

# 状況に応じたサービスを提供するための人や物に共通の情報管理 Information Management of Human and Objects to Provide Services According to Situation

毛利 有貴†  
Yuki Mori

島川 博光†  
Hiromitsu Shimakawa

## 1. はじめに

我々は、ユーザの行動を認識した上でサービスを提供する環境として、Tagged Worldの構築を目指している[2]。人間の行動を認識するために、13.56MHz帯の近接型RFIDタグとRFIDリーダを備えた小型計算機を使用する。日常生活の中でユーザが触れるオブジェクトにRFIDタグを貼り付ける。RFIDリーダを内蔵した小型計算機を装着したユーザが、オブジェクトに貼られたRFIDタグに触れることにより、ユーザの行動ログが蓄積される。それを解析することにより、ユーザの行動を認識する。既存研究でも、ユーザの手や足、腰などにセンサをつけてそのセンサ情報から行動の検知する研究や生活空間に存在する物体に小型センサを貼り付け、その物体の状態変化からユーザの行動を検知する研究が行われている[1][4]。しかし、キッチンで火が付いている状態でも、ユーザが外出するときと料理しているときでは、ユーザに対するサービスは異なる。ユーザに対して柔軟に提供されるサービスは、ユーザの行動と物体の状態の双方から決定されるものであるから双方のデータを統合的に扱えるデータ管理機構が望まれる。そのため、本研究では、人間の行動と、物体の状態の双方の履歴を取得・格納するための共通のプラットフォームを提案する。

## 2. 行動パターンを認識する Tagged World

### 2.1 Pocket Assistant

本研究では、RFIDリーダを備え、ユーザの行動を認識する小型計算機をPocket Assistantと呼ぶ。Pocket Assistantには、行動ログ収集機能とパターン照合機能の二つの機能が備わっている。行動ログ収集機能は、Pocket Assistantに装着されているRFIDリーダからオブジェクトに貼られているRFIDタグのID番号を読み込み、それを個人の行動ログとして蓄積する。また、ユーザの意図を推定するために、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、特定の行動を検知したさいには、必要なサービス提供を各場所に備えつけられた機器を管理するサーバに通知する。

### 2.2 人と物の状態

ユーザが外出しようとしたとき、キッチンの火の元や、エアコンの電源の消し忘れなどを発見することができれば、ユーザに警告して「危険の芽」を摘むことができる。ユーザの行動を認識し意図が推定できれば、ユーザは意図をユビキタス環境に明示することなく意図に応じたサービスを楽しむことができる。しかし、同じ行動をとる場合においてもユーザの周りの物体の状態が異なれば、提供すべきサービスは異なる。逆に物体の状態が同じ場合でも、ユーザの意図が異なればサービスは変化する。例えば、キッチンの火の元がついている場合、ユーザが料理をしている場合においては特に問題はな

いが、ユーザが外出している場合においては危険な状態にあたる。このように、人間とオブジェクトの状態に柔軟に対応したサービス提供を実現するためには、人がどのような行動をしているのかという情報と、生活空間に存在する物体が常にどのような状態であるのかという情報を取得しなければならない。

## 3. 人や物体の情報管理

### 3.1 状況

本研究では、人と物体の状態を融合した状況を提案する。状況とは、人の行動と物体の状態の集合である。計算機がユーザの行動を認識するために、ユーザが触れたオブジェクトを取得する。さらに、計算機が物体の状態を認識するために、物体の電源のON/OFF、または窓やドアの開閉という状態を取得する。このような、物体の状態を示すデータは、場所に固定されたサーバ上に「火気始末の未完了」「戸閉まり未完了」などの人間にとってわかりやすい表現方法で蓄積される。本研究では、状態を取得する対象となる場所に固定された物体の状態を管理するサーバをエリア・コンシェルジェと呼ぶことにする。

本研究では、認識できた人間の行動と物体の状態の双方を用いて状況に応じたサービスを提供するために、Pocket Assistantとエリア・コンシェルジェの双方が収集したデータから認識した結果を書き込む共有領域を提供する。その共有領域からルールを使って状況が認識される。

### 3.2 リングキャッシュに基づく軽量モデル

Pocket Assistantやエリア・コンシェルジェは、ユーザの行動や物体の状態を取得し、ユーザの意図推定及び、異常状態検出のためにそれらの行動ログや状態ログを蓄積する。しかし、これらの蓄積機構は組み込み機器上に実装されるべきものである。組み込み機器は、限られた処理能力しか持たず、また、メモリ量も制約されるので、多くの行動ログや状態ログを保持できない。また、これらの計算機は、ユーザの行動ログからユーザの行動を認識し、その意図を推測して、サービスを提供するまでの処理を一定時間内に行わなければならない。さらに、行動パターン照合は計算機に大きな負荷を与える。そのため、行動ログや状態ログの収集を効率的に行い、パターン照合に必要な期間分だけのログを蓄積する必要がある。Pocket Assistantとエリア・コンシェルジェが効率的に行動や状態のログを収集し、必要な期間分のログを蓄積するために、本研究では図1に示す機能モデルを提案する。この機能モデルはPocket Assistantとエリア・コンシェルジェの双方に適用される。

本機能モデルは、以下の3つの機能がリングキャッシュに付加されたものである。リングキャッシュは、外部から取得されたデータとその取得時刻を示す時刻印を組にした要素を時刻印順に並べて保持する記録領域である。

†立命館大学大学院 理工学研究科

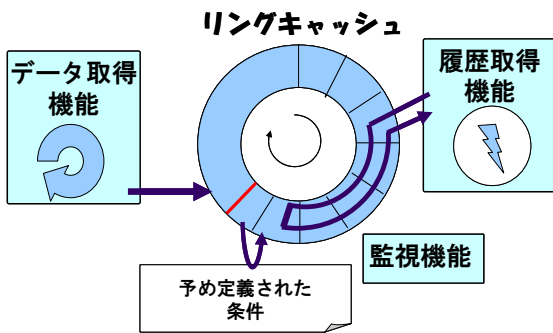


図1：リングキャッシュに基づく機能モデル

- データ取得機能：リングキャッシュは、一定期間のデータのみを保持する。その容量を超えた新しいデータが取得されたとき、最も古いデータが上書きされる。データ取得機能により、リングキャッシュが一定期間の最新のデータのみを保持することを実現する。
- 監視機能：取得されたデータが予め定義された条件を満たしているかどうかを検査する。もし、条件が満たされていれば外部の手続きを起動する。これは、能動データベースにおける ECA モデルに基づく機能である。
- 履歴取得機能：外部から起動され、指定された期間の最近のデータをリングキャッシュから検索する。この機能は、能動型の監視機能とは対照的に従来型のデータベースと同様の受動型機能である。しかし、検索対象期間は指定された期間の最新のデータに限られる。この検索対象期間の限定により、リングキャッシュの実装は極めて簡潔となり、負荷も軽減される。

### 3.3 データのモデル化

人の行動認識、物体の状態認識をするために必要なデータと、それぞれの機能の役割について表1に示す。

表1：人の行動および物体の機能構造

	保持するデータ	データ取得機能	監視機能	履歴取得機能
人の行動	・時刻印 ・タグのID ・タグへのアクセス数	・人がタグに触れることによりタグIDを収集	・特定のタグを発見することにより行動パターン照合を起動	・行動パターンに必要な分のデータを取得
物体の状態	・時刻印 ・物体のID ・物体の状態 ・物体の状態継続時間	・物体のIDと電源のON/OFFなどの物体の状態を取得	・状態継続時間を監視し、予め設定した状態継続時間を越えた場合、サービスを起動	・最新の物体の状態を取得

人の行動を認識するために、時刻印、タグの ID、タグへのアクセス回数の3つのデータを保持する。時刻印には、粒度を1秒とした時刻を保持させる。タグの ID には、その時刻に人が触れたタグの ID を保持させる。タグへのアクセス数には、時刻印に相当する1秒間にタグがリーダにより認識された回数を保持させる。また、物体の状態を認識するために、時刻印、物体の ID、物体の状態、物体の状態継続時間の4つのデータを保持させる。物体には、物体を一意に特定するための ID が保持され、物体の状態には、その物体の電源 ON/OFF や窓やドアの開閉などの状態を保持させる。物体の状態継続時間には、物体の一定の状態がどれくらい経過しているか、例えば、

エアコンの電源 ON という状態がどれくらい継続しているのかという情報を保持させる。

## 4. 実験と評価

人の行動認識、また、物体の状態認識を行うために必要な情報管理するためのソフトウェアを Pocket Assistant および エリア・コンシェルジュに実装した。評価を行うため、機能モデルの中で、周期的タスクであるデータ取得機能と監視機能のそれぞれのプロセッサの利用率を評価項目として用いる。今回、CPU が SH4 100MHz で、メモリは 8MB の Pocket Assistant と CPU が SH4 235.92MHz で、メモリは 128MB の エリア・コンシェルジュを用いた。データ取得機能および監視機能を Pocket Assistant とエリア・コンシェルジュ上で実行した。それぞれのプログラムを 10000 回繰り返し、1 回の平均処理時間を求めた。そして、Pocket Assistant から求められたデータ取得機能と監視機能の平均値の合計と、エリア・コンシェルジュから求められたデータ取得機能と監視機能の平均値の合計を行い、その合計の平均処理時間から 1 秒間あたりのプロセッサの利用率を求めた。その結果を表2に示す。

表2：実験結果

	Pocket Assistant (SH4 100MHz)	エリア・コンシェルジュ (SH4 235.92MHz)
CPU使用率	0.20000	0.09026

リアルタイム性を保障するためのスケジューリングアルゴリズムにおいて、周期的タスクが無限に存在してもプロセッサ利用率の総和が 0.693 以下であればスケジューリング可能であると証明されている[3]。ここで、表2が示すそれぞれのプロセッサの利用率はどちらも 0.693 より非常に低いことがわかる。このことから、提案モデルは処理能力の低い Pocket Assistant やエリア・コンシェルジュでも実行可能な、軽量モデルであると言える。

## 5. おわりに

本論文では、ユーザに柔軟にサービスを提供するために、人の行動と物体の状態の履歴を記録する共通の機能モデルについて提案した。また、この機能モデルが、組込み機器上で動作可能な軽量なモデルについても述べた。今後は、より多くのデータを取得し、有効性を高めていきたい。

## 参考文献

- [1] Emmanuel Munguia Tapia et al, Activity Recognition in the Home Using Simple and Ubiquitous Sensors, Proc.of the 2nd International Conference on Pervasive Computing (PERVASIVE2004), vol. LNCS 3001, pp.158-175, 2004
- [2] 楓 仁志, 他, 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, 組込みソフトウェアシンポジウム 2005, Oct, pp.126-133, 2005
- [3] 白川 洋充, 竹垣 盛一, リアルタイムシステムとその応用, 朝倉書店, システム制御情報ライブラリー, 2001
- [4] Stephen S. Intille et al, Acquiring In Situ Training Data for Context-Aware Ubiquitous Computing, Applications, pp24-29, 2004