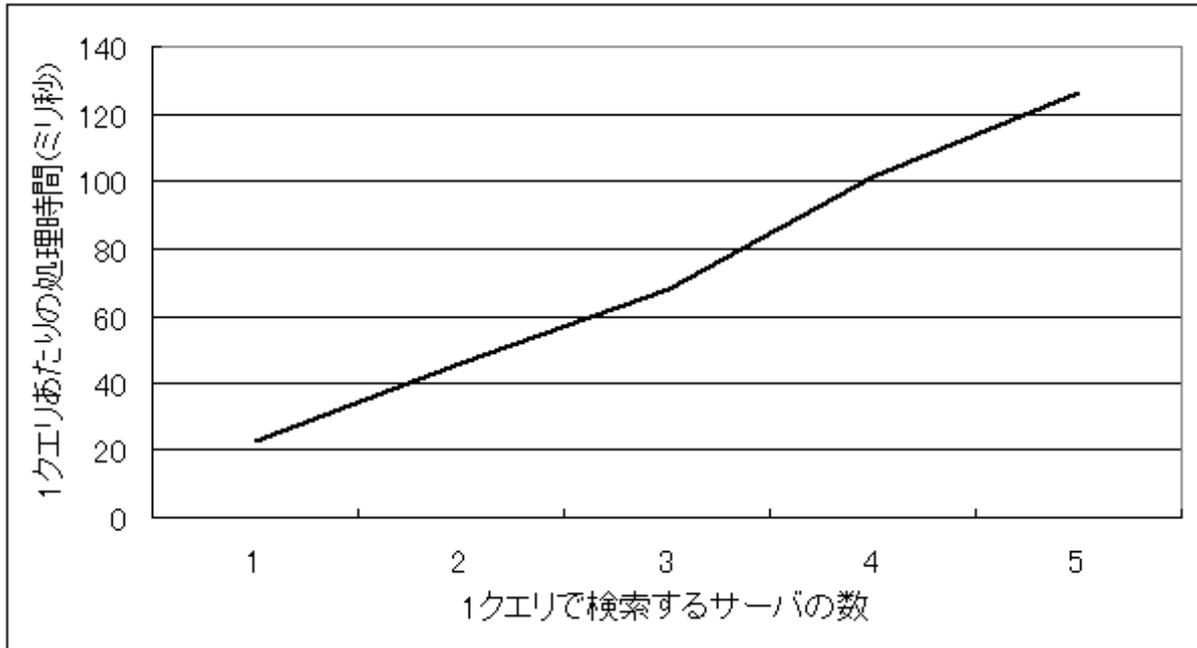


図 7.4: 保存サーバの数と検索時間の推移

図7.4からわかるように、共有情報と固有情報を分散化して保存することで約2倍の検索時間がかかることがわかった。以降、固有情報を保存するサーバを複数台に分散化したと仮定して、検索サーバ数を増やすと、1次関数的に検索時間が増加することがわかった。しかし、検索時間が増加したものの、それだけ取得できる情報量も増加している。よって、複数台の検索サーバに検索をかけるよりも、より効率的に情報を取得できたと言える。

7.4 まとめ

定性評価により、システムの汎用性・拡張性・情報の効率的利用に関して他システムより優位であることを示した。また、第2章で述べた機能要件はすべて満たすことができた。

定量評価により、登録サーバ・検索サーバの性能が確認できた。登録サーバに関しては、1秒に約95クエリ処理できることが、登録サーバに関しては、1クエリに約21ミリ秒かかることがわかった。

第8章 結論

8.1 まとめ

インターネット自動車の実現化が進むにつれ、車両の持つ情報を利用したサービスへの期待が高まっている。そういった中で、現状においては車両情報を利用したサービスを構築するには大変多くのコストがかかる。それは、車両情報の取得部分はどのサービスも個別のものを用意しており、新規参入する場合は、情報の取得という部分に最も多くのコストを裂く必要がある。このコストを削減することは、さまざまなサービスの増加につながり、車両情報の効率的利用を図ることができる。

そこで、本研究では車両情報の管理方法に対する提案を行った。本研究で提案したシステムにおいては、多くのサービスで利用される情報群を共有することで車両情報の効率的な利用ができるようなシステムを提供している。情報の共有により重複のない情報送信や、情報量の増大、情報精度の向上が達成された。共有機構に関しては、柔軟に新たなサービス間共有を行える設計であるため、サービス間の連携などを図ることを容易にしている。

また、車両情報を送信する部分と車両情報を取得する部分に関して、多くのサービスが利用できるようなインターフェースを定義した。そして、本研究で提案したモデルに基づいたシステムを実際に構築し、車両情報の効率的な利用が可能であることを確認した。

本研究の成果により、車両情報の効率的利用が可能となり、情報集約型サーバモデルにおいて多くの新たなアプリケーションが構築されることが期待できる。

8.2 今後の課題

今後の課題として、規模性の問題とセキュリティの問題がある。

規模性に関しては、7章で述べたように、一台の登録サーバで処理を行える量には限界がある。一つのシステムで複数の登録サーバを構築することは可能であるが、処理量を増加させるために実装に工夫が必要であろう。

次に、セキュリティの問題というのは、共有情報は完全な匿名性を持たせるべきであるため、誤情報への対策がとりにくいということである。つまり、共有情報群に対して、大量の誤情報が提供されてしまった場合、どこからその誤情報が提供されているかが追跡できないことである。ある特定の登録サーバから大量にデータが提供されている場合は、ある程度の特定は可能であるが、完全な固体識別は不可能である。そのため、登録サーバの運営に関しては、現実的には接続状況のログを保存するなど、ある程度の拘束が必要であろう。

8.3 今後の展開

2006 年 3 月に予定されている InternetITS 協議会の実験に、本システムを組み込んでいただく予定である。実車環境での実験を行うことによって、新たな問題点を洗い出すとともに、InternetITS 協議会の共通サービス基盤 SIG というワーキンググループで活動することで、車両情報を記述する言語として VIML の改善と普及を目指す。

謝辞

本研究を作成するにあたりご指導いただきました、慶應義塾大学環境情報学部教授 村井純博士、並びに同大学環境情報学部教授 徳田英幸博士、同大学環境情報学部助教授 楠本博之博士、同大学環境情報学部助教授 中村修博士、同大学環境情報学部専任講師 南政樹氏に感謝致します。

また、常日頃からお世話になりました、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科講師植原啓介博士、同大学院政策・メディア研究科助手 佐藤雅明氏、同大学院政策・メディア研究科研究員 渡邊恭人博士、同大学院政策・メディア研究科助手 湧川隆次博士に深く感謝いたします。

研究を進めるにあたりご助言をいただき、時には励まして下さった、慶應義塾大学大学院博士課程 三屋光史朗氏、同大学修士課程 小柴晋氏、渡里雅史氏、岡田耕司氏に感謝をいたします。

また、論文作成にあたり多大なご助力とご助言をいただきました、慶應義塾大学環境情報学部 中村友一氏とインターネット ITS 協議会 共通サービス基盤 SIG の皆様に感謝をいたします。

同期の友人でもあり、互いに支えあった塚田学氏に深く感謝いたします。

本研究を進めるにあたりご支援をいただきました慶應義塾大学 徳田・村井・楠本・中村・南合同研究室の皆様、特に NACM 研究グループの皆様に深く感謝の念を表します。

皆様、本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko. *Mobility Support in IPv6*, June 2003. IETF work in progress.
- [2] Vijay Devarapalli, Ryuji Wakikawa, Alexandru Petrescu, and Pascal Thubert. *Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol*, February 2004. IETF work in progress.
- [3] インターネット自動車プロジェクト
, January 2005. <http://www.sfc.wide.ad.jp/InternetCAR/>.
- [4] 遠山祥広, 塚田学, 植原啓介, 砂原秀樹, 村井純. インターネット自動車のテストベッドの構築と評価, November 2004. 情報処理学会研究報告 第6回コビキタスコンピューティングシステム pp.37–pp.43.
- [5] eXtensible Markup Language, January 2005. <http://www.w3c.org/XML/>.
- [6] インターネット its 協議会, January 2005. <http://www.internetits.org/>.
- [7] Vehicle Information and Communication System, January 2005. <http://www.vics.or.jp/>.
- [8] G-BOOK, January 2005. <http://g-book.com/>.
- [9] internavi Premium Club, January 2005. <http://www.premium-club.jp/PR/index.html>.
- [10] CARWINGS, January 2005. <http://www.nissan-carwings.com>.
- [11] 砂原秀樹, 佐藤雅明, 植原啓介, 青木邦友, 村井純. Ipcar:インターネットを利用した自動車プローブ情報システムの構築, April 2002. 電子情報通信学会 B 論文誌 Vol.J85-B No.4, pp.431–pp.437.
- [12] 原史明, 栗栖俊治, 渡辺恭人, 白石陽, 寺岡文男. Gli システムにおける位置情報履歴および付帯情報管理機構の構築, March 2003.
- [13] 渡辺恭人, 竹内奏吾, 栗栖俊治, 寺岡文男, 村井純. プライバシ保護を考慮した地理位置情報システムの実装と評価, August 2003. 電子情報通信学会論文誌, Vol.J86-B, No.8, pp.1434–1444.
- [14] Sohgo Takeuchi, Yasuhito Watanabe, and Fumio Teraoka. The gli system: A global system managing geographical location information of mobile entities, August 2001. Trans. IEICE, Vol.E84-B, No.8, pp.2066-2075.
- [15] GLI プロジェクト, January 2005. <http://www.gli.jp/>.

- [16] 佐藤雅明. インターネット自動車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, March 2001.
- [17] International Organization for Standardization, January 2005. <http://www.iso.ch>.
- [18] 堀岡大輔. 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, March 2003.
- [19] Point Of Interest eXchange Language, January 2005. <http://www.w3c.org/TR/poix/>.
- [20] Geography Markup Language, January 2005. <http://opengis.net/gml/>.
- [21] G-XML, January 2005. <http://gisclh.dpc.or.jp/gxml/contents/index.htm>.
- [22] Road Web Markup Language, January 2005. <http://rwml.its-win.gr.jp/>.
- [23] Document Object Model, January 2005. <http://www.w3c.org/DOM/>.
- [24] 日野哲志. 通信環境を考慮したインターネット自動車のためのアプリケーション開発環境に関する研究, March 2003.