

テレマティクスサービスに向けた端末上での プローブデータ生成方式

加藤 翼^{†1} 柿澤浩仁^{†1} 清原 良三^{†1}

スマートフォンの普及により、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としての利用が爆発的に増えることが想定される。すなわち、携帯電話網を活用したテレマティクスサービスが爆発的に普及すると予想できる。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が、携帯電話網ではアップリンクの帯域はダウンリンクに比べ狭い。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、これらのデータ通信量を如何に減らすかが重要な課題となる。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、これらのデータ通信量をいかに減らすかが重要な課題となる。我々はすでにデータの圧縮方式に関して提案し、シミュレーションにおいて評価を行い有効性を示している。本論文では実走行データを元に、GPSなどのセンサの精度の影響が無視できる程度であること示すとともにより効果的に圧縮できる方式を提案し、評価した。また、その評価結果に基づき、さらなる圧縮に関してその可能性を示す。

A Method of Generating Probe Data for Telematics Services

TSUBASA KATO^{†1} HIROHITO KAKIZAWA^{†1} RYOZO KIYOHARA^{†1}

With the increased availability of free telematics smartphone applications, it is predicted that many more consumers will use them. These telematics services require that servers and consumer devices, such as smartphones and car navigation terminals, transmit large amounts of small data by uplink. Finding methods to decrease the data size that is transmitted is one of the most significant issues in this field because of the cost of transmission for consumers and service providers. In our previous studies, we proposed a data compression method for application with telematics technology, which deletes redundant data and applies an appropriate compression method for a given situation. We evaluated the proposed method and report positive results with a traffic simulator. However, there are difference between probe-data from actual vehicle and simulation result. Therefore, in this paper, we evaluate our method by actual probe-data and show the good result. Moreover, we discuss about the improving our method.

1. はじめに

コンピュータの処理速度や通信速度の向上によって、数多くのデータが集められるようになってきた。さらに、その集合体である大容量のデータ、ビッグデータが注目され始めている。集めた大量のデータを収集・分析してデータの傾向を見いだすことで、現状の問題点の改善や、より効果的な施策を行うことができる。その為、科学分野や生物分野、ソーシャルネットのログ、金融や医療など、様々な分野等で幅広く利用されている。

ビッグデータはITS (Intelligent Transport Systems, 高度道路交通システム) 分野の技術にも使われており、その種類の一つにプローブデータがある。プローブデータは車載器等から取得した車の走行データで、走行時の位置情報や速度情報、計器の状態等の様々なデータを含んでいる。このデータをネットワークに繋いだ車載器等から TSP

(Telematics Service Provider) に送信し、渋滞や混雑の状況を判断したり、ワイパーの動作状況から天気の情報判断

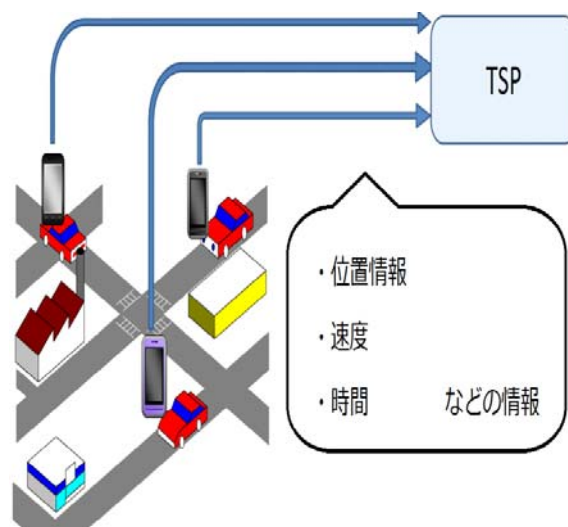


図 1 テレマティクスサービス概要

^{†1} 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology

したりする等、様々な用途で使うことができる。(図 1)
このデータは実際に様々な道路を走行している車両から送られてくるデータであるため、VICS (Vehicle Information and Communication System, 道路交通情報通信システム) のシステムのみでは取得しきれない、幹線道路以外の細かな道路の情報も取得することができる。

走行車両から取得したプローブデータは一定時間ごとに TSP に送信され、さらに TSP から各サービス会社や車両へとデータが送られる。送られたプローブデータを処理したデータを車両が受信する。

このような、ネットワークに接続して利用できる自動車向けのサービスをテレマティクスサービスという。このテレマティクスサービスは、トヨタ社の G-BOOK[1]や、ホンダ社のインターナビ[2]、日産社のカーウイングス[3]等で実用化され、利用されている。具体的な内容を挙げると、カーナビのディスプレイを利用して電子メールや SNS (Social Networking Service) を利用したり、天気や渋滞等の道路の情報を受信して表示したりする例が挙げられる。

テレマティクスサービスやプローブデータの利用は、現在爆発的に利用が広まっているスマートフォンとの相性が良く、スマートフォンは車載器としても普及していくと考える。スマートフォンが車載器として普及する理由として、無料のナビアプリが提供されていることや、Display Audio という製品の存在がある。Display Audio とは図 2 に示すような、スマートフォンを車載ディスプレイに接続し、大きな画面で表示・操作することができる製品である。今までは操作性や視認性から、運転中にスマートフォンは利用しにくかったが、これらの商品が普及することでスマートフォンがカーナビやオーディオ機器のような自動車向けサービスの代わりとなっていくと予測できる。

スマートフォンを車載器として搭載した車は、プローブカーとなり、データを収集することができる。スマートフ

ォンは専用の車載器に比べ比較的安価でありながら GPS (Global Positioning System, 全地球測位システム) センサや地磁気センサ、加速度センサ等の豊富なセンサが付いており、データ収集に適している。さらに、通信機能を用いてデータ通信を利用することで、集めたデータを送るだけではなく地図の更新や道路情報の取得も容易である。そのため、主にタクシーやトラック等で使用するだけであった今までのプローブデータ収集は、これからより一般向けに利用されていくのではないかと考える。

しかし、常時データを取得し続けていてもナビや地図のアプリを起動していなければマップマッチングが行えない。そのため、ナビを使っていなくてもデータ収集や補正ができる方法を考える。そして、車による移動中ではない場合はデータの収集を止められるようにする必要がある。

さらに、大量のデータを収集することで通信量が増加するという問題点があり、ピーク時の通信量や処理量を考えるとデータ量の削減や、端末上でのデータ処理が必要となってくると考えられる。今までのプローブデータは取得した様々なデータをそのまま送っていたが、処理能力の高いスマートフォンを利用することによって必要なデータを端末上で補正・整理した後に送信することができる。この処理によってデータ量の圧縮が可能で、回線網への負担を軽減することができる。

そこで、本論文ではスマートフォン上でデータを取得し、そのデータをサーバに送信することを想定した送信データの生成方式について考える。ピーク時はエリア内のデータの通信量が多くなることが想定される。そこでデータ圧縮する方式に関する研究があり、我々の研究室でもプローブデータ圧縮に関して研究している。しかし、実データに基づいた評価はまだ行われていなかったため、実データを取得して評価を進めた。

2. 関連研究

自動車をセンサとして利用するテレマティクスサービスの、プローブデータの圧縮に関しては従来から多くの研究がある。

例えば文献[5]では、携帯電話網ではなく、路側に設備をおき、自動車が通過する際に通信する DSRC をアップリンクとする方式として検討されている。車両が一つの通信範囲を通過する際に、データを送信するため、その通信領域内で通信可能なプローブデータのみを送ることによりデータ量を削減しているが、路側の設備はあらゆる道路に設置することは非現実的であり、一定の道路の情報を収集する目的には適しているが、車両そのものに着目して様々な情報を送受信するには適していない。

また文献[6]では、車両の移動を緯度や経度といった位置情報ではなく、移動した距離と角度で表わすことにより位



図 2 DisplayAudio の例
(CEATEC Panasonic ブースより [4])

置情報のためのデータ量を削減するところが照会されている。比較的直線区間の長い道路などでは利用できるが、一般道路の場合に、この方式の有効性は限られると考えられる。

また、文献[7]では、車両同士の関係を利用して一部のデータを代表的なデータとして送信することにより、全体の通信を減らすという試みが報告されているが、車両同士の通信を確実にするための機器の普及には時間がかかるため現実的ではない。

我々も、過去に文献[8]に示すように、データの送信を全車両が行うのではなく、時間的、空間的にデータを間引く方式を提案している。しかし、この方式も間引くためのグルーピングをどうするかなど課題が大きく、現実には課題が大きい。

そこで、我々の文献[9][10]に示すようなプローブデータの圧縮方式が有効だと考えるが、自動車が理想的な動作をすることを前提にフォーマットを決め、シミュレーションで評価しているにすぎず、その有効性に疑問が残る。

そこで本論文では、文献[9]の方式を、実車を利用したデータに適用することにより、有用性を示すことを目的とする。

3. 差分表現を用いたデータ圧縮方式

本論文でベースとする差分表現方式に関して述べる。差分表現方式には、固定長で表わす方式[9]と可変長で表わす方式が考えられるが、小さなデータにも関わらずデータの長さのフィールドを設けていたのでは効率が悪いと、文献[10]では図3に示すような数ビットのフィールドで表わすこととし、想定以上の差分が出た場合には固定長での表現よりも効率が悪くなったとしても、全体としての圧縮率が高くなる方式を提案している。

具体的にはフィールドの出る順番を決めておき、差

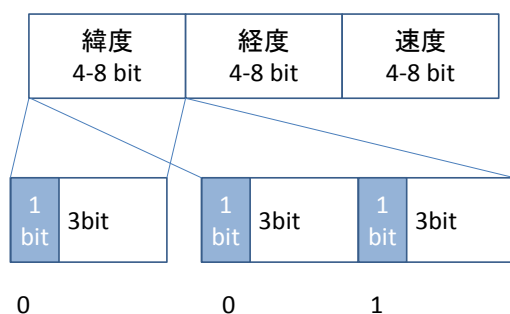


図 3 可変長のデータフォーマット

分がない場合には1ビットの0で表現し、このフィールドに1が立っている場合は続く3ビットが差分を示すとしている。次の1ビットが1の場合は継続して差分情報が3ビット含まれ、合計6ビットで表わされるが、次の1ビットが0の場合は継続情報がないことを示している。

このように表現することにより差分がない場合は、あるフィールドは1ビットで表現され、想定内の差分の場合は5ビットで表現でき、想定以上の場合は、9ビットかまたはそれ以上となる。

しかし、想定したビット数は、精度数 m 程度で緯度、経度を表現した場合で、通常速度で移動した場合でもただ移動できる距離には限界があるという点から導き出したものである。

交通シミュレータ[11]を利用してシミュレーションした結果、本方式は一定の効果があることがわかっているが、あくまで理想の動きをした場合の結果と考えられる。実際には、交通の流れにのって、制限速度を守りきれないケースもあるであろうし、GPSの精度の問題などもあり理想通りのデータになるとは限らない。

そのため実車でのデータによる評価は必須であると考えられる。

4. 実車走行実験

4.1 実験目的

差分によるデータ圧縮方式では、移動距離などが制限速度などにより絞られることを利用して圧縮を試みているが、理想どおりに実走行車両が動くとは限らない。そこで実走行による実験を行うことにより確認する。シミュレーションと実走行時でのデータの違いは以下の3点により起因すると考える。

- (1) GPSなどのセンサの精度
- (2) マップマッチング精度
- (3) データ取得間隔の精度

そのため、スマートフォン上で、定期的にデータを収集しながらも、位置精度が変わるような場所で実験を試みることにした。

4.2 実験内容

緯度、経度が変化するたび、時刻とともにログを書き出すAndroidアプリケーションを作成し、実際に車に乗せて計測を行った。そのデータを利用し、実車でのデータでも差分表現による圧縮は有効であるかを検証した。さらに取得したデータを地図上に表示して、GPSデータの特徴を調べた。

実験場所としては位置精度への影響を考慮して、以下の



図 4 データ取得場所

3つのパターンのデータを取得した。具体的な場所は図4に示す神奈川県内の道路でこなった。

- (1) 山道として国道1号線の箱根近辺
- (2) 速度が出てトンネルの点する直線道路として小田原厚木道路
- (3) 周囲に建物が多く、車両数の多い一般道として国道246号線および国道412号線

実験にあたっては、交通の流れに注意しつつも、制限速度を守るなど法令順守の元に、スマートフォンを固定して計測を行った。

4.3 実験結果

差分表現による圧縮の問題はなく、実車でデータでも圧縮が可能であった。しかし、シミュレータとは異なり、



図 5 山道での誤差



図 6 トンネルでのデータ取得

緯度 経度 速度

差分が-106の場合の緯度
 =17ビット

3bit (符号ビット+01)	3bit 010	3bit 110	
1	1	1	0
最上位ビット	継続ビット	継続ビット	継続ビット

図 7 差分が大きくなった場合の例



図 8 (3)の小さなブレ

データの誤差が発生していたため、多少異なる結果になった。そのため、3つの取得場所で、圧縮へと繋がるのではないかと考えられるデータがいくつか存在していた。

まず、(1)のデータであるが、山道であるため図5のように道路から外れてしまっていた。ナビアプリとして地図上で動かす場合はマップマッチングを行うことで補正が可能なのであるが、ナビアプリを動作させずに、プローブデータのみを送ろうとすると誤差が生じる。TSP側でマップマッチング処理をすると問題ないものである。

さらに(2)ではトンネルを通った際に位置情報が正しく取得できなかった所が存在していた。しかし、短いトンネルであったためにそれほど大きな影響はなかった。そのため追加で実験を行い、図6のようなトンネルを通った際の位置情報を取得した。300メートル程度のトンネルを通った際の差分を見ると-106となっており、これを表現するに

は 8 ビット必要になる．つまり可変長の差分表現で表すと図 7 のように 17 ビットとなり，差分が大きくなる．

最後に(3)の一般道であるが，図 8 のように道路上で小さなブレが発生していたデータがあった．これは周りに高い建物が多いために起きてしまったと考えられ，道路上でのブレであるためマップマッチングでは解決できず，レーンのレベルまで補正する必要がある．

5. 提案手法

前述の差分表現を用いた圧縮方法を前提として，マップマッチングやスムージングを行うと，さらなるデータ圧縮が望めると想定し，実装検証した．

(1) マップマッチング

まず，マップマッチングにより大きな誤差を修正することで，継続ビットを用いて表現していた部分の差分を図 9 のように圧縮することが出来る．

(2) スムージング

差分表現という特性上，小さなブレが発生し続けることでデータ量が大きくなってしまう．しかし，これは道路上で発生するレベルの誤差なのでマップマッチングでは判断することが困難である．また，地図アプリを起動しておらずマップマッチングが行えない場合もある．さらに進行方向のブレの場合，位置は道路上に存在するためマップマッチングの効果はない．そこでブレを判断し，図 10 のようにスムージングすることでデータの誤差を減らし，データの圧縮に繋げる．

今回の提案手法では位置情報を，符号ビットを含めた 3 ビットで表現するので，差分が 0 の時，1～3 の時，4 以上の時では，サイズが異なる．

例えば差分が「+1→+1→+4→+1→+1」の様に 4 以上に突出していれば，スムージングをかけて「+1→+2→

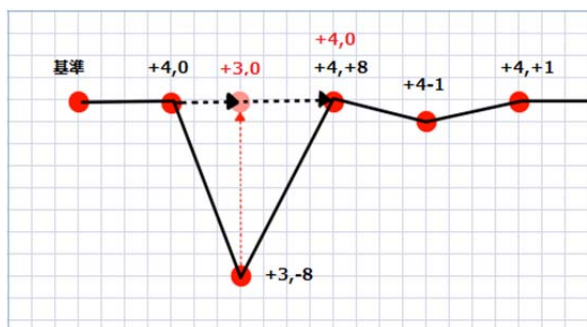


図 9 マップマッチングによる圧縮効果

+3→+2→+1」とすることで，データの圧縮が可能である．

(3) 停止時

上記のスムージングの一部として，停車している時の判断がある．信号待ちや渋滞で停車している時にも位置情報を取得するが，電波等の周囲の状況やわずかながらのブレが発生する．すると，混雑時，特にデータ量を減らせる差分表現の有効性が薄れてしまう．そのため，停車時の判断を行う．これは速度情報や，加速度情報から判断することが可能である．

6. 評価

これらの提案手法を適用し，以下の 3 つのデータ量を比較した．図 11 に 300 秒分のプローブデータの圧縮サイズをまとめた．

- (1) 従来の差分表現で圧縮したデータ
- (2) (1)からマップマッチングを行ったデータ
- (3) (2)からスムージングを行ったデータ

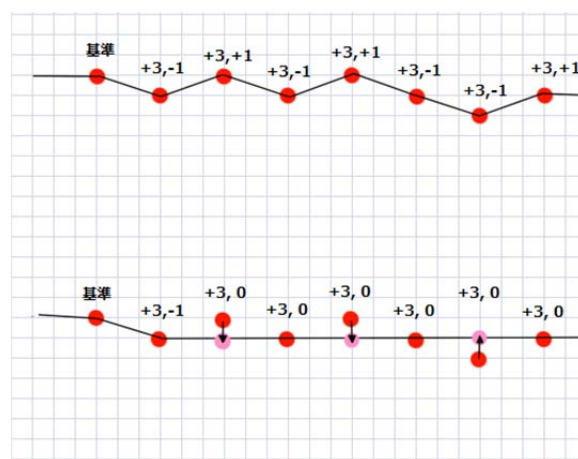


図 10 スムージングによる圧縮

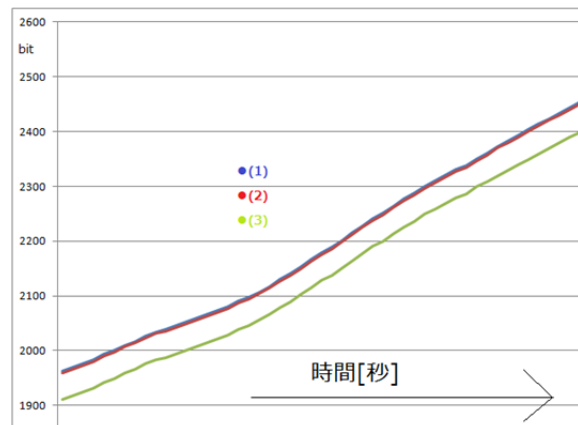


図 11 データ量の比較

(1)と(2)ではあまり差異はなかったが、(3)は2%程度ではあるが、効果があった。(2)で圧縮ができなかった理由として、突出して誤差が生じてしまっている点はマップマッチングをすることで圧縮ができたが、断続的に道路から外れ続けてしまっている場合は差分も小さくなるために、補正前と差異が無かったことが挙げられる。(3)で圧縮できた理由として、変化量が0である状態を作り出せたことと、大きな数値をならすことで継続ビットを使わずに表現できたことが圧縮のポイントであることが挙げられる。

7. 今後の課題

評価を踏まえて、新たな提案を考える。圧縮のポイントは、差分が0であることと、できるだけ継続ビットを利用しないこと、つまり差分を-3~3で抑えることであった。さらに、マップマッチングでは大した圧縮効果を得られないこともわかった。送信するデータはマップマッチングを行なっている以上、既にデータは不可逆なものになっている。つまり、マップマッチングをおこなって同じ結果になるのなら、データを圧縮しやすい形へ補正しても良い。そこで、差分表現に加えて間引きを元とした手法を改善提案として示す。

まず、緯度経度を0にする為に経路を直線的なものへ補正する。更に、突出して4以上になってしまった所にスムージングをかけて補正する。その例を図11に示す。

このように、道路上に綺麗にマップマッチングをするよりも緯度経度どちらかの差分が0になるようにした方が、よく大きな圧縮が可能である。しかし、データの正確さは失われてしまう。そのため、補正した後のデータなのかどうかを符号ビット等を用いて正確に示す必要がある。

8. おわりに

今回の研究では、差分表現を用いたプローブデータの圧

縮が、実際の走行でも利用できることを実証できた。さらに、実データ上での誤差を補正して圧縮する方法を提案した。しかし圧縮のための補正方法なのでデータの可逆性がなくなり、正確さも落ちてしまった。そのため、今後は正確さと圧縮率の閾値を定めていくが必要になってくるだろう。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 25330119 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) GBOOK, <http://g-book.com/pc/default.asp>.
- 2) インターナビ, <http://www.honda.co.jp/internavi/>.
- 3) カーウイングス, <http://drive.nissan-carwings.com/WEB/index.htm>
- 4) CEATEC JAPAN, <http://www.ceatec.com/ja/>
- 5) 足立晋哉, 新倉聡, 田島昭幸: 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), pp.13-18 2005-03022(2005)
- 6) NguyenThanhHung, Hideto Ikeda, Kenzi Kuribayasi, Nikolaos Vogiatzis :Reducing the Network Load in CREPEnvironment,情報処理学会論文誌,52(1),244-256 (2011-01-15), 1882-7764
- 7) 成田干城, 朝倉啓充, 屋代智之, 重野寛, 岡田謙一: 車群形成を用いた路車間通信量の削減方法, 情報処理学会研究報告, 2004-ITS-17,2004-5-28(2004)
- 8) Kiyohara R., Kakizawa H., Kitagami S., Terashima Y., Saito M.:Reducing Probe Data in Telematics Services Using Space and Time Models,International Workshop on Informatics (IWIN),Session 1, No.2, 2013
- 9) Yuta Nakase,Taro Hiei, Masashi Saito,Hidetoshi Kambe,Ryozo Kiyohara, Reduction of the Amount of Probe -Data in Telematics Services,IEEE International Conference on Consumer Electronics,4.6-3,2013
- 10) Hirohito Kakizawa,Tsubasa Kato,Tatsuya Oue,Shinji Kitagami,Yoshiaki Terashima,Masashi Saito,Ryozo Kiyohara, Reduction in the Amount of Probe Data During Smartphone Use of Telematics Services, The seventh International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking(ICMU 2014)
- 11) SUMO - Simulation of Urban Mobility, <http://sumo-sim.org/>

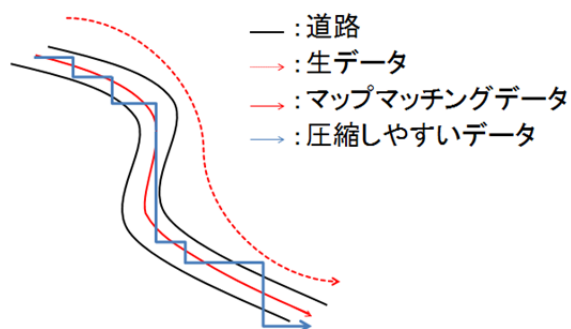


図 13 改善提案