

携帯電話カーナビゲーションシステムにおける 誘導案内方法の検討

中原 崇、松尾 茂、奥出 真理子

株式会社日立製作所 日立研究所 〒319-1292 茨城県日立市大みか町7-1-1

E-mail: { nakah, matsuo, mariko }@gm.hrl.hitachi.co.jp

要旨：GPS内蔵型携帯電話を端末とする通信カーナビゲーションシステムに適した誘導案内方法に関して、携帯電話の小さい画面において安全に誘導を行うため、視認性および情報量の観点から画面表示方法を、携帯電話のハードウェア制約の観点から交差点名称の音声発話方法を、それぞれ検討した。さらに、上記2点の検討結果を元に、携帯電話カーナビゲーションのプロトシステムを開発した。その結果、プロトシステムにおいて、走行状況に応じた誘導案内画面の切り替えを行うことにより、車載カーナビ並みの視認性および情報量を得ることを確認した。また、既存のコンパクトTTSを携帯電話用に改造することにより、交差点名称読み上げ機能を実現した。

Study of Route Guidance Method in Cellular Phone Car Navigation System

Takashi Nakahara, Shigeru Matsuo, Mariko Okude

Hitachi Research Labo., Hitachi Ltd. 7-1-1 Omika, Hitachi-shi, Ibaraki, 319-1292 Japan

E-mail: { nakah, matsuo, mariko }@gm.hrl.hitachi.co.jp

Abstract: We developed prototype system of car navigation system whose car terminal is cellular phone with a built-in GPS-Unit. For safe guidance with a small screen on a cellular phone, we realized function of switching route guidance screen adapting to car running status, and function of speaking names of an intersection. We checked that the prototype system has the ability of visual cognition and information capacity, comparable to car navigation system whose display is for a car.

1 . 緒言

近年、カーナビゲーションシステム(以下「カーナビ」と記す)において、携帯電話などの通信手段を用いて情報センタと接続し、経路探索や目的地の検索を情報センタ側で行い、地図データのダウンロードを行う通信型ナビゲーションシステム(以下「通信ナビ」と記す)が登場している。通信ナビでは誘導案内に必要な情報をセンタからダウンロードするため、CDやDVDなどの大容量メディアは不要となり、車載端末はコンパクトかつ低コストとなる。また、情報センタの誘導案内情報は随時更新することが出来るので、ユーザは常に最新情報を利用できるというメリットがある^{[1][2][3]}。

一方、近年の携帯電話において、Quarter Video Graphics Array (QVGA) ディスプレイやリアルサウンドの実現、高精度位置情報サービスなど、処理能力が大幅に向上しており、通信ナビの車載端末機能を実現できるほどの性能を持っている。

さらに、携帯電話が低価格であるということもあり、車載端末の低価格化というニーズに応えるべく、携帯電話を車載端末としたカーナビ、携帯電話カーナビゲーションシステム(以下「携帯電話カーナビ」と記す)が登場した^{[4][5]}。

携帯電話カーナビの誘導案内方法を検討するにあたり、まずカーナビの誘導案内方法に関して、案内表示および案内音声の観点から検討する。

案内表示に関して、現状のカーナビには大きく2つの方式が存在する。1つは、通常の自転車周辺地図、誘導地点までの距離、誘導方向矢印を表示する地図画面表示方式であり、もう1つは、誘導地点までの距離および誘導方向を示す矢印のみ表示する Turn-By-Turn (以下「TBT」と称す)表示方式である^[6]。

上記2点の方式を携帯電話カーナビに適用

することを考えると、視認性、誘導情報量という点でより一層の配慮が必要である。

また、案内音声に関しては、現状のカーナビでは交差点の場所などの名称を発話しており、携帯電話カーナビにおいても、交差点の場所などに関する音声を発話することが望ましい。

本研究では、視認性および情報量の観点から誘導案内方法を検討し、携帯電話カーナビに適した誘導案内方法を考案する。また、携帯電話カーナビにおける交差点名称の読み上げの実現を試みる。

2 . 誘導案内における課題および対策

本章では、カーナビの誘導案内方法を携帯電話に適用した時の課題の洗い出しを行い、その対策を行った結果を述べる。

2 . 1 表示画面

まず、地図表示方式である車載カーナビの画面をそのまま携帯電話に表示することを考える。カーナビの誘導画面例を図1～図4に示す。



図1 経路逸脱時画面例



図2 経路走行時画面例



図3 誘導地点接近時画面例（レーン情報有）



図4 誘導地点接近時画面例（レーン情報無）

車載カーナビの表示画面を7インチディスプレイ(横 14.4cm×縦 7.2cm)と仮定し、携帯電話の表示画面を2.6インチディスプレイ(横 3.4cm×縦 4.6cm)と仮定すると、携帯電話の画面は面積的にもカーナビの半分以下であるため、地図表示方式をそのまま適用すると視認性も低下してしまう。

一方、T B T表示方式のカーナビ画面を携帯電話に適用することを考える。T B T表示方式においては誘導方向矢印のみ表示するため、視認性の問題は少ない。しかし、日本のように複雑な道路環境の場合、誘導方向矢印だけでは情報不足であり、周辺道路地図などさらなる情報が必要である。

したがって、携帯電話カーナビには、地図表示方式の情報量と、T B T表示方式の視認性を併せ持つような誘導案内方法が必要である。

ここで、図2の経路走行時画面に、誘導方向矢印が表示されていることに着目する。T B T表示方式では、誘導方向矢印を一画面のみで固

定表示している。それに対し、地図表示方式では、誘導方向矢印だけでなく、後述の地図画面や交差点拡大図やレーン情報などを、画面の一部として使用しており、各パーツの組み合わせにより画面を構成している。そこで、これらのパーツを最低限の組み合わせで一画面のみで切り替え表示することを考える。

パーツとして用いている画面を図5～図10に示す。



図5 地図画面



図6 誘導方向矢印



図7 交差点拡大図



図8 レーン情報画面

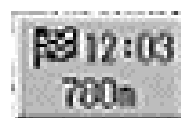


図9 全体残距離および到着予測時刻表示枠



図10 交差点名称表示枠

図5の地図画面は、自車付近の地図を示している。図6は誘導方向矢印である。図7の交差点拡大図は、誘導地点となる交差点付近の道路地図、経路となる道路、誘導地点における進行方向、および自車の位置を示している。図8のレーン情報画面は、誘導地点におけるレーン構

成、各レーンにおける進行方向、および経路の示す進行方向を示している。図9の全体残距離および到着予測時刻表示枠は、経路上における目的地までの到達距離、および目的地までの到着予想時刻を示している。図10の交差点名称表示枠は、誘導地点となる交差点の名称を示している。

以上の画面をどのように切り替え表示するかを考察した。その結果を以下に示す。

まず、図5の地図表示画面は、携帯電話のディスプレイに表示すると、表示枠が小さいにも関わらず地名など文字情報を表示することになるため、視認性に欠けるという問題がある。したがって、誘導案内中には地図画面を表示しないことにする。

図6の誘導方向矢印は、進行方向矢印と到達距離しか表示していないため、表示枠が小さくとも視認性の点では問題ない。表示情報が矢印だけであり、他の画面と比較してもシンプルであるため、誘導方向矢印をデフォルトの表示画面とする。

図7の交差点拡大図は、交差点付近の地図を表示しているものの、拡大図であるため、地名などの文字情報を表示しなければ視認性の観点からしても特に問題ないとする。また、TBT表示方式では表示できなかった、誘導地点付近の道路表示も行っている。そのため、日本など道路事情が複雑な箇所において経路誘導を行う際には、非常に重要な情報であると考えられる。よって、交差点拡大図に関しては、自車が誘導地点付近に到達したら表示することにする。

図8のレーン情報画面は、車線変更を行う際には重要な情報である。車線変更は基本的に交差点を曲がる前に行う必要がある。よって、レーン情報に関しては、交差点拡大図表示の直前に表示することにする。

図9の全体残距離および到着予想時刻表示枠は、交差点を曲がる際に必要というわけではないが、現在における経路走行の進捗を知るために便利な情報である。表示枠も小さくすむため、デフォルトの画面である誘導方向矢印と一緒に表示することにする。

図10の交差点名称表示枠は、曲がるべき交差点の信号機にこの名称が書かれており、どの信号で曲がったらよいかを判別するための有用な情報である。よって、交差点名称があった際には、交差点拡大図と一緒に本枠を表示することにする。

以上の考察をまとめたものを表1に示す。

表1 誘導中における各画面の表示するタイミング

図番	画面名称	表示するタイミング
図6	誘導方向矢印	経路走行時 (デフォルト)
図7	交差点拡大図	誘導地点接近時
図10	交差点名称表示枠	誘導地点接近時
図9	全体残距離・ 到着予想時刻表示枠	経路走行時
図8	レーン情報画面	誘導地点接近時
図5	地図画面	

表1において経路逸脱時に表示する画面が存在しないため、経路逸脱時に表示する画面について検討する。図6から図10までの画面は、いずれも経路逸脱時には経路の情報が必要であれば表示不可能である。したがって、経路逸脱時には図5の地図画面を表示することとする。

2.2 音声発話

カーナビの音声発話方法は、大きく3通り存在する。

- 1) 端末の記憶領域内に格納した交差点名称音声ファイルを再生すること
- 2) 端末にてサーバからダウンロードした交差点名称音声ファイルを再生すること
- 3) 端末にてサーバから交差点名称読みデータをダウンロードし、端末上のテキスト読み上げ機能(Text-To-Speech、以下「TTS」と称す)にて交差点名称を読み上げること

これらの方法を、それぞれ携帯電話に適用することを考える。1)においては、端末である携帯電話の記憶領域は現在、最大数MBしかなく、日本全土の交差点名称音声ファイルを収録するのは到底不可能である。2)においては、サーバから音声ファイルをダウンロードするのに通信が必要となり、通信時間および通信コスト的にユーザに負荷がかかる。3)においては、1)よりも端末の記憶領域容量が不要であり、2)よりも通信時間および通信コストが不要となる。よって、3)のTTSを用いるという方法をとることにする。

しかし、実際にカーナビで使用されているTTSを携帯電話に移植することを考えると、音声データベースのデータ量が大きく搭載できないという問題がある。そこで、カーナビで使用されているものよりさらにコンパクトなTTSを携帯電話の環境に移植することを考えた。しかし、このコンパクトなTTSにおいても、携帯電話内のカーナビアプリと連携させるためにはメモリ使用量を減らす必要があった。そのため、交差点名称の発話に最適なメモリの確保を行うように、TTSを改造した。

3. プロトシステム

携帯電話カーナビの誘導案内方法を検証するため、プロトシステムを開発した。本章では、プロトシステムのハードウェアおよびソフト

ウェアの構成について述べる。

3.1 ハードウェア構成

今回のプロトシステムは、通信ナビと同様のシステム構成をとることにした。図11に携帯電話カーナビのシステム構成図を示す。その際、携帯電話において、位置検知のためにGlobal Positioning System(以下「GPS」と称す)が接続されていることがシステムの必要条件である。携帯電話のGPSとしては外付GPSと内蔵GPSの2種類があり、接続の手間を考慮して後者を選択する。携帯電話の内蔵GPSの種類としては、最初の1回を除いて端末自体での位置取得が可能な半自律型GPSを用いることとした。図12に半自律型GPS搭載携帯電話を示す。

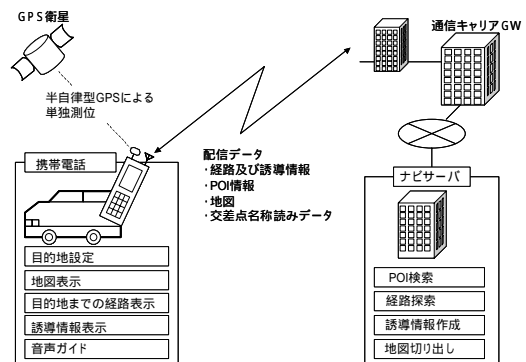


図11 携帯電話カーナビのシステム構成図



図12 半自律型GPS搭載携帯電話

3.2 ソフトウェア構成

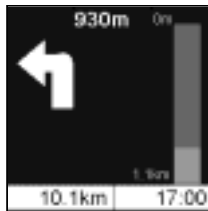
プロトシステムにおける、携帯電話側ソフト

ウェアの表示画面に関しては、「2.1 表示画面」の検討結果に従って作成した。携帯電話における誘導画面を図13に示す。

誘導音声に関しては、「2.2 音声発話」の検討結果に従って作成した。

サーバに関しては、下記機能を実装した。

- 1) Point-Of-Interest(以下「POI」と称す)
検索:携帯電話からの目的地に関する情報を元に、目的地の候補を検索する機能。
- 2) 経路探索:自車および目的地の位置を元に、自車位置から目的地までを通る経路を探索する機能。
- 3) 誘導情報作成:自車位置から目的地までを通る経路を通る為の誘導情報を作成する機能。
- 4) 地図切り出し:自車位置から目的地までの経路付近における地図を抽出する機能。



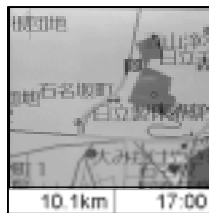
(a) 誘導方向矢印



(b) 交差点拡大図



(c) レーン情報



(d) 地図画面

図13 携帯電話カーナビにおける誘導画面

4. プロトシステムに関する考察

本章では、プロトシステムの表示画面に関して情報量、視認性の観点から考察を行った結果を示す。また、プロトシステムの音声発話に関

して、交差点読み上げ機能の実装を行った結果を示す。

4.1 情報量

表示画面の種類が多ければ多いほど情報量が増えるため、ここでは表示画面の種類の高さを情報量とする。表示画面の種類の高さに関して、プロトシステム、TBT表示方式車載カーナビ、地図表示方式車載カーナビに関して比較を行った。その結果を表2に示す。

ここでは、表2に示すとおり、プロトシステムのナビは、地図表示方式と同程度の情報を呈示することが可能である。

表2 各画面における情報量

ナビ種類	表示画面種類	種類数
携帯電話 カーナビ プロトシステム	地図画面、誘導方向矢印面、 交差点拡大図、交差点 名称、全体残距離、 到着予想時刻、レーン情報	6
TBT表示方式: 車載カーナビ	誘導方向矢印	1
地図表示方式: 車載カーナビ	地図画面、誘導方向矢印、 交差点拡大図、交差点 名称、全体残距離、 到着予想時刻、レーン情報	6

4.2 視認性

表示画面の視認性に関しては、ユーザが各パーツを一つの画面の固まりとみなすため、ここでは各パーツの画面サイズを視認性の指標とする。

各パーツの画面サイズに関して、プロトシステムおよび地図表示方式ナビに関して比較を行った。地図表示方式に関しては、車載カーナビに表示した場合のほか、面積比を考えて携帯電話に重ね表示することを想定した場合に関しても比較した。その結果を図14に示す。

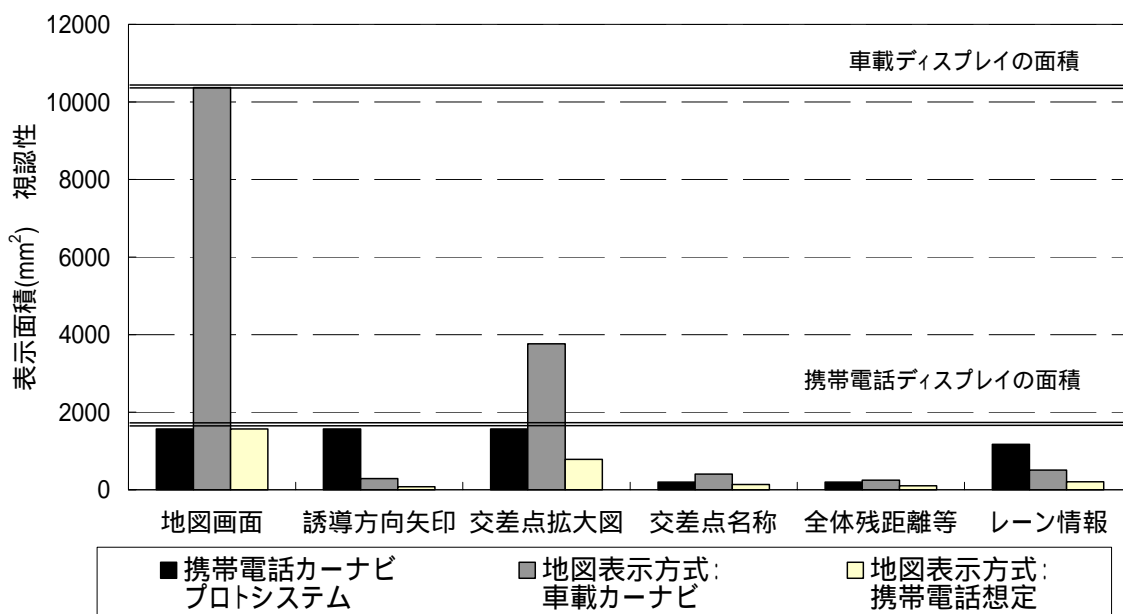


図14 各パーツの画面サイズ

図14より、誘導方向矢印およびレーン情報に関しては、プロトシステムの表示面積は車載カーナビにおける地図表示方式のものに比べて広がっている。全体算距離・到着予想時刻・交差点名称に関しては、プロトシステムの表示面積が車載カーナビの地図表示方式に比べて狭くなっているものの、さほど大差ないと考えている。交差点拡大図に関しては、プロトシステムの表示面積が車載カーナビの地図表示方式の半分になっている。しかし、携帯電話と車載カーナビとで、交差点拡大図の実縮尺が同じになるよう表示すれば、特に問題ないと考えている。

なお、地図画面に関しては、車載カーナビの半分以下であり、地図表示方式と変わらないが、経路逸脱時および目的地設定時に表示するため、停車時にのみ閲覧することにしておけば特に問題はないものと考えている。

以上の考察結果をまとめると表3のようになる。

表3 視認性と情報量の比較結果

ナビ種類	視認性	表示情報量
携帯電話カーナビプロトシステム		
T B T表示方式: 車載カーナビ		×
地図表示方式: 車載カーナビ		
地図表示方式: 携帯電話想定	×	

4.3 交差点名称の読み上げ機能

交差点名称の読み上げ機能を「2.2 音声発話」の検討結果に従って作成したところ、現状における携帯電話の最大メモリ使用量が数MBのオーダーであるのに対し、TTSおよびカーナビアプリを合わせたメモリ使用量を1MB以下に抑えることができた。よって、携帯電話カーナビにおける交差点名称の読み上げ機能を実現することにより、交差点に関する情報量を増加させることができた。

表3および本節の内容より、プロトシステムは車載カーナビに極めて近い性能を出すことが可能であることを確認した。

5 . 結言

携帯電話カーナビのプロトシステムに関して、視認性と情報量の観点から検討を行ったところ、下記の知見を得た。

- 1)誘導方向矢印や交差点拡大図などを切り替え表示することで、携帯電話の小さい画面でも車載カーナビ並みの視認性および情報量を得ることを確認した。
- 2)T T Sを用いて交差点名称の音声読み上げを行うことにより、車載カーナビと同様に交差点の位置を特定することが容易となった。今後の課題として、携帯電話カーナビの実機による視認性の評価実験、携帯電話内のG P Sの位置検知能力評価などを考えている。

<参考文献>

- [1] 待井君吉 他：オフボードナビゲーションの開発：電気通信学会論文誌 Vol.123-C, No.10, 2003年
- [2] M. Morioka, et al.: Design of the Map Downloading Architecture for Network-Oriented Car Navigation Systems: IEICE TRANS. COMMUN., Vol. E85-B, No.10, pp2182-2190, 2002年
- [3] K. Machii, et al.: Development of an Off-Board Car Navigation System: Proc. 8th World Congress on Intelligent Transport Systems, 2001
- [4] NateDrive™ホームページ
<http://drive.nate.com/>: SK Communications
- [5] Drive Station™ホームページ
<http://www.car-is.com/>: カー・イズ株式会社

- [6] 麻生勤他：地図ナビと Turn-by-Turn ナビの比較：シンポジウム「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」研究論文集, 2000年

なお、NateDrive™はSK Communications Co. Ltd.の登録商標です。また、Drive Station™はカー・イズ株式会社の登録商標です。