

ユーザのコンテキストを利用した車載情報端末の検討

松山聖路^{†1} 山辺教智^{†2} 清原良三^{†1}

近年、従来の車載情報端末に代わる Display Audio が注目を浴びている。Display Audio とは、車載オーディオにタッチパネルとバックモニターカメラ機能を搭載した端末であり、スマートフォンと接続することでカーナビゲーションシステムとしての利用も可能になる端末である。しかしながら、Display Audio とスマートフォンはライフサイクルに違いがあるなどの問題があり、製品のライフサイクルの違いやソフトウェアのバージョンを気にする必要のない端末が求められるようになることを考える。そのため、我々は将来的にスマートフォンと車載ネットワークに接続するだけのシンプルな端末になると考えている。ドライバーはさまざまなシチュエーションの中で安全に操作を行う必要があり、走行中にドライバーの注意を散漫にさせる操作を制限するための UI 制御が必要となる。本論文では、想定する車載情報端末へ提供される UI 制御にコンテキストウェア技術を適用することで、ドライバーの操作負荷を軽減し、パーソナライズされたサービスの提供を行うことについて議論する。

A Study of On-Vehicle Information Devices Based on User's Context

Seiji Matsuyama^{†1} Takatomo Yamabe^{†2} Ryozi Kiyohara^{†1}

Currently, Display Audio are being replaced with conventional on-vehicle information devices. Display Audio contains audio functions, a touch screen and a rear view monitor and can be used an automotive navigation system connected to a smartphone. However, the life cycles of Display Audios and smartphones are typically not equivalent. Therefore, we expect on-vehicle information devices will be replaced to simple device to contain networking capability with smartphones and on-vehicle networks. In this paper, we discuss on-vehicle information devices based on user's context.

1. はじめに

近年、スマートフォンの普及とサービスの充実により、車載情報端末の利用形態が変わりつつある。従来の車載情報端末に比べ安価であるスマートフォンで、質と利便性の高い地図やナビゲーション、オーディオなどを利用できるようになった。そのため、従来の車載情報端末に代わってスマートフォンが利用されるようになりつつある。

しかし、スマートフォンの画面サイズは運転中に操作するには小さいという課題がある。そのため、現在注目を浴びているのは Display Audio (以下 DA と示す) である。DA とは、車載オーディオにタッチパネルとバックモニターカメラ機能を搭載した端末であり、スマートフォンと接続することでカーナビゲーションシステムとしての利用も可能になる端末である。DA は従来の車載情報端末に比べ安価である点や、スマートフォンの画面サイズによる操作性の不便といった課題を解決することができるなどの理由から従来の車載情報端末に代わりつつある。

しかし、DA にはスマートフォンとのライフサイクルの違いがあるという課題がある。スマートフォンは技術的進歩やラーニングコストの問題により 2 年から 3 年の周期で買い換えられるが、備え付けである DA は 10 年程の利用

が考えられる。そのため、スマートフォンを買い替えたときに DA が利用できなくなる可能性が考えられる。また、DA とスマートフォンの両端末には、連携するためのアプリケーションのインストールが必要であり、そのアプリケーションは同じバージョンのものをインストールするか、バージョンを確認し同期させるための仕組みが必要となる。しかし、ライフサイクルの違いによりそれらは困難となる。

そこで、我々は将来的に車載情報端末がスマートフォンと車載ネットワーク CAN(Controller Area Network) に接続可能なシンプルな端末であるシンクライアントになると考えている。車載ネットワークへ接続し自動車の情報を取得することで、走行中にドライバーが注意散漫になる恐れのある操作を制限することができる。

DA や想定する車載情報端末が利用されるようになれば、スマートフォンのアプリケーションがプローブデータを利用できるようになる。また、スマートフォンに備え付けられているセンサーを利用してさまざまなデータを取得することができる。それらのデータを利用することで、自動車やドライバーの状態を取得することができ、取得した状態情報を利用してドライバーの操作負荷を軽減させることや、パーソナライズされたサービスの提供を行うことができるようになる。

本論文では、想定する車載情報端末へ提供される UI 制御にコンテキストウェア技術を適用することで、ドライバーの操作負荷を軽減し、パーソナライズされたサービス

^{†1} 神奈川工科大学 情報学部情報工学科
Kanagawa Institute of Technology

^{†2} 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

の提供を行うことについて議論する。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し、各コンテキストの判定条件および利用例について述べる。第4章では、想定する車載情報端末について述べ、さらに提供されるUIについて述べた後、課題と要求を示し、コンテキストウェア技術の適用による解決を提案する。第5章では、まとめと今後の課題について述べる。

2. 関連研究

車載情報端末やスマートフォンの操作性向上に関しては様々な研究がある。これを整理すると以下のように分類することができる。

- (1) 操作や画面デザインの工夫
- (2) コンテキストを利用した操作予測

2.1 操作性そのものの向上

スマートフォンやカーナビゲーションシステムの操作性向上とは、操作数の削減や、直感的な操作、音声による操作など様々なアプローチがある。主に製品として実現されているものとしては、タッチスクリーンの利用によるものと、音声によるものに絞って良い。しかし、タッチスクリーンは物理的に画面をタッチする必要があり車載情報端末としてはこれで十分とは言えない。また、音声によるもの、コマンドを覚える必要があることや、自然言語を十分な精度で解析することができないなどの課題がある。

そこで、ジェスチャーによる操作の提案[6]や、見るときは見やすさを優先した画面配置としながらも、操作しようとするときには、体に近いところにアイコンを移動させるといった提案[7]がある。しかし、これらの提案は試作段階であり、あらゆる画面遷移に有効かどうかはわからない。また、このような操作を必要とせずに所望の画面に遷移できるといった考え方にはそのまま利用することはできない。

また、文献[8]では、スマートフォン上で利用できるカーナビゲーションアプリを利用する場合の課題を、従来のカーナビゲーションシステムと比較しながら示している。示した課題を改善するためにカーナビゲーションシステムとして最適化されたUIを提案し、HTML5とCSS3での実装と評価を行っているが、これだけでは所望の画面を出すための操作が必要であり、そのまま利用することはできない。

2.2 コンテキストを利用した操作性向上

携帯電話の操作性向上を目指したコンテキスト活用の提案は数多くある。文献[9]は、ユーザの操作を逐一手により監視し、その時の状況を記録することにより状況に依存した操作があるかを確認し、状況依存の操作方式を提案している。

また、ユーザのコンテキストだけではなく環境のコンテキストも有効に利用する方式[10]や、操作ログからアプリケーションの推薦を行う方式[11]などが提案されている。また、アプリケーションの検索にコンテキストを活用する

方式[12]も提案・実装されているが、いずれも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。

そこで、本論文では自動車に乗車中のコンテキストに対応し、車載情報端末といった特定の制約のもとで、いかに利用しやすい車載情報端末を実現するかについて議論する。

3. 車載機器におけるコンテキストの定義

運転中はさまざまな要因によって状態の変化が起こる。状態の変化を観察し、ドライバーの要求を予測することで、パーソナライズされ、ドライバーの操作負荷を軽減させるサービスの提供を行うことができる。

運転中のコンテキストを整理すると以下のように分類することができる。

- (1) 自動車に関するコンテキスト
- (2) ドライバーに関するコンテキスト
- (3) 周囲の状況に関するコンテキスト

また、コンテキストの判定に用いる取得データを整理すると以下のように分類することができる。

- (1) CANを通じて得られるプローブデータ
- (2) スマートフォンに搭載されるセンサーから取得できるセンシングデータ
- (3) VICS (Vehicle Information and Communication System) [2]や天気情報などの外部データ

本章では、分類ごとにコンテキストと判定条件・判定手段を定義する。

3.1 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を表1へ示す。

自動車に関するコンテキストを整理すると、大きく分けて以下のように分類することができる。

- (1) 走行中
- (2) 一時停止中
- (3) 駐車中

3.1.1 走行中

走行中というコンテキストをさらに分類する。

走行中というコンテキストを速度という観点から見ると、通常走行や高速走行、および徐行運転といったコンテキストが定義できる。これらのコンテキストは、プローブデータの速度情報をもとに判定が可能であり、各コンテキストの判定条件は表1へ示す通りである。

次に、進行方向という観点から見ると、後ろへ進行しているバックというコンテキストが定義できる。このコンテキストは、プローブデータのギア情報から判定可能である。

次に、加速と減速というコンテキストを定義する。これらのコンテキストは、定時間ごとの速度の変化から判定が可能であるが、正しい判定を行うために適切な閾値を設定する必要がある。

3.1.2 一時停止中

一時停止中というコンテキストは、赤信号や一時停止位

表1 自動車に関するコンテキスト

コンテキスト		判定条件・手段
走行中	通常走行	20km/h 以上
	高速走行	80km/h 以上
	徐行運転	20km/h 以下
	バック	プローブデータから判定
	加速	速度が上昇中
	減速	速度が減少中
一時停止		0km/h ではあるが、サイドブレーキはかかっていない
駐車中		ギアが P か N であり、サイドブレーキがかかっている

置などで停止している状態であり、すぐに走行を再開することのできる状態である。このコンテキストは、プローブデータの速度情報およびギア情報から判定が可能であり、判定条件は表1へ示す通りである。

3.1.3 駐車中

駐車中というコンテキストは、駐車場などで停止している状態であり、すぐに走行を開始することのない状態である。このコンテキストは、プローブデータの速度情報およびギア情報から判定が可能であり、判定条件は表1へ示すとおりである。

3.2 ドライバーに関するコンテキスト

ドライバーに関するコンテキストを表2へ示す。

ドライバーに関するコンテキストを整理すると以下のよう分類することができる。

- (1) ドライバーの乗車状況
- (2) ドライバーの走行位置
- (3) ドライバーの運転動作
- (4) ドライバーの走行時間

3.2.1 ドライバーの乗車状況

ドライバーの乗車状況には乗車中と非乗車中という状態がある。これらの状態をコンテキストとして定義する。自動車の運転席にはセンサーが内蔵されているため、このコンテキストは、プローブデータから判定が可能である。

3.2.2 ドライバーの走行位置

ドライバーが運転する経路には、普段から走行している経路だけではなく、初めて走行する経路や走行経験の少ない経路がある。ドライバーの走行している位置がこれらのどの経路に当たるのかをコンテキストとして定義する。これらのコンテキストは、記録されている走行履歴と GPS の情報から判定が可能である。

3.2.3 ドライバーの運転操作

ドライバーは走行中に右左折や車線変更などを行う。これらの運転動作をコンテキストとして定義する。これらの動作はハンドルをきる操作を必要とするため、プローブデ

表2 ドライバーに関するコンテキスト

コンテキスト		判定条件
ドライバーの乗車状況	乗車中	ドライバーが運転席にいる
	非乗車中	ドライバーが運転席から離れている
ドライバーの走行位置	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
ドライバーの運転操作	右左折	プローブデータのハンドル角度およびウィンカー情報と GPS から判定
	車線変更	プローブデータのハンドル角度およびウィンカー情報から判定
走行時間	平常	連続走行時間が1時間未満
	要休憩	連続走行時間が2時間以上

ータのハンドル角度を利用することが可能である。右左折の状態はハンドル角度に加え、プローブデータのウィンカー情報と GPS を利用する。交差点でウィンカーが点灯しており、ハンドルの角度がウィンカー方向へきれば右左折が行われたと判定できる。車線変更の状態は交差点以外の場所でウィンカーが点灯しており、ハンドルの角度がきれていれば車線変更が行われたと判定できる。

3.2.4 ドライバーの走行時間

長時間の運転は疲労による事故のリスクを高めるため、ドライバーは適度な休憩を必要とする。ドライバーが休憩を必要とする時間の走行という状態、および休憩を必要としない時間の走行という状態をコンテキストとして定義する。これらの状態は、自動車に関するコンテキストで定義した駐車中の状態が最後に判定された時間と現在の時間を比較することで判定が可能である。

3.3 周囲に関するコンテキスト

周囲に関するコンテキストを表3へ示す。

周囲に関するコンテキストを整理すると以下のよう分類することができる。

- (1) 天気
- (2) 気温

- (3) 時間
- (4) 季節
- (5) 道路
- (6) 同乗者

3.3.1 天気

天気には非常に多くの状態があるが、本論文では晴れ、雨、曇、雪、および台風というコンテキストを定義する。これらのコンテキストは、気象庁[4]が提供している天気情報を利用することで判定が可能である。

3.3.2 気温

本論文では気温を、暑い、蒸し暑い、涼しい、寒い、氷点下というコンテキストとして定義する。これらのコンテキストは、スマートフォンの気温センサーから取得したデータとあらかじめ設定しておいた閾値を比較し判定する。

3.3.3 時間

時間を1日という期間と1年という期間で考える。

まず、1日という期間で考えると、朝、昼、夜、深夜というコンテキストが定義できる。

次に、1年という期間で考えると、春、夏、秋、冬というコンテキストが定義できる。これらのコンテキストは、スマートフォンに内蔵されている時計やカレンダーと言った機能を利用することで判定が可能である。

3.3.4 道路

道路というコンテキストをさらに分類する。

道路というコンテキストを交通状況という観点から見ると、平常、渋滞、工事というコンテキストが定義できる。これらのコンテキストは、VICS が提供するデータを利用し判定することが可能である。

次に、物理的な状態という観点から見ると、雨によるスリップの危険や、氷点下による路面凍結の危険といったコンテキストが定義できる。これらのコンテキストは、先に定義した天気の状態および外気温の状態から判定できる。

次に自動車の走行制限や道路の周囲という観点から見ると、一般道路、自動車専用道路、および住宅街などのコンテキストが定義できる。これらのコンテキストは、GPS と地図データを利用することで判定が可能である。

3.3.5 同乗者

自動車に同乗する人について考えると、ドライバーのみ、家族、友人、同僚、子どもなどの同乗者が考えられる。これらの同乗者をコンテキストとして定義する。これらの状態の判定方法を2通り挙げる。第1の判定方法は、スマートフォンの無線通信機能を利用する方法である。例えば Bluetooth 機器の探索結果の中に事前に登録されている機器があれば、近くにその機器を持つユーザがいると判断できるため、同乗者が誰であるかの判定が可能である。しかし、すべての同乗者が乗車時に無線通信可能な機器を所持しているとは限らずこの判定方法は確実ではない。第2の判定方法は、ドライバーに同乗者の入力を求めるという方

表3 周囲に関するコンテキスト

コンテキスト		判定条件
天気	晴れ	提供されるデータが晴れ
	雨	提供されるデータが雨
	曇り	提供されるデータが曇り
	台風	提供されるデータが台風
気温	快適	温度計の温度とユーザの設定温度を比較する
	暑い	同上
	寒い	同上
	氷点下	気温センサーの情報が0℃以下
時間	朝	5 : 00 - 11 : 00
	昼	11 : 00 - 16 : 00
	夜	17 : 00 - 0 : 00
	深夜	0 : 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、および路面凍結の危険というコンテキストではない
	渋滞	提供されるデータが渋滞
	工事中	提供されるデータが工事中
	スリップの危険	天気のコンテキストが雨
	路面凍結の危険	気温のコンテキストが氷点下
	一般道	GPS を利用
	自動車専用道路	同上
	住宅街	同上
同乗者	なし	ユーザの入力、または 無線通信探索
	家族	同上
	友人	同上
	同僚	同上
	子ども	判定は困難、ユーザの入力

法である。この方法は確実であるが操作数の削減とは逆の効果になってしまう。しかし、同乗者の入力は1度、あるいは同乗者が増えた時にのみ行えばよいため操作数については考える必要はない。

4. 提案手法

4.1 想定する車載情報機器

想定する車載情報端末はシンクライアントな端末であり、

オーディオ機能にタッチスクリーン、およびネットワーク機能のみを持つ。ネットワーク機能とはプローブデータを取得するためのCAN、およびスマートフォンと接続するためのUSBやWiFi、Bluetooth等を利用した通信であり、プローブデータの取得、およびスマートフォンとの連携以外の用途に利用されることはない。

想定する車載情報端末にはナビゲーションやオーディオ等のアプリケーションはインストールされず、スマートフォンにインストールされているアプリケーションを利用することで必要最低限の機能のみを持ち、機種やOSのバージョン等の差異を気にすることのない端末を実現する。

車載情報端末はCANを通じて取得したプローブデータをスマートフォンへ送信し、スマートフォンの画面をMirror Link[1]等の規格を利用してそのまま出力する。車載情報端末側でプローブデータを加工することや、直接利用することはない。また、スマートフォンの画面出力を車載情報端末に合わせて変更することもない。想定する車載情報端末の構成を図1に示す。

4.2 提供されるUI [8]

提供されるUIは、HTML5とCSS3で実装されており、ブラウザから利用することができる。提供されるUIは、ナビゲーションやメモ機能、オーディオ機能、Web検索、およびRSS機能を持ち、タブを選択することでアプリケーションの切り替えを行う。HTML5のタブ機能を利用することにより、アプリケーションの切り替えの処理数を削減するメリットを持つ。また、WebアプリケーションとしてのUI提供により、ブラウザをインストールしているスマートフォンであれば利用が可能であるといったメリットを持つ。提供されるUIを図2に示す。

4.3 課題と要求

想定する車載情報端末はスマートフォンのアプリケーションを利用し、画面をそのまま出力する。しかし、アプリケーションの多くは運転中の利用を想定していないため、運転中の操作が可能であり、注意散漫による事故リスクの増加につながってしまう。運転中の操作制限は従来の車載情報端末にはすでに搭載済みであるが、想定する車載情報端末が実用化される場合、操作制限を実装する必要がある。

さらに、スマートフォンが車載情報端末に代わり利用さ



図1 想定する車載情報端末の構成

れていくことで、スマートフォンに搭載されているセンサーやネットワーク機能、およびCANを通じて取得することができるプローブデータなどから、自動車やドライバー、および周囲に関する多くのデータを取得することが可能である。これらのデータを、ドライバーの操作負荷を軽減させることや、パーソナライズされたサービスの提供のために活用することが求められる。

例えば、ドライバーは自宅の周辺や通勤路などの慣れ親しんだ経路だけではなく、普段は走行しない経路も走行する。慣れ親しんだ経路ではナビゲーションを必要としない場面が多くナビゲーションを表示したままでは無駄なサービスの提供となってしまうことが多い。

以上から挙げられる課題を整理し、以下に示す。

- (1) 想定する車載情報端末はスマートフォンにインストールされているアプリケーションを利用するため、操作制限を設ける必要がある
- (2) センシングデータやネットワーク経由で取得することができる多くのデータを有効に活用しサービスの提供をする必要がある

4.4 提案手法

4.2節で述べた課題と要求の解決として、想定する車載情報端末へ提供されるUIの制御にコンテキストウェア技術を適用する手法を提案する。

本研究では、センシングデータやプローブデータ等の取得、コンテキストの判定、およびUIの制御を行うアプリケーションを実装する。このアプリケーションは、3章で定義したコンテキストの判定条件に基づきコンテキストを判定する。本研究では、3章で定義したコンテキスト以外には考慮しない。判定されたコンテキストだけではなく、コンテキストの遷移からもユーザの要求を予測することが可能であると考えられるため、コンテキストの遷移を記録し、ユーザの要求予測に利用する。UIの制御は、アプリケーションの画面を切り替える形で行うが、予測に基づくアプリケーションの提供であるため、ユーザの実要求とは異なるアプリケーションを提供することも考えられる。そのため、



図2 提供されるUI

アプリケーションを切り替えるためのタブはそのまま表示し、ドライバーの意思でアプリケーションを選択できるようにする。図3にアプリケーションの構成を示す。

4.4.1 走行中の操作制限

実装するアプリケーションによる走行中の操作制限の実装について述べる。

日本自動車工業会が発行する「画像表示装置の取扱について 改訂第3.0版」[5]より、走行中における視認を伴う操作機能について留意すべき項目を一部参照する。

- ・ 両手を同時に離さなければならない操作であってはならない。
- ・ 前方の視認を著しく阻害するような操作であってはならない。
- ・ 画面を注視し続ける必要がある情報の操作であってはならない。
- ・ 画面の情報量を適正化するとともに、分割して操作ができるように、操作方法を工夫することが望ましい。
- ・ 運転中に運転者によって用いられると想定していないシステム機能は、走行中運転者が使用しようとしても操作できないこと。

これらの項目に留意した場合、走行中の操作は限られたものとなる。運転中のコンテキストとして3章で走行中および停止中というコンテキストを定義した。コンテキストが走行中である場合、利用可能なアプリケーションはナビゲーションとオーディオのみとする。コンテキストが停止中である場合、全てのアプリケーションを利用可能とする。このように、従来の車載情報端末に実装されている機能もコンテキストを利用した実装が可能である。

4.4.2 パーソナライズされたサービスの提供

実装するアプリケーションによるパーソナライズされたサービスの提供について述べる。

ユーザに関するコンテキストを利用することで、必要であると考えられるサービスの提供を行うことが可能となる。例えば、4.2節で述べたように経路の走行経験によりナ

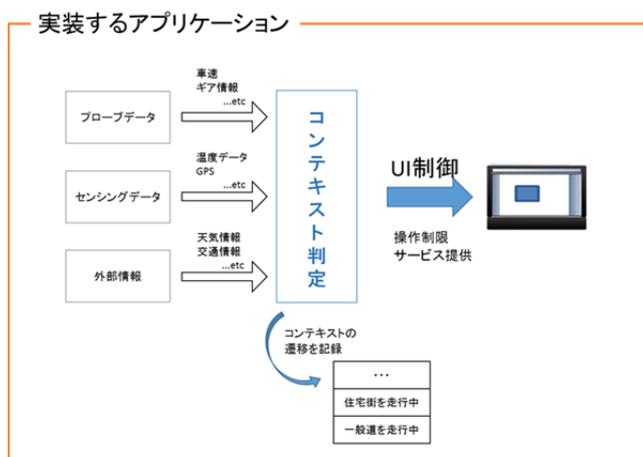


図3 UI制御を行うためのアプリケーションの構成

ビゲーションの提供が必要であるかどうかを予測することができ、必要に応じてサービスを切り替えることができる。また、普段は走行中にラジオを聴いているドライバーが、同乗者の状態に応じてオーディオの利用を別のものに切り替えるような状況も考えられる。ユーザの事前設定や機械学習によって同乗者に応じたオーディオの利用を行うことができる。このようにドライバーのコンテキストを利用することで、決まったパターンのサービス提供ではなく、ドライバー個人に合わせたサービス提供を行うことができる。

5. まとめと今後の課題

本論文では、運転中に起こる状況をコンテキストとして定義し、コンテキストを利用して車載情報端末の制御を行う手法を提案した。今後、本論文で定義したコンテキストの活用についてさらに検討を行い、提案手法で述べたアプリケーションの実装を行うとともに評価を行っていく予定である。アプリケーションの評価は実際の路上で行う前にドライビングシミュレータを用いて行っていく。

参考文献

- 1) Mirror Link, <http://www.mirrorlink.com/>.
- 2) VICS, <http://www.vics.or.jp/index1.html>.
- 3) Wi-Fi CERTIFIED, <http://www.wi-fi.org/wi-fi-certified-miracast%E2%84%A2>.
- 4) 国土交通省 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>.
- 5) 画像表示装置の取扱について 改訂第3.0版, 日本自動車工業会, 2004
- 6) 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), (2014).
- 7) 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)
- 8) 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, CDS 研究発表
- 9) Raento, M.; Oulasvirta, A.; Petit, R.; Toivonen, H. “ContextPhone: a prototyping platform for context-aware mobile applications,” Pervasive Computing, IEEE (Volume:4, Issue: 2), pp.51 - 59,
- 10) 河口信夫, 宮崎利和, 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, UBI, pp.57-62(2004)
- 11) Ryozo Kiyohara, Mitsuhiko 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
- 12) 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,” 7th. International Workshop on Data Management for Wireless and Pervasive Communications(2014)