

ウェアラブルセンサを用いた利用者の TPO 推定と情報提供サービスへの利用

TPO-based Personal Information Assistance by Wearable Sensors

(キーワード: ウェアラブルセンサー、個人向け情報サービス、状況認識、気付き)

(KEYWORDS: Wearable Sensors, Personal Information Assistance, Situation and TPO Recognition, Awareness)

○ 須藤健太⁽¹⁾, 龍田成示⁽²⁾, 杉原良平⁽²⁾, 加藤俊一⁽¹⁾

(1) 中央大学、2) オリンパス(株)未来創造研究所)

1. はじめに

近年、モバイル端末の発達により、利用者は場所、時間に関わらずいつでもどこでも情報を利用できるようになった。また、センサデバイスの小型化、高性能化により、利用者に大きな負担をかけずに利用者の T(時間)、P(場所)、O(状態)の計測が可能になってきている。実際に GPS 機能が 2007 年から第 3 世代携帯電話に搭載が義務づけられるといった例のように小型センサの実世界での利用も始められている。現在では、「利用者の時間に合わせて情報を提供する」、または「GPS から最寄りの情報を提供する」などといった利用者の TPO に合わせた情報提供サービスが実施され始めている。

例えば、ATR で進められている「e-ナイチンゲール」プロジェクト[1]では、看護師の「ヒヤリ・ハット」といった医療事故につながる行動をなくすために、病院内での看護師の作業過程を複数のセンサで観察することにより、医療ミスを事前に減少させる試みがおこなわれている。一方では複数の無線加速度センサからオフィス空間内でのユーザのコンテキスト、「歩行」、「階段」、「コンピュータ操作」などの日常生活の中で観察できる利用者の行動計測もおこなっている[2]。野村総合研究所技術開発部[3]では、携帯電話に搭載されている GPS から日常のコンテキスト「在宅」、「勤務先」、「移動中」、その他「外出中」の自動分類をおこない、コンテキストウェアサービスへの応用を検討している。また、東京大学大学院[4]では、ウェアラブルセンサによる日常生活でのコンテキストの推定だけでなく、推定されたコンテキストやユーザの嗜好、目的からコンテンツ推薦をおこなうアプリケーションの構築をおこなっている。しかし、これらの研究では、利用者が情報を欲しいと考える状況をトップダウン式に推定しておらず、ボトムアップ式にセンサから状況を推定するのみである。そのため、推定された状況下で利用者がどのような情報を必要としているかがわからないため、利用者に必ずしも満足のいく情報が提供されているとは限らない。

そこで本研究では、利用者にとって情報を欲しいと考える状況の定義付けをおこない、状況判断を複数の階層を持つモデルを作成する。状況判断モデルを利用して、トップダウン式に利用者の推定すべき状況を検出するとともに、

ボトムアップ式に利用者の置かれている王京を推定することにより、利用者の状況を的確に判断し、欲しいと思われる情報を的確に提供できると考えられる。

2. 利用者の状況推定

2.1 利用者の状況

利用者に満足のいく情報を提供するためには利用者の時間(T)や位置(P)だけでなく、場合も考慮する必要がある。例えば、あるユーザが 12:00 に新宿にいた場合、「目的地に向かう移動の途中」などやそれらの組み合わせ等の解釈ができる。上記のそれぞれにおいてユーザは必要とする情報が違うと考えられるため、位置情報と時間情報だけではユーザが必要とする情報を特定できない。このようにユーザの満足のいく情報配信サービスを提供するためにはユーザの状況の推定が必要不可欠となる。ここで、利用者の状況とは、例えば「空腹」や「疲れ」といったヒトの生理的な状態、「1 人」や「家族といっしょ」といった周りの環境、「食事をした」や「コーヒーを飲んだ」といったこれまでの履歴と様々に考えられる。このように利用者の状況は、様々に考えることができるが、これら全てを事前に登録することは人工知能でいわれるフレーム問題と同じで不可能に近い。そこで本論文では、利用者へ提供するサービスをあらかじめ利用者に登録してもらい、登録されたサービスに合わせて必要な状況のみを判断する。状況の判断方法として例えば、「お昼頃」といった状況の要素と「ご飯を食べたい」という判断要素は「お昼頃」であるから「ご飯を食べたい」と解釈できるように同列の要素として扱うことができない。これより、利用者の状況を複数の階層に分けて判断していく必要がある。

2.2 多重解釈

例えば、位置とひとことに言っても、ある状況を識別するのに必要な情報が「GPS の読み取り値そのもの」の場合や、「建物の名称」の場合、「番地単位の住所」の住所の場合、「市町村・区」の場合などと様々な形式が存在する。我々はこれらの情報を判断する状況に合わせて使い分けしている。システムで自動的に状況判断する場合でもセンサのデータをそのまま利用するのではなく、状況判断に適した

形に直して利用することが考えられる。このように1つの物理データから状況判断に合わせて様々な解釈をすることを「多重解釈」と名付ける。

一方、例えば「12:00」という時間データを解釈する場合、「昼休み」と解釈する人もいれば、「授業前」と解釈する人もいる。このような解釈方法は個人によって異なり、位置データを「建物」や「住所」と解釈する場合と明らかに異なる。これより人が位置や時間を多重解釈する場合、段階を経て解釈することが考えられ、まずデータの「客観的解釈」、次に個人のプロフィールや行動履歴を考慮した「主観的解釈」により目的に合わせて解釈している。

2.3 情報提供における状況判断の階層モデル

本稿では、人が現在位置や時間、心身の状態といった TP0 の要素から状況を判断するまでを、「物理データ層」、「多重解釈層」、「サービスに基づく状況推定層」の3層に分類した。3 階層に分けられた状況判断モデルは以下のようにして用いる。まず、利用者に提供するサービスからサービスに基づく状況推定層を用いてトップダウン式に状況推定に必要な要素を推定する。状況推定層で必要となる要素を推定するため、ボトムアップ式に利用者の状況を推定し、両者をマッチングすることにより、利用者の置かれる状況を理解する。これらの処理を提供するサービスごとに定義することにより、利用者の置かれている状況判断をおこなう。以下に各層の処理内容を説明する。

(1) 物理データ層

この層は状況判断の要素である利用者の TP0 を取得する役割を持つ。TP0 の取得方法として、ウェアラブルセンサを用いる方法が考えられる。

(2) 多重解釈層

この層は物理データ層で得られたデータを利用者に合わせて多重に解釈する役割を持つ。解釈の仕方の違いによりさらに3層に分類する。

(ア) 客観的解釈

この層は物理データ層で得られたデータを客観的な解釈をおこなう役割を持つ。例えば「N:35.707337, E:139.7512」といった位置データを「文京区」や「後樂園駅」といったように多重に解釈する。この層では利用者の主観はいっさい入らないため、全ての利用者が共通の仕組みを持つ。

(イ) プロファイルによる主観的解釈

この層は利用者の定常的な行動パターン(プロフィール)からデータを主観的に解釈する役割を持つ。例えば、「12:00」といった時間データを学生が解釈する場合、「昼休み」と解釈する。

(ウ) 行動履歴による主観的解釈

この層は利用者の直前の行動履歴からデータを主観的に解釈する役割を持つ。例えば、「12:00」という時間情報を解釈する場合、9:00にご飯を食べた利用者は「朝ご飯から3時間」といった解釈をする。この層は利用者の直前の行動によって逐一解釈が更新されるため、利用者の文脈が最も顕著に現れる。

(3) サービスに基づく状況推定層

この層は利用者に提供するサービスに基づき、利用者の置かれる状況を推定する役割を持つ。状況を推定し、サービスを提供するまでさらに3つの層に分類される。

(ア) 要素層

この層は、提供するサービスに必要な状況を抽出する役割を持つ。例えば、「レストランガイド」を提供する場合、利用者が「空腹」であり「食事情報を送れるか?」といった状況の推定が必要となる。

(イ) 状況判断層

この層は要素層で推定された状況からサービスが提供できるかどうかの判断をする役割を持つ。例えば「観光スポット」を提供する場合、歩き続けて「疲れ」がたまっている利用者には、「観光サービスを提供しない」と判断する。

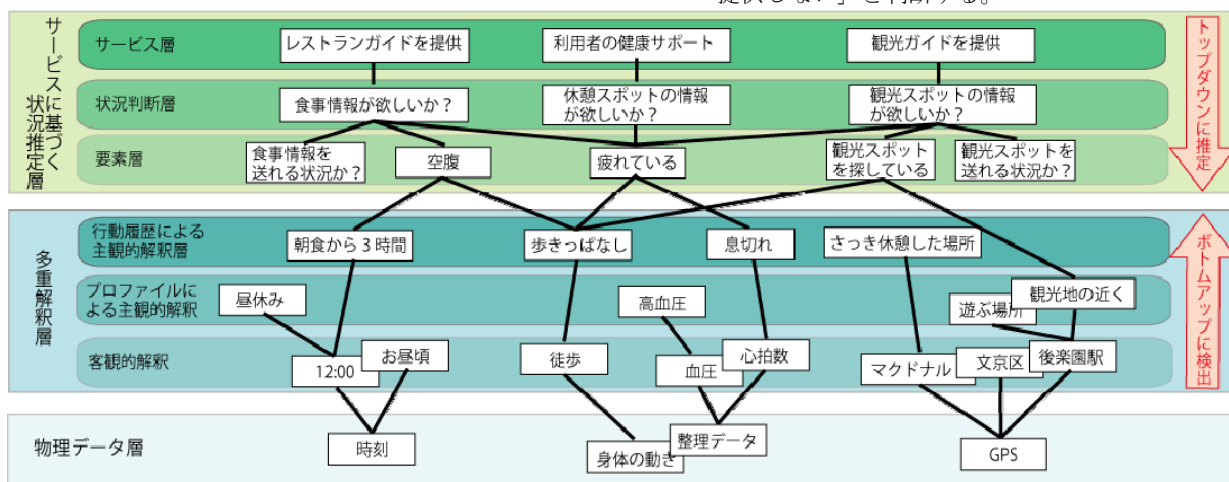


図1 状況判断の階層モデル

(ウ) サービス層

この層は、利用者に提供するサービスを決定する役割を持ち、提供する情報が複数の場合、提供するサービスの優先度を決定する。例えば、「食事情報」と「休憩場所の案内」の2つのサービスが提供可能と判断された場合、「お昼頃」という時間解釈と「疲れ」といった要素から休憩スポットを提供するよりも食事情報を提供するほうが優先度が高いと判断する。

3. 観光サービスへの応用

本論文では、状況判断モデルを用いた情報提供サービスとして、観光支援サービスを取り上げる。

3.1 サービスに基づく状況推定

観光における利用者の一日の行動を考えた場合、一日の中で観光エリア内の観光スポットを回っていくと考えられるが、その途中で食事を取ったり、疲れたら近くのカフェで休憩したり、帰りにはお土産を買うことも考えられる。これらの行動を支援するため、本実験では、「観光ガイド」、「レストランガイド」、「ショッピングガイド」の3つを提供し、これらのサービスを「サービス層」の要素とする。これらのサービスを提供するためには、観光ガイドであれば、「観光スポットに関する情報が欲しいか」、レストランガイドであれば、「食事情報が欲しいか」、ショッピングガイドでは「ショッピングに関する情報が欲しいか」といった判断が「状況判断層」で要求される。また、同時に利用者が「情報を閲覧できるかどうか」といった判断も要求される。これらの判断をするためには、どの観光スポットを回り、いつ食事をし、どのような買い物をしたかといった状況の推定が必要となる。よって「要素層」にて推定すべき状況として、「観光中」、「食事中」、「ショッピング中」、「休憩」が挙げられる。推定された状況から例えば、「食事中」には情報のレコメンドを控え、食事が終わった後に、「観光スポット」のレコメンドをするといった行動支援をおこなう。

3.2 センサによる利用者の TP0 推定

サービスを提供するためには、利用者の位置、状態、目的、状態遷移といった心身の状態の判断が必要となる。このような心身の状態の判断方法として、センサを用いて、利用者の体の動き、心拍、筋電などを測定する方法が考えられる。本研究では実空間上での利用を想定しているため、ウェアラブル型のセンサでかつ装着時の負担が軽い(1)GPS、(2)加速度センサの2種のセンサを用いて観光者の状況を判断する。

(1)GPS

現在地の緯度、経度を取得することができ、現在値をも

とにした近場の観光スポットの検索に用いる。しかし、GPSは地下や建物内など衛星との通信を遮断する場所ではデータを取得できない。そのため地下・建物内でのデータの取得には、PlaceEngine[5]を用いる。PlaceEngineは最寄りの無線LANからの通信データを元に現在位置を取得するためのソフトウェアで、地下や建物内でも現在位置を取得することができる。主にGPSの使用ができない場所での位置データの補完として用いる。

(2)加速度センサ

3軸の重力加速度の大きさ、振動状態を測定することができ、観光者の腰に装着することにより、「歩行、早歩き、静止、座る」といった動作を測定する。

(i)、(ii)のセンサ値と時間データからサービス提供に必要な状況を推定する。例えばGPSから「小石川後樂園」という位置データが解釈でき、加速度センサから「歩く」という行動の検出ができた場合、「観光中」といった状況の推定をおこなう。



図2 GPSユニット(左)と加速度センサ(右)

3.2 観光者への情報提示機器

本サービスでは、利用者により多くの情報を利用してもらうため、常時装着型小型HMD(Head Mounted Display)を利用する。本機器は一般の眼鏡に着脱可能で、眼鏡の先端に設置されたディスプレイを視界に表示させる。視線をずらすだけで配信された情報の閲覧ができ、操作インターフェースを用いて画面を簡単に操作することができる。携帯電話などのモバイル端末と比べ、画面を見る手軽さ、操作の簡便性から観光者に与える負担が非常に小さく積極的に情報を閲覧することが期待される。また、表示されるディスプレイは透過性であり、背景が透けて見えるため、視界の妨げにはほとんどならないため、危険性も少ない。

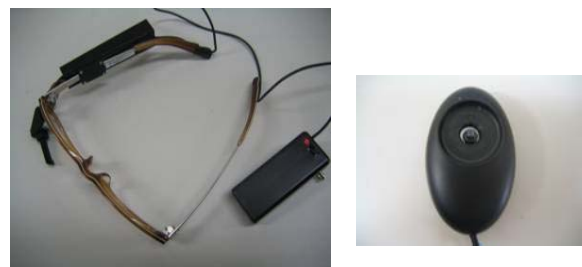


図3 常時装着型HMDと操作インターフェース

3.3 観光者の状況に合わせた情報提示

本システムでは提供するサービスに合わせて以下のよう

に画面を提示する。

(1) コンテンツ情報の提示

ウェアラブルセンサより観光スポットやレストラン、ショッピングガイドが配信できると判断した場合、次の画面が表示される。利用者に利用する情報の選択権を与えるため、「spot 情報」、「shop 情報」大きく 2 つのジャンルに大別して提示する(図 4 情報提示画面)。「spot 情報」は主要な観光スポットの情報、「shop 情報」は食事やアパレル、雑貨店など観光スポット以外の主要な店舗の情報である。これらのジャンルを選択するとその選択したジャンルの観光スポット、または店舗情報が 3 件表示される(図 4: 報選択画面)。3 件という数は、常時装着型小型 HMD に表示できる件数が最大 6 件と限られていたためである。最大 6 件の中で情報が提示された際に観光者に選択の余地があり、とっさに判断できる個数として 3 件の表示とした。提示された 3 件の情報のうち、任意の一件を選択すると選択した情報に関する説明を閲覧することができる(図 4: 情報詳細画面)。

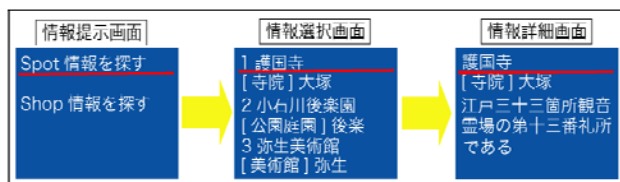


図 4 情報の提示画面のイメージ

(2) ナビゲーション画面

提示されたコンテンツに興味を示し、情報機器を操作した場合、興味を示したコンテンツまでのナビゲーション画面を選択することができる。ナビゲーション画面は現在位置を中心に半径 500m の地図を示し、目的地やその他目印となる店舗をアイコンで示す。観光者の移動に合わせてリアルタイムに表示が変化し、目的地に到着した際には到着を知らせてくれる。観光者は気軽にナビゲーションを閲覧できることから、観光の手助けになると考えられる。



図 5 ナビゲーション画面とまめ知識情報

(4) まめ知識画面

観光スポットの提供サービスとして、主要な観光スポット以外のRecommendをおこなう。例として例えば、「見返り坂」という観光スポットで「石川啄木がこの近くで下宿

中に小説を発表した」というエピソードがあるが、その場所には現在、見るべきものは何も残っていない。このように観光地として見るべきものはないが、観光に役立つ情報を「まめ知識」情報と定義し、まめ知識情報に関連のある位置に訪れた場合にRecommendする。

4. 評価実験

4.1 実験目的・実験方法

本実験は、2 章で提案した状況階層モデルを取り入れた情報提供サービスを提供することにより、状況階層モデルの必要性を実証することを目的とする。実証の方法として次の 2 点から調べる。

(1) 配信情報の利用率

被験者の情報機器の操作履歴を用いて情報の利用率を調べる。情報の利用の判断は提示された情報に対して被験者が何らかのアクション(操作)をした場合、提示された情報を利用したものとする。このとき配信した全情報数のうち利用した情報数の割合を利用率とし、この値が高いほど利用者に適切なタイミングで情報を提供できたことを表す。また、情報を利用しない場合は大きく 2 段階に分類している。情報が提示されたタイミングが明らかに不適切と感ずる場合、被験者は提示画面を消すことができ、この操作をした場合を「拒否」、情報が提示されても何もアクションしない場合を「利用しない」とした。

(2) 配信情報の適合率

被験者が利用した情報に対してアンケートをとることにより、情報の適合率を調べる。アンケートの取得方法は情報を提示したあとに、常時装着型 HMD に「非常に興味あり」、「少し興味あり」、「あまり興味なし」、「全く興味なし」と 4 段階の評価が書かれたアンケート画面が提示される。被験者はアンケート画面より操作することにより、リアルタイムにアンケートを取得する。このとき、アンケート総数のうち「非常に興味あり」または「少し興味あり」と評価した数の割合を適合率とし、この値が高いほど適切に情報を取捨選択できたことを表す。

また、被験者を状況判断の階層に差をつけることにより、4 つのグループに分類する(表 1)。ここで、「状況考慮」とは、要素層で挙げた「観光中」「食事中」といった状況の推定を指し、「観光や食事の間はRecommendを控える」といった判断が可能となる。「行動履歴考慮」とは「行動履歴による主観的解釈層」での判断を指し、「さっき食事をしたからレストランガイドの提供を控える」といった状況判断が可能となる。「プロフィール考慮」とは、「プロフィールによる主観的解釈層」での判断を指し、本実験では、

あらかじめ被験者にアンケートをとり、その結果をプロフィールとして扱う。これにより、利用者に興味のある情報を提示することが可能となる。これらのグループを比較することにより、状況判断の階層モデルの各階層の必要性を検証する。

表 1 被験者の分類

グループ	A	B	C	D
状況考慮	○	×	○	○
行動履歴考慮	○	○	×	○
プロフィール考慮	○	○	○	×

4.2 実験エリア

今回は実験地域として「文京区ミュージズネットエリア」で実施した。文京区は「東京ドーム」や「LaQua」といった有名なショッピングモールがあるだけでなく、数十カ所に美術館、博物館のある歴史ある街である。また、文京区内に点在する 100 を超える坂道には一つ一つ名前がつけられており、観光者スポットを多数通過する「B-ぐるバス」といった文京区内の循環バスも運行している。このように文京区は有名なショッピングスポットがあるだけでなく、観光の設備も整った観光スポットとしての側面も持つ。

4.3 実験詳細

本サービスを利用するにあたり、被験者は複数の機器を装着する。まず、現在位置の取得やナビゲーションを利用するために GPS を肩部に、状況判断のために加速度センサを腰部に、常時装着型小型 HMD を顔部に装着する。また、常時装着型小型 HMD の利用、センサから得られるデータの蓄積と GPS の補完の役割である PlaceEngine の利用のためにモバイル PC を所持する。また、モバイル PC は実験用の専用 web ページにアクセスして、詳細な情報を利用することもできる。専用 web ページの役割として、提示された情報に関して詳しい内容を知るためのツールとして取り入れた。常時装着型小型 HMD での提示だけでは、表示する文字数に制限があり、詳細な情報を正確に伝えきれないためである。

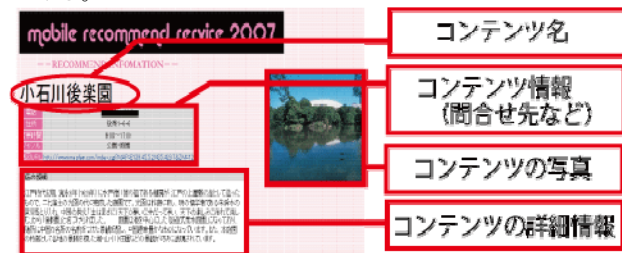


図 6 専用 web サイトのコンテンツ紹介画面

被験者の移動方法は徒歩と文京区内を走る「B-ぐるバス」、そして実験エリア内を走る地下鉄とした。また、被

験者に各地に観光してもらうため、あらかじめ出発地と目的地を設定したうえ、11:00～15:00 の間に観光をするという想定のもと実験をおこなった。以上の条件下でのべ約 50 名の学生被験者に用意したコンテンツ数約 800 個を含んだ観光支援サービスを実施した。

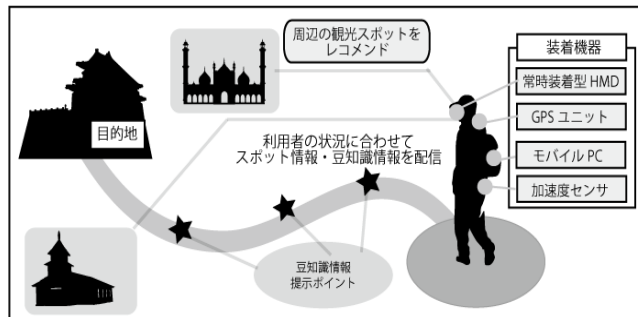


図 7 実証実験のイメージ図

4.4 状況検出の精度の評価

今回作成した実験用システムの動作実験をおこなった。被験者にサービスを利用してもらう評価実験と同様の実験機器を装着し、同じ実験エリアである文京ミュージズネットエリアで実施した。結果として、GPS の緯度経度データ、加速度センサの加速度データ、現在時刻といったデータからはリアルタイムに「観光中」、「食事中」、「移動中」、「バス・電車」、「ショッピング」といった状況を判断し、最寄りの情報を提供することができた。また、GPS データを元にしたナビゲーションにより、目的地までどり着くことができ、目的地に到着したことをシステムで判断することも出来た。

5. 実験結果・考察

5.1 情報利用率に関する結果・考察

被験者の情報履歴を用いて実験における提示情報の利用率を分類したグループごとに求めた。結果を表 2 に表す。

表 2 被験者の情報利用率

	利用した	利用しない	拒否した
A	43.30	46.39	10.31
B	46.56	45.04	8.40
C	50.00	50.00	0.00
D	53.93	35.96	10.11

表 2 より、被験者全体での情報利用率は約 50% となった。今回、実験時間中に提供した情報数は最も多い被験者で 50 回程度であるから、25 回程度情報を利用したことになる。[6] より、同内容の実験を携帯電話を用いて情報を提供した際には、一日のうちで数回程度しか閲覧がされていなかったことから、本システムの有用性がうかがえる。

だが、グループごとの利用率に大差はなく、有益な結果が得られなかった。このような結果となった要因として、

本実験の環境下では、実験機器を容易に扱える状況が多かったことが考えられる。本システムは提供された情報に対して、簡単な操作で閲覧が可能のため、想定していたより多くの場面で機器を利用することができたためと考えられる。

5.2 情報適合率に関する結果・考察

実験中のアンケートを用いて、利用した情報の適合率を分類したグループごとに求めた。結果を表2に表す。

表3 配信情報の適合率

	とても興味あり	少し興味あり	あまり興味なし	全く興味なし
A	32.91	35.44	16.46	15.19
B	39.71	26.47	21.32	12.50
C	49.09	16.36	21.82	12.73
D	26.87	38.81	31.34	2.99

全てのグループにおいて、興味を持った情報の割合は60%を超える結果となった。これより、しかし、各グループでその割合に有意な差はみられない結果となってしまった。このような結果となった原因について事前アンケートの内容を生かしきることができなかったと予想される。今回、実験中はアンケートにそった情報を提供するように処理を施していたが、事後アンケートからアンケートに「寺院」の情報が欲しいからといって常に「寺院」の情報を配信されても満足できないといった意見が得られた。これよりアンケート結果による差がでなかったのではないかと考えられる。

7. まとめと今後の課題

本論文では、利用者の状況を複数の階層に分け、利用者へ提供するサービスごとにトップダウン式に必要な状況を洗い出し、センサを用いてボトムアップ式に状況を計測していく状況判断の階層モデルを提案した。また、状況判断の階層モデルの必要性を調べる実証実験をおこなった。結果として、利用者の情報の利用率は50%以上、利用した情報の適合率は60%以上の値を示し、必要性の確認ができた。

しかし、今回の実証実験はそれぞれの階層における状況の判断がただしいものであったかどうかまで立証されたわけではない。今後は、状況判断のそれぞれの階層において正しい判断がおこなわれているかどうかを検証することにより、状況判断の階層モデルの必要性を立証していきたい。

謝辞

日頃より、熱心な研究討論や実験への協力を戴く中央大学理工学部ヒューマンメディア研究室の皆様、感性ロボティクス研究セ

ンターの皆様、オリンパス（株）未来創造研究所の皆様、システム開発でご協力をいただくオリンパスソフトウェアテクノロジー（株）の皆様に感謝いたします。

本実験を進めるにあたり、多くのアドバイス、御協力をいただいた文京区アカデミー推進課、財団法人文京アカデミーの皆様には厚く御礼申し上げます。

本研究は、一部、科学研究費補助金・基盤研究（S）「実空間における複合感性と状況理解の多様性のロボティクスのモデル化とその応用」（課題番号19100004）、中央大学理工学研究所・共同研究「感性ロボティクス環境による共生的生活空間の構築と感性サービスへの応用」などの支援を受けて実施した。

参考文献

- [1]<http://www.irc.atr.jp/ptENightingale/eNightingale-j.html>
- [2] 田淵勝宏、納谷太、大村廉、野間春生、小暮潔、岸野文郎、“無線加速度センサを用いた人の日常行動別におけるデータ収集条件の影響評価”、日本バーチャルリアリティ学会論文誌 vol12, No1, 2007
- [3] 先村夏彦、永島淳、“携帯電話を利用したコンテキスト利用サービスの実現に向けて”、技術創発-NRI 情報技術レポート 2006 年 vol7-
- [4] 林智天、川原圭博、田村大、森川博之、青山友紀、“コンテキスト適応型コンテンツ配信サービス CoCo の実装”、2004 年電子情報通信学会通信ソサエティ大会
- [5] <http://www.placeengine.com/>
- [6] 須藤健太、戸塚貴之、加藤俊一、“TP0 センサを用いた状況の個人性の計測と評価—情報配信システムへの応用—”、DBweb2007
- [7] 木村壮、篠原勲、加藤俊一、“TP0 を考慮にいた状況解釈とレコメンデーションサービスへの応用”、Proceedings of the 6th Annual Conference of JSKE 2004
- [8]<http://www.olympus.co.jp/jp/news/2008a/nr080225isuj.cfm>
- [9]<http://www.olympus.co.jp/jp/news/2008a/nr080225eyetrekj.cfm>