

テレマティクスサービス向け情報圧縮方式

清原 良三^{†1} 伊藤 一彦^{†1}
齋藤 正史^{†1} 小塚 宏^{†1}

スマートフォンが登場し、無料で利用できる通信機能を活用したカーナビゲーションシステムの登場により、テレマティクスサービスの爆発的な普及が想定される。テレマティクスサービスにおいてはアップリンク、ダウンリンクともに大量のデータ送受信が行われる。コスト面を考えた場合、ユーザ、キャリア、サービス提供者のいずれかの負担が大きくなるため、データ通信量を如何に減らすかが重要な課題となる。本論文では、送受信に必要なデータのみを選択した上で、送信時の状態に応じたデータ削減方法を選択適用することによりデータサイズを削減する方法を提案する。さらに、ISO22387で示されたプローブデータに適用することにより評価し、その有効性を示す。

A Data Compression Method for Telematics Services

RYOZO KIYOHARA,^{†1} KAZUHIKO ITOH,^{†1}
MASASHI SAITO^{†1} and HIROSHI KOZUKA^{†1}

Telematics services will spread to a lot of users as the telematics smartphone free of charge applications are increasing. In these telematics services, servers and in-vehicle information devices have to communicate with various kinds of large data for uplink and downlink. How to decrease the data size for communication is one of the most significant issues because of the cost for users and service providers. In this paper, we propose a new data compression method for telematics which deletes the redundant data and applies the appropriate compression method by the situation. Moreover, we evaluated it with the probe data defined by ISO22387 and got positive results.

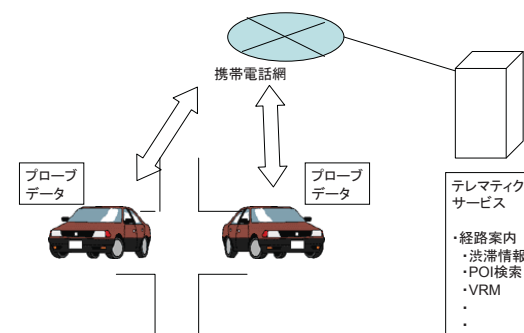


図1 テレマティクスサービス

1. はじめに

自動車に対する渋滞情報の提供など各種サービスを想定した ITS のサービスが、VICS^{*1}や DSRC^{*2}を利用した ITS スポット¹⁾ など路車間通信を中心に展開されつつある。一方、路側に設備不要で、車載機器に広域の通信機能を持たせるだけで利用できるテレマティクスサービスも徐々に普及してきた。さらに、普段の生活で保持しているスマートフォン上に、高速な通信機能を活用したナビゲーションサービスが無料で利用できるアプリの登場により、テレマティクスサービスが爆発的に普及する時代になりつつある。

スマートフォン上でのテレマティクスサービスは10年以上寿命がある自動車と、2年もすれば新しいサービスが登場する車載機器との寿命のギャップを埋めることができる。そのため爆発的な普及が想定されている。図1に本論文で対象とするテレマティクスサービスの典型的な構成を示す。各自動車において様々なデータをプローブしてサーバに送りサーバ側でデータ解析を行い、個々の車向けのサービスや交通全体へのサービスなどに利用する。

道路走行中の多数の自動車から広域網を利用して位置や速度というプローブデータを TSP^{*3}に提供し、TSP はこれらのリアルタイムの情報や過去の情報を分析して総合的に判断し、渋滞情

^{†1} 三菱電機(株)情報技術総合研究所
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION, INFORMATION TECHNOLOGY R & D CENTER

*1 Vehicle Information and Communication System

*2 Dedicated Short Range Communication

*3 Telematics Service Provider

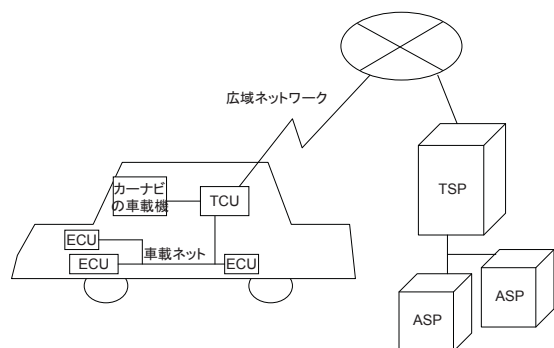


図2 システム構成

報や道路の状態の情報を走行中の自動車に供給するサービスも多数登場している²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。また、各自動車のプローブデータをもとに故障診断や予兆の分析などVRM^{*1}に利用するといったサービスや、欧州では既に法制化されている衝突時の自動緊急コール⁷⁾のサービスなどがある。スマートフォンでも車載機器と接続し、CAN^{*2}の情報も取得できるようになるとテレマティクスのサービスを維持する各車両の走行データの供給元にも十分なりえる。

しかしながら普及すればするほど、そのためのM2M^{*3}通信のトラフィックは増大し、従来は無視できたような少量だが多数回のアクセスや、高速で移動する車からの通信であるための不安定な通信による通信の再送などが、ユーザやサービス側のコストに影響すると言われており⁸⁾、通信量の削減は重要な課題と考える。

本論文ではテレマティクスサービスの通信面での課題を整理し、送受信するデータの圧縮によるデータ削減に着目し、その方式を提案、評価し、その有効性を示す。

2. テレマティクスサービスにおける通信データ

テレマティクスサービスの典型的なシステム構成を図2に示す。自動車内では、各種ECU^{*4}が

搭載され、これらがセンサの働きの意味を持つ。たとえばワイパーの動作情報ならばその自動車周辺で降雨などの視界不良が生じている可能性を示す。ABS^{*5}など滑りを止める装置の動作の情報は積雪等の抵抗の低い路面や、急カーブ/見通し不良といった事故リスクの高い地点を示す、また、エアバッグの動作情報は衝突事故を示す。これらのECU上の動作は、多くの場合はCANなどの車載ネットワークを通じて集めることができる。

TCU^{*6}と言われる機器は、広域の通信機能を保持し車載ネットワークともつながるGW的機能を持つ通信モジュールである。独立した製品もあれば、カーナビなどに搭載する通信モジュールとして機能を搭載している場合もある。TCUは広域ネットワークを経てTSPと呼ばれるサービスプロバイダを経由してASP^{*7}のサービスに接続する。日本では多くの場合TSPはカーメーカや機器メーカが運営していることが多い。

テレマティクスサービスにおいては車載機器側とサービス側との間で以下に示す3種類の特性を持つデータが送受信される。

- (1) アップロードデータ
位置情報や車速情報など、テレマティクスサービスの中でもリアルタイムの渋滞情報などを計算するための元のデータである。何分かに1回データを取得し、リアルタイムに状況を把握しながら、過去の実績から将来を予想するなどに利用することができる。
- (2) ダウンロードデータ
目的地までの渋滞情報などのほか、POI^{*8}などの検索に応じた情報、地図更新情報などを送付する。必要に応じて情報を送信するオンデマンドの場合が多い。
- (3) ブロードキャストデータ
走行エリア周辺の道路状況など車を特定するわけではない情報はブロードキャストされる。VICSなどの情報網を使うことにより実現されていることが多い

これらの中で、携帯電話網などに影響を与えるアップロード系とダウンロード系のデータの双方のデータ量削減が重要である。本論文においてはこの中で、いわゆるプローブデータのアップロードに焦点を絞ってそのデータ量削減方式を検討する。

- データ量の削減にあたっては以下のような視点でのデータ量の削減がそれぞれ重要と考える。
- 複数の車で同じ情報をアップロードしたり、1台の車で冗長となるような情報のアップ

*1 Vehicle Relationship Management
*2 Controller Area Network
*3 Machine to Machine
*4 Electronic Control Unit

*5 Antilock Brake System
*6 Telematics Control Unit
*7 Application Service Provider
*8 Point Of Interest

ロードを避けること

- 不安定な通信のレイヤでの再送などの回数を減らすこと
- データを小さく表現し、サイズを小さくすること

本論文では、それぞれの項目でのアプローチがある中で、特に圧縮によりデータそのものの大きさを小さく表現することにさらに焦点を絞って検討する。

3. 関連研究

テレマティクスのサービスが普及すると送受信するデータ量が大きくなると言われており、車々間での通信や、サーバ側で予測できる範囲で自車が動いている場合は自車からサーバに対して情報を送信しないといった手法が既に提案され⁹⁾、データ転送量の削減に効果があることが示されている。この方式では個々の車の速度や方向に変化があったかどうかなどの自車内での情報に基づいて通信をするかどうかを決めることにより通信量の削減をしている。

また、多数の車が存在する場合は、すべての車が情報を送出しなくても渋滞情報などはある程度の車の動きだけで把握できるはずである。どの程度少ないデータでも正確に渋滞を予測できるかという限界値を求めるためにシミュレーション実験をしたという報告もある¹⁰⁾。

しかし、これらは渋滞情報という単独のサービスに対応する場合だけに有効であって、複数のさまざまなサービスを想定するとあまり現実的でない。

また、データ量そのものを削減する研究では、一般的な符号化技術やデータ圧縮技術があるが汎用的であり、理論限界に近いものの、送信側と受信側の双方でデータの特性がわかっている場合に適しているわけではない。例えば、XMLのデータを携帯電話上にダウンロードする際の圧縮の効率化に関する研究がある¹¹⁾。これらは、タグがなくとも、先にサーバ側でパースすることにより効率的なデータ配信ができるというものである。また、Google社の提唱する protocol buffer 技術¹²⁾も構造を持った可変長のデータを効率良くシリアライズ処理可能である。

しかしながらテレマティクスのデータには常時送るべき情報と、いつもあるわけではない情報が混ざると前記の手法を単純に適用したのでは効果的に圧縮ができるわけではない。しかしながら事前に送受信側でデータの構造などを既知で動作可能であるため、汎用的な圧縮方式に比べ高い圧縮率を実現できる可能性が高い。

そこで、文献 13)、14) では、広域網ではなく、ビーコンの双方向通信を想定し、通過時に最低限のコアデータを送出するための圧縮方式を提案している。位置情報と時刻の情報を空間データと時間的データに分離し、空間的プローブデータは等間隔で計測したデータであることを利用して、常時送る位置情報を元のいた位置からの角度情報のみをプローブデータで送れば良いこと

を示した。また、等間隔で通過する時間的なデータは、直行変換を用いた手法で、差分情報で表現する形にし、空間データと時間データをあわせた後、ハフマン符号化を行うことにより圧縮している。DSRCを利用した場合は、送受信位置での高さの情報などが既知であるのに対して、広域網を利用した場合は、高さの情報はなく、このままの手法では正確性に欠く。また、広域網が発達し、各種テレマティクスサービスを想定すると、コアデータよりむしろそれ以外のデータの方が大きくなることが十分想定されるため、この手法では十分ではない。

そこで本論文では既存の技術を適切に使い分けることによりデータの効率的な圧縮を実現する方式を提案する。

4. プローブデータ

4.1 プローブデータの分類

プローブデータは、以下に示す3種類のデータに分けて考える。

- (1) 毎回の送信時に送るどんなアプリケーションにも必要とされるコアデータ。
- (2) 必要な時にのみ送るデータで、アプリケーションによって必要、不要などが別れる。
- (3) アプリケーションから要求があった時にのみ送るデータ。

現在のテレマティクスサービスは、それぞれTSPごとに情報を定義し送受信されていてその仕様はほとんど公開されていない。しかし、実際には複数のプロバイダでデータを共有するなどして、情報の精度を上げることが想定される。そのような観点から、ISOにおいてプローブデータを共通化するために、ISO22837¹⁵⁾として規格化もされている。

4.2 ISO22837

本論文ではISO22837に基づいたプローブデータを対象としてその圧縮方式を検討し評価する。ISO22837では大きく上記コアデータと初期データセットが定義されている。アプリケーションによっては初期データセットより選択的に情報を利用する。

ISO22837では、プローブデータは要素データとプローブメッセージと呼ばれる構造情報からなり、プローブデータ以外の情報も車両とサーバ間でやりとりすることを想定し、プローブメッセージは各種名前情報などが含まれる。プローブデータはコアデータとそれ以外に分けられる。コアデータはプローブ情報を取得した時刻情報、緯度、経度、高さなどの位置情報などからなる。

一方コアデータ以外には、位置情報の精度に関する情報や、カメラで判断したレーンの情報や、前方車との距離、速度、気温といった様々な情報が、アプリケーションによって選択的に付加される。このようにプローブデータは様々な情報から構成される。データの要素の一部の例を

表 1 プローブデータの例

名称	データの値	内容
周辺温度	2桁の符号付整数	周辺の温度
ワイパー情報	1桁整数	ワイパーの動作有無, 速度などの情報
雨量	3桁整数	1時間当たりの雨量
明るさ	1桁整数	明るさ7段階
車速	2桁整数	秒速, 信頼度情報も付加
他車や障害物の有無	ブーリアン	走行レーン上の前方車両, 障害物
他車や障害物との距離	3桁整数	10cm 単位
他車や障害物の方向	2桁符号付整数	角度
ABS 作動状態	ブーリアン	道路のすべり易さの情報
TCS 作動状態	ブーリアン	道路のすべり易さの情報
横滑り防止装置動作状態	ブーリアン	道路のすべり易さの情報

表 2 言葉の定義

言葉	定義
センシングデータ	各種 ECU から得られる情報
コアデータ	時刻と位置情報
データセット	コアデータ以外のデータでサービスごとに決められるデータ集合
サービス ID	データセットを一意に決める ID
データレコード	コアデータ, サービス ID, データセットからなる一定時刻におけるセンシングデータ
プローブデータ	データレコードの集合であり, 送信単位

コアデータ				センシングデータ							
時刻	緯度	経度	標高	温度	ワイパー	雨量	明るさ	ABS	TCS	
8Byte	8Byte	8Byte	4Byte	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte	1bit	1bit	

図 3 センシングしたデータの例

表 1 に列挙する。

これらのデータは、例えば雨量の情報やワイパーの動作状況などはサービス側からはその位置における天候情報があるので、天候に関するサービスでは有効活用できる。一方道路の状態の情報などは、経路上の道路状態を予め送信するような安全・安心サービスへの適用がある。

5. 提案方式

5.1 情報送信とセンシング

プローブデータは、情報のセンシングと、集めたデータの情報送信との2段階に分かれる。情報のセンシングは、時系列データで一定の細かさが必要である。一方データの送信は一定のデータを集めて送ることを想定する。そこで、表 2 に本論文における言葉の定義を示す。センシングデータは ISO22837 にあるようにその内容によってデータ長は違い、またセンシングの項目によっても可変長となる。

即ちデータの送信は複数のデータレコードをまとめて送ることになる。例えば 1 分ごとにセンシングしたデータを蓄積し、10 分に 1 回サーバにアップロードするような場合は、プローブデータは 10 のデータレコードからなることを示している。

また、サービスによっては、必要とするセンシングデータの種類の種類、取得頻度が違う。そのため取得時間ごとにすべてのセンシングデータは取得するものの、データ送信時には選択的に必要なデータのみ送付することによりデータ量を削減する。このような削減手法はすでに 13) でも提案され、ISO22837 でも想定されている。

5.2 基本データ形式

図 3 にセンシングデータの例を示す。それぞれ項目と必要なデータサイズを記載した。途中省略しているがプローブできた全情報となる。図 4 に元のセンシングしたデータをサービスに合わせて必要なデータにのみ削減したデータレコードの例を示す。本例では、温度、ワイパー、雨量、明るさといった天候に関する情報を必要とするサービスの例である。サービスを示すためにはその ID の情報が必要である。サービス ID の情報量は、サービスの種類に依存するため可変長である。表 3 に、サービス ID の例を示す。図 5 にデータレコードを数分間分集め、送信しようとする情報の例を示す。最初の時刻には天候に関するサービスが必要とするデータを。次の時刻の分は基本情報以外は必要とするサービスがない。2 分目では天候のサービスでも温度のみ必要なサービスであり、3 分のところでは、ABS が作動した時のみ必要とするサービスへの対応であり、最後は再び基本情報のみ必要という例である。

5.3 圧縮方式

次に示す基本方針に基づいて圧縮処理を行う。

- (1) 車載器の起動時にサービスの情報など定期的に送信すべき情報を取得する。サービス変更時も同様。
- (2) コアデータは基本的に差分情報にて送信する。差分情報のデータ幅で送れない場合は元

コアデータ				サービス ID	センシングデータ			
時刻	緯度	経度	標高	ID	温度	ワイパー	雨量	明るさ
8Byte	8Byte	8Byte	4Byte	可変長 Byte	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte

IDに応じて選択されたデータ

図4 データレコードの例

	コアデータ				サービス ID	センシングデータ			
	時刻	緯度	経度	標高	ID	温度	ワイパー	雨量	明るさ
0分	8Byte	8Byte	8Byte	4Byte	可変長 Byte	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte
1分	8Byte	8Byte	8Byte	4Byte					
2分	8Byte	8Byte	8Byte	4Byte	可変長 Byte	1Byte			
3分	8Byte	8Byte	8Byte	4Byte	可変長 Byte	1Byte			
4分	8Byte	8Byte	8Byte	4Byte					

図5 プローブデータの例

のデータとする。

- (3) コアデータ以外は、ID によるデータセットの情報と項目ごとの差分情報で構成する。ブリアンデータに関しては ID と一対一でビット位置まで一意に決める。

図5のプローブデータを上記に沿って圧縮した例を図6に示す。多くの場合、レコード数の情報や、可変長データの長さの情報などが必要になるケースが多い。そのために1バイト以上の情報を使う必要がある。しかし、本方式ではサービス ID がすべての情報パターンを含むため、サービス ID がわかれば、センシングデータの情報に関してはすべてビット位置まで決まるため、サービス側で復元可能になる。そのため、データ長を示すような冗長な情報は不要である。可変長のサービス ID についても1ビットの連続する情報かどうかを示す情報を使うことによ

表3 サービス ID とサービスの例

サービス名	ID	
なし	0	サービスを受けない送信情報なし。
渋滞情報	01	コアデータ、速度、ブレーキの状態を送信
道路状態情報	02	温度、ABS、TCS、横滑り防止装置の状態送信
天気情報	04	温度、雨量、ワイパー状態、明るさの情報送信
エコ診断	08	燃費情報、アクセル情報、ブレーキ情報、速度、加減速情報送信
遠隔診断	16	EUC 内の DTC コードやアラーム情報送信
経路案内	32	案内経路からはずれた場合のコアデータ送信

	コアデータ				サービス ID	センシングデータ			
	時刻	緯度	経度	標高	ID	温度	ワイパー	雨量	明るさ
0分	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte	可変長 Byte	1Byte	4 bit	4bit	4bit
1分	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte					
2分	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte	可変長 Byte	1Byte			
3分	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte	可変長 Byte	1Byte			
4分	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte					

図6 プローブデータ圧縮の例

て、残りの7ビットのセルの可変長とすることにより、特別な長さを示す情報は不要となる。

この例では、コアデータ28バイトの情報は多くの場合4バイトで表現できる。また、センシングデータは元が1バイトなどのものが多いため、極端には減らすことはできないが半減する項目中にはある。この例ではトータルで、1つのプローブデータ109バイトが27バイトと3分の1に圧縮できることを示している。

しかしながらプローブデータの送信は数分に1回である。これらの情報をどの車の情報かなどを特定するために、毎回認証を取る方式にすると、これに製造番号など一意に車載器や車を特定する情報が必要となる。これらの情報は個人情報に当たるもので、特にISO22837では規定し

ているわけではない。しかし、VRMの情報であるとか経路案内などで過去の個人ごとの嗜好パターンなどを使うことを想定すると、ユーザの承認の元に情報を収集しても良いものと考えられる。そのため、コアデータも、その他のデータと同様に増加すると考えられる。

6. 評価

ISO22837を実装する場合において、以下に示す5種類のデータ長のタイプになる。

- (1) boolean データ (スイッチのオンオフなど)
- (2) 1 バイトデータ (ギアの位置などのデータなど)
- (3) 2 バイトデータ (秒速のメータ精度でのデータなど)
- (4) 4 バイトデータ (高さなどの情報)
- (5) 8 バイトデータ (位置情報や時間の時刻の情報など)

ここで、各 boolean タイプのデータの種類の数をそれぞれを $nboolean$ 、1 バイトタイプを $nbyte$ 、2 バイトタイプを $nshort$ 、4 バイトタイプを $nint$ 、8 バイトタイプを $nlong$ とすると、以下のバイト数となる。

$$recodsize = nlong \times 8 + nint \times 4 + nshort \times 2 + nbyte + nboolean \div 8 \quad (1)$$

ISO22837における主要なデータでは $nlong = 3$ 、 $nint = 4$ 、 $nshort = 23$ は、 $nbyte = 17$ 、 $nboolean = 8$ 種類である*1このことから1レコードの本質的なデータサイズは、104 バイト程度と考えられる。1分に1回の情報取得をしていて、まとめて10分に1回送信する場合で、車1台が1K バイト程度の送信を走行中に必ず行うことになる。

しかしながら実際に行われるサービスにおいては、ISO22837は最低限の情報であり、プライバシー情報を除いたものであることから、VRMなどのサービスに必要な車両を特定する情報や、100個以上搭載されている各種ECUの情報や、車種特有の情報などがあることを想定すると、この程度の通信量では納まらないが、情報の性質はISO22837で代表されていると考えられるため、どの程度の比率で圧縮可能かという観点で評価を行う。

図7に圧縮しないで全データを定型のフォーマットで送る非圧縮方式、全データをレコード内で差分を取っておく全データ差分表現の方式、サービスに対応したデータのみを送る対象サービスデータでの差分表現方式、さらに今回の提案方式に関して、それぞれ1時間分のデータを送る場合に関して示した。横軸は、60分分のデータを何分に1回に分けて送信するかを示してい

*1 定義上は同じフィールドでも複数の情報からなる場合は分けている。また、ひとつのフィールドで各ビットに意味がある場合などはまとめている。

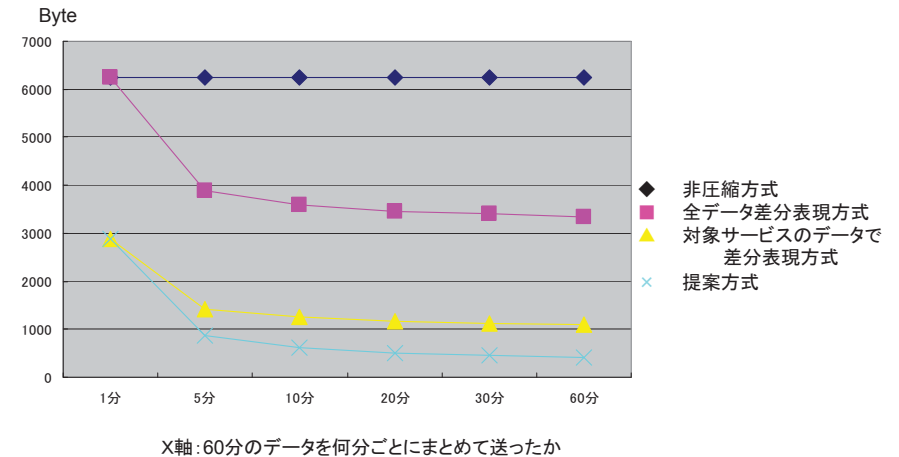


図7 データ圧縮の方式によるデータ量評価

る。縦軸は1時間分データの総バイト数である。また、サービスを指定することにより平均として1/4のフィールドのデータを送ると仮定し、前のデータと異なったデータとなるフィールドは全体の1/8のフィールドとなる場合である。また、送るデータの最初のレコードは差分表現ではなく、2番目のレコードからを差分表現とする方式とした場合である。

この結果を見ると提案方式は何も工夫しない場合に比べて、1時間分まとめ送りすれば約1/15にデータ量を削減できていることがわかる。ただし、データの送信間隔は5分から10分程度が渋滞情報などのリアルタイム性の必要なデータの送信を考えると妥当であり、1/7から1/10程度のデータ量への削減となる。

また、ここではデータの送信のたびに最初のレコードは差分ではなく全情報を送っているため、すべてを差分表現方式とすると、1分や5分ごとの場合でもデータサイズそのものは60分の場合と変わらなくなる。

次に提案方式において、サービスの対応の状態を変えた場合の比較を図8に示す。全サービスすべてを対象とした場合のほか、50%、25%、12.5%、6.25%を対象とした場合のデータで、その中で1/10のデータが変わった場合のデータサイズをそれぞれ何分のデータをまとめて

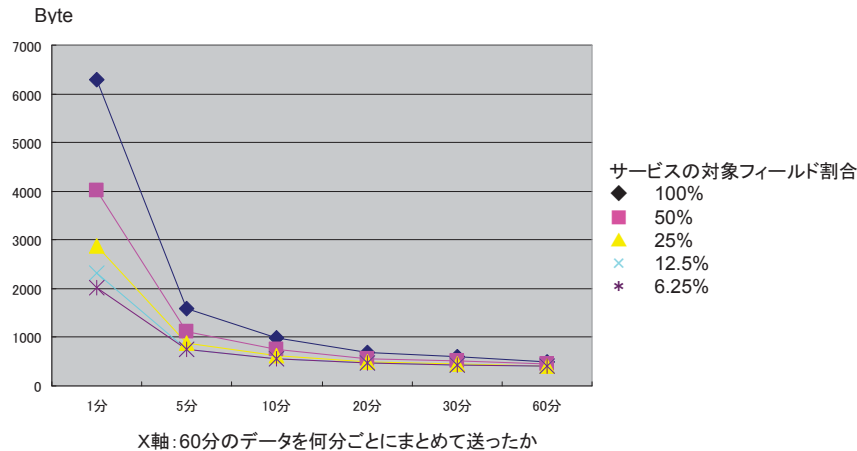


図8 対象サービス数の違いによるデータ量評価

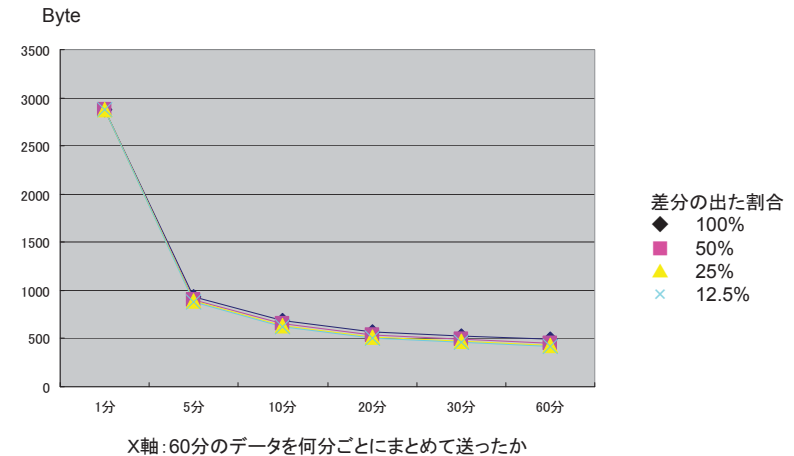


図9 変化するデータ数によるデータ量評価

送ったかで示す。

送信間隔を短くした場合には顕著に差がでるものの、送信間隔10分以上の場合は、対象サービスを絞ったとしても絞らず全サービスを対象とした場合とそれほど大きくデータサイズが変わるわけではないことがわかる。これは1/10ほどのデータしか変わらないという前提があるためである。しかしながら実際には渋滞などの情報を計算する上で、最低でも10分程度の間隔で最新のデータを求められるとすればサービス対象に絞ってデータを送るという方法は有効であることがわかる。

さらに、デフォルトあるいは前回送信データと変化する値の割合によって、サービス対象データを1/4としてどのようになるかを調べた。たとえば雪道や雨天の時などは時々刻々と道路の状態も変われば路面に合わせた運転状態も変わると考えれば、多くの状態が変わることが想定されるし、晴天時の高速道路でオートクルーズ設定などをしていると全く情報が変わらない場合もある。これらの場合でのデータサイズの違いを図9に示す。

差の出た割合によるデータサイズの違いは若干あるもののわずかの差である。これは基本的に差の位置などの情報およびサービスをすでに1/4に絞った状態で比較するためである。ここ

で、図7で示した結果では変わった部分だけを送信することで効果が出ているにも関わらず、図9では全データが変わった場合と比べて効果が出にくくなっている。この理由は、100%データが変わっているとしても、どのデータが変わったのかという情報を付与するために、実際には差がどのフィールドにあったかを示す情報が付与されるなどするためである。

7. おわりに

本論文は、テレマティクスサービスにおける通信データ量の削減に関して、技術要素を整理した上で、まずはプローブデータのアップロードのデータサイズの削減手法を中心に検討し、差分情報とサービスによるデータ選択によるデータサイズ削減手法を提案した。提案手法をISO22837に基づき、評価した結果、5分から10分間隔でデータを送信する場合のデータ削減に対して有効であることを示した。さらに、ISO22837は必要最低限のデータセットであるが、同様の性質をもつかぎりデータ量が増えても同様の割合での削減効果が期待できると考える。

一方データサイズを小さくした場合は、TCP/IPなどのデータを載せるためのプロトコルや、その上での認証などを含むアプリケーション層でのオーバーヘッドも無視できなくなる。これ

らの点の検討, およびプローブデータのアップロードに伴い, 各種情報が配布されるダウンロード系のデータ削減も必要であるため, これらの検討を今後行い, 送受信におけるデータサイズの削減を目指す予定である.

参 考 文 献

- 1) 国土交通省:ITS スポットサービス, http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/spot_dsrc/index.html〈参照 2011-9-26〉
- 2) G-Book:<http://g-book.com/>〈参照 2011-9-26〉
- 3) NISSAN CARWINGS: <http://drive.nissan-carwings.com/WEB/index.htm>〈参照 2011-9-26〉
- 4) Honda internavi:<http://www.honda.co.jp/internavi/>〈参照 2011-9-26〉
- 5) Navigation System, Auto Security, Vehicle Diagnostics - OnStar - OnStar.com: <http://www.onstar.com/web/portal/home>〈accessed 2011-9-26〉
- 6) Ford Sync: <http://www.ford.com/technology/sync/> 〈accessed 2011-9-26〉
- 7) Europe's Information Society: Esafty:ecall—emergency call for car accident, http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/ecall/index_en.htm 〈accessed 2011-09-26〉
- 8) Rick Merritt: モバイル機器のデータトラフィックが急増, 利用者と事業者間の対立発生か, EETIMES, <http://eetimes.jp/ee/articles/1104/04/news059.html>〈参照 2011-9-26〉
- 9) Hung T. N., Ikeda H., Kuribayashi K., et al.: Reducing the Network Load in CREPEEnvironment, Journal of Information Processing, Vol.19, pp.12-24(2011)
- 10) 田島隆行, 若山公威, 佐藤龍哉ほか: 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, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS 102(695), pp.61-67,(2003)
- 11) 小林垂令, 村松茂樹, 西山智: XEUS: 携帯電話向け XML 文書符号化方式, 情報処理学会論文誌 Vol.50, No.1, pp.209-221(2009)
- 12) Google: プロトコルバッファ, <http://code.google.com/intl/ja/apis/protocolbuffers/> 〈参照 2011-9-26〉
- 13) 足立晋哉, 新倉聡, 田島昭幸: プローブデータの圧縮方式の研究: プローブデータのロッシー圧縮アルゴリズム, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS 104(762), 13-18, 2005-03-22 (2005)
- 14) Adachi S., Ikeda R., Nishii H., et al.:Compression Method for Probe Data, Proc. of the 11th World Congress on ITS, CD-ROM (2004)
- 15) ISO:22837, http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=45418
- 16) iSuppli: <http://www.isuppli.com/Automotive-Infotainment-and-Telematics/Pages/Headlines.aspx>〈参照 2011-9-26〉