

## コンテキストを活用した車載情報端末

松山聖路<sup>†1</sup> 山辺教智<sup>†2</sup> 清原良三<sup>†1</sup>

スマートフォンの普及とアプリケーションの充実により、スマートフォンが車載情報端末として利用されるようになりつつある。これにより、スマートフォンに搭載されているセンサやインターネットから取得することのできるデータ、アプリケーションの持つライフログなどを基に、従来の車載情報端末で認識することのできた自動車のコンテキストに加え、ドライバや周囲に関するコンテキストを認識することができるようになる。我々は、これらのコンテキストを活用し、車載情報端末の操作性とドライバのUX (User Experience) を向上させるための手法について検討し、実装および評価を行った。本論文では、運転にかかわるコンテキストを整理した上で、コンテキストに応じてサービスの切り替えを行う具体的な活用手法を示した。また、スマートフォン上で動作するシステムの実装を行い、操作時間の観点から操作性向上について評価した。さらに従来手法との比較を行い、提案手法の有効性を示した。

## On-Vehicle Information Devices Based On User's Context

Seiji Matsuyama<sup>†1</sup> Takatomo Yamabe<sup>†2</sup> Ryozyo Kiyohara<sup>†1</sup>

### 1. はじめに

スマートフォンの爆発的な普及により、様々なアプリケーションが開発され、スマートフォン1台で様々なことができるようになった。すでに開発されているアプリケーションの中には、地図・ナビゲーションやオーディオなど従来の車載情報端末で利用されてきた機能と同一のものがあり、その結果、スマートフォンが車載情報端末として利用されるようになりつつある。

地図・ナビゲーションの代表的なアプリケーションには、Google社のマップ<sup>[17]</sup>やYahoo株式会社のYahoo!カーナビ<sup>[19]</sup>がある。どちらのアプリケーションも地図を表示させるだけではなく、音声案内付きのGPSナビ機能や交通状況の確認といった機能を持っている。特に、Yahoo!カーナビではVICS (Vehicle Information and Communication System) <sup>[18]</sup>の渋滞情報を利用することができるなど、スマートフォンのナビアプリケーションは従来の車載情報端末に劣らぬ機能となりつつある。それだけではなく、地図の更新にコストがかからない点や、インターネットを利用してエリア情報を取得することができる点など、従来の車載情報端末とは異なる利点を持っている。

さらに、スマートフォンを車載情報端末として利用することで、従来の車載情報端末では認識することのできなかったコンテキストを認識することができるようになる。従来の車載情報端末は車載ネットワークへアクセスし、自動車のデータを取得することで自動車のコンテキストを認識している。認識したコンテキストは走行中の操作制限を設ける際に利用している。また、GPSを利用して自動車の位置情報を取得し、VICSを利用して周囲の渋滞情報を取得

することができる。これらのコンテキストに加え、スマートフォンを車載情報端末として利用することで、スマートフォンの搭載しているセンサやインターネットから取得することのできるデータ、アプリケーションが持つライフログなどを基に、ドライバや周囲のコンテキストを認識することができるようになる。

スマートフォンを車載情報端末として利用する際の課題として、スマートフォンの画面サイズが小さく操作しづらいという課題がある。この課題はDisplay Audioを利用することで解決することができる。Display Audioとは、自動車に備え付けとなっている端末にスマートフォンを接続することで、スマートフォンの画面を大きく表示し、スマートフォンの持つアプリケーションを利用することができるといったものである。Display Audioの代表的な製品には、Apple社のCarPlay<sup>[16]</sup>がある。また、従来の車載情報端末にも共通する課題として、車載情報端末の操作を連続して行うことができるのは信号待ちなどの短い時間であることや、走行中に操作を行うことで運転姿勢の崩れや視線逸脱を起し事故リスクを増加させてしまうという課題がある。

そこで我々は、コンテキストに応じてサービスの切り替えを行う手法を提案する。これは、自動車、ドライバおよび周囲のコンテキストから、ドライバが操作を行うタイミングと操作の対象となるサービスをある程度推測することができると考えたからである。

また、車載情報端末ではなくスマートフォンを対象とすることで、パーソナライズされたサービスの切り替えを行なうことができる。家庭や会社で利用される自動車は複数人に利用されることが多く、移動履歴などのデータは自動車を利用するユーザすべてのものになってしまうため、パーソナライズされたサービスの切り替えを行なうことは難しい。しかし、スマートフォンはユーザー一人ひとりが所持

<sup>†1</sup> 神奈川工科大学 情報学部情報工学科  
Kanagawa Institute of Technology

<sup>†2</sup> 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



図1 Apple社 CarPlay

し携帯するものであり、個人のライフログや嗜好などのデータを利用することができる。

以下、第2章では、関連研究について述べる。第3章では、運転中のコンテキストを定義する。第4章では、コンテキストに応じてサービスの切り替えを行う試作システムの実装と評価について述べる。第6章では、まとめと今後の課題について述べる。

## 2. 関連研究

### 2.1 操作手法の工夫による操作性向上

スマートフォンや車載情報端末のように画面に情報を表示し、ユーザの操作を受け付ける情報端末において、操作そのものに対する工夫により操作性を向上させるための研究が数多く存在する。例えば、ジェスチャを用いる手法や音声認識を用いる手法などがある。これらの手法を用いた操作の利点として、直感的に操作を行なうことができる点や、離れた位置にある端末に触れることなく操作を行なうことができる点が挙げられる。

ジェスチャを用いる手法として、池上ら<sup>[2]</sup>は加速度センサデバイスを用いて入力されたデータからタップ、ダブルタップ、上下左右のフリックという3種類のジェスチャを認識し、運転中に姿勢を崩すことなく直感的にスマートフォンの操作を行うことのできる手法を提案している。長谷川ら<sup>[10]</sup>は深度カメラを用いて入力された3次元位置情報から操作者の姿勢とジェスチャを認識し、離れた位置にある電子機器の操作を行なうことのできる手法を提案している。松原ら<sup>[12]</sup>は距離画像センサを用いたジェスチャ認識により、画面に対する手の位置や近づきに応じてメニューの操作を行なうことのできるUI技術を提案し、デジタルサインエージの操作に適用している。

音声認識を用いる手法として、橋本ら<sup>[9]</sup>は音声インタラクションを備えたAmbient Displayの実装を行っている。山岡ら<sup>[13]</sup>は車載用音声対話システムにおいて、ユーザ負荷を考慮した対話戦略について検討を行っている。

車載情報端末の操作にジェスチャや音声認識を用いる

ことは、運転中に姿勢を崩すことや視線逸脱の発生を軽減させることができることから、走行中のような状況では非常に有効であると言える。しかし、信号待ちの間に操作を行うような限られた時間で操作を行わなければいけない状況ではあまり有効ではない。これは、認識することのできるジェスチャ数が少なく、操作を階層的に行う必要があるため操作数が増加してしまうからである。また、音声認識を用いた操作が、音声の認識に時間がかかる、誤認識の確率が高いという性質を持ち、短時間で操作を行わなければならない状況には向いていないことによる。

片手を端末の操作にあてることで、メインタスクを実行しながらサブタスクを行なうことができる。片手を用いた操作に関する研究として、片山ら<sup>[3]</sup>は従来のキーボードを半分のサイズにしたキーボードを用いて入力を行う手法を提案している。この提案はユーザがすでに習得しているキーボード入力技術を活かすことができるが、スマートフォンや車載情報端末におけるサービスの切り替えはCUI (Character User Interface) ではなくGUI (Graphical User Interface) によるものであるためサービスの切り替えに用いることはできない。

### 2.2 画面デザインによる操作性向上

画面デザインを工夫し、ドライバの操作をサポートすることにより操作性を向上させるための研究が数多く存在する。例えば、操作対象となるボタンやメニューの配置を工夫する手法、メニューの内容を利用頻度に応じて並び替えて表示させる工夫などがある。

岩田ら<sup>[15]</sup>はメニューの内容をユーザのコンテキストに応じて並び替え表示する手法を提案している。高田ら<sup>[6]</sup>は、ドライバの手が車載情報端末に近づいたことを検知してメニュー展開を行い、タッチ操作の対象となるGUIをドライバの側に大きく表示して配置する手法を提案している。山辺ら<sup>[14]</sup>はカーナビゲーションシステムにおいてタブを用いたメニューを利用することにより、サービスの切り替えを1操作で行うことのできる手法を提案している。

これらの手法は、目的のサービスを認知するまでの時間を削減することやドライバに操作性を向上させることはできるが、短時間で操作を行いたい場合には十分でない。

### 2.3 コンテキストに基づく提示情報切り替えの工夫

UXを向上させるための手法として、コンテキストに応じて提示する情報を切り替えるといった手法が数多く提案されている。提示する情報の切り替えには、提示情報の詳細度を切り替える手法や、提示内容そのものを切り替える手法、提示する表示レイアウトを切り替える手法などがある。提示する情報が詳細であるほど表示のために必要なスペースは大きくなり、ユーザの注意も大きく向けられる。しかし、周囲に気を配る必要のあるような状況や、情報の読み取りがメインタスクに悪影響を与えてしまうような状況では、多くの情報を提示することは望ましくない。

高田ら<sup>[7]</sup>はユーザの「座位」「立位」「歩行」「走行」「自  
 転車」といった身体動作をコンテキストとし、各コンテキ  
 ストに応じた「提示情報への注意の向けやすさ」によって  
 提示情報の詳細度を切り替える手法を提案している。しか  
 し、この提案はAR (Augmented Reality) システムへの適用  
 を前提としており、ユーザの視界に情報を直接表示させる  
 状況での提案であることや、利用しているコンテキストが  
 運転中のものとは異なることにより、そのまま利用するこ  
 とができない。

牧ら<sup>[11]</sup>はドライバに属するコンテキストと周囲の状況  
 を決定づけるコンテキストからドライバの意図を推測し、  
 提供するサービスを決定する手法を提案している。この手  
 法は車載情報端末への適用を前提としており、利用するコ  
 ンテキストも運転中のものであるが、ユーザの操作を必要  
 としない状況での提案であるため、UX の向上には有効で  
 あるが操作性の向上とは異なる。

田中ら<sup>[8]</sup>は自動車の走行状態に応じたユーザの操作可能  
 量やユーザが必要とする情報量に合わせ、表示レイアウト  
 の切り替えを行なう手法を提案している。この提案は車載  
 情報端末への適用を前提としており、利用するコンテキ  
 ストも運転中のものであるが、試作段階であり、あらゆる画  
 面遷移に有効であるかはわからない。

飯塚ら<sup>[1]</sup>は、スマートフォンにおけるタスク実行につい  
 て、コンテキストに応じた予測を行う手法を提案している。  
 この提案は入力予測型の操作支援によりユーザの操作する  
 時間を短縮することができるが、運転中のスマートフォンの  
 操作に有効であるかはわからない。

菊池ら<sup>[5]</sup>は、アプリケーション一覧画面において、ユー  
 ザがよく利用すると考えるアプリを見つけやすくするアイ  
 コン強調表示方式を提案している。この提案はユーザがア  
 プリケーションを検出する時間を削減させることができ  
 るが、信号待ちの間にアプリケーションを選択する場合には  
 十分ではない。

河口ら<sup>[4]</sup>は情報機器の利用履歴を用いて、ユーザの機器  
 利用における操作の予測やマクロ化を行い、ユーザの操作  
 を支援する手法を提案している。しかし、自動車に乗車中  
 のコンテキストに対応しているわけではない。

### 3. コンテキストの定義と利用

#### 3.1 運転に関するコンテキストの分類と定義

運転中はあらゆるもののコンテキストが変化し続ける。  
 コンテキストが変化する対象は数多く存在し、例えば、自  
 動車、ドライバの身体、ドライバの心理、走行している道  
 路の状態、周囲を走る自動車などがある。

我々は運転中のコンテキストを整理し、自動車に関するコ  
 ンテキスト、ドライバに関するコンテキストおよび周囲に  
 関するコンテキストという3つのコンテキストに分類した。  
 自動車に関するコンテキストは、従来の車載情報端末にお

表1 自動車に関するコンテキスト

コンテキスト		説明
走行中	通常走行	20km/h 以上で移動している
	高速走行	80km/h 以上で移動している
	徐行運転	20km/h 以下で移動している
	バック	ギアが R の状態で移動している
一時停止中		自動車は停止しているが直ちに移動を開始することができる
駐車中		自動車は停止しており直ちに移動を開始することはない

いて走行中の操作制限を設ける際に活用されている。しか  
 し、ドライバおよび周囲に関するコンテキストは、スマー  
 トフォンという一人ひとりが所持し携帯している端末の利  
 用履歴やインターネットを利用することによって認識する  
 ことのできるコンテキストである。

#### 3.1.1 自動車に関するコンテキスト

自動車に関するコンテキストは主に3つのコンテキスト  
 に分類できる。自動車が移動している「走行中」、自動車は  
 停止しているが直ちに移動を開始することのできる「一時  
 停止中」、自動車が停止しており直ちに移動を開始すること  
 のない「駐車中」である。

「走行中」というコンテキストは、移動速度や進行方向  
 によってさらに詳細に分類することができる。例えば、  
 20km/h 以下で移動しているコンテキストは「徐行運転」、  
 80km/h 以上で移動しているコンテキストは「高速運転」、  
 その中間の速度で移動しているコンテキストは「通常走行」  
 という分類ができる。また、進行方向が後方であるコンテ  
 キストは「バック」と分類することができる。

自動車に関するコンテキストをまとめ、表1へ示す。

#### 3.1.2 ドライバに関するコンテキスト

運転中はドライバの身体コンテキストだけではなく、心  
 理コンテキストにも変化が生じる。

ドライバの身体コンテキストには、ドライバの乗車状況、  
 ドライバの走行位置および運転疲れといったコンテキスト  
 が考えられる。これらのコンテキストはドライバの位置や  
 連続走行時間などのデータを取得することができれば認識  
 することができる。

しかし、ドライバの気分などのような心理コンテキスト  
 を確かな精度で認識することは困難である。天気や渋滞と  
 いった情報からドライバがイライラしているのかどうかを  
 推測することはそれほど困難ではない。しかし、天気や渋  
 滞といった情報にイライラの原因となりうるものがない場  
 合にも、前後を走行する自動車から影響を受けイライラし

表2 ドライバに関するコンテキスト

コンテキスト		説明
ドライバの乗車状況	乗車中	ドライバが運転席にいる
	非乗車中	ドライバが運転席から離れている
ドライバの走行位置	初走行	走行履歴にない位置を走行中
	経験少	走行履歴にはあるが、走行回数が5回以下の位置を走行中
	熟知	走行履歴にあり、走行回数が5回より多い位置を走行中
運転疲れ	平常	連続走行時間が2時間以下
	要休憩	連続走行時間が2時間以上

ているような状況は数多くあり、このような状況におけるドライバの気分コンテキストを認識することは困難である。

しかし、現時点で本研究ではドライバの心理コンテキストを確かな精度で認識する必要はないものとする。これは、今回の試作システムではサービスの切り替えにコンテキストを活用するため、サービス切り替えのタイミングを判定することができればよい。

しかし、今後アプリケーションレベルでのコンテキスト活用を行なう際にはドライバの心理コンテキストも活用したい。例えば、「オーディオ」というサービスの中でドライバの気分に応じた音楽を推薦するなどのような場合である。今後、ドライバの心理コンテキストを認識する研究が進み、確かな精度で認識できるようになれば、さらなるUXの向上を実現することができると考える。

ドライバに関するコンテキストをまとめ、表2へ示す。

### 3.1.3 周囲に関するコンテキスト

周囲に関するコンテキストとは、運転中に自動車やドライバを取り巻くあらゆるもののコンテキストである。例えば、天気、気温、時間、季節、道路、同乗者といったものである。これらのコンテキストはスマートフォンを車載情報端末として利用することにより、かなりの精度で認識することができるようになる。

周囲に関するコンテキストをまとめ、表3へ示す。

### 3.2 コンテキストに応じたサービスの切り替え

車載情報端末で利用することのできるサービスは様々である。まず、基本的なものとして「地図・ナビゲーション」「オーディオ」というサービスがある。また、近年ではスマートフォンの普及により、車載情報端末とスマートフォンを接続することで従来の車載情報端末では提供できなかったサービスを提供することができるようになった。例えば、インターネットを利用して検索を行うことのできるサービスや、RSSの情報を車載情報端末の画面で確認するこ

表3 周囲に関するコンテキスト

コンテキスト		説明
天気	晴れ	インターネットから取得したデータが晴れ
	雨	インターネットから取得したデータが雨
	曇り	インターネットから取得したデータが曇り
	台風	インターネットから取得したデータが台風
気温	快適	温度計から取得した温度が15℃以上30℃以下
	暑い	温度計から取得した温度が30℃以上
	寒い	温度計から取得した温度が15℃以下
	氷点下	温度計から取得した温度が0℃以下
時間	朝	05:00 - 11:00
	昼	11:00 - 16:00
	夜	17:00 - 00:00
	深夜	00:00 - 5:00
季節	春	3月から6月
	夏	7月から9月
	秋	10月から11月
	冬	12月から2月
道路	平常	渋滞や工事中、スリップの危険および路面凍結のきけんというコンテキストではない
	渋滞	インターネットから取得したデータが渋滞
	スリップの危険	天気コンテキストが雨
	路面凍結の危険	気温コンテキストが氷点下
同乗者	なし	ユーザの入力等
	家族	ユーザの入力等
	友人	ユーザの入力等
	同僚	ユーザの入力等
	子ども	ユーザの入力等

とができるサービスなどである。我々は、スマートフォンが車載情報端末として利用される場合のサービスを「地図・ナビゲーション」「オーディオ」「メモ」「RSS」「検索」とした。

このように、車載情報端末で利用することのできるサービスは様々であるが、車載情報端末を利用する基本的な目的は、現在位置周辺の地図を確認することや、目的地までのルートを確認するといったものであると考えられる。しかし、自動車が利用されるのは通勤・通学といった同ルートを繰り返し走行する場面であることが多く、この状況であれば「地図・ナビゲーション」よりも「オーディオ」などの他サービスを利用したいとドライバが感じるのでは

ないかと考える。また、休日に自動車を利用する場面であれば、旅行などで普段行くことのない場所へ出かけることが考えられる。この状況であれば、ドライバは「地図・ナビゲーション」を利用したいと感じるのではないかと考える。このように、車載情報端末に求められるサービスは状況によって異なり、本章で定義したコンテキストを活用することで、コンテキストに応じたサービスの切り替えを行い、ドライバのUXを向上させることができると考える。

また、現在の車載情報端末やスマートフォンでは、サービスの切り替えのためにある一連の操作が必要となる。まず、メニューを開き、メニューの中から所望するサービスを見つけ出し、サービスを選択する。本章で定義したコンテキストを活用し、サービスを切り替えるタイミングとドライバが所望するサービスを推定して切り替えを行なうことで、信号待ちなどの短い時間にこれら一連の操作を行う必要がなくなり、すべての時間をサービスの操作に割当てることができる。これにより、操作数を削減することができるため、ドライバの操作性を向上させることができると考える。

### 3.3 サービスの切り替え方針

本節では、前節までに定義した運転に関わるコンテキストの中から、代表的な運転のシチュエーションにおいて生じるコンテキストを抽出し、各コンテキストに応じたサービスを定義する。

まず、通勤・通学のように馴染みのある経路を走行中に信号待ちで一時停止を行ったシチュエーションについて考える。このシチュエーションでは、走行経験の豊富な経路を移動中であるため「地図・ナビゲーション」サービスが必要ない。そのため、基本的に表示しておきたいサービスを「オーディオ」とする。しかし、馴染みのある経路を走行中であっても目的地は初めて訪れる場所であるかもしれない。そのため、ルート案内が設定されている場合には「地図・ナビゲーション」を表示する。走行中は基本的に「オーディオ」を表示させているが、昼食時であれば「検索」を利用して昼食をとる場所を探したいと推測する。そのため、昼食時に一時停止中となった場合には「検索」サービスへと切り替えを行なう。しかし、昼食時以外であれば「オーディオ」または「地図・ナビゲーション」を表示し続ける。このシチュエーションに関するコンテキストとサービスの対応を図2へ示す。

次に、初めて訪れる場所へ旅行に行くシチュエーションを考える。このシチュエーションでは、不慣れた場所への移動であるため、基本的に表示しておきたいサービスを「地図・ナビゲーション」とする。走行中は基本的に「地図・ナビゲーション」を表示させているが、高速道路を走行中であれば地図を頻繁に確認する必要がないため、「オーディオ」を利用したいと推測する。そのため、自動車のコンテキストが高速走行である場合には「オーディオ」サービスへと切り替えを行なう。駐車中であれば目的地周辺の情報

シチュエーション： 馴染みのある経路を走行中

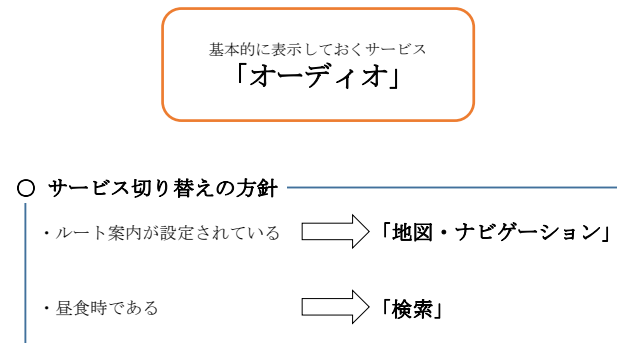


図2 コンテキストとサービスの対応1

シチュエーション： 初めて訪れる場所へ旅行に行く

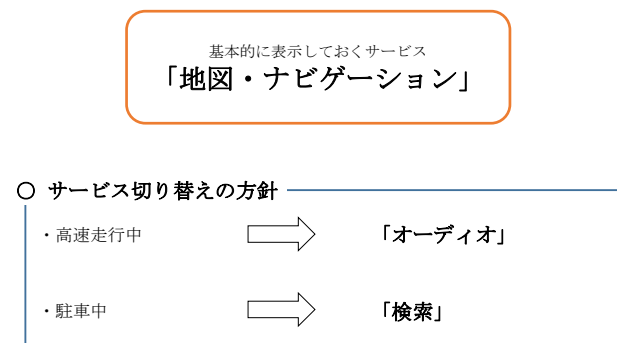


図3 コンテキストとサービスの対応2

を知るために「検索」を利用したいと推測する。そのため、自動車のコンテキストが駐車中である場合には「検索」サービスへと切り替えを行なう。このシチュエーションに関するコンテキストとサービスの対応を図3へ示す。

## 4. 試作システムの実装と評価

我々は、コンテキストに応じてサービスの切り替えを行なうシステムの試作を行い、その評価を行った。本章では、コンテキストの認識手法について述べる。次にシステムの構成と評価の詳細について述べる。

### 4.1 コンテキストの認識手法

コンテキストに応じてサービスの切り替えを行なうためには、まずコンテキストの認識を行わなければならない。この節では、本試作システムにおけるコンテキストの認識手法について述べる。



表 4 自動車に関する 1 次コンテキスト

コンテキスト名	値	条件
VEHICLE_ZEROSPEED	0x00000001	車速が 0km/h
VEHICLE_LOWSPEED	0x00000002	車速が 20km/h 以下
VEHICLE_NORMALSPEED	0x00000004	車速が 60km/h 以下
VEHICLE_HIGHSPEED	0x00000008	車速が 60km/h 以上
VEHICLE_GEAR_P	0x00000010	ギアポジションが P
VEHICLE_GEAR_R	0x00000020	ギアポジションが R
VEHICLE_GEAR_N	0x00000040	ギアポジションが N
VEHICLE_GEAR_D	0x00000080	ギアポジションが D
VEHICLE_GEAR_2	0x00000100	ギアポジションが 2
VEHICLE_GEAR_L	0x00000200	ギアポジションが L
VEHICLE_HANDBRAKE_ON	0x00000400	ハンドブレーキが On
VEHICLE_HANDBRAKE_OFF	0x00000800	ハンドブレーキが Off

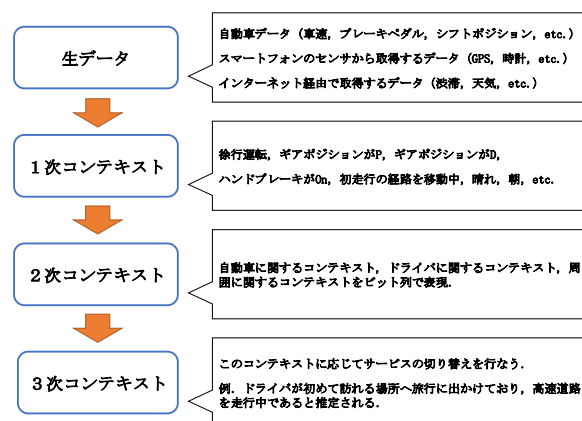


図 4 コンテキスト認識の流れ

#### 4.1.1 コンテキストの取扱い

本試作システムでは、コンテキストを 1 次コンテキスト、2 次コンテキストおよび 3 次コンテキストの 3 段階で表現した。1 次コンテキストとは、車載ネットワークやスマートフォンに搭載されているセンサ、インターネットなどから取得することのできる生データを用いて認識されるものである。2 次コンテキストとは、自動車、ドライバおよび周囲に関するコンテキストごとに 1 次コンテキストをまとめ、ビット列で扱ったものである。3 次コンテキストとは、2 次コンテキストから導き出されるコンテキストである。3 次コンテキストはサービスの切り替えを行う際に参照されるものであり、本システムでは前述したサービスの切り替え方針における各シチュエーションとした。

1 次コンテキストを取り扱うために、各コンテキストをコンテキスト名、コンテキストの値およびコンテキストの条件を持つ括りのデータとして取り扱った。コンテキストの値とは、2 次コンテキストのビット列のどの位置に当たるのかを表すものである。1 次コンテキストの例を示すために、自動車に関するコンテキストの 1 次コンテキストを表 4 へ示す。

#### 4.1.2 コンテキスト認識の流れ

コンテキスト認識の流れを図 4 へ示す。

まず、車載ネットワークやスマートフォンに搭載されているセンサ、インターネットなどから取得することのできる生データを取得する。この生データを基に、定義されているすべての 1 次コンテキストの判定条件を確認し、コンテキストが成立しているものの値を、自動車、ドライバおよび周囲のコンテキストごとに OR 演算する。このようにして 2 次コンテキストが求められる。求められた 2 次コン



図 5 サービス推薦時の画面イメージ

テキストを参照し、3 次コンテキストの判定を行う。

#### 4.2 システム構成

前述したサービスの切り替え方針とコンテキストの取扱いを基に、コンテキストに応じてサービスの切り替えを行なうシステムを試作した。

本システムでのサービス切り替えは、唐突なサービスの切り替えがドライバの UX を下げる原因になると考え、ドライバにサービスを推薦し、同意を得られた場合にのみ切り替えを行なうものとした。サービスの推薦に対するドライバの操作は、同意する場合には 1 回、同意しない場合には 0 回となる。また、サービスの推薦は、推薦するサービスを瞬時に認識することができ、現在表示しているサービスの利用を妨げることなく、タッチ操作を行なうのに十分なスペースで行われるものとした。サービス推薦時の画面イメージを図 5 へ示す。

本システムは Android4.X 以上の端末で動作する。自動車のデータは OBD II (On Board Diagnosis second generation)

アダプタを利用し、Bluetooth 経由で取得する。しかし、本研究では安全性の理由により、実車・実道路による検証を行う前の段階として、車載ネットワークを擬似的に再現するシステムを実装し、動作実験を行った。

#### 4.3 評価と考察

試作システムを評価した。今回はコンテキストを用いた切り替えを行わない一般的なサービス切り替え手法(以下、従来手法とする)との定性的な比較を行った。

提案手法は推薦するサービスがユーザの所望するものである場合には、従来手法よりよいと考えられる。これは、サービスの切り替えに必要な操作数を3操作から1操作へと削減することができ、信号待ちなどの短い時間においては2操作の削減によって生み出されるサービス自体の操作時間の割合が大きいためである。しかし、推薦するサービスがユーザの所望するものでない場合には、従来手法と同じようにサービスの切り替え操作を行う必要がある。

また、提案手法は安全性において、従来手法よりよいと考えられる。これは、従来手法で走行中にサービスの切り替えを行おうとする場合には複数回の視線逸脱と操作を必要とするのに対し、提案手法は1度の目視によって推薦されているサービスを確認し、1度の操作でサービスを切り替えることができるからである。しかし、推薦するサービスがユーザの所望するものでない場合には、従来手法と同じようにサービスの切り替え操作を行なう必要がある。

以上の考察から、信号待ちなどの短い時間において提案手法の有効性が確認できた。また、安全性の観点からも画面への注意を最小限に留め、簡単な操作によるサービスの切り替えを行なうことのできる提案手法が有効であることが確認できた。しかし、ドライバの所望するサービスを推測する精度が低い場合には従来手法と変わらず、提案手法があまり有効でないことも確認できた。

そこで、提案手法が有効となるサービス推測の正解率を求める。従来手法でサービスの切り替えを行なうための所要時間を  $x1$  とする。提案手法において推薦したサービスがドライバの所望するものであった場合の所要時間を  $x2$ 、所望するものでなかった場合の所要時間を  $x3$  とする。このとき、以下の式によって提案手法が有効となる正解率  $y$  を求めることができる。

$$(x2 \times y) + \{x3 \times (1.0 - y)\} < x1 \quad \dots (1)$$

まず、従来手法でサービスの切り替えを行うためには3.2節で述べた3操作を行う必要があるため、サービス切り替えの所要時間は5秒とする。推薦したサービスがドライバの所望しているものであった場合の所要時間は3秒とする。推薦したサービスがドライバの所望するものでなかった場合の所要時間は、従来手法の所要時間に加え推薦されているサービスを認識するための時間が必要となるため6秒とする。これらの値を式(1)に代入すると以下ようになる。

$$3y + 6(1.0 - y) < 5 \quad \dots (2) \\ y > 0.33\dots$$

故に、推薦したサービスの正解率が33%以上のとき提案手法は有効であるといえる。これより、3回に2度の割合でサービスの推薦を誤った場合にも提案手法が有効であることが確認できた。

しかし、推薦したサービスがドライバの所望するものであるかどうかはドライバに依存するため、提案手法が有効となるためにはさらに高い正解率が必要となる可能性が考えられる。

#### 5. まとめと今後の課題

本論文では、スマートフォンを車載情報端末として利用することで認識することができるようになるコンテキストを定義した。また、定義したコンテキストを活用し、コンテキストに応じたサービスの切り替えを行なう手法を提案し、車載情報端末の操作性とUXを向上させることについて検討した。さらに、試作システムの実装と評価を行ない、提案手法の有効性について考察した。

考察の結果、信号待ちなどの短い時間において提案手法が有効であることが確認できた。また、安全性の観点からも提案手法が有効であることが確認できた。しかし、ドライバの所望するサービスを推測する精度が低い場合には、提案手法があまり有効でないことも確認できた。この結果から、ドライバが所望するサービスを高い精度で推測することが必要であり、今後は、ドライバの嗜好を学習することによって高い精度でドライバの所望とするサービスを推測することができるように研究を進める予定である。また、実道路での実験を行う前にドライビングシミュレータを用いた実験を行い、今回行なうことのできなかつた主観評価を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 飯塚 真也, 林 智紀, 磯田 佳徳, コンテキストに基づくタスク予測を利用したスマートフォン操作支援システム, 情報処理学会研究報告 2014-CDS-11(7), pp.1-9, (2014).
- 2) 池上 翔太, 石崎 新, 山辺 教智, 北上 慎二, 梶並 知記, 清原 良三, スマートフォンカーナビ向け加速度センサデバイス, 情報処理学会研究報告 2014-GN-90(1), pp. 1-7, (2014).
- 3) 片山 拓也, 村尾 和哉, 寺田 努, 塚本 昌彦, 片手用キーボードによる打鍵間隔を活用した文字入力手法, 情報処理学会論文誌, 54(4), pp.1677-1685, (2013).
- 4) 河口信夫, 宮崎和利, 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, UBI, pp.57-62(2004).
- 5) 菊地 悠, 川崎 仁嗣, 大久保 信三, 太田 賢, 稲村 浩, アプリケーションを見つけやすくするためのユーザ主観度を用いた提示手法, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集, pp.293-299, (2013).
- 6) 高田 晋太郎, 松原 孝志, 森 直樹, 手の近づき検知を利用した車載情報機器の低ディストラクション操作技術の開発, 情報処理学会研究報告 2014-CDS-10(15), (2014)

- 7) 高田 大輔, 小川 剛史, 清川 清, 竹村 治雄, 身体動作に基づき提示情報を切り替えるコンテキストウェアなウェアラブル AR システム, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 12(1), pp. 47-56, (2010).
- 8) 田中 宏平, 森田 知宏, 車載情報表示装置向け表示レイアウト変更手法の提案, 第 76 回全国大会講演論文集, 2014(1), pp.63-64, (2014).
- 9) 橋本 諒太, 金 又現, 伊藤 俊延, 倉光 君郎, 情報処理学会研究報告 2007-UBI-016(118), pp31-38, (2007).
- 10) 長谷川 秀太, 赤池 英夫, 角田 博保, 姿勢を考慮したハンドジェスチャーを利用する機器操作の提案・評価, 情報処理学会研究報告 2012-HCI-147(24), pp.1-6, (2012).
- 11) 牧 慶子, 中道 上, 青山 幹雄, 意図に応じたコンテキストウェアサービス提供モデルの提案と評価, 情報処理学会研究報告 2013-SE-179(28), (2013).
- 12) 松原 孝志, ボンダンスティアワン, 松本 和巳, 徳永 竜也, 中島 一州, 3次元ジェスチャーによるテーブル型インタラクティブデジタルサイネージの開発, 情報処理学会研究報告 2014-GN090(10), (2014).
- 13) 山岡 将綺, 原 直, 阿部 匡伸, 車載用音声対話システムにおけるユーザ負荷を考慮した対話戦略の検討, 情報処理学会研究報告 2014-SLP-101(7), pp.1-6, (2014).
- 14) 山辺 教智, 松山 聖路, 清原 良三, 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, 情報処理学会研究報告 2014-CDS-10(13), pp.1-7, (2014).
- 15) Mayu Iwata, Hiroki Miyamoto, Takahiro Hara, Kentaro Shimatani, Tomohiro Mashita, Kiyoshi Kiyokawa, Shojiro Nishio, and Haruo Takemura, "A Menu-based Content Search System based on Relationships between Mobile User Context and Information Needs," the 7th. International Workshop on Data Management for Wireless and Pervasive Communications(2014)
- 16) Apple 社: CarPlay, <https://www.apple.com/jp/ios/carplay/>
- 17) Google 社: マップ,  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps>
- 18) VICS: <http://www.vics.or.jp/index1.html>
- 19) Yahoo 株式会社: Yahoo!カーナビ,  
<http://promo.carnavi.yahoo.co.jp/>