

スマートフォンカーナビにおける操作性向上方式の検討

山辺教智^{†1} 松山聖路^{†1} 清原良三^{†2}

近年、スマートフォンと連動するカーナビゲーションシステム”Display Audio“が普及している。この”Display Audio“はバージョンによって使える機能に制限がかかるという制約があり、買い替えのサイクルが自動車とスマートフォンで異なるという問題から、コストの観点からの普及があるもののユーザにとって不満が残ると考えられる。そこでこの問題を解決したスマートフォンベースのコストを抑えたカーナビゲーションシステムを提案する。提案方式は安全性の観点から自動車の走行状況に応じて出力してよいアプリを限定するとともに、スマートフォンのアプリの操作数の削減及び負担のかからない操作を念頭においた方式とした。スマートフォン上に提案方式の一部を実装し、評価を行い、提案方式が有効であることを示す。

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ケースと合わせて殆どの自動車に搭載されているといっても過言ではない。

現在普及しているカーナビゲーションシステムは DVD や HDD に地図が入っている内蔵型と通信によって地図を自動更新する通信型の 2 種類が存在し、通信型は通信費がかかる代わりに地図データが自動更新されるが、内蔵型は新しい地図データを買わないと更新されない。

通信機能を利用する通信型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かかわらず、通信費用負担の問題があり、カーメーカーが通信費用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いない。

その一方で、スマートフォンの普及が進み、ナビゲーションにおけるある程度の位置精度が実現でき、最新の地図とテレマティクスサービスの渋滞情報が利用でき、さらに追加の通信費用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 [1] 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 Blue tooth 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 “Display Audio “ [2] が普及しつつある。

スマートフォンと “Display Audio “の間には標準のプロトコルとして Mirror Link [3] も開発されつつある。このプロトコルでは、スマートフォンとディスプレイ側でアプリが協調して動作し、カーナビとして動作する。対応しているアプリの場合は、普段の生活で使用しているアプリをそのまま使用でき、“Display Audio “自体も安価であるため、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代わって使うことが増えてくると容易に予想できるが、車載機買い換え

サイクルとスマートフォンの買い替えサイクルの違いからバージョン合わせなど面倒な手間も発生する可能性が高い。

最近では、Google から、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行える手段 [4] の開発が発表された。この様に、図 1 に示すようなスマートフォンの画面をディスプレイに出力する方式が一般的になれば “Display Audio “の様な問題がなくなり更に普及されることが予測される。

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従来の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表示され地図が見えにくく、カーナビゲーションシステムならボタン一つでできる拡大やモードの切り替えなどの動作も基本的に画面にタッチする操作方法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い。信号の短い待ち時間を考慮すると、安全性、操作性ともに使い勝手のよいものとはいえない。そこで、カーナビゲーションに適したインターフェースを作成して操作性を改善することが重要である。



図 1 スマートフォンとディスプレイの画面共有

^{†1} 神奈川工科大学 大学院工学研究科 情報工学専攻
Graduate School of Kanagawa Institute of Technology

^{†2} 神奈川工科大学 情報学部 情報工学科
Kanagawa Institute of Technology

2. カーナビゲーションシステムの現状

前述の通り現在では“Display Audio”を使用することでスマートフォンと連動する形でナビゲーションシステムが使えるが、アプリを一つ起動しているだけであるため機能の切り替えや操作性がナビゲーションの操作に適しているとはいえない。

操作性に関しては外部パネルから操作ができるものも存在するが、アプリや“Display Audio”のバージョンが合わない場合は操作ができないことがある。現状の問題点についての詳細を以下に示す。

2.1 スマートフォンをカーナビとして使用する際の問題

スマートフォンの画面をそのまま大きくディスプレイに表示する場合か、スマートフォンのみを使用する場合に発生する問題点は操作性にある。操作性の問題とは大きくは以下の3点である。

- (1) 車内で使うことを想定したインターフェースになっていないこと。
 アプリが独立しているために、他の機能を使うには図2に示すようにスマートフォン側のアイコンを押してホーム画面を経由して切り替える必要がある。
- (2) 大画面を想定していないため地図の上にボタンを配



図2 スマートフォンにおける機能の独立



図3 スマートフォン向けカーナビアプリの例 (ホンダ純正ナビアプリインターナビポケット)

置せざるをえないなど見にくさがある。

図3に示すように地図アプリはスマートフォンのものが使用されるので、画面内に疑似的なボタンや情報が沢山表示されて地図が見づらい。

- (3) スマートフォンをクレイドルで固定するにしろ、大画面を使うにせよ、操作するためには運転姿勢から手を伸ばすなど停止中といえども注意散漫な状態を生むこと。

2.2 操作方法とインターフェースの問題点

2.1節で述べたように従来のカーナビゲーションシステムと比べ、“Display Audio”で 사용되는カーナビゲーションアプリは、スマートフォンの画面で使用することを想定して作られているために、地図上に様々な情報や疑似的なボタンが表示されて地図が見えにくい。従来のカーナビでは、メニュー表示や倍率変更のボタンは画面外にあり、地図に重なりメニューが開いても画面自体が大きいためこの様な問題点はなかった。

使用できるボタンに関しても、大きさが1段階のみの調節になっており、スペースの都合上従来のカーナビではボタン一つで可能な操作でもメニューを開いてからまた操作しなくてはいけないものも多く、操作面、インターフェース面ともに使い易いとはいえない。

また、業界自主規制によりカーナビゲーションシステムは運転中に操作が行えない。これ以外にも道路交通法により運転中にスマートフォンやナビ注視して操作する行為は禁じられている[5]ため、自分の機種とバージョンが合わない“Display Audio”は、現在非常に使いにくいものになっている。スマートフォンを注視せずに操作できるインターフェースとしてDrive mode[6]が開発されているが、アプリ毎に細かい操作を行う場合はタッチパネルを注視する必要がある。

本研究ではこれらの問題点を解決し、“Display Audio”においてバージョンの影響差を受けない様にスマートフォンとの連動を可能にする通信方式と操作方法として提案する。

3. 要求

2節で列挙した問題点を解決するためには、操作方法の改善による操作数の削減とアプリケーションの構造を見直す必要がある。カーナビゲーションアプリを操作するときの状況としては以下の場合があると考えられる。

- (1) 発信前、停車時など時間が十分ある場合
- (2) 信号停止、渋滞時等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ので本論文では対象外とする。

次に発信前等では、十分時間があるため、スマートフォンを手前に持ってきて慣れた使い方ができるためこれも対象外とし、本論文では一時停止や渋滞時に瞬時に操作要求する場合を想定する。

一時停止中は、信号など周辺状況を気にしなければならない状態であるため、次に示す要求があると考える。

- (1) 短時間で操作できること
操作性がよく、操作数も少ないことが望ましい。
- (2) 画面を注視することなく操作できること
信号が変わったりすることに気づけるように画面を注視させない必要がある。画面を注視すると信号が変わった場合などにクラクションを鳴らされるなど注意散漫で急発進など危険があると考える。

これらの要求を満足するためには以下の5点が重要であると考える。

- (1) 画面の構成
オーディオ、ナビゲーション、その他機能毎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画面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ので変化後の画面の構成も考える必要がある。
- (2) 操作回数
操作回数を減らすことで操作ミスも減らす。走行状態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) アプリの構成
車載向けアプリは同一のアプリにする。前述のとおり、従来型のカーナビでも、スマートフォンでも、地図とオーディオは独立しており、オーディオを操作する場合は、地図を非表示にして切り替える必要があるため、オーディオと地図を同一のアプリとして作成することで、切り替えを素早く行えるようにする。
- (4) 画面注視
道路交通法により、運転中は画像表示装置の注視（携帯電話やカーナビ）が禁じられている。また、停車時の注視も危険性が高くなるため、この規制に当てはまらない様に画面を注視せずとも操作が可能な操作方法が必要である。
- (5) 姿勢
前を見ながら操作できる必要がある。

以上から、アプリの構成や見せ方を変更した上で、外部機器からの遠隔操作を提案する。

4. 関連研究

4.1 外部からの操作について

地図やその他のアプリで操作を行うには“Display Audio”“またはスマートフォンの画面をタッチするか、本体のボタンを押す必要がある。

操作を行うときには、スマートフォンを手元に持って画面を見ながら操作するか、姿勢を崩して“Display Audio”に触れる必要がある。

これではどちらも注意散漫で、短い信号待ちの間に操作を行うことは危険だといえる。

そこで、カーナビゲーションシステムやスマートフォンにおいて実装されている操作方法を比較し、操作時間、精度、コストにおいてどの方法が優れているのかを検討する。操作方法の候補としては4種類存在する。

4.2 外部加速度センサ

スマートフォンと Bluetooth で接続するタイプの加速度センサとして、近年では図4に示すような指輪型[7]のような身に付けるタイプのものが存在するため、装置を意識せずとも操作できる。

様々なジェスチャーに対応でき、コストに関しても比較的安価であるため実用性があるといえるが、実際に大き目の指輪を指につけて運転するとハンドルを握るという特性



図4 装着型加速度センサの例 [7]より



図5 赤外線センサ LeapMotion の例

から相当な違和感があるといわざるを得ない。

4.3 赤外線センサ

スマートフォン内蔵のものやカーナビにおいては近接センサといわれることが多い。センサの位置が固定されており、その位置へ手が近づいた場合処理が行われる。距離を基準に処理するため複雑な処理が難しい。コストは加速度センサと同程度である。

赤外線センサでジェスチャーを使用することのできるものとしては図5に示す Leap Motion[8]が存在するが、スマートフォンでは使用できず、ジェスチャー操作でもセンサの位置が固定されることを考えると加速度センサと比較した場合使いづらいといえる。

4.4 スマートウォッチ

加速度センサを内蔵しており、スマートフォンと連携するため、使い方は前述の外部加速度センサと同じ使い方になることが考えられる[9]。

他の方式と比較した場合腕時計であるために指の動き等を反映できずジェスチャーの動きが限られ、また、現時点では新しい技術であり、コストも高く普及率が低いが、将来的にわざわざ運転のために身につける必要があるわけではなく常に身につけられるという点から有効な手段といえる。

4.5 スマートフォン内蔵センサ

スマートフォンに内蔵されている各センサを使用する場合、前述の加速度センサ、赤外線センサが使用できる。しかし、内蔵のものを使うのでコストがかからない利点があるが、赤外線センサはタッチ操作時の誤作動が予測され、加速度センサは本体を持って動かす必要があるので外部センサと比べて使いづらい。

5. 方式検討

様々な手法があるが、短時間停止時にドライバが行いたいことは地図の画面、音楽の画面の切り換えと、音楽の選択など限られた操作である。行先設定などもあるが、これ



図6 スマートウォッチの例 [9]より

は短時間では難しい。そこで、操作を上記のものに限定し考える。また、前提として我々も既に提案実装し、世間の動向としても開発が進んでいる HTML5 ブラウザベースのインタフェース[10]を想定する。即ち、ネットワーク上のアプリも端末上のアプリも区別なく、タブブラウザで実現されているもので、アプリの数も車載向けを想定するとたかだか数個程度のものを想定する。

そのため、外部からの数種類のジェスチャーが判定できればよい。そのため前節の検討でもよいとした加速度センサを用いた方式とする。将来的にはスマートウォッチで操作できることが望ましいため、装着型のデバイスを用いて試作を行うこととした。

また、装着型を用いる前の基本実験としてスマートフォン自身を動かす方式で加速度センサのみでのジェスチャーの判別がどの程度できるかを検討することとした。

5.1 基本実験

インタフェースは我々が以前作成した図7に示すようなタブ型のインタフェース[11]を用い、加速度センサ操作のプロトタイプとしてスマートフォン本体に内蔵の加速度センサの数値をもとにタブを切り替える機能を実装した。

これにより、画面を注視することなくタブを切り替えることができる。単純にスマートフォンを水平に保持し、動かすだけでの判定が可能かどうかを検討した結果を表1に示す。これは被験者1名が常に持ち方を意識して動作させたものである。重力加速度の影響とデバイスの持ち方の影響を排除すれば、手の動きで若干向きが変わる程度であ

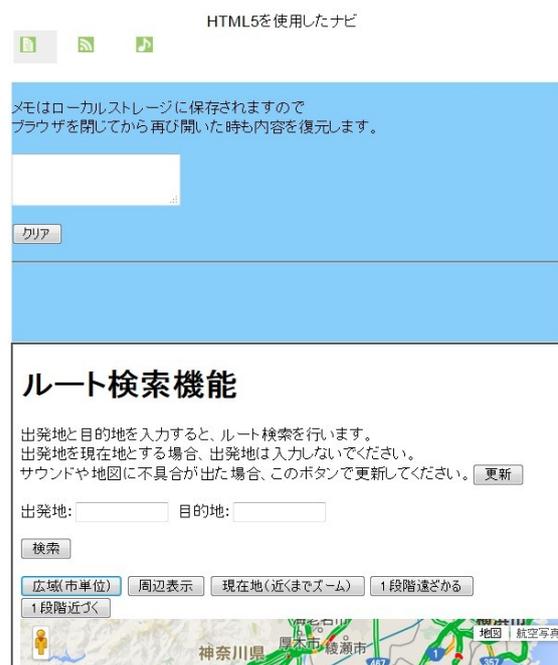


図7 タブメニューを使用したカーナビのインタフェース



図8 実験環境

れば3種類程度のジェスチャーを認識できることが確認できた。

しかしながら、実際の状況では向きを固定することはできず、手の動きも複雑である。

5.2 提案方式

文献[12]に示されたような加速度を各平面に投射してどの軌跡がどのパターンに近いかを判定する方式を用いる。この方式は文献[13]にも示されるように3種類程度のジェスチャーの認識には十分活用できると考える。

腕時計型を想定するが、実験として図8に示したような構成でまずはジェスチャー認識の実験を行うこととした。

加速度センサ（ZMP社 IMCU-Z2）におけるジェスチャーの判別は特徴量を抽出する。

特徴量は図9に示すように各方向の加速度を3種類の平面に投射した上で、その軌跡のパターンマッチングを行うものである。

この方式は図9のようにx, y, z軸から組み合わせて作り出した3つの平面の特徴量を割り出してパターンマッチングを行う処理である。この軌跡のパターンを複数登録し、そのどのパターンに近いかで判別する。

スマートフォンと操作装置を無線で繋いだ加速度ジェスチャー認識の操作感覚や認識率、特徴量を計測し検証するため、Android上で動作するアプリケーションを実装した。

試作したアプリケーションは、まず加速度センサIMU-Z2から加速度値を取得し、複数回のジェスチャー操作を行うことで、そのジェスチャーの特徴量平均をサンプルデータとして保存する。全てのジェスチャーのサンプルデータを保存後、サンプルデータと入力値の相違度を求め、もっとも相違度の低いジェスチャーに割り当てられた動作を行うパターンマッチングによるジェスチャー認識を行うアプリケーションである。短いジェスチャーでも十分なデ

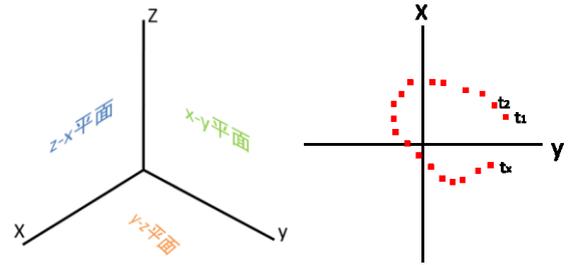


図9 各平面上の特徴量

表1 実験結果

ジェスチャーの種類	認証成功数/テスト回数
X加速度1.5以上(横)	9/10
Y加速度1.5以上(縦)	10/10
Z加速度1.5以上(手前)	10/10

ータを得るために、サンプリングレートは50msとした。

6. 評価

6.1 主観的評価

本研究において作成したアプリの定量的な評価として複数のジェスチャーパターンに関して正しく判定できるかどうかを調査した。ジェスチャーはそれぞれ10回行い、認識処理にはその平均特徴量を用いた。3つのジェスチャーに関しては10回とも十分な精度で判定できたが、ジェスチャーを4種類以上にした場合に十分な認識ができなくなることがわかった。この方式では3種類程度までは十分判別できる。

6.2 客観的評価

客観的評価を行うには、複数の人物に協力してもらい、快適に使用できているかを見る必要がある。

今後、実際の走行環境に近い環境で行う必要がある。

7. まとめ

スマートフォンを活用する車載情報端末に関して、その操作性に着目し、改善する手法を提案した。具体的には遠隔操作に着目し、各種方式を検討した上で、加速度センサを利用する方式を採用した。加速度センサデバイスとしてはスマートウォッチなどの時計型デバイスを想定し、装着型のデバイスで試作評価を実施した。

その結果限定的なジェスチャーの認識が可能であることがわかり、車載機器の操作では十分であることを示した。

ただし、評価の項目でも述べた様に、複数名での実験を行うことができず、提案手法が使用者の個人差の影響に対

応できるかの検討ができていない。

そのため、実際にユーザを通して実験を行い評価することが今後の課題となる。

また、加速度センサの精度に関しても座った状態でしかテストを行えていないため、手元が狭い、地形によっては振動することを考えた場合、使い慣れた人でも車内において正確な操作を行えるか、実験を行い確かめる必要がある。

参考文献

- 1)Yahoo!カーナビアプリ iPhone 版/Android 版 (無料) - Yahoo!カーナビ:<http://promo.carnavi.yahoo.co.jp/>
- 2)Honda | internavi LINC:
<http://www.honda.co.jp/internavi/lineup/n-one/n-one1211.html>
- 3)CARCONNECTIVITYCONSORTIUM,
<http://www.mirrorlink.com/>.
- 4)任意のディスプレイに携帯画面を映す Open Project, Google の研究者が発表. Web ベースのフレームワーク - Engadget Japanese,
<http://japanese.engadget.com/2013/09/29/google-open-project-web/>
- 5)自動車総合安全情報: http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/02assessment/car_h18/notandum.html
- 6)日経 BP の A3 コンテスト大賞受賞の Drivemode が 200 万ドルを調達一見ないで Android アプリを操作するアプリ - TechCrunch:
<http://jp.techcrunch.com/2014/12/12/20141211drivemode-raises-2-million-for-an-app-driver-s-can-use-without-looking-at-their-phone/>
- 7) Ring ZERO by Logbar: <http://logbar.jp/ring/ja/>
- 8)Leap Motion | Mac & PC Motion Controller for Games, Design, & More: <https://www.leapmotion.com/?lang=jp>
- 9)SmartWatch3 SWR50 | ソニーモバイルコミュニケーションズ:<http://www.sonymobile.co.jp/product/smartwear/swr50/>
- 10)松本 貴士 近藤 明宏 丸 三徳: 車載端末向け Web ブラウザの検討, 情報処理学会研究報告コンシューマ・デバイス&システム 2015-CDS-12
- 11) Takatomo Yamabe, Ryoza Kiyohara, A Study of on-Vehicle Information Devices Using a Smartphone, The 2nd IEEE International Workshop on Consumer Devices and Systems(2014)
- 12)坂本 翔, ユーザの直観的な入力をとらえるための 3 軸加速度センサによるジェスチャ認識の研究, 公立はこだて未来大学卒業論文, (2010)
- 13)伊藤篤志, 清原良三, 加速度センサを用いた二輪車用スマートフォン UI, 情報処理学会研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ, 2015-ITS-61 (2015)