

車載端末に対する到着地推定を用いた情報選別配信システム

小林 誠* 嶋 恵子* 小針 里美†
曾布川 靖‡ 伊東 幸宏† 酒井 三四郎†

近年、車載端末の普及・発展に伴ない様々なサービスが提供され、走行中にも多種多様な情報が得られるようになってきた。車載端末向けの情報提供サービスには走行中に使用することなどから、ユーザが欲しい情報を簡単な操作で得られるようにする情報選別技術が必要になる。そこで我々はユーザの情報要求・関心を反映し、自動的に選別を行うシステムを考えた。ユーザの嗜好を反映するための要素としては、ユーザの個人情報、走行履歴、閲覧履歴、位置情報、そしてこれらを用いた到着地推定などをもとにした。本システムを学生、主婦と社会人2名に2~3ヶ月間使用してもらい、評価を行った。結果として到着地推定の有効性を確認でき、情報選別に関しては高い評価を得ることができた。

Information filtering system including arrival place presumption for in-vehicle navigation systems

Makoto Kobayashi* Keiko Shima* Satomi Kohari†
Yasushi Sobukawa‡ Yukihiro Ito† Sanshiro Sakai†

The services for in-vehicle navigation systems increased and various information came to be acquired. With the information providing service for in-vehicle navigation systems, in order to use it during a drive, information filtering technology is needed. Then, we considered the system which selects information automatically reflecting a user's demand and concern. In order to make interesting of a user reflect, a user's profile, a driving-history, a browsing-history, GPS information and the arrival place presumption were used. The student, the housewife, and the office worker used this system for 2 ~ 3 months and evaluated it. As a result, the accuracy of an arrival place presumption was checked and high evaluation was able to be obtained about information filtering.

1. はじめに

現在、モバイル端末の普及・発展に伴ないさまざま

な情報提供サービス[1][2][3][4][5]が行われるようになった。携帯電話、PDA、車載端末などはほとんどの人が使用した経験があり、iモードなどは日常的に利用されている。車載端末においてはインターネットに接続してリアルタイムに情報を提供するサービスがあり、トヨタ自動車のG-BOOK[6]、日産自動車のCARWINGS[7]などが国内における情報提供サービスとして普及している。しかし、車載端末はPCなどと比較して、走行中に使用するため操作が不便、画面サイズが小さいことからユーザが得ることのできる情報量も限られ、情報アクセスにおける障害となる。した

*静岡大学大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Shizuoka University

†静岡大学情報学部

Faculty of Information, Shizuoka University

‡スズキ株式会社 都田研究所

Miyakoda Laboratories, SUZUKI Motor Corporation

がって、車載端末における情報提供サービスにはユーザが欲しい情報を簡単な操作でえられるようにする情報選別技術がいっそう重要なものになる。よりの確に情報を選別するためにはユーザの情報要求・関心を、システム側がいかにして把握できるかがポイントとなる。

そこで選別に利用する要素として、ユーザの個人情報、閲覧履歴、走行履歴、位置情報などを用いた。また車載端末という点を考慮し、目的地推測アルゴリズムを考案し情報選別の要素として使用した。これらを用い情報を選別し、自動で提供する PUSH 型の車載端末向け情報提供システムを実装した。提供する情報としては広告を用意し、それを学生、主婦、社会人 2 人の計 4 人に試用してもらい、評価を行った。本論文では、開発した情報選別配信システムとその評価結果について述べる。

2. 情報選別配信システムの構成

2.1 システムの全体構成

情報選別配信システムの全体構成を図 1 に示す。選別に用いる要素は大きく分けて次の 5 つである。

- ・車の状態：ワイパーやシートベルトなどの車両信号
- ・現在状況：GPS から得られる現在地や現在の時刻など
- ・プロフィール：ユーザの年齢、性別、趣味などがユーザ自身が登録したもの
- ・走行履歴：ユーザがいつどこへ行ったかなどが登録されている履歴
- ・閲覧履歴：ユーザがいつどのような情報を閲覧したかという履歴

情報選別は、これら 5 つの要素をどう扱うかを記した選別ルールを用いて行われる。選別ルールには、閲覧履歴からユーザがよく見るジャンルの広告を、走行履歴から今から向かうと思われる地点の周辺の広告を取得するといった広告の取得条件が書かれている。

システム全体の流れは、まずユーザの個人情報、現在状況をルールに適用して、選別対象となる情報を洗い出し、それらの種類の情報をサーバから取得する。この時のルールは、情報を大まかに選別するための簡単な条件になっている。その後一定時間毎に再度、より詳細な選別ルールを適用し、その時点で最適な情報を配信する。この時のルールには現在状況を重視したものが用いられている。また、この時のルールにはルールの要素それぞれの重要度に合わせたスコアが振られており、ルールが最も当てはまった、最も高いスコアを得た広告から優先的に配信される。

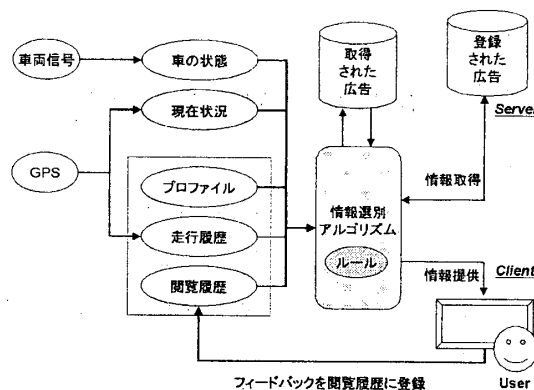


図 1. 全体構成図

2.2 走行履歴

走行履歴は、エンジンをかけてから止めるまでの 1 走行毎に、車に搭載された PC 内の DB に登録される。登録作業は、到着時に、現在地から近い順に到着地の候補となる。施設が画面内に表示されるので、その中から最も適切なものをユーザが選ぶ形になっている (図 2)。このとき、何時、どこへ、どんなジャンルの施設へ行ったかという基本的な情報の他に、車両信号から、その時に同乗者がいたか、天気はどうだったかなども同時に記録される。そして、これらの情報は到着地別、時間帯別、到着地のジャンル別、天気別、乗車人数別などのテーブルごとに分けられて DB に登録される。



図 2. 到着地登録画面

また、システムでは走行中の GPS データを 2 秒おきに取得している。このデータを加工してルートとして保存することにより、走行中に現在のルートと過去のルートを照らし合わせ、ユーザのこれから行くと思われる目的地を推測している。詳細については 3 章で述べる。

2.3 閲覧履歴

閲覧履歴は、配信された広告に対するユーザの反応であり、車載 PC 中の DB に記録される。ユーザの反応としては「閲覧」、「無視」、「拒否」の3種類を区別する。「閲覧」は配信されてきた広告の見出し(図3)から、その詳細(図4)を閲覧したことを意味する。「無視」は配信されてきた広告の見出しだけを見て、詳細を確認しなかったことを意味する。「拒否」は配信されてきた広告の見出し、または詳細をみて、ユーザがその広告、またはその広告のジャンルは見たくない判断したことを意味する。この3種類の行動にはそれぞれポイントが付けられており、閲覧、無視、拒否と広告に対して好ましい反応ほど高ポイントが与えられる。広告の施設、ジャンルごとにそのポイントの平均値がDBに記録される。このポイントが高いほどユーザの関心・要求が高いと判断する。これも走行履歴と同様に、時間帯別、曜日別、天気別などのテーブルごとに分けられて保存される。



図3. 広告の見出し画面



図4. 広告の詳細画面

2.4 選別ルール

走行履歴、閲覧履歴などのユーザの個人情報、位置情報、時刻などの現在状況などの要素をどのように用いて選別を行うかを選別ルールとして記述する。配信

する広告の選別は2段階に分けて行う。初めに、よく見るジャンル、よく行くジャンルのものなどを大まかに選別する。次にその中から配信するものを選別するために、詳細なルールを用いて広告1つずつに優先度を付けていく。

選別ルールは大きくわけて3つの視点から考えた。1つ目は履歴を反映させたルールである。これは走行履歴、閲覧履歴を用いて選別を行うルールである。2つ目は広告の内容に関するルールである。定休日・営業時間外の広告を控える、希望配信時間内にある広告を優先するなど広告内容に適した時間に配信を優先するようにした。3つ目は状況を考慮したルールである。これは、複数人乗車している時には飲食店を優先する、休日の朝には休日向けのジャンルを配信するなど状況に即した、ユーザや広告内容によって変化しないルールである。このルールの内容は、学生、OL、主婦など様々な人にアンケートを取り、意見を取り入れた。

それぞれのルールには重みが決められており、ルールに当てはまったものはそのポイントを加えていく。そしてポイントの高い順に表示を行う。

3. 到着地推定

3.1 ルートの加工

到着地の推定は、GPS から2秒おきに緯度・経度を取得し、それを加工することにより行う。加工方法は、図5に示すように、緯度・経度を一定の距離ごとに区切りメッシュ状にする。そして、各マスに番号を付け、車両が違うマスに移るたびにその番号を記録していき、その出発地から到着地までの数字の列をルートとする。このルートを走行終了後にDBに登録する。この時に、過去に登録してあるルートと比較して、80%以上同じマスを通っているものがDB中にある場合にはそのルートの走行頻度を増加させ、ない場合には新

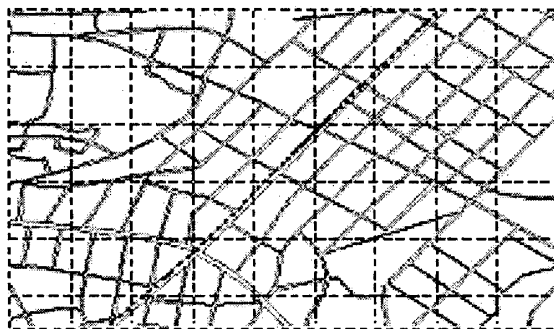


図5. ルートの加工

規ルートとして登録する。

3.2 到着地の推定方法

走行中に到着地の推定を行う場合は、現在走行中のルートに加工したものと、DB中のルートと比較して行う。この時に、各ルートの中から一致度が最も高かったルートの到着地を現走行の到着地と推定する。

一致度の算出方法については、単純にどれだけ同じマスを通じたかだけでなく、いくつかの条件を追加した。長期間システムを使っているとユーザが使用する主だった道路というものがでてくる。こうなると、その道路を使用する複数のルートは、似通っていてかつルート数が多いという状態になる。こういった場合により正確に判断する方法をいくつか考えた。

まずルートを通った頻度に重みを置いた。DB中のルートとの一致度を計測する時に、走行頻度が多いルートに対しては一致度を加算させた。

次に、A地点からB地点に行くルートをA→Bと記述するとする。ユーザのよく走るルートとして①A→B→C→Dと②A→B→E→Fがあるとすると、この時Bを通過後に推定を行う場合に、明らかにCに向かっていても②の頻度が高い場合にはそれまでのルートから②と判断してしまうことがある。こういった状態を防ぐために、走行開始時から現地点までの一致度を計測するのではなく、現地点からそれまで走行した一定距離だけを用いて一致度を計測することを考えた。これと同様に、10分前に通過したマスの一致度よりも現在地に近いマスの方が重要だと考え、現在地に近い方の一致度をあげることを考えた。

また、①A→B→C→D→E…というルートと、②A→Y→K→X→E…というルートがあった場合、①をDB中のルート、②を現在走行中のルートとして比較を行った場合に2/5が一致していることになる。しかし、実際に行く頻度が高い施設までのルートというのは、途中で曲がる箇所を変えるなど、何種類もあるのが普通である。そこでAを通過してEに行ったという事実だけあればいいのではないかと考え、その間が違ったからといって一致度を大幅に下げる必要はないとした。

3.3 精度の検証

マスの適切な大きさ、一度に推定に使うルートの長さ、一致度の付け方、頻度の重みなどの適切な値を調べるために、学生、主婦、OLの3人に2ヶ月間走行してもらい、その走行ログを用いて様々な値を変え、到着地の推定を行った。表中の値は、どれだけ到着地を正しく推定できたかの割合(%)を表す。値の出し方は、

被験者ごとにログを走行順に再生していき、走行中にDB中のルートと一定走行距離毎に比較を行い到着地の推定を行う。再生したログは走行履歴としてDBに追加される。これを2ヶ月分のログに対して行う。現在の走行の到着地が、出発地・ルートなどにかかわらず過去一度でも行ったことがある施設である。さらに現在のルートと1マスでも同じルートを通っているものが走行履歴中に存在する。このときに、走行履歴中の全ルートとの一致度の中で目的地が等しいものが一番高かった場合に推定できたとした。これを1走行中の一定時間毎に行った。

頻度に応じて一致度を加算するとき、自宅→職場などの頻度がかかなり高いと思われるルートに対処するために、加算を行う頻度の閾値を求めた。頻度の閾値ごとの推定の成功率を表1に示す。頻度の3というのは3回以上同じルートを通ってもカウントしないことを意味する。表1を見ると、頻度に応じて加算を行うことは一定数以上は逆効果であることがわかる。

表1. 頻度の閾値と到着地推定の成功率

頻度	学生(%)	主婦(%)	OL(%)
1	38.4	58.95	71.97
2	44.57	70.53	74.7
3	44.57	71.58	77.61
4	44.2	70.53	77.61
5	44.2	69.47	77.95
6	44.2	68.42	78.63

表2にマスの大きさ別の精度を示す。マスは基本的に正方形である。表から、マスが小さすぎるまたは大きすぎると精度が下がることがわかる。

表2. マスの大きさと到着地推定の成功率

1辺の長さ(m)	学生(%)	主婦(%)	OL(%)
9	37.45	46.81	77.78
18	37.5	54.07	74.36
27	38.41	65.12	77.78
36	35.87	61.11	77.09
45	44.05	59.81	75.04
54	39.63	68.42	77.26
63	43.47	61.87	78.29
72	42.46	59.28	78.12

表3に、到着地の推定に用いるルートの長さ(走行時間)ごとの成功率を示す。ここでいうルートの長さというのは現在から過去何分かということである。この時間には停車時間は含まれない。被験者ごとに結果にはば

らつきが見られるが、ある程度の距離が必要であることがわかる。

表 3. 到着地推定に用いるルートの長さごとの成功率

走行時間 (分)	学生(%)	主婦(%)	OL(%)
1	39.92	52.83	71.77
2	42.69	55.48	74.01
3	42.53	60.21	75.1
4	44.63	64.12	76.79
5	44.57	71.58	77.61
6	42.33	64.94	77.71
7	44.02	67.69	80.81
8	45.89	64.44	81.66

4. 実験と結果

4.1 実験方法

本システムを実際に車に積み込み、実験を行い、選別精度の評価を行った。OLと会社員1名ずつに、システムを積んだ自動車で1ヶ月半の間走行してもらった。配信する情報としては、広告を1日30件ずつ用意した。被験者には、配信する可能性のあったすべての広告に対して、その広告を配信して欲しかったかどうかを○・△・×の3段階評価をしてもらい、その結果と実際にどの広告が配信され閲覧したかを照らし合わせ比較をし、被験者の嗜好にあった広告がどの程度配信されたかを調べた。

また到着地推定を用いた配信の有効性と精度を、さらに1ヶ月半のログを元に状況を再現し、ルールの変更を行い検証した。

実車実験時のシステムで用いた選別ルールの総数は19で、履歴を用いたルールが6つ、広告内容に関するルールが6つ、現在状況を考慮したルールが7つとなっている。到着地推定が関与しているルールは、次の2つである。

- ①現在走行ルートを通って行く頻度の高い施設の広告を優先させる
- ②走行ルートから予測される目的地周辺にある広告を優先させる

到着地推定の設定は、頻度の計測は3回までで、マスの大きさは63m四方とし、到着地推定を行うタイミングは5分おきにした。

4.2 広告配信に関する実験結果

被験者に評価してもらった広告の3段階評価から広告全体に占める○の割合を調べ、実際に配信されたも

のの中に含まれる○の割合と比較した。ルールの有効性を示すために、これを年齢・性別だけの基本的なデータだけで配信したものを示す。表4は、○が全体に占める割合よりも配信されたものの中に占める割合がどの程度違ったかを日数で表したものである。下がった日が多少あるが、20%以上上回った日数が最も多いなど、システムとルールが有効であるということがわかった。被験者からも、使用していく(履歴が貯まる)につれ配信内容が良くなっていったという評価を得ることができた。

表 4. 配信広告中の○の割合が全体の割合を上回っていた日数の割合

配信されたものの中に占める○ の割合	年齢・性別 (日)	ルール (日)
+20%以上	4	26
+15%~+20%	6	13
+10%~+15%	6	10
+5%~+10%	11	11
0%~+5%	10	7
-5%~0%	8	5
-10%~-5%	6	1
-15%~-10%	14	0
-20%~-15%	2	0
-20%以下	1	0

4.3 到着地推定に関する実験結果

到着地推定の結果を表5に示す。全到着地推定の回数から、過去一度でもその到着地にいったことがある走行で、推定された到着地の中で正しいものの一致度が上位3位以内に入った割合を調べた。走行履歴がほとんどない状態とある程度貯まった状態を比較するために、実験期間中の各週ごとの値を出した。

表 5. 到着地推定の成功率

期間	OL(%)	会社員(%)
	到着地推定を行った 回数:432	到着地推定を行った 回数:209
1週目	80	77.77
2週目	88.29	66.07
3週目	91.13	89.47
4週目	90.36	93.19
5週目	93.05	84.52
全体	87.18	72.72

表5から、傾向としては、到着地推定の成功率は走行回数が増え履歴が貯まるにつれ、上がっていきると言えるが、会社員の値は全体的に低く、最終週に

は下がってしまっている。走行ログの GPS 信号を地図上にプロットして原因を調べて見た所、2 人ともに最も走行回数が多いルートは自宅→職場、職場→自宅であったが、OLの方が毎日ほとんど決まった道を走っているのに対して、会社員の方は日によって曲がる箇所を 1, 2 箇所変えるなど多くのパターンを持っていた。これにより各ルートの頻度が下がり、他のルートとの判別が難しくなってしまった。また、会社員のログを見ると、予想していたことではあったが、途中まで同じルートでそこから別の 2 つのルートに別れる(A→B→C→D, A→B→C→E)、または、ある到着地までのルートの延長上にもうひとつの到着地がある(A→B→C, A→B→C→D)といった場合に、C に到達するまでに推定される到着地を判別することは非常に困難である。

表 6 は、走行開始時から終了時までを 4 つの区間に均等に分け、それぞれの区間中で到着地推定を行ったときに、表 5 と同様に過去一度でも今回の走行の到着地に当たる場所に行ったことがあり、推定された到着地の中で正しいものの一貫度が上位 3 位以内に入った回数の割合を示した。これを見ると、走行開始時よりも終了時に近づくほど到着地推定の成功率が上昇している。今回の実験では、推定に用いるルートの長さを 5 分前から現在地までのルートと一定の長さごとに行っているため、推定に用いたルートの長さが伸びたために成功率が上昇したのではない。この結果から、上で述べたような 2 つのルートに分かれる、ルートの延長上に別の到着地があるといったことが到着地推定の精度を下げているということがわかる。

このような状況に対処するには、現在のアルゴリズムにそのまま調整を行っても解決することができないように思われる。考えられる方法としては、走行中の時間・乗車人数・天気などの現在状況を推定に用いる要素として取り入れることである。実験期間中の走行履歴を見ると、人により、昼食時間である、同乗者がいる、雨が降っているなどの状況に依存して行動パターンが存在することがわかる。頻繁にルートを変更する慣れた道というものは、普段の行動パターンに含ま

表 6. 区間別到着地推定の精度

走行開始から終了時 までの区間	OL(%)	会社員(%)
0~1/4	78.55	68.1
1/4~2/4	83.4	73.98
2/4~3/4	88.46	76.27
3/4~4/4	90.71	80

れていることが多い。例えば、朝 8 時台はほぼ確実に自宅→職場であるというようなほぼ決定的なパターンが存在すれば、走行中の現在時間と現在位置・走行ルートからより高確率で到着地を推定できるものと思われる。

5. おわりに

本稿では、筆者らが提案した情報選別配信システムの設計・実装、実環境における選別精度と到着地推定の精度の評価を行った。車載端末という取得できる情報量が限られる環境の中で、ユーザの情報要求・関心を、閲覧履歴、車両信号を利用した現在状況、走行履歴と到着地推定などを用いることにより取得する情報に反映させた。

評価実験の結果、選別精度の上昇は確認できたが、今回使用したルール自体の精度、特に車両独自の現在状況を考慮したルール、到着地推定の選別に対する貢献度は、まだはっきりとした形で確認することはできていない。また、到着地推定自体の精度も、実験結果で述べたようなことを取り入れることにより上昇するであろうと考えられる。今後はより多くの実験結果を集めてその分析を進め、既存ルールの検討と新たなルールの開発、到着地推定の有効的な利用法と改良を行っていく。

参考文献

- [1]市村重博, 二瓶克己, 坂田一拓, 茶園 篤, 倉島頭尚: モバイルインターネット・サービス: 位置情報サービス-位置情報を用いた通知サービスの発展に向けて-, 情報処理学会誌, Vol.42, No.12(2001)
- [2]島健一, 位置情報流通のプラットフォーム, 情報処理学会誌, Vol42, No.4(2001)
- [3]和泉順子, 湧川隆次, 川喜田佑介, 秋山由和: インターネット ITS プロジェクトの概要, 情報処理学会誌, Vol.43, No.04(2002)
- [4]時津直樹, 高橋邦彦: インターネット ITS プロジェクト(実験編), 情報処理学会誌, Vol.43, No.04(2002)
- [5]福島俊一, モバイルユーザ向け情報選別配信技術, 情報処理学会研究報告, No.48, pp.45 - 54(2002)
- [6]トヨタ自動車株式会社, GAZOO: G-BOOK, <http://g-book.com/>
- [7]日産自動車株式会社: CARWINGS, <http://www.nissan-carwings.com/>