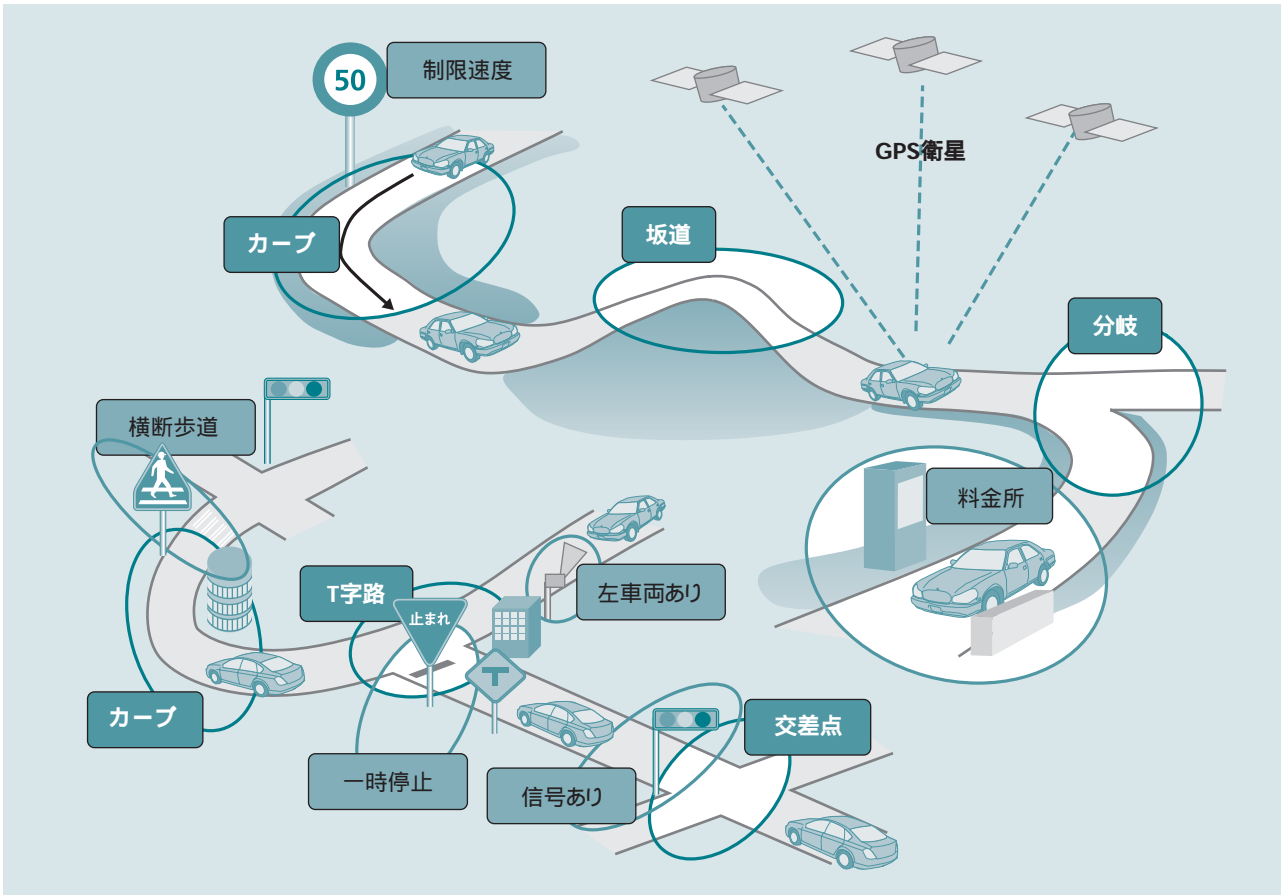


カーナビゲーションシステムを適用した新しい走行環境認識技術

Driving Surrounding Recognition Technology Using Car Navigation System

浅野 正春 Masaharu Asano

住沢 紹夫 Akio Sumizawa



注:略語説明 GPS(Global Positioning System)

図1 カーナビゲーションシステムで認識する走行環境

現在走行中の道路状況だけでなく、これから走行することが予想される道路情報についても、カーナビゲーションシステムを通して認識することができる。

カーナビゲーションシステムは、GPS(全地球測位システム) などの自車位置測位センサーと精密なデジタル地図により、自車の走行環境を知り得るポテンシャルを持っている。すなわち、市街地なのか高速道路であるのか、カーブ路か交差点かなど、これから走る道路環境を知ることができる。この機能に、カメラによる周囲環境認識 交通標識検知、一時停止線検知など)や、無線通信によるインフラからの道路情報(渋滞情報、ブラインドコーナーの故障車情報など)を組み合わせることによって、自車の現在、およびこれからの走行環境をより正確に知ることができるようになる。

1.はじめに

カーナビゲーションシステムは、1981年に本田技研工業株式会社から発売され、現在では国内での累計出荷台数が2,500万台を超えるまでに成長した。カーナビゲーションシステムの基本機能は、自車位置を地図上に示し、目的地までの経路誘導をすることであるが、近年のエレクトロニクス技術の進歩および車載エレクトロニクスの採用拡大によって、カーナビゲーションシステムの担う役割が広がってきた。

例えば、CPU(Central Processing Unit)演算機能の増強とメモリ容量の拡大によって、演算能力が飛躍的に向上している。また、センサー技術の進歩によって、カーナビゲーションシステムが取り込むことができる外界情報の量が飛躍的に拡大

している。その結果、カーナビゲーションシステムは単なる経路誘導のための装置から、自車の走行環境を認識し、車載の走行装置に適切な情報を提供するための走行環境認識センサーとしての機能を持つようになってきている(図1参照)。

ここでは、カーナビゲーションシステムが持っている走行環境認識に関するポテンシャルと開発課題、および日立グループの取り組みについて述べる。

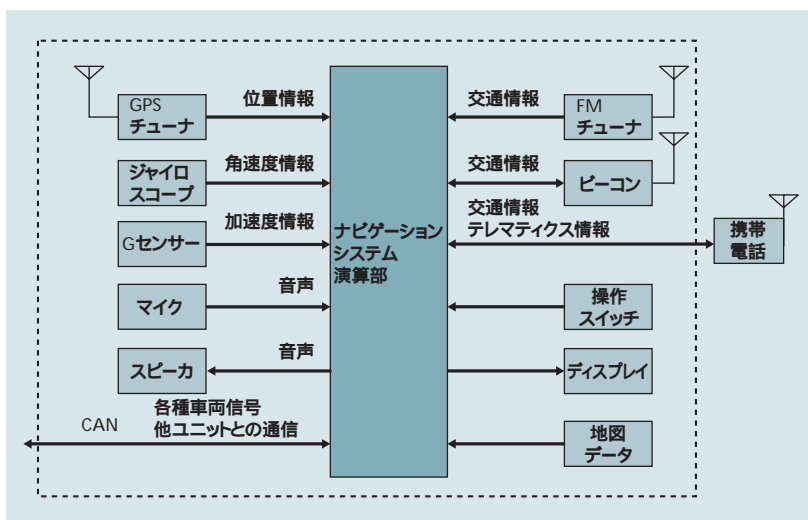
2.カーナビゲーションシステムの構成

カーナビゲーションシステムの構成例を図2に示す。GPS (Global Positioning System)、ジャイロスコップ、そしてG(加速度)センサーが自車位置を測位するための基本的なセンサーである。これらのセンサーとCAN(Controller Area Network:車載機器の多重通信ネットワーク)経由で得る車速などの車両情報と地図データを基に、自車位置から目的地までの経路誘導をするというカーナビゲーションシステムの基本機能を構成する。最近では、この基本構成に交通情報利用などのためのさまざまな通信機器やそれらとのインタフェース機能を持つようになってきている。

カーナビゲーションシステムの成長を支えてきたキー技術は、ロケータ(自車位置測位)技術と、大容量デジタル地図データの車載化技術の二つである。

2.1 ロケータ技術

当初、自車位置の測位は、地磁気センサーと車速信号を用いた推定航法であった。次にガスレートジャイロと車速信号による推定航法も開発された。しかし、いずれにしても推定航法であって、演算誤差の蓄積をいかに修正するかが課題であった。



注:略語説明 G(加速度)、FM(Frequency Modulation)、CAN(Controller Area Network)

図2 カーナビゲーションシステムの構成例

GPS、ジャイロスコップ、Gセンサーが自車位置測位の基本センサーであり、大容量のデジタル地図データを持ち、経路誘導演算を行う。

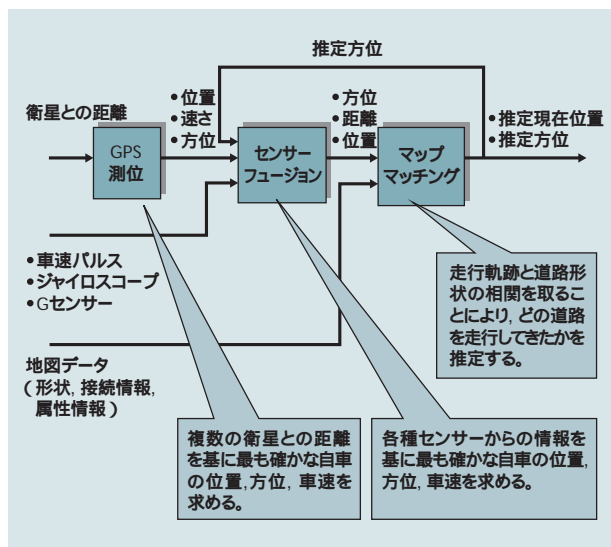


図3 ロケータの構成例

GPSを基に現在地を推定し、ジャイロスコップ、Gセンサーなどを組み合わせて補正を加える。

ロケータ技術の面で最大の技術革新は、絶対位置の測位を可能にしたGPSの導入である。GPSは高度約2万kmの六つの円軌道にそれぞれ4個以上配された衛星のうち3個以上の衛星との距離から自車の絶対位置を計算するものである。

GPSとジャイロスコップ、Gセンサーおよび車速信号を使って現在位置を推定するアルゴリズムの一例を図3に示す。この例では、GPSに基づいて計算した現在位置を、ジャイロスコップなどによる推定航法演算結果を使って補正し、さらに地図データとのマッチングを取ることで、現在地の推定精度を高める工夫をしている。

2.2 地図データの車載化技術

現在地を示すためには地図データを持つ必要があり、カーナビゲーションシステムの初期には透明な地図シートを使っていた。しかし、目的地を入力し、目的地までの経路を示すためには、デジタル化された地図データを車載することが必要であった。これを可能にしたのが音楽用のCD(Compact Disc)である。その後、DVD(Digital Versatile Disc)、そしてHDD(Hard Disk Drive)と車載できるデジタルデータの記憶媒体が進歩し、地図データを格納するのに十分な記憶容量を持てるようになった。その結果、単に道路データだけでなく、道路と関連づけて建物などの目印や交通規制データなど、新しいアプリケーションを実現するためのデータも容易に記憶できるようになった。このことが、カーナビゲーションシステムの機

能を拡張できるポテンシャルを生み出している。

3. 認識可能な走行環境

カーナビゲーションシステムで認識可能な走行環境は、自車の現在位置情報と地図データから得られる(図4参照)。

- (1) 走行中の道路種別: 高速道路, 国道, 県道
- (2) 走行中の道路の属性: 制限速度
- (3) この先走行することが予想される道路情報: 国道から県道に変わるといった道路種別の変更, 制限速度など道路属性の変更, 料金所やサービスエリアなど道路上の設備

また, 地図データの記憶容量が増えてきたことによって, 新たな走行環境を認識するための地図データを記憶させておくことができるようになってきている。例えば, 次に示す情報などはすでに提供されている。

- (4) 走行中の道路の車線数
- (5) この先走行することが予想される道路情報として, 交差点での右左折専用レーン, 料金所でのレーン誘導, 道路形状(交差点, カーブ, 登り坂)

今後, 地図データへの登録データが増えてくれば, 認識できる走行環境のシーンも増えてくる。社会システムとして走行環境に関するデータが整備され, 通信機器を通してカーナビゲーションシステムに提供される仕組みが整ってくると, 次に示す情報も期待される。

- (6) 見えない位置にある車両や歩行者の状態
- (7) リアルタイムの渋滞情報

4. 走行環境認識へのアプローチ

走行環境を正確に認識するためには, 幾つかの要素技術の進歩が必要になる。主要要素技術は以下のとおりである。

- (1) 自車位置測位技術
- (2) 地図データ構築技術(データベース技術)
- (3) 地図データ収集・更新技術
- (4) 走行路の推定技術

4.1 自車位置測位技術

現在位置測位を確定することは, 走行環境認識のための前提条件として大切である。絶対位置の測位精度を上げるための取り組みに関しては, 現在のGPSを基本とした自律センサーの信号処理を工夫することに加えて, 車外の基準物認識センサーと組み合わせる方式の検討が始まっている。

4.2 地図データ構築技術

道路形状, 道路種別, 各種属性をコンパクトなデータサイズに収め, 検索時間が短いデータ構造が必要になる。さらに, 新しいデータに更新したり, 新たなデータを追加したりすること

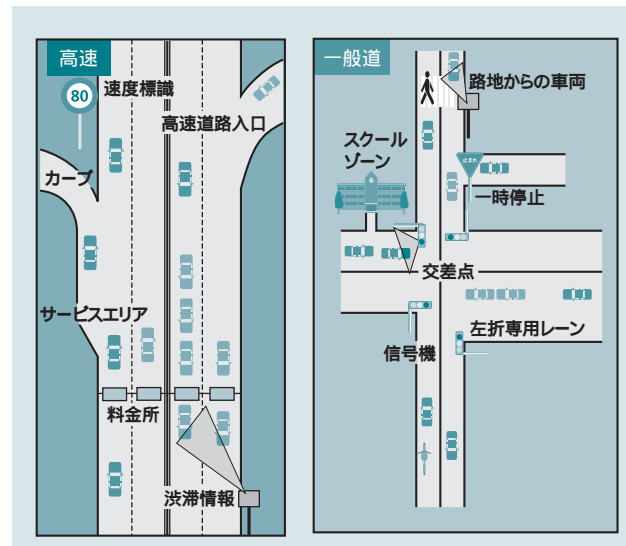


図4 認識可能な走行環境例

現在走行中の道路状況だけでなく, これから走行することが予想される道路情報も入手できる。

に柔軟であることも必要になる。リレショナルデータベース技術の車載地図データへの適用などの開発も行われている。

4.3 地図データ収集・更新技術

新しい道路ができたり, 新しい建物が建築されたり, 新たに交通標識が立てられたりすることから, 地図データは頻繁に修正・追加する必要がある。走行環境を認識するための地図データが現実の姿と違っては, 正しい認識はできない。

地図データは, これまで人手によって収集されていたので, 1年周期での更新が対応できる限界であった。しかし, 近年は地図データ収集のための計測機・データ処理装置を搭載した計測車両の開発が進み, 正確なデータが短いサイクルで収集できるようになってきている。

また, 走行中に車両自身が持っている情報をセンターに集め, 加工後に車両に配信するプローブシステムという仕組みが開発されており, この仕組みも地図データの鮮度を保つ手段になる可能性を持っている。

集めた更新データをユーザーの車両に搭載されている地図データに反映させるための技術開発も必要になる。全国の地図を一括して全部交換するのではなく, 県単位などの部分的に更新する方式や, 変更された部分だけを更新する技術(差分更新技術)の開発が行われている。差分更新技術によって, ユーザーは少ない負担で最新の地図データを持つことが可能になってくる。

4.4 走行路の推定技術

経路誘導をしているときは, かなりの確率でその先の走行路は予想できるが, 経路誘導していない走行の際には, 推定は難しい。

これまでの走行履歴とこの先の道路形状/属性から、どの道を走行するのが最も確率が高いかを予測することになる。ドライバー個人の好みの把握や学習アルゴリズムの適用などによって、予想確率を上げる工夫にはまだ多くの開発課題が残されている。

5. 自転車位置測位精度向上への取り組み

5.1 自律センサーの測位精度向上

GPSやジャイロスコopなどの信号処理手法の改良が進められている。GPSの測位演算に使える信号も、より高精度な位置計算が可能になるように、信号の周波数や利用コードが提供されるようになってきていることから、GPS単体での測位精度も改善されている。また、複数のセンサー信号のフュージョンアルゴリズムについてもさまざまな改良が行われている。

EU(欧州連合)のGalileoや、わが国の準天頂衛星システムなど、新たな衛星活用の測位システムも提案されている。

5.2 車外の基準物認識センサーとの協調手法

車外の基準物(道路標識など)の認識センサー(カメラなど)を装備し、地図データに基準物の位置データを付加することにより、自律センサーによる自転車位置測位演算の誤差をリセットすることができ、結果的に自転車位置測位精度が向上できる。2007年4月のトヨタ自動車株式会社からのプレスリリースに紹介されている事例では、「ナビの地図情報とバックカメラによる路面認識によって一時停止線までの位置を高精度に把握した上で、一時停止の交差点付近に減速無しに差し掛かった場合、注意喚起を行います。」と書かれている。

車外の基準物認識センサーとしては、車載カメラと路側に設置された通信機器(ビーコンなど)が考えられる。基準物としては、道路標識、路上物体、路面表示、道路形状など種々考えられる。

地図データと基準物認識の協調アルゴリズムの開発には、[図5](#)にその一端を示すように多くの課題が見えている。これから活発な開発競争が始まると思われる。

執筆者紹介



浅野 正春

2005年株式会社ザナヴィ・インフォマティクス入社、同社執行役員先行開発本部長、2006年より日立製作所 オートモティブシステムグループ IAS本部 兼任
現在、ナビゲーションシステムの先行開発およびITS統合制御システムの開発に従事
計測自動制御学会会員、IEEE会員

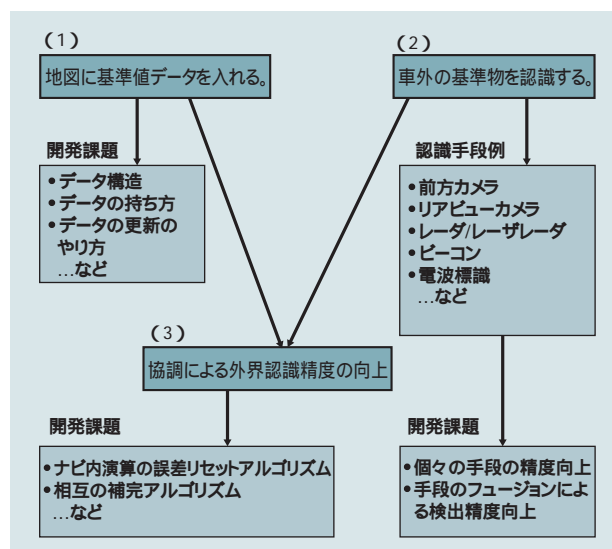


図5 自転車位置測位精度の向上手法

車外の基準物を認識するセンサーと地図データに付加された基準物の位置データを組み合わせて、自転車位置測位精度を向上する。

6. おわりに

ここでは、カーナビゲーションシステムの持っている走行環境認識に関するポテンシャルと開発課題、および、日立グループの取り組みについて述べた。

株式会社ザナヴィ・インフォマティクスは、ナビゲーションシステムを、単なる経路誘導の装置から走行環境認識機能を持った車両の情報センターに変化させることをめざして開発に取り組んでいる。

日立グループは、センターシステムから通信機器、車載カメラ、カーナビゲーションシステム、さらには車両制御機器まで、走行環境認識技術に必要なキー技術・製品を持っていることから、今後、ここで述べた開発課題に積極的に取り組み、走行環境認識技術をさらに高度化していく考えである。

参考文献など

- 1) 坂井:GPS技術入門,東京電機大学出版(2003)



住沢 紹男

1991年株式会社ザナヴィ・インフォマティクス所属(日産自動車株式会社より出向)、先行開発本部 技術開発センター 所属
現在、ナビゲーション用ロケータ、経路誘導アルゴリズム開発、テレマティクスシステムの開発に従事