

アンビエントな車内情報空間の実現に向けて

Toward Ambient Information Space in Automobile

笹嶋 宗彦^{*1} 岡本 圭介^{*2} ナイワラ P チャンドラシリ^{*2} 那和 一成^{*2} 溝口 理一郎^{*1}
Munehiko SASAJIMA^{*1} Keisuke OKAMOTO^{*2} Naiwala P. Chandrasiri^{*2} Kazunari NAWA^{*2} and Riichiro MIZOGUCHI^{*1}

^{*1}大阪大学 産業科学研究所 ^{*2}株式会社トヨタ IT 開発センター
I.S.I.R., Osaka University Toyota Info Technology Center, Co., Ltd.*

Although information contribute to car drivers for their safety and satisfaction in driving situation, it is hard for them to retrieve such information while driving. The authors have been investigating a task-oriented menu, which enables users to search for mobile internet services by what they want to do and not by category. We have built a task model of the mobile users' daily activities and reorganized "contexts" in the model to develop a menu hierarchy from the view point of the task. We have applied the framework to modeling car drivers' activities. Such models indicate when and what kind of information should be provided in the car, which in turn contribute to design ambient interface for the drivers.

1. はじめに

Mark Weiser 博士が 1991 年に提唱したユビキタスコンピューティングの理想形[Weiser 91]において、コンピュータは完全に環境に溶け込み、ユーザが必要とする状況を検出すると、その時においてのみサービスを提供する。近年、その理念に近い形でのサービス提供を目的とする、アンビエント情報社会の実現を目指した取り組みがいくつか始まっている[村田 2010]。

自動車の車内は、アンビエントな情報提供が必要とされる空間の 1 つである。自動車の走行中、運転者は安全運転するために意識と動作を集中させねばならず、積極的な操作によって情報を取得することは困難である。一方で、自動車を運転するタスクを質的に向上することが期待できる情報も多い。例えば情報検索のためのキーワードの入力や検索結果の確認などは運転の妨げとなるが、渋滞情報や設定ルート沿いのガソリンスタンドやコンビニ、スーパー特売情報などの情報そのものは自動車を運転するタスクを質的に向上することが期待できる。

そこで本研究は、運転の妨げにならず、かつ、運転の安全性や満足度などを質的に向上させる情報提供システムの実現を目標とする。本稿は、その第一報として、システム全体の構成とオントロジーに基づく情報統合モジュールの設計、および想定動作例について紹介する。

2. 車内情報統合システム

2.1 システムアーキテクチャ

著者が設計したシステムの全体モジュール構成を図 1 に示す。システムは大きく分けて 6 つのモジュールからなる。

(A)車内情報統合部

オントロジー管理部、自動車内部センサー、カーナビなど自動車内にある情報を適宜参照し、ドライバーの運転状況の判断や、提供すべき情報の選択、ドライバーのプロフィール更新など、ドライバーにとって気の効いた情報提供を実現するための処理を行う。

(B)オントロジー管理部

各種オントロジーの管理を行う。ドライバーに情報を提供すべき状況を表現するためには運転するという行為や、運転中に問

題となる状況、その解決策など、様々な行動や物事をオントロジーとして保持しておく必要がある。また、ドライバーの嗜好に合わせた音楽や映画などコンテンツ推薦を行うためには、ドライバーのモデル(図中ではユーザモデル)が必要となる。これらを保持し、車内情報統合部からの要求に応じて提供を行う。

(C)自動車内部センサー

自動車内の様々なセンサー群であり、車内情報統合部からの要求に応じてデータを提供する。例えばイグニッションキーの IDなどでドライバーを特定すれば、ドライバーの嗜好性や状況に応じた情報提供ができると考えられる。

(D)カーナビ

G-Book など、一般に流通しているカーナビを想定している。車内情報統合部の要求に応じて、位置情報、ルート情報、交通情報などを提供する。

(E)ドライバープロフィール管理部

ドライバーの車の利用履歴に関する情報を管理する。例えば、経路設定の履歴、運転した日時などを想定している。

(F)情報提供モジュール

自動車の外部からの情報の窓口である。例えば、VICS 情報、音楽、町のバーゲン情報などを想定している。

これらのうち、提案システムの鍵となるのが、車内情報統合部である。本研究では、車の運転者に対して情報を提供すべき状況をはじめに分析し、それを車内情報統合部の動作アルゴリズムに反映させる方針をとる。具体的には、運転している時にどの

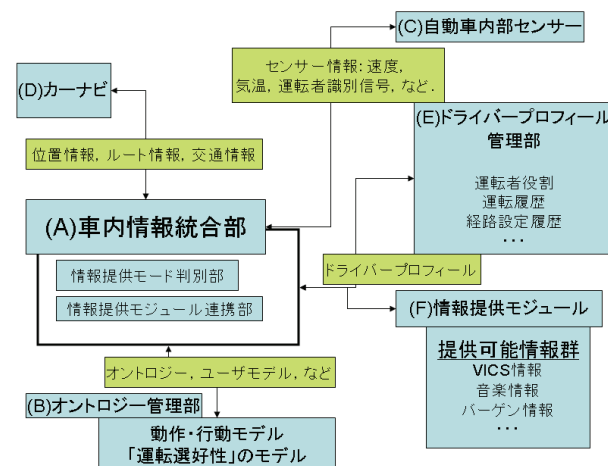


図 1: 車内情報統合システムモジュール図

連絡先: 笹嶋宗彦, 大阪大学産業科学研究所,
〒567-0047 茨木市美穂が丘 8-1, Tel:06-6879-8416,
Fax:06-6879-2123, msasa@ei.sanken.osaka-u.ac.jp

ような状況で何の情報を提供すべきか、状況の検出はどのように行うべきか、ユーザのプロフィールや属性はどのように保持し、どのタイミングで変化させるべきか、などをはじめに設計する。

2.2 ユーザ行動モデル構築方式

筆者らはこれまでに、モバイルサービス利用者の行動モデルをオントロジーを利用して構築し、そこからサービスへ誘導するための階層型メニューを構築するための方法について研究してきた[笹島 08]。モバイルサービスの分野は、そのメニュー階層の複雑さに表れているように多岐にわたるため、少人数でモバイルユーザ行動を全て分析してタスク指向メニューによるサービスを実現することは不可能である。そこで従来研究[笹島 08]ではユーザの行動を記述するための方式とそのバックボーンとなるスケラビリティのあるオントロジーを構築し、ユーザを誘導するメニューの部分と、具体的にドメイン依存性の強い個々のサービスとを分けて構築する方針を採っている。

OOPS モデルはモバイルユーザの行動を、どのような妨害事象に出会う可能性があるかも含めて表現するもので記述手順は4ステップからなる。図2の記述例を用いて説明する。

(Step1) モバイルユーザの行動(タスク)をモデル化する。「余暇を楽しむ」といった大きな粒度の行動から記述し、タスクと達成方式を交互に記述することで分解する。例えば「余暇を楽しむ」タスクを達成する方式としては「旅行方式(図2)」「スポーツ参加方式」などいくつかある。さらに各方式を「移動する」「宿泊する」「食事する」などより粒度の小さなサブタスクに分解する。次に、分解されたサブタスクのそれぞれについて、それらを達成する方式を記述する。例えばサブタスク「宿泊する」の達成方式として「ホテルで宿泊方式」「キャンプ方式」などを記述する。

(Step2) 記述されたタスクのそれぞれに対して、考えられる「妨害事象」を記述する。例えば図2でホテル宿泊方式を達成するためのサブタスク「予約を取る」について、予約の電話番号が分からない、ホテルが満室、などが妨害事象として考えられる。

(Step3) 妨害事象のそれぞれに対して、あらかじめ発生を防止したり発生したときに対処したりするタスクのモデルを記述する。例えば「ホテルが満室」という妨害事象に対して、それを防止するタスクとして「事前に予約する」を、その発生に対処するタスクのモデルとして「ホテルを変える」を記述する。

(Step4) 妨害事象発生を防止あるいは解決するタスクのそれぞれに対して、その達成方式のモデルを記述する。例えば図2で、ホテルの電話番号が分からないので調べる、というタスクに

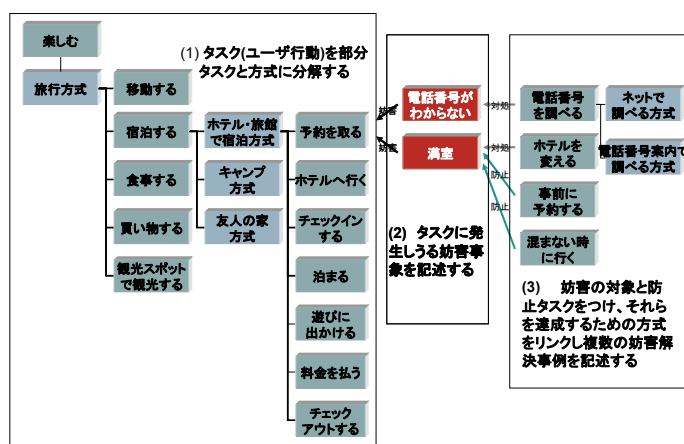


図2 OOPSモデルの例(旅行方式で楽しむ, 部分図)

ついて、「ネットで調べる方式」「電話番号案内で調べる方式」などを記述する。

タスクと達成方式を明示的に分離して記述することで、提案方式は状況依存性の強いタスク達成方式を一般化して分類することに貢献する。通常のタスク、妨害事象防止タスク、対処タスクとユーザの状況に応じて呼び名は変わるが、いずれの解決方式も共通であることが OOPS モデルから見て取れる。方式概念だけを独立に収集して分類することは難しいが、OOPS モデルを利用すれば共通のものは再利用できるため、提案方式はタスク達成方式概念の分類にも貢献する。

OOPS モデルの他の特徴としては、モバイルサービスのユーザがどのような行動をしてどのような問題に直面し、そしてどのような方法でそれらの問題を解決するかというモデルがオントロジー構築の専門家でなくとも直観的に見て取れるようになっている。よって、オントロジー設計者とサービスプロバイダは、このモデルを介してお互いの専門知識を補完することができる。さらに、前述したとおりモバイルサービスがもっとも役立つのは、ユーザがタスク実行中に問題に直面した場面であって、本研究の提案方式はそうした場面をモデル記述する能力を備えている。

2.3 自動車運転者の行動オントロジーの構築

前節で述べた OOPS モデリング方式を用いて本研究では運転者の行動モデルを構築する。先行研究[笹島 08]において筆者らは、モバイルユーザの行動とその達成方式に限定したオントロジーを構築した。具体的には i-mode サービスが支援可能な粒度で行動と方式のモデルを構築した。

既存研究を拡張して運転者の行動モデルを構築し状況に応じた情報提供を実現するために、オントロジーの拡張を行った。主な拡張内容は次の2つである。

1つ目は、自動車の運転に関する選好性の概念定義である。車の運転中に情報提供が行われる状況を表示するために考えると、様々なことに関する選好性のモデル化が必須である。例えば、車を日常的に運転せず技術が未熟で出来るだけ安心と安全を求める運転者に対して、走行経路沿いのデパートのバーゲンの情報や観光スポットの情報など運転の安全性向上に本質的には貢献しない情報を提供するのは逆効果である。また例えば、渋滞に巻き込まれてなんとかそれを脱出したいと必死になっている運転者に対して、普段と同じように運転者の

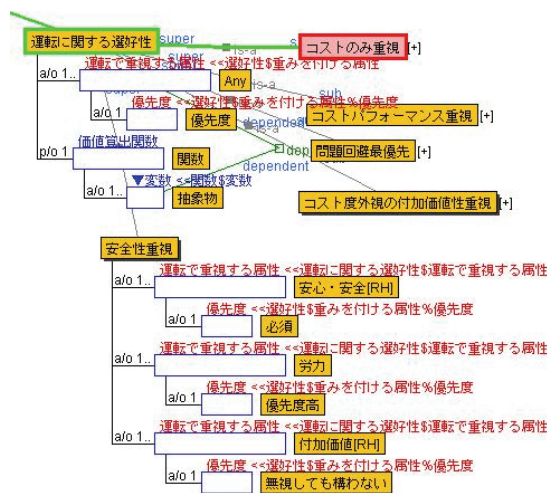


図3 運転に関する選好性の定義

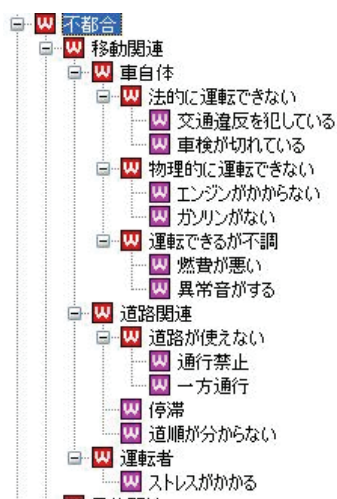


図4 運転に固有の妨害事象定義(部分)

できるだけ気の効いた情報提供を実現するためには、特に車での移動に関するタスクとその達成方式について粒度の細かい概念化が必要である。

以上2つの課題に取組み、オントロジーを拡張した。まず、選好性については、図3に示すように運転に関する選好性(コストのみ重視、安全性重視、付加価値重視、問題回避最優先、など)、運転に関連する主観的価値(車通勤者が持つ価値観、主婦が持つ価値観、学生が持つ価値観、など)、を定義した。

次に、車の運転に固有の妨害事象と、その解決タスクや解決タスクの達成方式に関して概念定義の拡張を行った。図4に、妨害事象の概念改装の一部を示す。例えば車による移動に関連した妨害事象としては、車自体に関する妨害事象(車検が切れていて法的に運転できない、など)、道路関連の妨害事象(通行禁止など)、運転者自身に起きる妨害事象(ストレスがかかる、運転に疲れる、など)が定義されている。

これらオントロジーの定義に基づき、先行研究で筆者らが提案した OOPS モデリング方式を適用することで、自動車を運転する人が運転中にどのような妨害事象に遭遇しそれを解決するかをモデル記述することが出来る。図5に、ツールを用いて構築した OOPS ユーザモデルのスクリーンショットの一部を示す。

OOPS モデル構築ツールは上記の拡張を行ったオントロジーを参照して、ツールの利用者による行動モデル構築を支援する。例えば「運転する」のように、記述を意図する行動モデルに対応するタスク概念をオントロジーから選択すると、そのタスク概念に関連して発生しうる妨害事象概念の一覧をユーザに提示する。ユーザはそこから適当な概念を選択することにより、OOPS モデルの構築を進めることが出来る。図5は、図4のオントロジーに基づいて提示された妨害事象のうち、「車が故障」「運転に疲れる」「運転に飽きる」の3つを選択した結果の画面である。

紙面の都合上図示していないが、オントロジーには図4の妨害事象の概念定義に対応してそれらを予防したり対処したりするための方式概念が記述されている。例えば、「車が故障」という妨害事象に対処するための方式として、「車の故障の修理を依頼する方式」と「車の故障の修理を自分でする方式」が定義されている。OOPS モデル構築ツール上で「車が故障」という概念を選択すると、その妨害事象の対処方式(あるいは妨害事象の発生防止方式)が構築ツールから提示される。それを選択する

好みに応じた音楽を提供することは、感情を逆撫でしかねない。すなわち、運転者の普段の趣味や嗜好に加えて、運転行為そのものについても選好性を定義する必要がある。

2つ目は車の運転時に固有のタスク達成方式と妨害事象である。先行研究ではモバイルサービスのユーザは電車、徒歩、マイカーなど様々な移動方式を利用するものと考えてオントロジーを構築した。本研究で

ことによって、図5の左下のように、妨害事象への対処方式をモデルに加えることが出来る。

タスクを達成したり妨害事象に対処したりする方式概念は、さらにその方式を達成するための複数のタスクから成っている。例えば「車の故障の修理を依頼する方式」は、手順として「車を(安全な場所に)駐車する」「(修理を)依頼する」「(故障箇所を)修理する」「(修理代金を)支払う」の4つのタスクから成っている。各タスク概念は、その実行が更に新たな妨害事象の発生を招くこともあり、上記「運転する」の妨害事象と同様に、各タスクに関して更なる妨害事象の発生についても構築支援ツールは提示するので、必要に応じてさらにモデル記述することも可能である。

ここで、「必要に応じてモデル記述可能」の意味について説明する。オントロジーを細かい粒度で記述することによって、原理的にはユーザ行動モデルをどこまででも詳細に記述することが可能である。例えば、腕を動かすという概念を腕の筋肉の動きの詳細度で記述すれば、OOPS モデル「運転する」タスクを筋肉の動きの詳細度まで分解して表現することが可能である。

しかし、モデルが詳細になったとしても、それが車内での情報提供の質的向上に寄与しなければ意味は無い。現状では「駐車する」「修理を依頼する」の粒度のモデルで、車内で提供される情報と運転者との関係性を十分に表現できる。将来、例えば運転者の筋肉の動きを検出するセンサーとそれを利用した居眠り防止装置などが発明された場合には、オントロジーを拡張してOOPSモデルの詳細度を細かくすることにより、それを取り込んだ情報提供システムを実現できると考えている。

2.4 行動モデルに基づく車内情報統合部の設計

提案システムの中核である車内情報統合部(図1(A))のアルゴリズムは、前述の2.3節のユーザ行動モデルに基づいて設計される。具体的には、車内情報統合部は、図1にあるシステム構成モジュールのうち、カーナビや各種センサー、外部からのVICS 情報などを監視して、オントロジーを具体化して表現されたイベントの定義とそれらを照応し、発生したイベントに応じて提供する情報を制御する。例えば VICS 情報とカーナビの設定ルートを統合して、目的地への経路上の渋滞を検出した場合には、ユーザ行動モデルの「(ルート上に)渋滞がある」という妨害事象への対処のモデルに沿って、渋滞を回避するための迂回路情報を提供したり、また、渋滞によってイライラした気持ちをさらに悪化させないように、静かな音楽を提供したりする。

3. システムの動作例

提案システムを搭載した車で主婦が送迎に向かう途中、渋滞

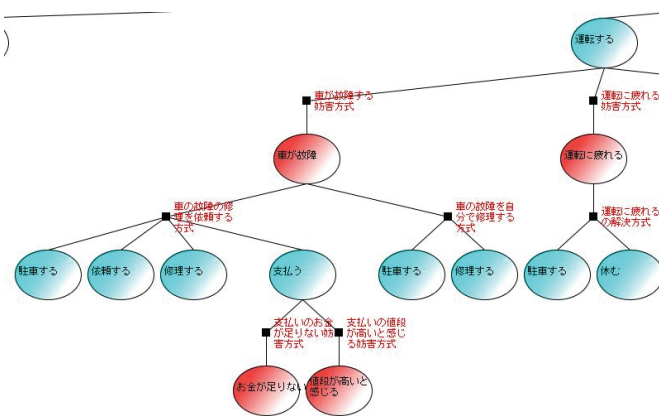


図5運転者のOOPS行動モデル(部分)

が発生して対応する場合について動作例を紹介する。

システム起動からドライバーの選好性に関するデータが初期化されるまでの流れを図6に示す。図中の青い四角はモジュールを、黄緑の四角はモジュール間で受け渡されるデータを表現している。

まず、システムが起動されると、自動車の内部センサーが目的地へのルートやドライバーのプロフィールを得る。例えばセンサーから運転者情報を獲得したり、カーナビのルート設定の履歴と照合して行き先をある程度絞り込んだりする。図 6(1)のような運転者プロフィールを取得する方法としては、例えば指紋認証、イグニッションキーのIDを参照する、などを想定している。自動車内部センサーが取得したドライバープロフィールは、例えば図 6(2)のように現在時刻や運転者が誰であるか、また、その家庭での役割(例えば妻)などの内容を含んでいる。

さらに、図 6(3)のようにカーナビから現在地と設定ルートの履歴を取得する。車内情報統合システムは、車内情報センサーとカーナビから取得したそれぞれの情報から、図 6(4)のように、運転者が妻であり塾へ子供を迎えに行くモードであることを判別する。

運転者が妻であることを判別すると、車内情報統合システムは、オントロジーの管理部へ図 6(5)のように「主婦」の運転に関する選好性のモデルを問い合わせる。オントロジー管理部のオントロジーには、2.3 節(図 3)で示したように運転者の選好性の概念が定義されており、運転の選好性を表現するパラメータ(例:安全性、付加価値性、コスト、など)にどのように重みを配分して情報提供を判断すべきかが記述されている。想定例のオントロジーでは、主婦の運転は「安全性が第一で、好みの音楽やバーゲン情報などの付加情報は重視しない」ものであると定義されており、「安全性」に重みが与えられている。

主婦の選好性モデルは図 6(6)のように車内情報統合システムへ出力され、各種情報提供モジュールへとその内容がフィードバックされる。フィードバックの例を図6の下段に示す。例えば、運転者が安全性を優先することをカーナビのルート設定に反映させるために、目的地へのルートを選択する際には複数のルートの候補から安全性を優先し、また曲がる回数が少なく道幅のより広いルートを選択するように、情報統合システムはカーナビの内部パラメータを変更する。同様に、情報提供モジュールに対してもフィードバックを行う。車内で提供可能な情報としては、VICS 交通情報、音楽、Web から取得可能な町のバーゲン情報など、様々なものがある。しかし、音楽情報やバーゲン情報は運転の妨げとなる場合もあり、無条件で推薦すべきとは言えない。そこで、図 6(9)のように、情報提供モジュールに対しても安全性を重視して推薦すべき情報を指示する。これを受けて、情報提供モジュールは情報を選択し、運転者が主婦の場合には VICS 交通情報のみを提供するように動作モードを変える。

なお、本研究で開発を進めているオントロジーでは、運転者の選好性を含めて、自動車に関する概念を広く一般的に定義している。しかし、それはあくまで典型例に過ぎず、実際には安全性だけでなく、もっと運転を楽しむ余裕があり付加価値情報を重視する主婦の運転者もいる。そこで提案枠組みでは、オントロジーに定義された典型的なモデルを、個別の運転者に合わせて動的に修正する仕組みについても考えている。

このように初期設定された状況で、渋滞の発生をセンサーが検出したとする。主婦が運転しているときは、図 3 のオントロジー定義のうち、「安全性重視」のモデルに基づいて情報推薦が行われる。安全性は必須であり、付加価値情報には「無視しても良い」程度の低い重みがつけられているため、少ない頻度ではあるもののバーゲン情報など付加価値情報が提供される。

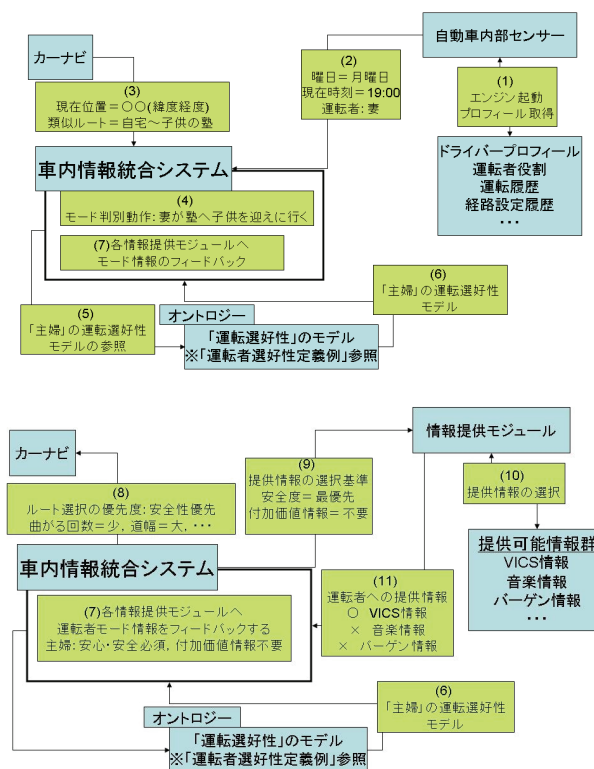


図 6: システム動作シナリオ(システム起動時)

これに対して、渋滞を検出したシステムは、問題回避最優先モードに切り替わる。問題回避最優先モードでは、同じく図 3 の「問題回避最優先」モードに切り替わる。「安全性重視」モードとの違いは、付加価値情報のスロットに「無視」という値が付与されていることである。つまり、安全性重視モードでは提供されていた買物情報や音楽などの付加価値情報は全く提供されなくなる。一般に、渋滞など車のトラブルに遭遇している際にはそうした娯楽情報は、ドライバーの気分を害することになりかねないため、問題回避最優先モードではそれらを提供しない。

また、このモードでは、安全性が必須であるという値を解釈して、最も簡単な運転で迂回路へ誘導するルートを示したり、そのルートを利用した際に目的地までどのくらいの時間と距離が必要かといった問題解決に役立つ情報、を出力したりする。渋滞の回避が完了すると、通常の運転モードへ戻る。

4. まとめと今後の予定

本稿ではオントロジーに基づくユーザ行動モデルを利用した、気の効いた情報提供システムの構築方針と拡張したオントロジーについて説明した。今後、システム全体を試作し、オントロジーとユーザ行動モデルを利用することの効果について、主にシステムインタフェースとシステム全体のメンテナンスの観点から評価したいと考えている。

参考文献

- [Weiser 91] Mark Weiser: The Computer for the 21st Century, Scientific American, 1991.
- [村田 2010] 村田正幸: アンビエント情報社会の実現に向けた取り組み, 電子情報通信学会誌, Vol.93, No.3, 2010.
- [笹島 08] 笹島, 他: モバイルサービスのタスク指向型メニュー搭載を目指して, 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.20, No.2, pp.171-189, 2008.