

道路交通情報システム

高田 邦彦, 堀江 清一

1. はじめに

わが国の自動車交通は、今や最も重要な交通手段として社会に大きな貢献をしており、不可欠なものである。近年の社会構造、経済構造の変化は、旅客・貨物輸送構造の変化を含め、自動車交通に対しても多様なニーズを生んでいる。

しかし、現実には道路整備の速度を上回る自動車の急激な増加は、各所に渋滞や交通事故を生んでいる。今後の道路整備には、道路交通の安全性、正確性や信頼性あるいは道路のわかりやすさなどを念頭においた道路交通環境の整備が急務となっている。

このニーズにこたえるには、2つの面から整備を進める必要がある。1つは質の高い道路網整備を進めることであり、1つは、道路・交通管理の質を高めることである。短期的に見れば、既存道路資産の効率的な活用を進める後者の整備は重要である。

道路交通システムは、航空、鉄道のようにセンターコントロールされているシステムと異なり、外部からの情報が非常に少なく、自動車の運転者個々の判断や技量に依存して運用される度合いが大きかった。また、外界との交信の手段を持たない閉空間でもあった。

道路交通情報システムは、道路・交通に関する種々の情報を収集・処理し、その結果を道路管理者や利用者に提供し、かつ車の利用者と外界との交信を可能にすることにより安全、円滑、快適な道路交通環境を創出する役割をはたしていこうとするものである。

近年、技術革新が急速に進展し、各種ニューメディアや光ファイバーネットワーク等が実用化され、道路交通情報を効果的に収集・提供することが可能になりつつある。本文は、道路・交通の分野において最近急速に開発、実用化が進められている情報システムの現況と開発

状況について紹介するものである。

2. 道路交通情報システムの概要

(1) CHAINシステム

道路交通情報システムは、道路利用者が必要とする多様な情報を双方向(利用者とセンターまたは外部)、リアルタイムに、また個別に収集、提供するものである。このような情報収集、提供を可能にする総合的なシステムをCHAINシステム(Comprehensive Highway Automobile Information Network System)と呼んでいる。CHAINシステムは、図1に示すように多くのサブシステムから構成されており、すでに実用化されているものの他、開発中、計画中のものも含まれている。

このCHAINシステムは、全国の主要な幹線道路において道路利用者へ道路交通情報を提供する以外にも物流情報、観光情報等の多様な情報を提供することを目的としたものである。情報提供方法として、以下のものが考えられている。

- ① 道路情報板、路側通信システム等の拡充、道路交通情報を主とするFM放送など、既存タイプのメディアによる情報提供手段。
- ② 路上装置と車載機器との間においてデジタル通信を行なうことにより、車両現在位置の把握や経路案内のようなナビゲーション機能、道路・交通情報などの情報提供機能。詳細でリアルタイムの情報収集や個別のデータ通信、つまり個別通信機能などが可能となる現在開発が進められている「路車間情報システム」
- ③ 高速道路のサービスエリア等にビデオテックス、ファクシミリ等を設置し、道路利用者に対し道路交通情報をはじめとする各種情報を提供する総合的な情報拠点としての「道路情報ターミナル」

(2) 道路交通情報システムとOR

各々の情報提供方法にはそれぞれの特徴があるが、いずれの場合にも、情報の収集、処理、提供というプロセ

たかだ くにひこ 建設省 土木研究所
ほりえ せいいち 幹長大 〒104 中央区湊1-1-12

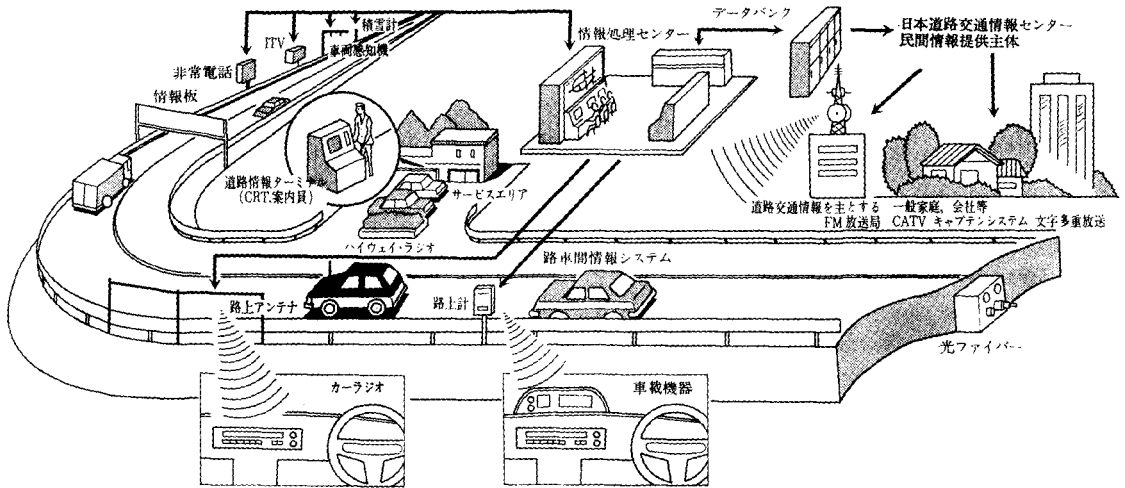


図1 道路交通情報システム-CHAINシステム

スを経る。このプロセスの中でORのはたす重要な役割は、主としてシステムの予測を含めた高度な判断と最適化に関するものである。

この中で用いられる手法は、まだ確立されていないものも多く、試行錯誤を重ねているものもある。本文においては、建設省を中心とした道路管理者によって実施、開発中のシステムを対象として、システムの基本的な考え方を説明する。

3. 道路交通情報システム

利用者の求める主な道路交通情報は、進行方向の渋滞情報、道路障害等道路の通行障害状況である。最適経路や所要時間等の情報ニーズも増加している。一方では利用者を災害から守るための防災情報も重要である。これらの情報は渋滞のように短時間に化する動的情報と比較的長時間にわたって変化しない工事情報のような非日常的な動的情報に分類される。以下では、主に動的情報を対象として述べる。

3.1 可変情報板と路側通信システム

現在、最も普及し利用されているものである。可変情報板は、電光や字幕等により13~26文字、あるいは図形などを用いて情報を提供するものである(全国11,805基、平成元年3月末)。路側通信システム(ハイウェイラジオ)は路側に設置された2~3kmのアンテナから微弱電波が発信され一般のカーラジオで聴取できる(1620kHz、全国97区間、同)。これらはいずれも地域毎にセンターコントロールされている場合が多い。センターでは道路

網上に発生している、あるいは発生が予測される情報を各システムの情報提供端末(情報板、アンテナ)毎に最適な情報を選択し、理解しやすい情報内容(表示文、放送文)に作成し提供される(図2)。

(1) 放送文、表示文の作成

カーラジオによる受信時間は約2分間程度であり、この間に最低2回以上聴取できることを前提に、1放送文が40秒~60秒以下になるように放送文を構成する。

放送文の構成例を図3に示す。提供すべき事象が多くなると、制限時間内に放送文をおさめるために、事象を選択しなければならない。事象の選択には、その重要度Wと事象の発生位置と放送区間との関係C(距離やトリップの関連状況など)を考慮した情報の評価量(通常は $W \cdot C$)を用いる。選択された事象はさらに別途用意されている文節や単語と組み合わせ適切な文章とするが、文章長が長い場合には文章の短縮を行なう(図4)。最近では高速道路のように放送区間が隣接している場合も増えており、区間相互の放送内容の連続性についても考慮している。

可変情報板表示の作成方法も同様なプロセスを経るが、表示内容が少ないため、アルゴリズムは簡単なものになる。

(2) 放送音声の合成

(1)により作成された放送文は、登録されている音片を組み合わせて完結したものにする。つまり、事前に提供する放送文を大量に想定し、この放送文を多数の文節、接続詞および単語に分解し、音片化して人声をデジタル化

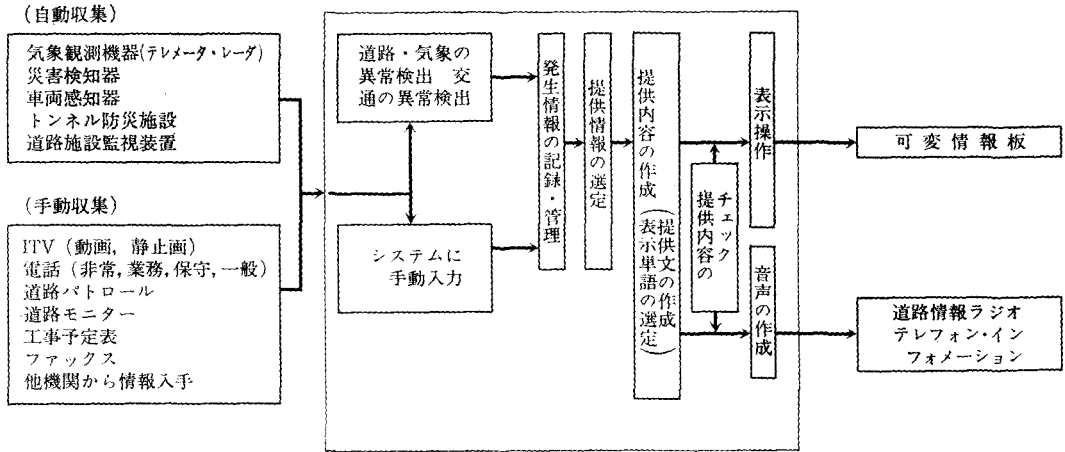


図 2 路側通信システム全体構成

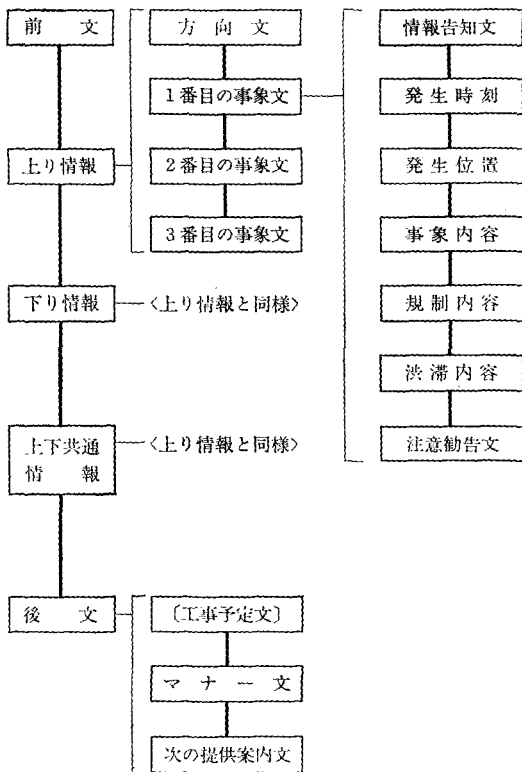


図 3 放送文の構成例

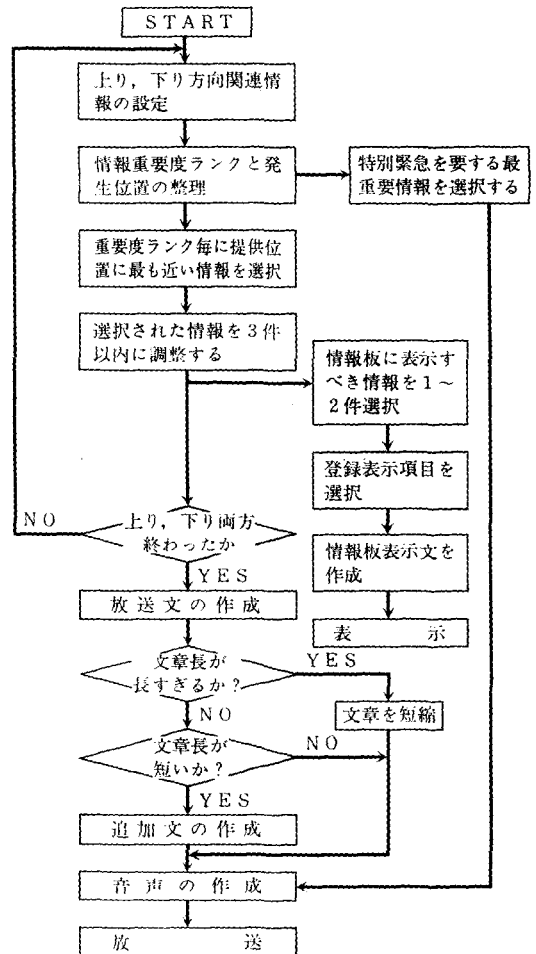


図 4 放送文章と表示文の作成プロセス(例) (文献[2]に加筆)

し、ディスク等に登録する。放送時には、提供すべき地名、道路名、事象、数値などを含めこれらの音片を組み合わせて連続した自然な文体、音声として放送する。登録する音片は、通常の区間で2,000語程度である。

3.2 旅行時間予測システム

渋滞情報に関する利用者のニーズは非常に高い。渋滞の有無や渋滞長については路上に設置した各種センサーによって自動的に知ることができる。渋滞が発生している場合には、走行所要時間情報は非常に有効である。一般道路では、交差道路等の多くの攪乱的要因が存在するため、まだ十分な精度の予測モデルは得られていない。

都市高速道路や都市間高速道路の一部では、所要時間を予測するモデルが開発され、経路選択情報や早道経路推奨として利用者にリアルタイムで情報提供することも開始している。ここでは、東京都心と千葉、成田を結ぶ京葉道路、東関東自動車道において開発中の旅行時間予測システムと、それにもとづく箱崎～宮野木間の2ルートに関する早道推奨ルート提供システムについて述べる。

(1) システム概要

渋滞長は路上センサーからの情報を処理して得られるが、それは現在時点での渋滞長である。この状況を利用して所要時間を提供した場合(現行モデル)、現場に到着した時点では時間遅れの関係から、走行ルート上で実際に遭遇する交通状況は変化している可能性がある。よって、本システムでは、ドライバーが通行する時点における各箇所の交通状況を予測し、2地点間(宮野木～箱崎)の所要時間を予測することが目的とされている。

本システムのモデルでは、自然渋滞と事故・工事等による車線閉塞に伴う渋滞が考慮されている。路上センサーから情報(5分間交通量、平均速度など)を収集し、図5に示すようなオンライン・リアルタイムシミュレーションにより予測される。この予測モデルは次のようなものである。

- ① 対象路線を道路条件、規制条件、オン・オフラインに着目しつつ等質と見做せる多くの短区間に分割する。
- ② 各区間には、道路や交通状況を表わすパラメータが設定され交通流が制御される。
- ③ 各区間の存在台数 P_i は、区間に到着する交通量 $Q_i I$ と区間から流出する交通量 $Q_i O$ により決まる(Input-Output法)。 $Q_i I$ 、 $Q_i O$ は各々上流側($i-1$)区間、下流側($i+1$)区間の交通流の影響をうける。

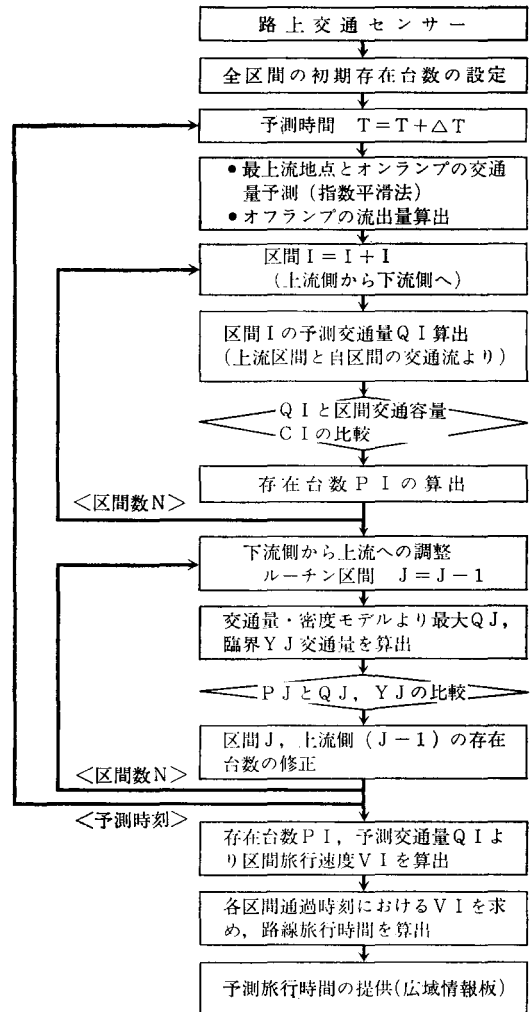


図5 旅行時間予測システム(文献[3]に加筆)

- ④ 各区間の旅行速度 V_i は、次式により算出する。

$$V_i = P_i / ((Q_i I + Q_i O) / 2)$$
- ⑤ 2地点間の所要時間は、利用者が各区間を通過する時刻(予測)における V_i により区間所要時間 T_i を求め、これを累加して求める。

以上のモデルにより得られる地点間(箱崎～宮野木)の2ルートの予測所要時間の精度は、自然渋滞の場合には非常に高いものであった。しかし、事故、工事の場合には情報収集面の遅れがあり、まだ十分な精度となっていない。所要時間の短いルートとして「早道推奨」として広域情報板に提供するべく、さらに検討が進められている。

3.3 路車間情報システム

ここまで述べてきた道路交通情報システムは、道路管

理者から道路利用者に比較的少量の情報を提供する一方方向情報システムである。近年の電気通信技術や情報処理技術の進展により、道路交通情報においても個々の利用者のニーズに応じたきめの細かい情報を提供し、自動車の外部とリアルタイムな双方向の情報交換も可能なシステムとして、路車間の通信システムの開発が進められている。わが国だけでなく欧米でも同種のシステムの開発が精力的に進められている。本文では、建設省が昭和61年度より民間企業25社との共同研究開発プロジェクトとして開発し、実用化実験中の「路車間情報システム」(RACS)について述べる。

(1) 路車間情報システムの概要 [5]

全体システムは図6に示すとおりである。路側に設置された通信機(ビーコン)と車載機器およびシステムセンターから構成されており、車両とビーコンの間を無線通信で、ビーコンとシステムセンターの間を有線ネットワークで結び、各種情報の提供、収集、交換をめざすものである。システムの整備レベルにより、次の3段階の機能が考えられる。

① ナビゲーション機能

車載の方位、距離センサーとデジタル道路地図により、車載のCRT表示装置上の地図に車両の現在位置を示し、ドライバーを目的地まで最適ルートで案内す

る機能である。車載センサーの誤差を補正するため、道路網上に配置されたビーコンから正確な位置情報を受ける。

② 情報サービス機能

ビーコンから、道路交通情報、気象情報、駐車場情報等のリアルタイム情報を送信し、ドライバーは、自分の目的地などに応じて、必要な情報のみを選択して得ることができる。

③ 個別通信機能

前述した機能はビーコンから車両へ一方通信によって可能であるが、個別通信は車両とビーコンの間の双方向通信により可能となる。車両IDの認識が可能となり、車両の運行管理、道路交通情報の収集などが可能となる。また、システムセンターを通し一般回線と接続させることで個々の車両が、音声や文字などにより、外部と通信を行なうことも可能となる。

(2) ナビゲーションシステム

基本的には車両の位置の特定が最も重要である。その位置をデジタル地図情報と合わせてCRT画面に表示する。位置の算出方法は2次元座標系上の短時間の車両の移動量を検出し、加算することで任意の時点における車両の位置を求める。具体的には、図7に示すように単位時間 Δt における車両の移動(移動距離) ΔL と車両

の進行方向(2次元の x 方向からの方位角) θ とで表わす。これらは、各々、距離センサー、方位センサー(磁気センサー、ジャイロセンサーなど)により検出される。

この方法は、車の短時間の移動量を加算して、現在位置を算出するものである。よって、移動量が大きくなるにつれ、センサーの精度、計算精度の関係から現在推定位置が道路からずれてしまう。この誤差は道路網上に配置されているビーコン地点を通過し、座標情報を得ることによって補正される。

しかし、ビーコン間隔が大きい場合もあり、その場合には、ずれを他の方法により補正する必要があり、地図マッチング手法がとられている。その方法(例)を図8に示す。マッチングすべき路線の決定方法に

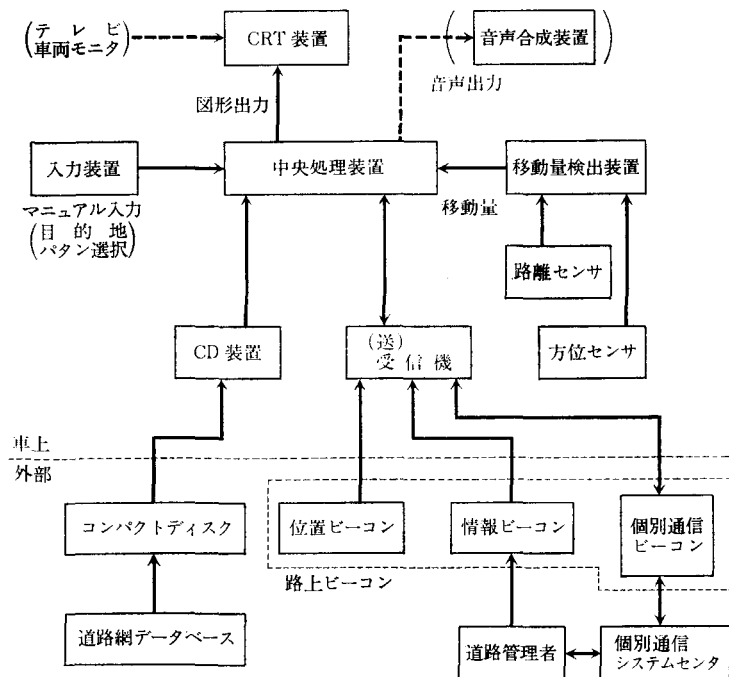


図6 システムの構成

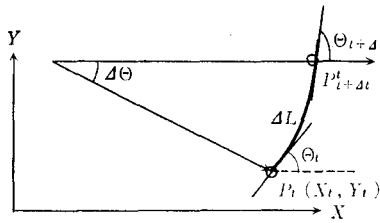


図 7

は大別して次のような方法が考えられる。

- a. 現在の方位データのみを使用し、その方位に合った路線を選定する。
 - b. 直前の方位の変化を利用して、その変化の方向に合致する路線を選定する。
 - c. 直前までの軌跡を使用して、その軌跡に合った線形の路線を選定する。
- a.の方法は最も簡単であるが、道路網が複雑な場合には、精度が低く、路線を選定できない場合もある。b.の方法は主に交差点を中心に利用されている。c.の方法は使用するデータ量が多く、処理も複雑となる。しかし、精度は最も高く、今後はこの方法が用いられていくものと考えられる。

4. おわりに

本文では、道路交通情報システムの概要を説明した。本システムは、最近の関連技術の飛躍的進歩と道路交通情報に対するニーズの高度化を背景に開発、整備が進められてきている。本システムの整備は、既存道路の有効活用と利用者への効果からみれば、道路整備と同じく重要な社会基盤の整備と言える。本文で述べたシステムの他に、駐車場情報案内や道路にかかわる防災情報、気象情報あるいは情報ターミナルなどが稼働している。また、警察庁を中心として開発、実用化され稼働中のシステムもある。

これらのシステムの中では、可変情報板は約20年間の実績を持つメディアであるが、他のシステムはここ数年間に実用化あるいは実用化実験に入ったところである。昨今の交通事情の悪化や交通事故の増加など道路をとりまく環境は厳しいものがある。本システムは、これらの環境を改善する上でも不可欠なものであると考えられ、今後、より高度なものへ発展させる予定である。

本システムにおいては、今後充実させなければならないものとして、道路上に点的に配置したセンサーから得られる情報を用いて現況を正確に推測すること、および

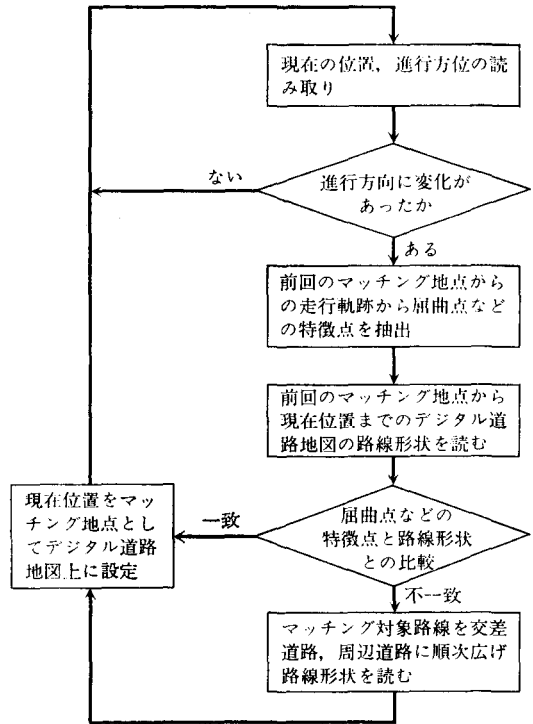


図 8 マップマッチングの概略処理フロー

予測システムの向上が含まれる。推測、予測方法の開発には、OR手法を有効に取り入れたモデルやシステムが求められることになる。本文において述べたシステムや今後必要となるシステムの開発にあたって種々ご教示をいただければ幸いである。

参考文献

- [1] 坂元 信：道路交通情報システム (CHAINシステム) の概要, 「道路セミナー」1987. 7
- [2] 森田, 塚本, 林：路側通信システムの現況, 「交通工学」Vol. 21, No. 4, 1986
- [3] 青木, 藤岡：新東京国際空港関連道路における旅行時間予測システムの運用に関する検証, 評価, 「高速道路と自動車」Vol. 31, Vol. 9, 1988. 9
- [4] 柴田正雄：OECD MC5 車内通信による運転者への情報伝達, 誘導システム第3回会議報告, 「道路交通経済」'87-10
- [5] 高田邦彦：路車間情報システムの開発, 「高速道路と自動車」Vol. 30, No. 11, 1987. 11