

# タグ付けられた世界における個人の行動特性を用いた意図推測

楓 仁志<sup>†</sup> 山原 裕之<sup>†</sup> 藤原 聡子<sup>†</sup> 野口 豊司<sup>††</sup> 東 辰輔<sup>†††</sup> 島川 博光<sup>†</sup>

本研究では, RFID tag をユーザの生活空間のさまざまなオブジェクトに貼り付け, RFID reader が接続された小型サーバをユーザが携帯することでユーザが触ったオブジェクトを時間順に記録する. 人が特定の意図を持って行動するとき頻繁に触るオブジェクトとこの記録を比較することによりユーザの行動の意図を推測する.

意図を持った行動時に頻繁に触るオブジェクトは, 行動パターンと捉えられる. 本稿では, ユーザの意図を推測する行動パターンの雛形生成手法と個人の行動特性を考慮するための洗練手法を提案する. また, 本手法の検証実験を行い, その結果を示す.

## The Inferring Method of a Human Behavior Based on Personal Behavioral Characteristics in the Tagged World

Satoshi Kaede <sup>†</sup> Hiroyuki Yamahara <sup>†</sup> Satoko Fujiwara <sup>†</sup> Toyoshi Noguchi <sup>††</sup> Shinsuke Azuma <sup>†††</sup>  
and Hiromitsu Shimakawa <sup>†</sup>

We propose an environment which infers user's intention from his behavior using an RFID system. In the environment, RFID tags are attached to objects that the user may make an access to. The user carries wearable tiny server to record his accesses. In this paper, we propose method that creates a prototype of action patterns, and develops the prototype to infer a behavior based on his personal behavioral characteristics.

### 1. はじめに

ネットワーク技術の進歩や組み込み型計算機の開発によりユビキタスな環境が整いつつあるとされているが, 実際にはユビキタス環境を使いこなすのは, 小型計算機やネットワーク・システムを熟知している者に限られる. 真にユビキタスな世界が実現化するためには, 計算機やネットワークに不慣れなユーザがいつものようにある意図に従ってふるまったときに, そのふるまいをユビキタス環境側で認識して, そのユーザの意図に適合したサービスが提供されなければならない. 例えば, ユーザが外出しようとしたときには, 図1に示すように切り忘れたエアコン電源を切り, キッチンでの火の用心を確認し, エレベータをユーザの住む階に遠隔で呼び出してくれるようなサービスを, 特別なコマンドの送出不なくとも提供してくれるシステムが望まれる.

上記のような観点から, 現在, 人間の動作, 移動経路, 存在場所を認識し, その意図を推測する研究が多

くなされている. これらは, 万人に共通するふるまいの特徴を使って意図を推定しようとしている. しかし, 人間はそれぞれ行動特性を持っている. そのため, 全ての人間に適用できる行動パターンを作成することは事実上不可能であり, そのようなパターンを作成した場合には各人の行動を高精度で認識することは困難である.

本研究では, 低価格な 13.56MHz 帯の近接型 RFID tag をユーザの生活空間に存在するオブジェクトへ貼り付ける. ユーザは, RFID reader が接続された携帯型小型サーバを携帯する. ユーザが触ったオブジェクトは, RFID システムを使って時間順に記録される. この記録

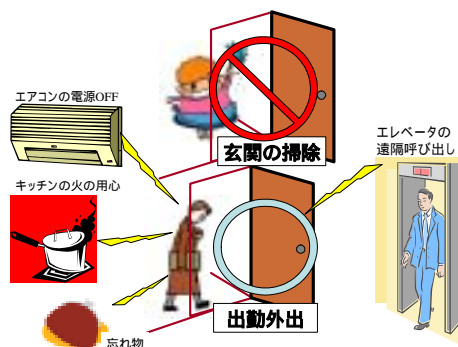


図 1: サービス例

<sup>†</sup> 立命館大学大学院 理工学研究科  
<sup>††</sup> 株式会社内田洋行 マーケティング本部  
<sup>†††</sup> 三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

は個人の行動ログである。この行動ログと、ある意図を持って行動するユーザがよく触るオブジェクトで示した行動パターンとを比較することにより、ユーザの意図を推定することを考える。

本研究では、予め個人の行動を認識するパターンを作成するための雛形を多数の人の行動履歴から生成する手法を提案する。また、その雛形に対して個人の行動履歴を適用することで、雛形を個人ごとの行動パターンに洗練する手法についても述べる。

以下、本稿は、2章に行動を認識する環境について述べ、3章で行動認識ルールの雛形生成及び洗練手法について述べる。4章で提案手法の検証実験について述べ、5章で考察、今後の課題を述べる。

## 2. 行動を認識するタグ付けられた世界

### 2.1. 関連研究

本研究の目的はユーザがとった行動を認識し、その意図を推測したうえで、意図に応じたサービスを提供することである。

現在、コンテキスト・アウェア・アプリケーションとして、ユーザの存在場所や時刻に応じたサービスを提供することが研究されている[1][2]。また、多種多様なセンサを使用した、ユビキタス環境においてユーザが携帯できる端末を用いて、ユーザの支援を行なう研究[3]やユーザのコンテキストを認識する研究[4]が行なわれている。これら人間の行動認識に加えて、過去の行動から現在の行動を推測する研究もされている[5]。そのほかユーザの行動を認識し、それをを用いてユーザの振る舞いに応じたサービスを提案する研究が多数行なわれている。例えば、室内に周囲 360 度の画像を一度に撮影できる全方位センサを設置した環境で、ユーザの行動パターンをユーザが室内を移動する軌跡から画像処理技術によって抽出するものがある[6]。また、RFID system を利用して、人間にふるまいを指示する研究も行なわれている[7]。

しかし、人間は各々、癖や習慣を持っている。既存研究は人間の位置や移動履歴を取得するものであり、個人ごとの特性に基づいてユーザの行動を認識、または推測するものではない。そのため図 1 に示すように玄関にいるユーザに対して玄関の掃除か、外出かを判断した後に外出の場合には、リビングを出る際に、忘れ物や電化製品の電源を切り、玄関を出る際にエレベータを自宅の階に呼びといた、種々のきめ細かいサービ

スを提供することはできない。このようなきめ細かいサービスを提供するためには、ユーザの持つ癖や習慣を考慮した行動の認識、推測を行なう必要がある。そこで、我々はユーザが過去に行なったふるまいを用いて個人ごとの行動の特徴を抽出し、その特徴を用いてユーザの意図を推測することで、きめ細やかなサービスの提供を実現する。

### 2.2. Tagged World と Pocket Assistant

我々は、ユーザの意図を推測する環境として Tagged World を提案する。Tagged World とは、人間の行動を認識するために図 2 のように家庭内に存在するオブジェクトに 13.56MHz 帯の近接型 RFID tag が埋め込まれ、その中を RFID reader を携えたユーザが行動する世界である。認識距離が 2cm 程の近接型 RFID システムを利用するため、ユーザが触ったオブジェクトを正確に記録できる。

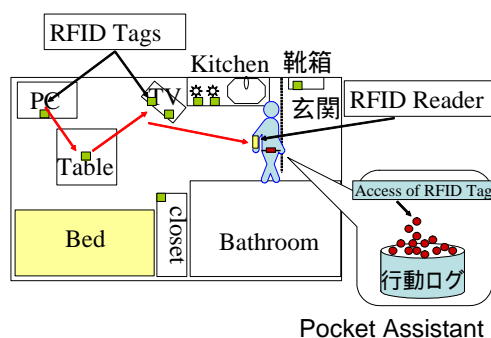


図 2: Tagged World イメージ

これに関連するものとして、ユーザの生活空間に多種多様なセンサを設置し、ユーザの行動を認識する、または推測する研究は既に行なわれている[8][9]。しかし、既存研究では多種多様なセンサを用いてユーザの行動を認識、推測するため、高いコストが要求される。しかし Tagged World では、単価の安い 13.56MHz 帯の RFID tag を生活環境に設置し、またユーザは RFID reader が接続された小型携帯サーバを携帯するだけであるため既存研究に比べて安価に環境を構築することが可能である。本稿では、この図 3 に示す RFID reader が接続された携帯サーバを Pocket Assistant と呼ぶ。

日常生活の中でユーザが触れたオブジェクトに貼り付けられた RFID tag が Pocket Assistant に接続された RFID reader に読み取られ、それらのログはユーザの行動の記録として Pocket Assistant に蓄積される。



図 3: Pocket Assistant

さらに Pocket Assistant は、RFID tag へのアクセス履歴を蓄積するだけでなく、蓄積された行動ログを用いて個人の行動ログからそのユーザの癖や習慣を認識する。このユーザの行動特性を用いて行動を認識し、それを基にユーザの行動の意図を推測する。ユーザの意図を推測することができた Pocket Assistant は、推測された意図をユビキタス環境に伝えることでユーザの行動に応じたきめ細かいサービスを提供できる。

### 2.3. Tagged World 機能モデル

Tagged World を構築する際に組み込まれる機能モデルを図 4 に示す。Tagged World には、ユーザの行動を認識し、それに応じたユーザの意図を推測するために必要な複数の行動パターン雛形が用意されている。この行動パターン雛形はサービスを提供する際に必要なユーザの振る舞いを推測するために、Tagged World サービス提供者が行動パターン雛形生成機能を用い

て多数の人の行動ログを基に作成する。Tagged World で用いられる行動ログは、行動ログ収集機能によって取得される。行動ログ収集機能は、Pocket Assistant を携帯するユーザがオブジェクトに触れると、オブジェクトに貼り付けられた RFID tag の ID を Pocket Assistant に接続された RFID reader が読み取り、Pocket Assistant が持つ RFID tag ID とオブジェクトの対応表を基にオブジェクトへの接触履歴を個人の行動ログとして記憶する。個人ごとの行動特性に基づいたサービス提供をおこなうために行動パターン洗練機能が、行動パターン雛形を洗練し、ユーザの日々の行動ログを用いて個人の癖や習慣を反映した行動特性として個人用の行動パターンを生成する

最後にパターン照合機能が収集された個人の行動ログと行動パターンを照合し、サービス提供をユビキタス基盤に通知する。しかし、ユーザがオブジェクトに触れる度に詳細なパターン照合を行なうことは、ユーザが携帯する Pocket Assistant の持つ電力量に限りがあるために非現実的である。そこで、パターン照合機能は2階層の照合機構で構成される。第1段階は、本稿で提案する行動パターンを用いた照合であり、第2段階はユーザが触れるオブジェクトの順序に着目した照合[10]である。前者は詳細な照合対照となる事象を削減するフィルタとなることを目的としている。後者においてオブジェクトの順序関係が調べられ、2段階の作業の結果、詳細な照合が実施される。

ここで、行動ログ収集機能とパターン照合機能はユーザが日常生活を送る間、常に起動するものであるが、行動パターン洗練機能は、ユーザが一日の生活を終えた時点で起動するものである。また本論文では、特に行動パターンを生成する基となる行動パターン雛形生成機能について詳しく述べる。

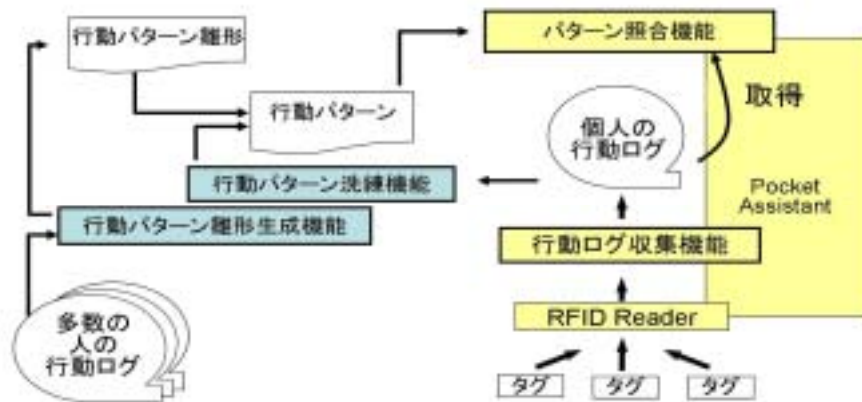


図 4: 機能モデル

### 3. 行動パターン雛型生成機能

#### 3.1. 行動する意図の推測手法

本研究の目的は、ユーザが持つ行動の特性に着目することで、行動の意図を推測し、それに応じたサービスを提供することである。しかし、行動の特性は個人によって多種多様である。そのため照合対象となるユーザの行動全てに対応できるルールを予め作成しておくことは事実上不可能である。そこで、本研究では多数の人の行動ログを用いて照合対象となる行動パターンの雛形を生成し、それを個人の行動ログで洗練することで行動特性を反映した行動パターンを生成する。

人間は、1つ1つの動作を積み重ねることで行動の意図を達成する。例えば、「外出する」という行動の意図は、「荷物を用意する」、「電化製品のスイッチを切る」、「ドアを開ける」などの動作で構成されている。この各動作は、この意図「外出する」を達成するために必要であり、この意図と動作の間には依存関係が存在する。そこで、人間の動作を各オブジェクトへ触れることと仮定し、それをノードとした Bayesian Network(以降、BN)、を用いて人間の意図を推測する手法を提案する。

BN とは、ネットワークを使って対象をモデル化することで知りたい変数の確率分布を推定し、起こり得る各状態の確信度を確率で評価する方法である。特に複雑な依存関係を表すためにグラフ構造を利用する。依存関係のある変数をノードとしてその間を条件付確率が関連付けられた有向リンクで結び、リンクをたどったパスが循環しないような非循環有向グラフで表される確率モデルが BN である[11]。

#### 3.2. K2 アルゴリズムを用いた行動パターン雛形生成

BN を利用する場合、知りたい変数の確率分布を推定するとき利用する Network 構造が推定結果に大きく影響する。そこで、統計データから自動的に Network 構造を導出する手法として K2 アルゴリズム[12]がある。K2 アルゴリズムとは、あるノードが依存する親ノードを2つのノードが取る値の組の出現頻度を用いて選出する。そのため、図5に示すようにノード間の依存関係を表す双方向リンクが出現する可能性があり、また非循環有向グラフが構成されない可能性もある。

そこで、K2 アルゴリズムを用いて構築した BN に双方向リンクが出現した際に、構築された循環有向グラフである BN を人間の意図を推測するための有効な BN に

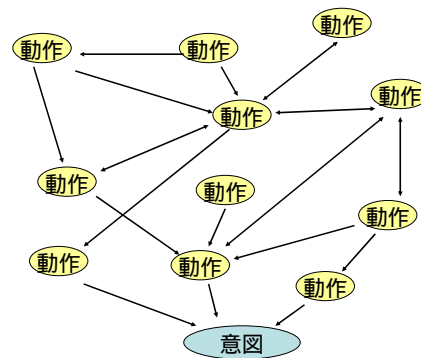


図 5: K2 アルゴリズムによる BN

変換する手法が検討されている[13]。文献[13]が推測対象とする空間は、自家用車内などの限られた空間であるため、BN を構成するノードは少数である。本研究が対照とする人間の意図を推測する際には、多くの人間の動作をノードとする BN を構築する必要がある。文献[13]の手法で用いている K2 アルゴリズムは BN の構造決定を行なう際に、任意ノードの親ノードを決定するために総当り検索を行なう。そのため、BN 構造を決定する際に膨大な計算時間が必要となる。また、K2 アルゴリズムで構築した BN に出現する双方リンクの数を  $n$  とすると人間の意図を推測する際に用いられる BN の候補は1つの意図につき最大  $2^n$  個となる。そのため、メモリ量が限られる Pocket Assistant にその全てを格納することは不可能である。よって、家庭内のユーザが行う動作の意図を推測する際に文献[13]の手法を利用することは計算時間とメモリ制約の点で不都合を生じる。

#### 3.3. モデル化された意図を用いた雛形生成手法

我々は、人間の動作から意図を推測するために必要な行動パターンを作成する際に人間の行動をモデル化する手法[14]を提案している。文献[14]で示されるモデル化手法(以降、行動モデル化手法)では、ユーザがオブジェクトへ接触することによりセンシング可能な人間の行いの最小単位をアクトと呼ぶ。また、ドアを開けるという目的を達成するために実施するアクトの並びをアクションと呼ぶ。さらに、特定状況で習慣的に行うアクションの集合体をふるまいと呼び、これはユーザが行なう動作の意図を示している。本稿では、これまで推測対象をユーザが行なう動作の意図と述べてきたが、行動モデル化手法と整合を保つため、これ以降は推測対象をふるまいと表現する。本論文では、各アクションの生起確率はアクションを構成する各アクトの生起確率に依存すると仮定する。同様に、任意のふるまいはそれ

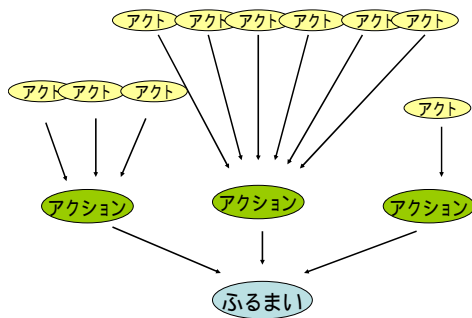


図 6: 行動モデル化手法による BN

を構成する各アクションの生起確率に依存すると仮定する。このように行動モデル化手法に基づいてふるまいを推測する BN の構造を決定すれば、BN の構造は 3 階層に限定され、BN 構造決定に必要な計算時間が大幅に削減され Pocket Assistant の持つメモリ制約問題も解消される。

Tagged World においてサービス提供者は、多数の人を被験者として BN を構築するための基データを取得し、各サービスを提供する際に推測する必要のあるふるまいを表現する行動パターン雛形を構築しておく必要がある。図 6 に示す、ふるまいを推測する BN を構成する各ノードが持つ条件付確率表(以降、CPT)は、取得された多数の人の行動ログを用いて生成される。

この行動モデル化手法で構造が決定され、多数の人の行動ログから各ノードが自分の親ノードとの依存関係を表現する CPT が作成される。このようにして構成された BN がふるまいを推測する行動パターン雛形として用いられる。この行動パターン雛形に対して個人の行動ログを追加し、CPT を再計算することでできた BN を個人の行動パターンとする。各アクト、アクション、ふるまいの依存関係が人間の行動特性を表現しており、この行動パターンを用いて、ふるまいを推測するための第一段階の評価が可能となる。

## 4. 実験

### 4.1. 実験環境

本稿で提案する手法の検証実験を行なうために当大学内に図 7 に示すマンションの一室を想定した Tagged World 実験室(以降、実験室)を構築した。実験室内には写真に示すリビングスペースのほかにガスコンロ、シンク、冷蔵庫など家庭用電化製品を設置したキッチンスペースや靴箱、実際のドアが設置された玄関スペース及び、トイレスペースがある。被験者は、この実

験室で自宅と同様の生活を再現することが可能である。実験室内に設置された家庭用電気製品や照明のスイッチ、カバン、携帯電話、財布などユーザが生活する際に触れるオブジェクトには多数の近接型 RFID tag が貼り付けられている。被験者は、Pocket Assistant をウエストバックに入れて実験を行なう。また、図 8 拡大図に示すように RFID reader のアンテナをマジックテープで右手の指に固定した状態で実験を行い、オブジェクトに貼り付けられた RFID tag の ID 番号を読み取る。



図 7: Tagged World 実験室



図 8: 拡大図

実験を行なった際のシステム構成を図 9 に示す。被験者がオブジェクトに触れた際には、RFID reader が読み取った RFID tag の ID 番号とその時のタイムスタンプ、実験番号、1秒間に読み込んだ回数を Pocket Assistant 内の記憶領域に書き込む。今回の実験では被験者が触ったオブジェクトがその場でわかるように無線 LAN を介して実験室内の Database Server に同様の内容を格納したが、Pocket Assistant の実運用時には、行動ログはオフラインで Database Server に格納される。行動パ



図 9: 実験システム構成

ターン雛形となる BN は、ページネットワーク構築支援環境 BayoNet[15]を用いて Database Server に格納された行動ログから作成する。

作成された BN を用いてふるまいの確率計算を行う際には、各実験ケースの行動ログを Client Machine が Database Server から取得し、BayoNet を操作するスクリプトを BayoNet Server に対して送信する。スクリプトを受信した BayoNet Server は指定された BN の確率計算を行い、その結果を CSV 形式でファイル出力する。実験分析者は、各ケースが示すふるまい確率を Java Servlet を用いて WEB ブラウザから結果を閲覧することができる。その際、閲覧画面ではふるまいを検知する閾値を自由に設定することが可能である。

#### 4.2. 実験内容

今回の実験は、年齢 20 代の男性 17 人、女性 4 人を被験者として行なった。まず、被験者全員に対して日々の生活で行なうふるまいとその際に触れるオブジェクトを記録するアンケートを実施した。

アンケートの結果、推測対照のふるまいとして「外出」を選択した。その理由として外出は、持ち物の種類や準備の順番、趣向、性別などによって個人毎に異なる動作を多く含むことがアンケートより得られたこと、外出を推測することによって提供できるサービスが多いことが挙げられる。また、推測結果の比較を行なうために外出とは異なるふるまいをとったときの誤認識率を示す必要がある。比較対象として外出とまったく触れるものが異なるふるまいを用いても良い結果が得られるのは当然ある。そこで、比較対象として、「来客」と「帰宅」の行動ログを収集した。これらのふるまいは触れるオブジェクトが外出時と非常に似通っているからである。収集された行動ログは、外出 64 件、来客 66 件、帰宅 70 件である。行動ログを取得するために RFID tag を貼り付けるオブジェクトは、被験者に対して行なったアンケート

より選出した。なお今回の実験において被験者が行なうふるまいに含まれるアクションは監督者によって記録された。

#### 4.3. 実験結果

実施した実験結果を図 10 に示す。これは、作成した行動パターン雛形を用いてリビングを出る際に玄関を出る際に行動パターン雛形の確率計算を行ない、雛形がユーザのふるまいを外出と示したものである。図 10 に示すように被験者が実際にふるまい「外出」を行なった場合には、他のふるまいを被験者が行なった場合より明らかに高い外出確率を示している。よって、本手法で作成した行動パターン雛形が人間のふるまいを推測することが可能であることが示された。

しかし、ふるまいを検知する閾値を 50% に設定した場合、約 49.2% のふるまいしか検出することができない。一方、閾値を 35% に設定した場合には、外出の 96.5% を検知することができるが、来客、帰宅の 45.8% も同時に検知される。そのためパターン照合機能の 2 段階目の照合機構を適切に呼び出すためには、なるべく多くの目的とするふるまいを通し、且つなるべく目的以外のふるまいを通さないフィルタとなるような閾値を決定する必要がある。

#### 4.4. 行動パターン洗練機能検証結果

行動パターン洗練機能の検証を行うために、作成した行動パターン雛形に対して被験者 A の行動ログを追加し、CPT を再構築することで被験者 A の行動特性を反映させた行動パターンが生成できるかを調べた。

行動パターン洗練機能の有効性を検証するために、洗練された行動パターンと洗練前の行動パターン雛形を用いて被験者 A のふるまいを推測する。その結果をふるまい外出とふるまい帰宅を用いて比較した。行動パターン雛形が示す確率値と洗練された行動パターンが示す確率値は、外出の場合は平均 9.69%、帰宅の場合は、平均 5.32% 上昇した。この要因は、ふるまい外出のケースのみが BN を構成する各ノードの CPT の再計算の際に追加されたため、初期値として全体の確率値が上昇した。しかし、被験者がふるまい外出を行なった際の確率値の方が帰宅を行った際の確率値に比べて大幅に向上している。

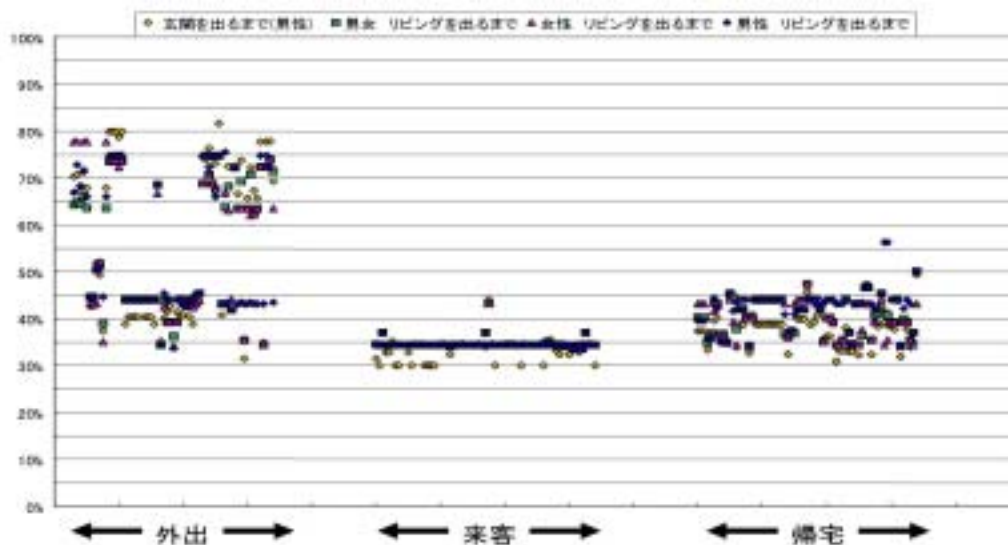


図 10: 実験結果

また、外出と帰宅のふるまいを被験者が行った場合に、洗練前と洗練後のふるまい検知割合が閾値を変更することによってどのように変化するか検証した。その結果を表1に示す。閾値を 33%に設定した場合、洗練前では外出を 75.00% 検知することができるが、帰宅の 100.00%を外出と誤検知している。これに対して、洗練後では外出を 100% 検知することができるが、帰宅もまた 100%外出と誤検知している。これは、先に述べた洗練後は外出、帰宅ともに確率値が上昇していることが要因である。この表1で注目する点は、閾値を固定した時に外出と判断した割合の差分である。閾値 43%に設定した場合は 96.17%の外出を検知し、且つ帰宅の 16.67%を外出と誤検知しており、被験者 A の行動ログを用いて行動パターン雛形を洗練した後の方が、より多くの外出を検知し、より多くの帰宅を除外していることが示された。以上より、閾値を動的に変更させれば、本論文で提案する手法が目的とするふるまいをふるいわけのよいフィルタとして働くことが判明した。

## 5. 考察と今後の課題

検証実験を実施した結果、本稿で提案する手法で作成した行動パターン雛形が人間のふるまいを推測できることが示された。また、個人の行動ログを用いて行動パターン雛形を洗練した行動パターンを用いることで、その個人の行動特性を反映できることが示された。

しかし、表1に示すように、より多くの目的とするふるまいを検知し、より多くの目的以外のふるまいを除外するためには、適切な閾値を設定する必要がある。この閾値は動的に設定される必要がある。今回実施した実験では、ふるまいを推測する際の閾値設定を手作業で行なうことで適切なフィルタリングを行なうことができた。しかし、Pocket Assistant でふるまいを検知するためには閾値を自動的に設定する必要がある。また、本手法のみを用いて目的とするふるまいのみを検知することは困難であり、ユーザがオブジェクトに触れる順序を考慮する必要があることが示された。

我々は後者についてはオブジェクトに触れる順序を検査する照合機構[10]の開発に取り組んでいる。前者については本論文で述べた手法を発展させることにより解決したいと考えている。今後も継続的に実験を行ない、より多くの行動ログを収集することで本手法の有効性を高める予定である。

表 1: 洗練前後のふるまい検知割合

閾値	洗練前		洗練後	
	外出	帰宅	外出	帰宅
33%	75.00%	100.00%	100.00%	100.00%
35%	66.67%	33.33%	100.00%	100.00%
36%	66.67%	33.33%	100.00%	66.67%
37%	66.67%	16.67%	100.00%	66.67%
38%	58.33%	0.00%	100.00%	66.67%
39%	58.33%	0.00%	100.00%	66.67%
40%	58.33%	0.00%	91.67%	33.33%
43%	50.00%	0.00%	91.67%	16.67%

## 6. おわりに

我々は、近接型 RFID tag をユーザの生活空間に存在するオブジェクトに貼り付け、ユーザは RFID reader が接続された個人用の小型サーバを携帯する世界 Tagged World を提案した。また、多数の人の行動ログから個人の行動特性を考慮した行動パターン作成の雛形生成手法を提案した。個人の行動特性に基づいてユーザ行動を認識し、その意図を推測するために作成された雛形を洗練する手法を提案した。

本提案手法の有効性を検証するために当大学内に 1room マンションを想定した Tagged World 実験室を構築し、実験を行なった。多数の人の行動ログから作成された行動パターン雛形を実験室において取得した特定の被験者の行動ログを用いて洗練した。その結果、洗練された行動パターンが 96.17% の場合において被験者の意図を推測できることが判明した。今後は、より多くの実験データを取得し、本手法の有効性を高める予定である。

## 参考文献

- [1] Anind, K., Dey, et al., CybreMinder: A Context - Aware System for Supporting Reminders. Proceedings of the 2nd International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC2K), 2000.
- [2] Cory, D., Kidd, et al., The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research. Proceedings of CoBuild'99, pp.191-198, 1999.
- [3] Matthias, Grimm, et al., Towards a Framework for Mobile Knowledge Management. Proceedings of the 4th International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management, pp.326-338, 2002.
- [4] Jani, Mäntyjärvi, et al., Sensor Signal Data Set for Exploring Context Recognition of Mobile Devices. In Workshop "Benchmarks and a database for context recognition" in conjunction with the 2nd Int. Conf. on Pervasive Computing, pp.18-23, 2004.
- [5] Panu, Korpipää, et al., Bayesian approach to sensor-based context awareness, Personal and Ubiquitous Computing, Vol.7, Issue 2, pp.113-124, 2003.
- [6] 青木 茂樹, 他, 人物の位置・姿勢に注目した行動パターンの認識. 電子情報通信学会技術報告, PRMU2002-82, WIT2002-25, pp.13-18, 2002.
- [7] Mike, Perkowitz, et al., Mining Models of Human Activities from the Web. Proceedings of the 13th international conference on World Wide Web, pp.573-582, 2004.
- [8] Taketoshi Mori, et al., Sensing Room: Distributed Sensor Environment for Measurement of Human Daily Behavior, First International Workshop on Networked Sensing Systems (INSS2004), pp.40-43, 2004.
- [9] Diane J. Cook, et al., MavHome: An Agent-Based Smart Home, IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), pp.521-524, 2003.
- [10] 山原 裕之, 他, 個人の習慣的行動における半順序関係に注目したふるまい認識手法. 情報科学技術フォーラム(FIT2005), pp.271-272, 2005.
- [11] 本村 陽一, "Bayesian Network Softwares", 人工知能学会論文誌 Vol17, No5, pp.559-565, 2002.
- [12] Gregory, F., Cooper, et al., A Bayesian Method for the Induction of Probabilistic Networks from Data. Machine Learning, Vol.9, pp.309-347., 1992.
- [13] Satoshi Kaede, et al., Context Aware Operation Reproduction for Safety Driving, 11th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI), 2005.
- [14] 藤原 聡子, 他, RFID アクセス履歴を用いた行動パターンのモデル化. 情報科学技術フォーラム(FIT2005), pp.35-36, 2005.
- [15] BayoNet <http://www.msi.co.jp/BAYONET/>