

スマートフォン向けカーナビのインタフェース

山辺 教智¹ 石崎 新¹ 池上 翔太¹ 梶並 知記¹ 清原 良三¹

概要：近年カーナビゲーションシステムは、ほとんどの自動車に搭載されているといっても過言ではない。しかし、携帯電話網に接続した通信ナビゲーションシステムはコストの関係から少ない。一方、スマートフォンの登場により通信ナビゲーションシステムが無料で使えるようになってきた。カーナビとしてのスマートフォンの最大の欠点であるディスプレイの大きさは、ディスプレイとオーディオの機能のみを持つ安価な“Display Audio”と呼ばれる機器の登場によりスマートフォンを接続して使えるようになり、スマートフォンのナビアプリと音楽機能を同時に簡単に使えるようになったため爆発的な普及が予想される。本論文でこのようにスマートフォンがカーナビゲーションシステムとして普及することを想定した場合の、操作性に関して検討を行い、その改善方式を提案し、実装したので報告する。

1. はじめに

近年、カーナビゲーションシステムはオーディオシステムと一体化して、製造時から組み込まれるケースや、製造後にアフターマーケット機器を搭載する場合とを合わせてほとんどの自動車に搭載されているといっても過言ではない。

しかし、通信機能を利用する通信ナビゲーションシステムは、地図を常に最新の状態にし、路側の設備のないところの渋滞情報を表示するなどの機能があるにも関わらず、通信費用のコスト負担の面から、それほど普及はしていない。カーメーカーが通信コストを負担するモデルを提供する場合も、車検などを系列の販売店で受ける必要があるといった制約もあり期待されるほど普及してこなかった。

その一方で、スマートフォンの普及が進み、ナビゲーションある程度の位置精度が実現や、最新の地図と渋滞情報が利用でき、しかも追加の通信コストを払うことなく利用できる無料のカーナビゲーションアプリが登場してきた。

また、スマートフォンとUSBによる有線接続やBluetoothによる無線接続を行うことによりスマートフォンの画面を大きく表示できる図1に示すような“Display Audio”が製品化されつつある。スマートフォンとディスプレイの間には標準のプロトコルMirror Link[1]も開発されつつある。このプロトコルでは、スマートフォン、ディスプレイ側でアプリが協調して動作し、カーナビ向けに動作する。そのため、今後多くの人が自動車と関係なく保持しているスマートフォンを安価なカーナビとして高価な専用機器に

変わって使われることが増えてくると容易に予想できるが、車載器の買替えサイクルとスマートフォンの買換えサイクルの違いからバージョンあわせなど面倒な手間も発生するかもしれない。

最近では、Google社がOpen Projectとして[2]を発表しており、スマートフォン以外の画面にスマートフォンの画面をそのまま出力し、操作もスマートフォン以外の画面で可能になりつつある。このように画面をそのまま出す方式では余計な手間の発生も少なく、おそらくユーザの好みにおうじた画面になるため普及が予想される。

しかし、スマートフォン上の多くのカーナビゲーションアプリは、一般的なカーナビゲーションシステムと比べ、元々の画面が小さいために、検索ウィンドウやオプションが画面上に現れて地図が見えにくく、カーナビゲーションシステムならボタン一つで出来る動作もタッチのみが基本のアプリケーションであることから操作数が多くなることも多く、信号の短い待ち時間を考慮すると、使い勝手の良



図1 Display Audioの製品例(Panasonic)

¹ 神奈川工科大学情報学部情報工学科
Shimo-Ogino 1030, Atsugi, Kanagawa 243-0292, Japan



図 2 従来型カーナビの例 (Pioneer AVIC-MRZ09)



図 3 pioneer のクレードル SPX-SC01

いものとは言い難い。

また、安心・安全を考慮するとできるかぎり注意散漫にならないようにすべきであると考えた。そこで、本論文では、カーナビの操作に関する評価指標を定義した上で、その改善方法を提案し、実装評価してその効果を示す。

2. カーナビ操作 UI

現在普及しているカーナビゲーションシステムは製品の使い方から大きく分けると3種類ある。

- (1) カーナビ専用のオーディオと一体化した従来型のカーナビゲーションタイプ。
- (2) スマートフォンと連動する“Display Audio”タイプ。
- (3) スマートフォン本体をそのまま使用するためのクレードルをつけて固定するタイプ。

2.1 従来型カーナビゲーションシステムタイプ

タイプ(1)のカーナビの例を図2示す。多くの機種で、画面外のボタンを使うことが多い。オーディオ機能とナビゲーション機能が従来から独立に開発されてきた経緯があるのかもしれないが、画面以外のボタンを押すことによりAV画面と地図などのナビ画面を切り替えることが多い。

また、多くのナビゲーションアプリではタッチする場所が地図と重なっており、地図自体が見えにくくなっている。

また、操作方法は機種によって、以下の2種類がある。

- (1) 音声認識を利用する。
- (2) タッチパネルを利用する。

音声の場合は、会話が途切れる問題や、声にはしたくない場合があるなど使いにくい側面がある。一方タッチパネルは、カーナビ画面がセンターコンソールにあることが多く、利き腕と反対の場合など、信号停止の一瞬での操作はしにくい問題がある。

2.2 Display Audio タイプ

タイプ(2)の“Display Audio”の場合(図1参照) Display Audio側ではボタンとタッチで操作可能であるが、従来のカーナビと同じで、操作するにはディスプレイに向けて手を伸ばす必要がある。アプリによってはスマートフォン側から操作できる場合もあるが、安全性と操作性の問題は解決できていない。

Display Audioは一見万能に見えるが、実際は各アプリを手動で起動して操作する必要があるため、オーディオ再生やニュース観覧の際には地図アプリを中断する必要があるため手間がかかると想定される。

2.3 クレードルタイプ

タイプ(3)のスマートフォンをそのままカーナビに使用するタイプである。図3に示すようにクレードルを利用して自動車に固定する。クレードルの場合画面は小さいままで置き場所も固定されてしまうため、手元を持って操作できない。そのため地図の操作に限らず、オーディオ操作も面倒になる。

2.4 カーナビのUIの評価指標

カーナビゲーションアプリの操作は、以下の複数の場合がある。

- (1) 発進前、駐車時など時間が十分ある場合。
- (2) 信号停止、渋滞時など瞬時に簡単に動作させたい場合。
- (3) 運転中。

ここで、運転中の操作は、例えば使い易いとしても注意散漫につながり事故の危険性がある。自動運転などが導入されるケースもあるが、避けるべきであり、対象外と考える。

次に発進前などでは、十分時間があるため、スマートフォンを手元を持ってきて、慣れた使い方ができるため本

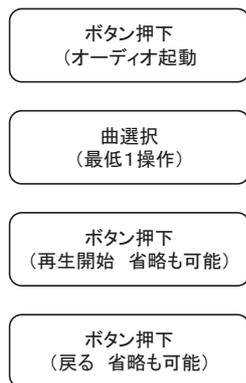


図 4 従来型カーナビの操作数



図 6 加速度, 角速度センサによる実験

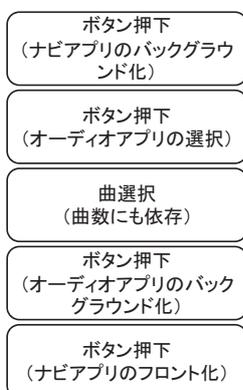


図 5 スマートフォン型カーナビの操作数

論文では対象外とし、本論文で検討するのは一時停止など瞬時に操作を要求する場合を対象とする。

瞬時の操作で重要なのは以下の2点である。

- (1) 直感的に簡単に操作。
- (2) 操作数。

例えば流す曲を選んでから地図を見たい場合を従来型のカーナビでの操作シーケンスを図4に示す。操作数は曲数など曲の選択時の操作数にも依存するが、これが最少の1回だったとすると、2回から4回である。

Display Audio タイプの場合 (ここではすでにナビアプリが立ち上がっているとすると。) は曲数にも依存するが、図5に示したように最低でも5回である。

操作数が多いほど操作に時間がかかるので、操作数を減らしていくことは重要である。急いで操作するため誤った操作をする可能性も高いため、このようなケースでは直下的操作と操作数の削減が重要となる。

本論文では、スマートフォンにおける操作数の削減に着

目して、その手法に関して検討するとともに、直感的操作に関してもスマートフォンの操作とほぼ同じ操作ができる操作手法を検討することとした。

3. 関連研究

3.1 カーナビ UI

我々は、文献 [3] にて、自動車の運転中に信号に差し掛かった時にカーナビを利用する場合に、手早くかつ直接的な操作を行う検討を行い、基礎実験を行った。直感的な手法とは指の動作をスマートフォンと同様にすることにより実現するべきだと考えた。そのため、Display Audio はセンターコンソールにあることが多く、直接タッチするのは望ましくない。そこで、ジェスチャーによる動作を検討した。

ジェスチャーの認識は、可視光のカメラや、Leap Motion[4]などで実装されている赤外線カメラなどがあるが、これらは位置が固定され自由度が低くなるため、候補とはせず、指輪型の加速度センサが利用できないか検討した。

図6に示すように基本実験として9軸(加速度、角速度、地磁気のそれぞれ3軸)センサ(ZMP社 ZMP IMU-Z2)を利用し、その中でも加速度と角速度を利用して、タップ、ダブルタップ、フリック動作が区別できることを確認した。

図7, 図8は、タップ操作時の加速度センサの値で、横軸が時間である。個人差などの問題までは取り組んでいないが、十分区別できそうな値が得られていると考える。

また、加速度センサだけでは、ポインティングデバイスの移動などをさせることは難しいことが文献 [5] では報告されているが、信号で停止した際の動作などで、簡単に操作できる部分のみに着目すると、限定機能だけが使えるだけでも十分であると考えている。

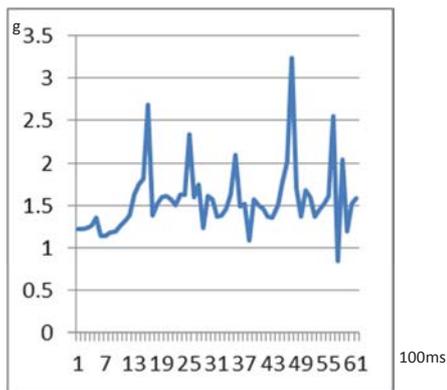


図 7 タップ時の加速度センサ値

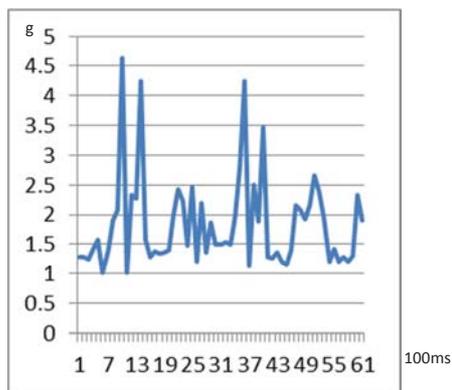


図 8 ダブルタップ時の加速度センサ値

3.2 携帯電話の操作数削減

携帯電話の操作性の向上方式では、様々な研究が多くある [6][7][8]。そのほとんどはユーザのコンテキストを推定する方式である。携帯電話の加速度センサを利用して停止状態なのか、歩行状態なのか、運転状態なのかを推定する。あるいは位置情報を利用して、駅の近くなのか、空港なのかといったことと、過去の操作履歴を照らし合わせて、ユーザにとって最適な状態を推薦する方式である。

携帯電話を使う場合は、推薦に対する応答により正解か不正解かもフィードバックできるものの、コンテキストに依存しない操作も多いため、実際に有用性が高いかどうかは実際に使ってみないとわからない。

カーナビとして携帯電話を Display Audio に接続すると、それだけで車の中にいるというコンテキストが確定する。車の中での操作は、ナビゲーションするかどうかにかかわらず地図を出すことと、音楽を再生すること、SNS などの情報を見ることと、ブラウザでの検索などを利用すると想定して良いと考え、状態が限定されることと、コンテキストによって使う機能が明確になると推定され、活用の可能性が高いと考える。

4. 提案方式

4.1 要求

スマートフォンを利用したカーナビゲーションアプリの要求を以下に整理する。

- (1) オーディオ, ナビ, SNS, ブラウザの画面の切り替えを意識させないようにする。従来型でも複数の別のアプリになっていることが多く、タッチする位置が違うなどスマートフォンには適さない。
- (2) コンテキストに応じて適切な情報を出すことで、平均的な操作回数を減らす。
- (3) 操作は直感的な操作でできる操作のみに限定する。

要求 (1) のオーディオの画面切り替えは前述の通り、従来型カーナビでも、スマートフォンでも地図とオーディオが独立しているアプリである。オーディオアプリを使う場合は地図を非表示にして切り替える必要がある。この問題を解決するために、オーディオとナビを同一のプログラムにする必要がある。

コンテキストに応じて、あらかじめ用意されたプリセットを呼び出すことが出来れば、最低限の操作で快適に使用できると考えられる。ここでコンテキストとは以下を想定している。

- 運転中。
- 普段運転しているところで停止中。
- あまり行ったことのないところで停止中。
- はじめてのエリアで停止中。

これらを状態であるとする、これらの各状態に対して次に示すようなイベントが考えられる。

- 何もイベントなし。
- 渋滞情報が新たに発生。
- 事故情報が新たに発生。
- 路面状態に新情報発生。
- 再生中の音楽が切り替わった。

こういったコンテキスト情報を利用して表示する画面を切り替えることは有効であると考え、これらの状態と表示すべき項目の例を表 1 にまとめる。表示したい情報によって異なるだろう。したがって、これらの例は個人の好みに応じて設定で変更できる必要がある。

4.2 試作実装方式

試作にあたり、表 1 に示した状態に出てくるアプリのみの実装を行った。実際にはユーザの好みに応じて増減があると考え、設定により十分変更可能なように設計した。以下にに対象とした 3 つのアプリケーションを列挙する。提案方式を実現するために、HTML5 ベースとして実装した。

- ナビゲーション地図アプリ (Google MAP)。

表 1 状態に応じた画面遷移

イベント	無	渋滞	事故	路面凍結	音楽切替
(1)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
(2)	(c)	(a)(c)	(a)(c)	(a)	(b)
(3)	(a)(c)	(a)(c)	(a)(c)	(a)	(a)(b)
(4)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)(b)

- (1) 運転中
- (2) 普通の運転エリア信号停止中
- (3) 時々行くエリア信号停止中
- (4) はじめてのエリア信号停止中
- (a) 地図 (自動車位置, 渋滞情報, 凍結情報, 事故情報を含む) 画面
- (b) 音楽操作画面
- (c) SNS など文字情報画面



図 9 オーディオ機能画面と地図画面

- 音楽再生 (HTML5 のブラウザタグ+Javascript).
- SNS ブラウザ.

4.2.1 オーディオ機能

HTML5 のオーディオ機能を使う事で、ブラウザ上で音楽ファイルの再生を自由に行える。JavaScript と連動させることで、プレイリスト機能も使えるため、別のオーディオアプリを使用しなくても十分な操作が行え、地図の表示を消すことができなく、図 9 に示すようにオーディオとナビ機能の両立ができる。結果としてオペレーション数が減ると考える。

タブからオーディオ→曲を選ぶ→再生と同時に地図がすでに出ているのでオペレーション数が3に減少であり。さらに、タブによる切り替えなので、タップのみで一瞬に切り替えが可能である。

4.2.2 CSS3 を使用したインタフェース

CSS3 を使用することで、図 10 のようなタブメニューを実装した。これにより、その時に必要なタブを選んで情



図 10 タブメニュー

報を得ることができる。画面の大きさも変わらないため、手でスクロールを行う必要もなくなりタップ動作のみで選択が可能になる。

4.2.3 Google Maps API

本論文では、地図の表示に Google Maps API を利用した。本体以外に、トラフィックレイヤー (交通状況表示) ルート案内機能を使用している。ルート案内は出発地と目的地を決めて検索する事もできるが、出発地を入力しないで目的地を入れて検索した場合は、現在地から目的地までのルートが表示される。(図 9)

4.2.4 JavaScript

HTML5 や API だけでは足りない機能に関しては JavaScript を使って補った。オーディオでは前述した通りのプレイリスト、再生、停止機能。自分のタップした位置が分かるようにマウススターカー、Google Maps はデフォルト機能以外にも JavaScript で細かい設定が可能であり、ルート検索機能はその一つである。他にも検索条件を変えることや、倍率変更をボタン一つですること等の機能も付けることができる。

4.3 ユーザカスタマイズ

前述の実装は例であってこのままでは、すべての人を満足させることは非常に難しい。人によって状態に応じて要求が違うからである。そこでユーザ毎にカスタマイズできるようにインタフェース、機能面を出来るだけ柔軟に対応できるようにする必要がある。

HTML5 の拡張性を考えれば、タブごとに機能をつけ足すことが容易であり、地図の大きさや検索機能も変更する事は可能である。

4.4 状況に応じた画面の自動切り替え

コンテキストに応じた画面の切り替えが必要である。状況とその時に出すとふさわしいと思われるもの表 2 にまとめた。実際にはユーザごとにカスタマイズされるべきである。

5. 評価

5.1 操作数

操作数はタブの操作 1 回でアプリを切り替えることができるため、従来型のカーナビゲーションシステムや、ス

スマートフォンの通常の複数独立アプリケーションの形態に比べると確実に操作数は減る。また、コンテキストに応じてデフォルトの画面を出すことにより、ユーザのニーズに合った場合は減るが、一方でニーズに合わなかった場合は、増加する可能性がある。しかしながら、平均操作数という観点ではユーザのニーズに合う場合が50%以上あれば確実に操作数は減ると考える。

これらの操作数に関しては、実際にユーザに自動車で試してもらうことにより評価する必要があり、今後の課題である。

5.2 直感的操作

直感的操作が可能かどうかであるが、提案した操作に関しては、簡単な画面の切り替えに過ぎず、選択と次のタブへの移動およびキャンセルといった処理であり、単純なタップとダブルタップおよびフリック動作で十分操作可能である。ただし、検索などの文字入力などはできないが、信号停止中の短い時間での文字入力のケースは少ないと考える。これも実際の操作を行うことにより、ユーザ評価を行う必要がある。評価にあたっては、次の項目が重要であると考えている。

- 思ったとおりの操作ができたか。
- 操作しようとして、反応したか。
- 間違っただけの反応をしたか。
- 間違っただけの反応をしたために、その操作を取り消すのに時間がかかったか。

このように、意図に反する動作をした場合の効果配慮した評価を行う必要があると考えている。

5.3 総合評価

総合的にみて、ユーザがどのように感じたかの評価も実際に試用してもらい、アンケート形式で集める必要があると考えている。

6. 今後の課題

今後、デフォルトの画面などは、ユーザアンケートを取ることにより決定していく予定である。また、実装上の画面の表示位置などについても複数候補に関して、ユーザアンケートなどにより評価していく必要がある。また、操作デバイスの装着など、直感的操作に関して許される範囲もアンケートなどによるユーザ評価が必要と考えている。

また、デバイスを装着できない場合に、携帯電話の画面を見ることなく、携帯電話そのものをセンサとして動かして、大きな画面を見ながら操作することも視野に入れたいと考えている。

7. まとめ

本論文では、スマートフォンの画面を大きく表示し、セ

表 2 コンテキストに応じた画面

道路	いつも通る道		たまに通る道		初めて通る道	
	異常有	異常無	異常有	異常無	異常有	異常無
運転中	地図	SNS	地図	地図	地図	地図
	交通	Audio	交通	Audio	交通	Audio
	情報		情報		情報	Audio
信号待	地図	同上	地図	同上	同上	同上
	交通 情報 Audio		交通 情報			
出発前 駐車 場待	地図	同上	地図	Audio	地図	地図
	Audio SNS		交通 情報 Audio SNS	SNS	交通 情報 Audio	Audio SNS

ンターコンソールに出す形のカーナビゲーションシステムの操作UIに関して検討し、直感的操作と操作数の削減が重要であることを述べた。そのための方式を提案、実装し、机上での評価に関して述べた。今後、ユーザの使用による評価とアンケートなどによる別実装との比較評価を行っていく予定である。

参考文献

- [1] CAR CONNECTIVITY CONSORTIUM (<http://www.mirrorlink.com/>) (2013.09.28).
- [2] Matei Negulescu, Yang Li, "Open Project: A Lightweight Framework for Remote Sharing of Mobile Applications, ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST 2013), 2013
- [3] 池上翔太, 石崎新, 山辺教智, 清原良三, "6軸センサを用いたスマートフォン向けカーナビUIの検討," 電子情報通信学会平成25年度サイエティ大会, B-15-8.
- [4] LEAP MOTION (<https://www.leapmotion.com/>) (2013.09.28).
- [5] 所洋平, 寺田努, 塚本晶彦, "2つの加速度センサを用いたポインティング手法," WISS 2008.
- [6] 河口信夫, 宮崎 俊和, 稲垣康善, "ユビキタス情報環境における履歴を用いた機器操作支援手法," 情報処理学会研究報告ユビキタスコンピューティングシステム, 2004-UBI-004, pp.57-62 (2004).
- [7] 小林亜令, 岩本健嗣, 西山智, "釈迦:携帯電話を用いたユーザ移動状態推定方式," 情報処理学会論文誌 50(1), 193-208, (2009)
- [8] Ryoza Kiyohara, Mitsuhiro Matsumoto, Satoshi Mii, Naoki Shimizu, Masayuki Numao, and Satoshi Kurihara, "Context-Aware Middleware for Mobile Phone Based on Operational Logs," IEEE International Conference on Consumer Electronics, 8-1-5, 2008