

ドライブプランナーの開発

Development of "Drive Planner"

市原 直彦 , 杉江 伸一 , 山崎 理

Naohiko Ichihara, Shinichi Sugie, Osamu Yamazaki

井上 博人 , 塩田 岳彦

Hiroto Inoue, Takehiko Shioda

要 旨 カーナビゲーションシステムにドライブプランナー機能を搭載した。ドライブプランナーはドライバーの好みに合ったドライブのプランを作成し、最後の目的地までドライバーをサポートするシステムである。

ドライブプランナーは「目的地のおすすめ」、「プランの作成」、「行程管理」の3つの機能を持つ。

目的地のおすすめ：同行者や季節などさまざまな状況を考慮して観光スポットのおすすめ度を計算し、おすすめ度順にリストとしてディスプレイに表示する。

プランの作成：ユーザが選択した観光スポットを所要時間、営業時間、食事時間帯を考慮してプランを作成する。

行程管理：プランと実際の行程を比較し、プランより遅れているとユーザに通知したり、プランの変更を促す。

ドライブプランナーのコンセプトはドライバーの好みを把握し、ドライブを楽しくサポートすることである。

Summary We have developed an application for Pioneer's car navigation system, called "Drive Planner". This application helps make up a drive plan according to the driver's taste and supports the driver until they arrive at their final destination.

The Drive Planner has three functions, namely recommendation of the destination(s), creation of the plan, and management of the itinerary.

"Recommendation of destination(s)" : The system can recommend tourist spots in the order of the degree of recommendation and display them on the screen taking into account various situations such as traveling companion and the season.

"Creation of drive plan" : The tourist spots chosen by the user are then arranged to form an efficient itinerary in consideration of the time required to travel between the tourist spots, their opening hours, and the expected time to stay at each place.

"Management of itinerary" : The actual travel is compared with the plan in real time, and the system notifies any delays to the driver. The Drive Planner recommends changes in the plan if the system judges

it necessary to do so.

The concept of the Drive Planner is to understand the driver's preferences so that it can support a pleasant driving experience.

キーワード：カーナビゲーション，ドライブプラン，目的地，嗜好，行程，レコメンド，学習，おすすめ，スポット

1. まえがき

1990年，世界で初めてGPS(Global Positioning System)を用いたカーナビゲーションシステム(以下カーナビと略す)が市販された。走行中に，自車位置が分かるという実用的な商品であった。しかし，地図をスクロールしたり，目的地までルート探索をすることなどはまだできなかった。その後カーナビのメディアは，CD-ROM，DVD-ROM，ハードディスクとその容量を増加させてきた。図1に当社のハードディスク搭載のカーナビゲーション(AVIC-ZH9MD)を示す。またCPUやメモリも技術の発展とコストダウンにより高性能になり，数年前のPCに匹敵するスペックとなっている。



図1 ハードディスク搭載カーナビゲーション(AVIC-ZH9MD)

一方，大容量メディアを搭載せず，通信機能を内蔵したカーナビも登場している。ルート計算など複雑な処理はサーバにまかせ，カーナビ側は必要なデータをダウンロードして使用する。情報はサーバ側にあるため，常に最新に保つことができるようになるとともに，従来カーナビ単体では実現が難しかった機能がサーバで実現できる可能性がでてきた。

今まで，カーナビに要求される機能は位置精度の正確さや，ルート探索スピードの向上など，実用的な分野であった。現在もこれらの基本機能については性能向上が図られているが，実用的にはある程度満足できる性能に達していると考えられる。

そのため最近では，基本的な機能の性能向上だけではなく，カーナビの使い勝手の向上や付加価値が求められるようになってきた。

ドライブを計画するとき「いつ」「誰と」「どこへ」出かけるかを考える。例えば「来週」「家族で」「伊豆方面」に行こうとする。「来週に伊豆なら初夏の季節だな」と考えながらガイドブックを開く。この季節，家族で楽しめる場所を探すことになる。いくつかの観光地をピックアップし，渋滞などを予想しながら行程を決めていく。食事の時間，滞在時間，営業時間や定休日も考慮しなくてはならない。ドライブ中は現状の渋滞状況から到着時刻を考え，ルートの変更などもしなければならない。休憩場所も考えながらルートを決めていく。ドライバーは設定されたルートを走行するだけでなく，同乗者とともに楽しいドライブをするためにさまざまな状況を判断し，その都度最良の選択を行わなければならない。

ドライブプランナーはこのようなドライバーの負担を軽減させるアプリケーションである。

我々は，ドライブのエンターテインメント性を高める機能として，ドライブのプラン作成から，最終的な目的地に到着するまでの間，ドライバーの嗜好に合ったサポートを行うカーナビのアプリケーションを開発し，実装した。本稿ではドライブプランナーの各機能の仕組みについて報告する。

2. ドライブプランナーの動作

ドライブプランナーは「いつ」、「誰と」、「どこへ」という情報をカーナビに与えることで、ユーザーに合った「目的地のおすすめ」、「プランの作成」、「行程の管理」を行うアプリケーションである。これらの機能が3つのブロックに割り当てられ、さらに複数のDBと連携している(図2)。

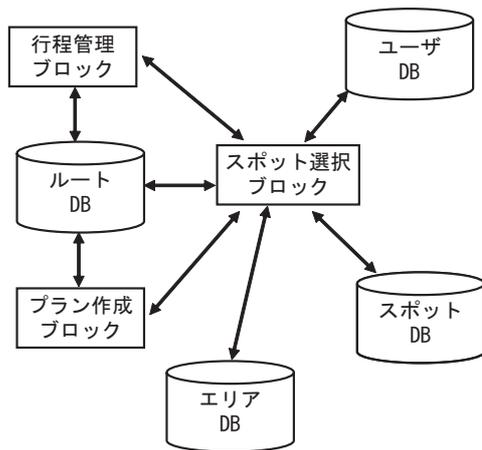


図2 トッププランナーのブロック構成

2.1 目的地(スポット)のおすすめ

- スポット選択ブロック

ユーザーが設定した条件(「いつ」、「誰と」、「どこへ」)にしたがって、各スポットの「おすすめ度」を算出する。図3に条件設定画面を示す。そして「おすすめ度」の高い観光スポットを優先的にリストの上位に表示する。ユーザーはこれらのリストの中から、行きたいスポットを選

択する。ユーザーがスポットを選択すると、その結果をプラン作成ブロックに渡す。

「おすすめ度」の算出には、季節、同行者を考慮し、さらに過去のスポット選択状況を学習したデータを用いている。「おすすめ度」を算出できる観光スポットは今回新たに作成したスポットDBに格納されているデータだけである。既存のスポットデータは目的地に設定することはできるが、「おすすめ度」の算出はできない。

2.1.1 データベース

スポットをおすすめ順に表示するために、スポット選択ブロックは、複数のデータベースにアクセスする。代表的なものについて説明する。なお、スポットデータは日本観光協会、昭文社から提供されたものである。データベースで使用している「エリア区分」は日本観光協会の区分を、また「ジャンル区分」は両社の区分を採用した。

(1) エリアDB

エリアの階層構造、市区町村とエリアの関係、エリアと季節の関係についてのデータが格納されている。

エリアの階層構造: エリアは大中小の階層に分かれており、ユーザーは行きたい観光エリアを大、または中エリアから選択する。従来、スポットを検索するためには住所、電話番号などのピンポイントな方法と、ジャンルなどによる絞り込みの方法

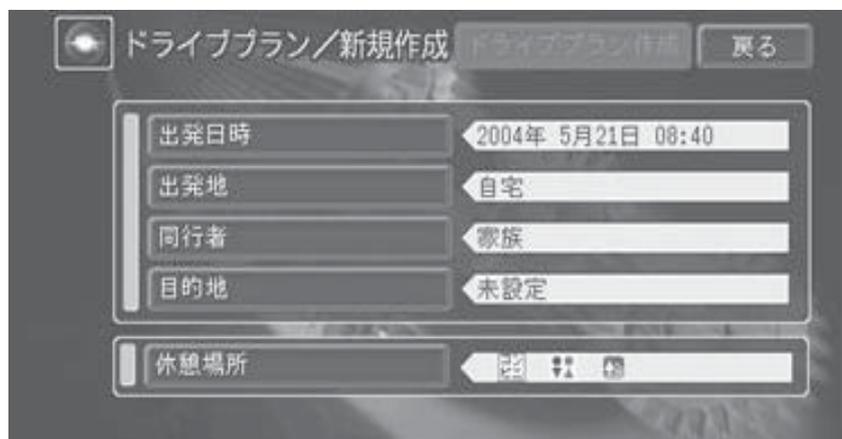


図3 条件設定画面

が使用されているが、観光エリア区分を採用することで、ユーザは詳細な住所を知らなくても観光エリア名称から検索することができる。また、指定した観光エリア内のスポットを、後述する「見る」、「遊ぶ」、「食べる」、「買う」のジャンルごとに表示するため、ガイドブックを見るような感覚でスポットの選択を行うことが可能になった。

市区町村とエリア：全国の市区町村がどのエリアに属しているかを表しているデータを格納している。このデータにより、ユーザが任意に指定した場所(名称や地図上など他の検索方法で指定した場所)がどのエリアに属しているかを判定できる。既に行くことを決めている場所をピンポイントで設定し、その場所が属するエリア内のおすすめスポットを表示することが可能になる。

エリアと季節：季節は日付だけでなくエリアによって変わる。同じ3月でも東北地方と九州地方では季節が異なっている。このようなエリアと季節との関係を示す情報も保存している。

(2) ユーザ DB

スポットを選択する際のジャンルの学習データと、休憩を促すときに使用する休憩場所のデータを格納している。ジャンルの学習データはユーザが選択したスポットのジャンルを学習し、次回以降のおすすめスポットリストを作成するとき使用する。休憩場所のデータは、ユーザが指定した休憩場所を格納している。

(3) スポット DB

各スポットのデータを格納したデータベースである。従来用いられていたスポットデータ形式には情報を格納しきれないため新規に作成した。スポット名、エリア、ジャンル(大中小の階層に分かれる)、住所、緯度経度などの基本情報の他

に、適する季節、定休日、営業時間、滞在時間、キーワードなどの情報を格納している。例えば「定休日」は「毎週何曜日」、「第何週の何曜日」、「何日から何日まで」、「定休日が祝日の場合、翌日が休み」なども表現できる形式になっている。

この他に同行者とジャンルを関係付けるテーブルなどがある。このデータなどから「おすすめ度」の計算を行う。

2.1.2 「おすすめ度」の計算

「おすすめ度」は、各スポットにあらかじめ付与されているわけではなく、ユーザがリストを要求するたびに作成される。これは、スポットデータから独立させることで、スポットデータを更新した場合に影響を受けずにすむ。また、「おすすめ度」のパラメータや計算方法を変更する場合も、スポットデータ自体には影響を与えずに行えるからである。

「おすすめ度」を計算するためのパラメータを以下に示す。

- ・ 適する季節
- ・ キーワードと季節の関連度
- ・ キーワードと同行者の関連度
- ・ キーワードと訪問回数の関連度
- ・ ジャンルと同行者の関連度
- ・ ジャンルと訪問回数の関連度
- ・ 写真の有無

各スポットデータに格納されているデータから各パラメータについて計算を行い、さらに重み付けを行い、各スポットの「おすすめ度」を算出する。

2.1.3 リストの表示

大ジャンルである「見る」、「遊ぶ」、「食べる」、「買う」に分類してリスト表示を行う。「おすすめ度」を考慮した順序でスポットを表示する(図4)。出発日が定休日にあたるスポットはリストに表示されない。

2.2 プランの作成 - プラン作成ブロック

ユーザが選択したスポットを効率よく巡回できるプランを作成する。

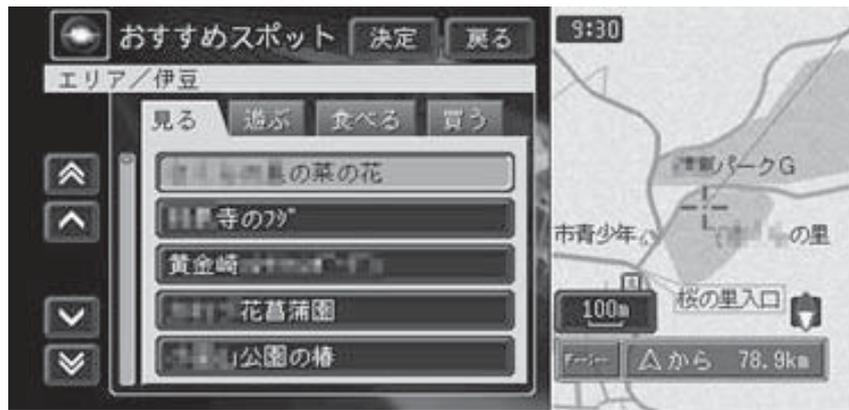


図4 スポットリスト

従来、複数のスポットを経由して最終目的地へ到達する順序を決定する場合、出発地からの直線距離が短い順番で経由する方法などが用いられてきた。ドライブプランナーではプランを時間管理するため、直線距離による所要時間ではなく、実際のルートに合った所要時間が必要になる。

すべてのスポット間の所要時間を計算した後、「営業時間」、「滞在時間」、「食事時間」を考慮したプランを作成する。具体的には「滞在時間」が「営業時間」・「食事時間」に含まれるようにプランを作成する。

2.2.1 ルート組み合わせ数

通信機能を使用してサーバを利用しなくても、カーナビ単体でドライブプランナーを実現できるように設計した。従って、組み込みシステムの限られた資源で動作する必要がある。時間が最短になるように効率的なプランを作成するには、すべてのルートの組み合わせを計算すればよい。

スポット数を n とするとルートの組み合わせ数は、

$$n! = n \times (n-1) \times \dots \times 1$$

となり、 $n=5$ の場合は 120 通り、 $n=10$ の場合は 3,628,800 通りとなる。 $n=10$ の場合は計算量が多いため組み込みシステムでは難しい。したがって本システムでは、 n が 6 以上の場合は計算量を少なくする別のアルゴリズム^{(1),(2)}を用いている。

2.2.2 スポットが 5 ヶ所以下のプラン作成フロー

n が 5 以下のときは、すべての順列組み合わせを計算する。フローは図 5 のようになる。なお、2 点間の所要時間計算はすべて終了しているとする。

ユーザからプラン作成の指示を受けると、選択されたスポットの順列を生成する。プランそれぞれについて各スポットの到着時刻をもとに、「営業時間」、「滞在時間」の条件を満足しているかチェックする。満足できない場合は失敗プランの処理に入る。失敗プランの処理では、その原因となったスポットがユーザに確認できるように、×印などの印を表示する。

食事場所にすることをユーザが指定したスポットについては、食事時間帯に滞在時間が含まれているかをチェックする。食事時間帯をそのスポットの営業時間と考えて処理をする。

ドライブプランナーは一日分のプランを作成する仕様になっているため、最終目的地の到着時刻が日をまたいでいないかをチェックする。ただし、最終目的地が自宅の場合は日をまたいでエラーにはしない。

ユーザに対してプランを最大 3 つ提示する。そのため既に 3 つのプランが保存されているかを確認する。3 つのプランが保存

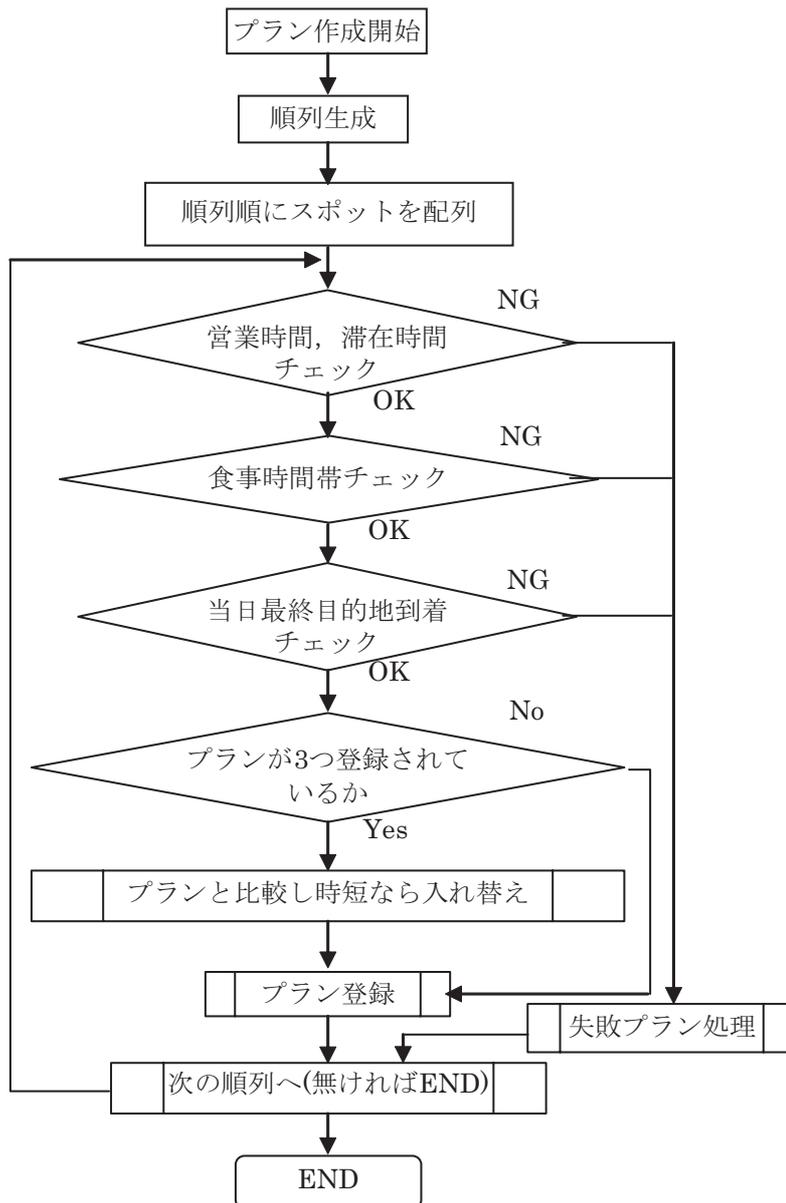


図5 フローチャート(n 5)

されていたら、新しく作成したプランと比較し、全体の所要時間が短いプランを3つ保存する。所要時間が一番長いプランは破棄する。

以上の操作をすべての順列について行う。

2.2.3 スポットが6ヶ所以上のプラン作成フロー

スポットが6ヶ所以上の場合、順列の数が膨大になるため計算量が増加する。リアルタイムの反応を求められるカーナビにおいて、計算時間の増大は本来の機能であるナビゲーション動

作に影響を及ぼす。我々は計算量を削減するため、新たなアルゴリズムを考案した。

ユーザが選択したスポットを「滞在時間帯が限られるスポット」(先配置スポット)と、その他のスポット(後配置スポット)に分類する。“先配置スポット”は立ち寄ることができる時間帯に余裕が少ないスポットである。まず、“先配置スポット”を選出し、行くべき時間帯に配置する。そして、スポット間の経路(時間、距離など)を考慮しながら、“後配置スポット”を挿入し、最適な立ち寄り順序を決定する(図6)。

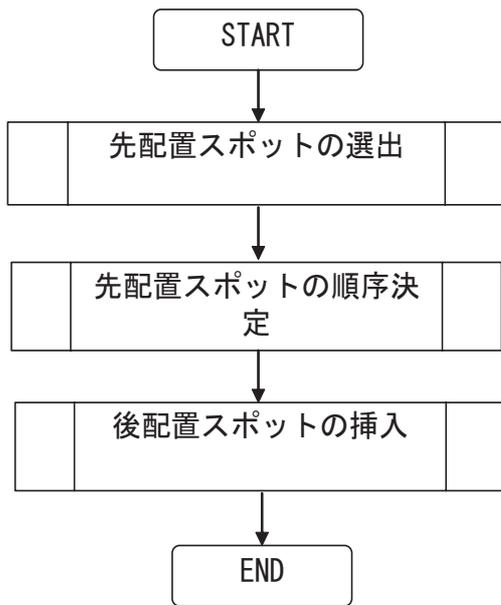


図 6 フローチャート(6 n)

(1) 先配置スポットの選出

例として用いる各スポットの時間的条件について表 1 に示す。行くべき時間帯が限られるスポットとは以下の条件のスポットである。

a) 配置の際，前後にずらせる時間が少ない (図 7)。

$$(\text{営業時間}) - (\text{滞在時間}) \times \text{時間}$$

x : あらかじめ設定した時間

b) ドライバーが行きたい時刻を指定

食事場所に指定されたスポットは，あらかじめ設定されている時間帯 (例えば昼食は 11:00-14:00，夕食は 18:00-20:00) に滞在時間を確保できるように立ち寄る。

c) 訪れるのに適した時間帯がある

例えば，夕陽がきれいなスポットは夕陽が沈む時刻前後が適した時間帯とする。

これらの条件から表中のスポットを検討する。a) の条件に当てはまるスポットとして，営業時間が 2 時間，滞在時間が 60 分で前後にずらすことができる余裕時間が 60 分しかない A を選出する。

b) の条件から食事場所に指定された B と D を選出する。c) の条件に当てはまるスポットはこの例ではない。

(2) 先配置スポットの配置

“先配置スポット”を配置する。“先配置スポット”の配置順序は以下のように決定する。

営業開始時刻が早い順

営業開始時刻が同じ場合は，営業終了時刻が早い順

このように並べることで，余裕時間が短いスポットを先に配置できる。

食事場所として指定されているスポットは，

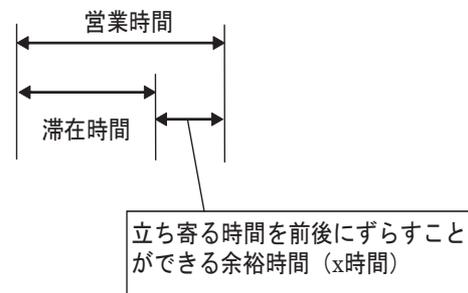


図 7 余裕時間

表 1 各スポットの時間的条件例

スポット名	滞在時間 (分)	営業時間
A	60	9:00-11:00
B	60	昼食指定
C	90	10:00-16:00
D	60	夕食指定
E	30	9:00-18:00
F	60	9:00-18:00
G	30	9:00-19:00

あらかじめ決めた昼食・夕食の時間帯を営業時間と考えて配置する。

この手順に従うと、 の条件からまず A が選択される。次に昼食場所として指定された B，夕食場所として指定された D が選ばれる。

したがって順序は，
A B Dとなる。

ここで出発時刻を 8:00，2 点間の移動時間を出発地 A:2 時間，A B:45 分，B D:2 時間，とする。この場合，図 8 のようになる。この配置に対して“後配置スポット”を挿入していく。

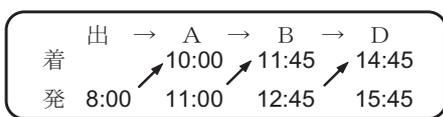


図 8 先配置スポット順序

(3) 後配置スポットの挿入

前項で選出された“先配置スポット”以外のスポットは，比較すると営業時間も長く，時間的に余裕があるため，“後配置スポット”とする。

“後配置スポット”の C, E, F, G を挿入する。

“先配置スポット”と“後配置スポット”の関係を図 9 に示す。

a) まず，出発地 - A 間にスポットを挿入する余裕があるか計算する。A は営業時間が 11:00 までである。先配置を行った段階で A を出発する時刻は 11:00 で，これ以上 A の出発時刻を遅らせることはできない。したがって，出発地 - A 間に“後配置スポット”を挿入することはできない。

b) 次に，A - B 間にスポットを挿入する余裕があるか計算する。上述の例では B の出発時刻が 12:45 である。B は食事場所なので 14:00 に出発できれば良い。滞在時間は 60 分なので 13:00 までに到着できれば良い。従って A を出発する 11:00 から，B に到着する 13:00 まで 2 時間の余裕がある。例えば E が，A - E 間の所要時間，E の滞在時間，E - B 間の所要時間の合計が 2 時間以内ならこの条件に当てはまり，挿入する候補となる。この 2 時間に“後配置スポット”が挿入できなければ，B - D 間へのスポットの挿入を検討する。

c) 上述の条件をクリアしたスポットについて，次の計算を行う。A から移動し，滞在時間を加えたとき，営業時間の残りを計算する。立ち寄る時刻を遅くすることが可能かを判断している。この残り時間が少ないスポット(余裕が少ないスポット)から挿入していく。

d) 以上の b) ~ c) を各スポット間で繰り返し，全部のスポットを配置したときに，最終のスポットの到着時刻が 24 時を過ぎていなければ成功プランとなる。

ドライブプランナーでは複数のプランをドライバーに提示している。上述の c) において「残り時間の少ないスポット」から挿入しているが，ここにランダム性を持たせることで複数のプランを提示できる。

(4) 計算時間

本アルゴリズムによる計算時間と，すべての

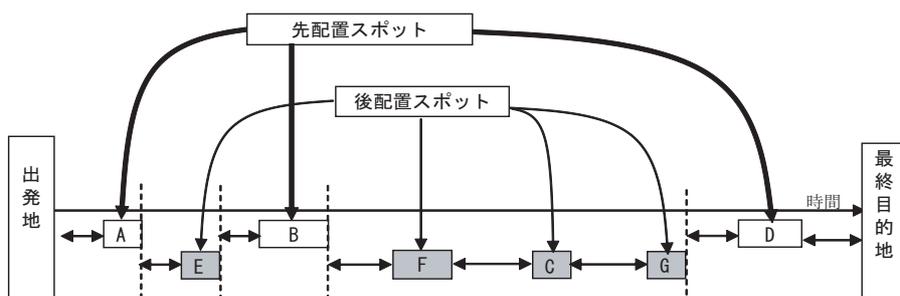


図 9 先配置スポットと後配置スポットの関係

組み合わせを計算した場合との時間を計測した。図10にグラフを示す。ここでは、すべてのスポット間のルート探索が終了している場合で、純粋にプラン作成にかかる時間を計測している。計測には昨年発売したモデルのAVIC-ZH9MDを用いた。グラフの横軸はスポット数、縦軸は計算時間で、対数で示してある。

順列の計算をすべて行う場合は指数関数的に計算時間が増加するが、本アルゴリズムではほとんど増加せず、効果があることを示している。

2.2.4 ルートDB

プランの作成や行程管理に必要な情報を保存している。具体的には、プランに含まれる目的地の詳細情報や、目的地間のルート探索情報、目的地の立ち寄り順や到着出発時刻などを保存、管理する。行程管理中には立ち寄った目的地とその到着出発時刻などのログの管理や、実際の計画からの遅れの計算などの情報を提供する。

プランは10個まで保存が可能であり、保存されたプランを編集して再利用することも可能である。ここで、保存されているのはプランであり、実行後の履歴ではない。

2.3 行程管理ブロック

走行中、走行状態を監視してプランとの差分を計算する。差分の値によってユーザにメッセージを出すなど、次に示す必要な動作を行うブロックである。

- ・実行日のプラン有無の確認とユーザへの実行促し

- ・プラン内容の確認と遅れの通知
- ・目的地への到着監視とルート探索要求
- ・ルート変更やユーザ要求によるプランの中断
- ・プラン実行終了条件のチェック

実際のアプリケーションの特長を次に示す。

2.3.1 遅れの通知

カーナビでは、目的地への到着予想時刻を計算している。この到着予想時刻と、プラン上の到着予定時刻の差を監視し、到着予定時刻から一定時間遅れるとユーザにその旨を通知する。また目的地の営業終了時刻までに滞在時間の半分を確保できない場合はその旨をユーザに通知する。

例えば予定滞在時間が60分で、営業終了時刻が17:00のスポットがある。滞在時間の半分、つまり30分滞在できない場合、到着予想時刻が16:30を過ぎてしまう場合にユーザにその旨を通知する。上述のスポットが次に向かうスポットであった場合は、このスポットは飛ばし、その次のスポットへのルートを探索することも可能である。

2.3.2 時短ルートの探索

到着予想時刻が予定時刻よりも一定時間以上遅れた場合、その遅れ時間を取り戻すルートの探索を行う。これは探索条件(有料道路優先や幹線道路優先など)を変更して再探索を行うことで実現している。この結果遅れ時間の半分を取り戻せるルートが見つかった場合はユーザにメッセージを出力する。もし見つからなければユーザに対しては何もしない。

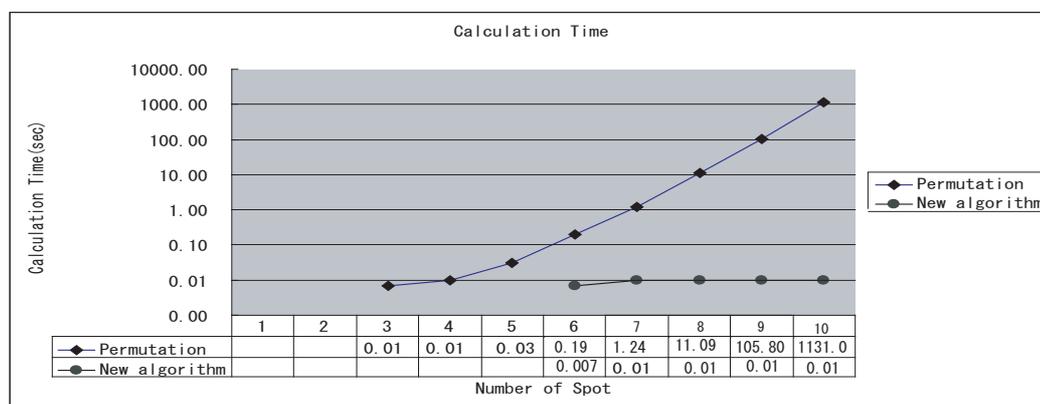


図10 本アルゴリズムによる計算時間

2.3.3 休憩場所の表示

2 時間走行後に次の目的地到着までの時間を考慮し(まだ一定時間以上かかる場合), 休憩の促しを行うとともに, あらかじめユーザが設定した休憩場所(コンビニエンスストアや道の駅など)を検索, 案内する。

2.3.4 プランと現状の比較

設定したプランは, プラン実行中も保存されており, 確認し, 現状と比較することができる。最終目的地に到着し, ドライブプランが終了した後も, 作成したプランは保存される。

3. まとめ

ドライバーの指定する条件に合わせたドライブプランを作成し, その行程を管理するシステムをカーナビに搭載した。搭載されたカーナビは03年5月に市場投入された「AVIC-H9」, 「AVIC-ZH9MD」, 「AVIC-XH9」である。

ドライブプランナーのコンセプトは「ユーザの意思を汲み取り, ユーザを代行して負担を軽減し, 安全で楽しいドライブ」である。今回のシステムはこのコンセプトをある程度満足できる形で実装できた。今後はさらなる使い易さの追及, おすすめ度計算の向上などを進め, システムの改善をはかる予定である。

4. 謝辞

本システムの開発に当たり, スポットデータを提供して頂きました日本観光協会, および(株)昭文社の関係各位に深く感謝致します。またカーナビゲーションシステムへの搭載の際に, 協力を頂いたモバイルエンターテインメントカンパニー, インクリメント・ピー株式会社, 総合研究所の関係各位に感謝します。

参 考 文 献

(1) 市原, 杉江, 山崎, 井上, 塩田: カーナビゲーションにおけるドライブプラン作成システムの開発, 情報処理学会第66回全国大会論文集, 5-225 ~ 228, 2004-03

(2) 市原, 杉江, 山崎, 井上, 塩田: カーナビゲーションにおけるドライブプラン作成および行程管理システム, 自動車技術会春期学術講演会前刷集 No74-04, p17-22, 2004-05

筆 者

市原 直彦 (いちはら なおひこ)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1988年4月

主な経歴: デジタル映像信号処理技術の開発, RF回路技術を経て東京デジタルホン(現ポータフォン)に出向, 携帯電話ネットワークサービスの開発を担当。出向解除後IMT2000端末の検討, エージェント応用技術開発に従事。

杉江 伸一 (すぎえ しんいち)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1994年4月

主な経歴: DABシステムの開発, 第二世代携帯電話(PDC方式)の開発を経て, エージェント応用技術開発としてドライブプランナーの開発に従事。

山崎 理 (やまざき おさむ)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1995年4月

主な経歴: 情報通信, デジタルCATVシステムの開発を経て, HDDサイバーナビのシステム, アプリケーションの開発に従事。

井上 博人 (いのうえ ひろと)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1999年4月

主な経歴: IMT2000端末の検討, エージェント応用技術開発に従事。

塩田 岳彦 (しおだ たけひこ)

所属: 研究開発本部 モバイルシステム開発センター

入社年月: 1987年4月

主な経歴: デジタル映像信号処理技術の開発, デジタル通信応用技術の開発を経て, 現在, モバイル関連情報技術の開発に従事。