

## 6-4 ユビキタスホームにおける探し物サービス

### 6-4 A Looking-for-Objects Service in Ubiquitous Home

藤井哲也 上田博唯 美濃導彦

FUJII Tetsuya, UEDA Hirotada, and MINOH Michihiko

#### 要旨

情報家電と多数のセンサ、それらを接続するホームネットワークで構成される実社会型実証実験テストベッド「ユビキタスホーム」を整備し、ホームネットワーク相互接続実験や家電、ロボット等の各機器を協調させて提供する各種サービス(分散協調型ホームネットワークサービス)に関する実証実験を行ってきた。本論文では、家庭内におけるヒトの探し物を支援するサービスとして、ヒトとモノの関係の変化、特にヒトの行動の連続性の変化を、ユビキタスホームに設置した様々なセンサ(特に床圧力センサ)から得られた情報に基づいて解析し、探し物の場所を特定するシステムについて述べる。実際に、家族にユビキタスホームへ住んでもらった際に得られた様々なセンサ値を用い、本サービスに関する検証を行った結果についても述べる。

We have constructed test bed for proof experiment in real home environment 'Ubiquitous home' which have appliances and network and embedded many sensors in home environment. And we have done the proof experiments of home network interconnection and dynamic information services (distributed home network services) which cooperates sensors, home robots, the consumer electronics and appliances. In this paper, we describe a looking-for-objects service system which analyze the relationship of human and objects, and the change of the continuity of human behavior with the embedded sensors in ubiquitous home (especially floor pressure sensor) and find the place of lost properties. We examined the effectiveness of a looking-for -objects service by using sensor information in real family life scene at Ubiquitous home.

#### [キーワード]

ユビキタス, 情報サービス, センサ, RFID  
Ubiquitous, Information service, Sensor, RFID

## 1 はじめに

近年のユビキタス技術の進歩により、人間の生活環境や行動を様々な埋め込み型センサを用いて観測し、人間の様々な状況に応じた適応型情報提供の実現が現実的なものとなり、そのためのコンテキストアウェアな情報サービスに関する研究も盛んに行われるようになった[1][2]。また、有線・無線センサや各種のコンピュータを環境に埋め込むことにより、家庭内にユビキタス環境を構築することができるようになってきた。これにより人々は、一般の家庭内で、これらのコンピュータ等から情報サービスの提供を受け、より豊かな家

庭生活を送れるようになることが期待されている。

これまでに、我々のゆかりプロジェクトにおいては、「ゆかりコア」を用いた機能分散協調ネットワークの構築に関する研究[3][4]及びこのネットワーク基盤とセンサ類から得られた情報により構築された分散環境行動データベースにより実現される、新たな情報サービスに関する研究を行ってきた。この情報サービスとは、家庭内に配置されたセンサからの生の情報及びそれらを統合することにより得られた、ヒトとモノに関するコンテキスト情報を分散環境行動データベースに記録しつつ、コンテキストに合った情報サービスを、家庭内のロボットを通じて提供するものである。また

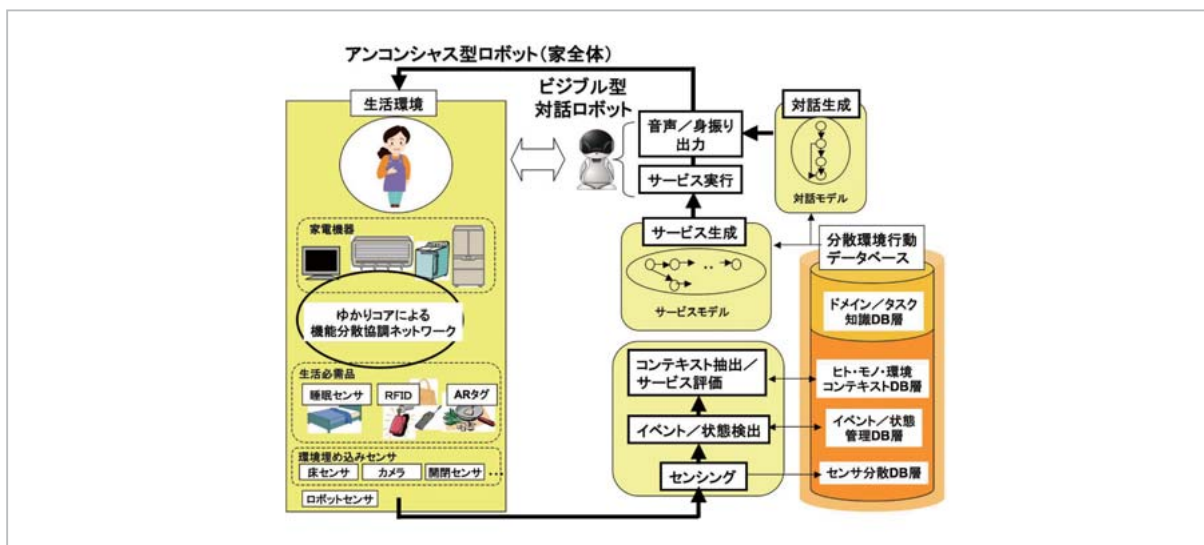


図1 コンテキストウェアサービスの概念

この中では、ヒトに提供した情報サービスに対し、ヒトごとにサービスの善し悪しの評価を受け、以後のサービス提供にフィードバックさせることが可能な枠組みも構築された。このようなゆかりプロジェクトにおけるコンテキストウェアサービスの概念を図1に示す。

我々のプロジェクトでは、これまで数回にわたり、一般の家族にユビキタスホームに約2週間住んでもらい、ユビキタスホームで実可動している各種情報サービスに関して、評価を受けつつ、センサ情報を収集する実験を行ってきた。この実験により、各種情報サービスに関する評価が得られるだけでなく、一般のヒトの24時間の間の家庭内での行動と、それに対応する各種センサからの値が得られた。

そこで本論文では、家庭内における「忘れ物」とヒトの行動の関係を解析し、ヒトによるモノ探しの支援をする情報サービス「探し物サービス」に関して述べ、次にユビキタスホームにて行われた実証実験から得られたアンケートとヒトの行動履歴を用い、「探し物サービス」の有効性について述べる。

## 2 モノ探しの支援サービス「探し物サービス」

ヒトが生活の中でモノを置き忘れて探すことはよくあるが、多くの場合、ヒトとモノの関係が変

化した時、特にヒトの行動の連続性が妨げられた時に発生する。そこで我々は、ヒトの行動を変化させるイベント（ここではインタラプションと呼ぶ）の発生を、ヒトとモノとの関係が変化する瞬間ととらえ、それを観察することで、「忘れ物」発生のかきかけを把握できるものと考えた。インタラプションが発生した後、ヒトが以前のヒトとモノの関係に戻らなければ、このシステムは近くにあるモノを探し物の候補としてデータベースに蓄積しておく。しばらく後に、ヒトとロボット（ユビキタスホームに設置されている）とが、探し物に関する会話を行った際に、前記のように蓄積した探し物の候補を提示するのが、我々の提案する「探し物サービス」である[5]。この探し物サービスに関する処理の流れを図2に示す。また、各処理の詳細は以下に述べる。

最初に、この探し物サービスにおけるインタラプションとは、ヒトの行動に変化を与えるようなヒトの五感に影響を与えるイベントであると定義する。これは、あるヒトの周囲のセンサ情報の変化を、分散環境行動データベースを通じて監視することにより検出する。ただし、インタラプションの候補となるイベントが発生しても、ヒトの行動に変化が起きなければ、インタラプションとはならない(図3)。このインタラプション候補の例としては、玄関のチャイム、着目しているヒトと同じ部屋の扉の開閉、照明の点灯と消灯、テレビの電源、ボリュームの変化、電話の呼び出し音、

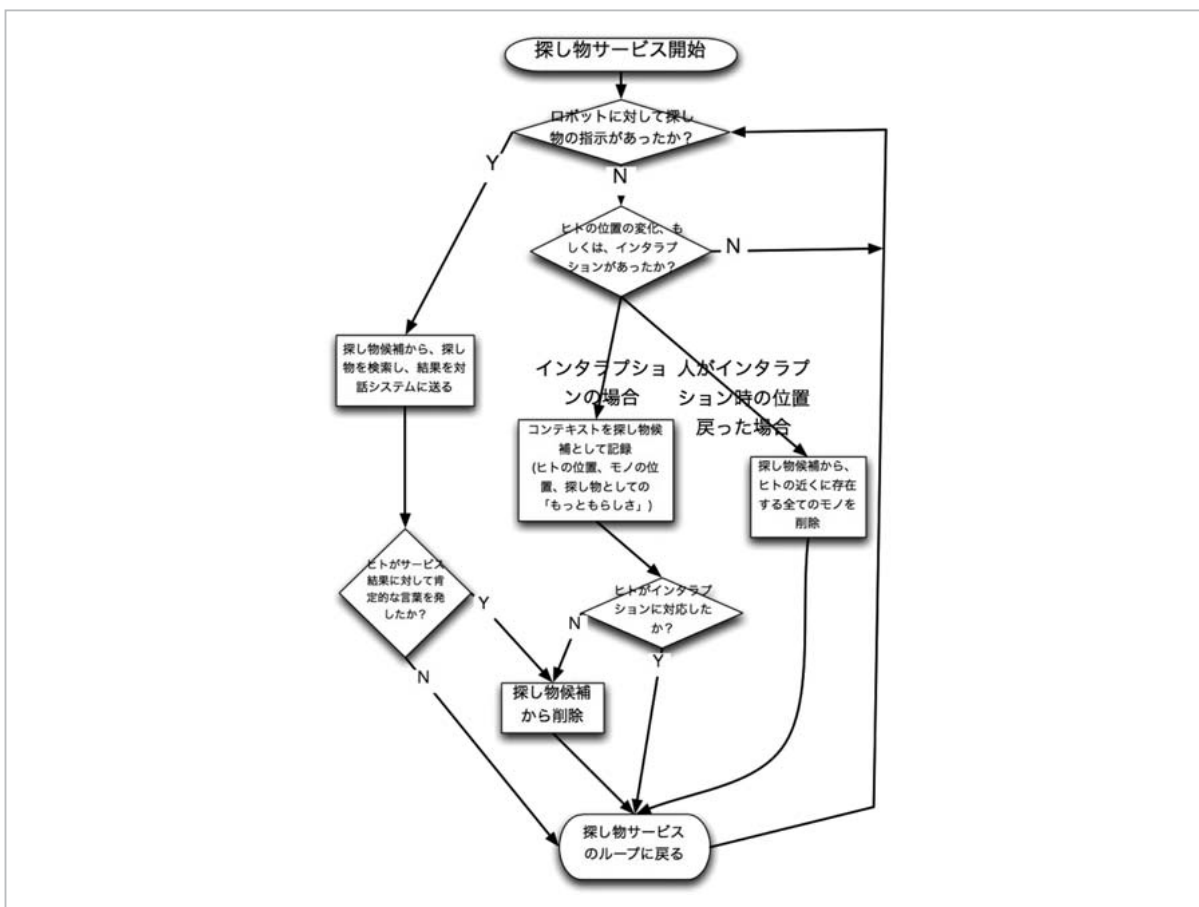


図2 探し物サービスの処理の流れ

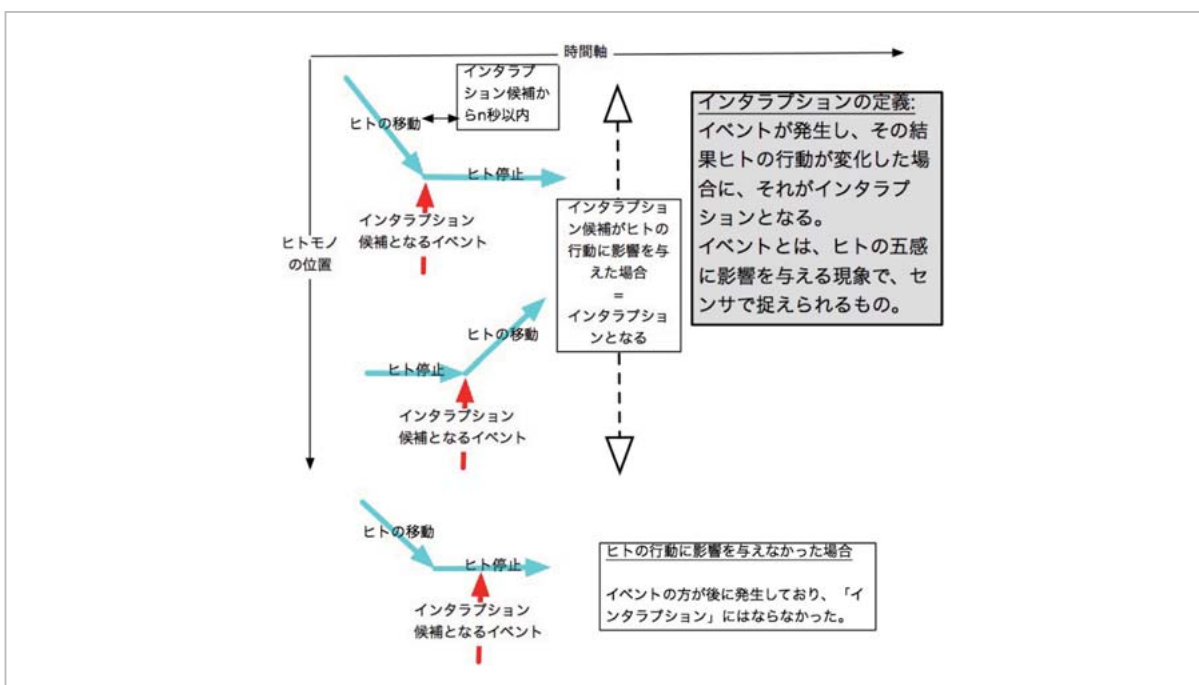


図3 インタラクションの定義

他の人の移動等がある。本サービスのユビキタスホームにおける実現においては、部屋ごとにイン

タラクションの候補となるセンサ情報をあらかじめ列挙しておき、探し物サービスがそれらの変化

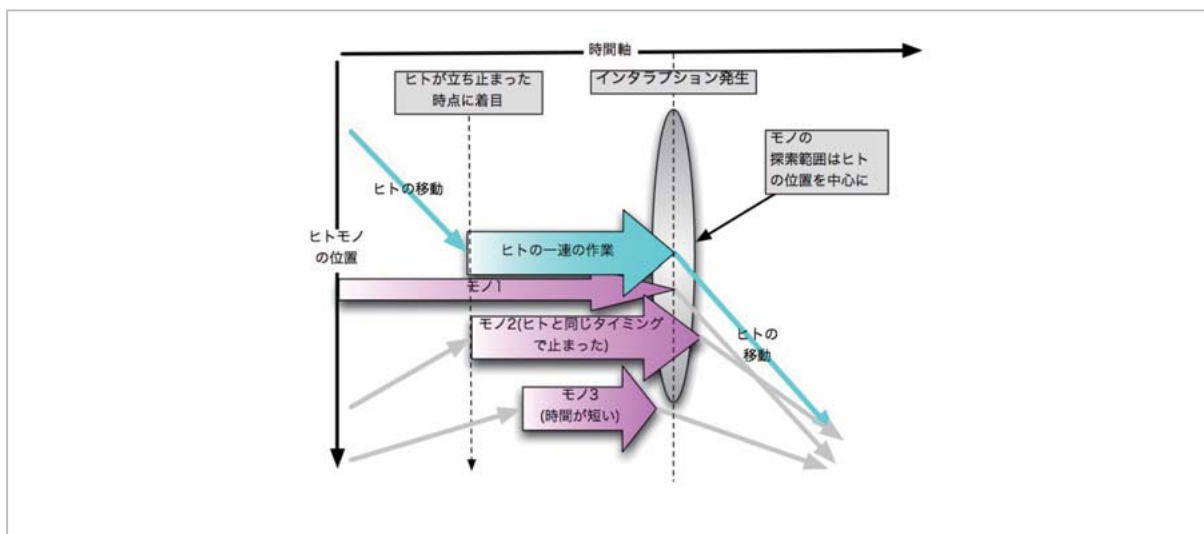


図4 探し物候補のもっともらしさ

を監視する。

次に、インタラクションの直前に、ヒトとモノとの関係を記録しなくてはならない。これは、ヒトがある動作を行っている間に、接触のあったすべてのモノについて、ヒトとモノの相対的な位置関係を記憶する必要がある。しかし、ヒトとモノとのすべての接触が、現在のセンサ群によってとられ、かつ、正しく分散環境行動データベースに記録することは難しい。よって、着目しているヒトから一定の範囲内にあるモノの相対的な位置を記録する事により実現する。すなわち、ヒトの位置情報は、床圧力センサから得られた圧力情報を追跡することにより得られたものを用い、ヒトの中心位置から一定範囲内にあるモノの位置を記録する。また、モノとヒトにアクティブ型のRFID(株式会社キュービックアイディー/LAS300<sup>[6]</sup>)を貼り付け、これらの電波強度の比較を行うことによって、モノの位置情報を得ることとした。

さらに、ヒトがインタラクションに何らかの対応を行い、元の位置に戻った後の事を考える。ここで再び、ヒトとモノとの関係を調べ、先程記録したコンテキストとの違いがあった場合には、それを探し物候補とし、探し物候補DBに記録する。床圧力センサ情報の追跡によるヒトの位置検出を用い、一定時間離れた後、ほぼ同じ位置に戻ってきた場合に、これらの処理を行う。このような方法で得られる探し物候補は、しばしば数が多くなることがある。そこで、インタラクション発生前のヒトの動きと、探し物候補のモノの動きの相関

を用いて、もっともらしさの評価を行う(図4)。つまり、探し物候補の中で、ヒトと同じタイミングで止まり、かつ、インタラクション発生時に動き出したものを選択する。これにより、ヒトの一連の作業に関連の深かったモノ、ヒトの携行品及びヒトが運んだモノが選ばれやすくなる。

また逆に次のような場合には、探し物候補の中で順位が低くなるようにした。

- (1) 探し物候補として登録された後、ヒトに提示されることなく、一定期間経過したもの。
- (2) 探し物候補として登録された場所に、ヒトが一定時間滞在した場合。これは、ヒトが探し物候補を再び発見した可能性が高いと考えられるため。

最後に、ヒトとロボットの間で探し物に関する対話があった場合に、本サービスは、次のような手順で探し物サービスの提供を行う。ユビキタスホームでは、ヒトと各種情報サービスとの橋渡し役として小型のビジュアル型ロボット「フィノ」を採用している。このロボットの対話システムの中で認識された単語の中に、探し物に関連するものが含まれていた場合、探し物サービスが実行される。ロボットに話しかけたのが誰であるか等の情報を、分散環境行動データベースから得て、多数の探し物候補の中からもっともらしいものを一つ選び、モノの名前と場所をロボットに返す。ロボットはその探し物候補をヒトに話しかける。このサービス結果に対し、ヒトが肯定的な言葉を発すれば、正しく探し物候補が探せたこととなり、

探し物候補リストから削除し、本サービスは完了する。

### 3 探し物サービスの検証

ユビキタスホームにおいて実装されてきた様々なコンテキストウェアな情報サービスに関する検証と評価を行うため、一般の家族に2週間程度の期間実際に住んでもらうという生活実証実験をこれまで数回にわたって行った。この実験では、被験者の同意の下、天井に据え付けられたカメラをはじめとする各種センサ情報をすべて記録・保存した。また同時に、被験者一人一人に対し、各種サービスへの印象と評価の変化や、サービスに関連する行動と出来事について、毎日アンケートの形で記述してもらった。探し物サービスに関連しては、下記のような設問で記述してもらった。

- 今日一日の間に、身支度行動をし忘れた、物を置き忘れた、探し物をした、もしくは、しそうな事がありましたか？(何を、何時頃、できれば理由も)
- それらはどこでありましたか？おおまかな場所を、部屋の見取り図上に番号で記入してください。

ユビキタスホームにおける探し物サービスの有効性を検証するため、第一回生活実証実験(2005年4月中旬)から第四回生活実証実験(2005年10月)までのアンケートから得られた回答のうち、我々の探し物サービスで取り扱う探し物が発生したと思われる例を抽出した。これらの例について、各種センサによるヒトの位置の特定と天井カメラの映像とを組み合わせることにより、探し物サービスのモデルが適応できるかどうかの検証を行った。すなわち、アンケートに書かれている場所・時間・ヒトを元に、探し物候補となるモノの置かれた場所と時間及びそれに関連するヒトの動きを、天井カメラの映像で目視確認し、探し物サービスのモデルで説明可能であるかどうかを調査した(図5)。ここで、天井カメラが設置されていない場所(屋外や、寝室、洗面所)で発生した探し物は、検証には用いることができないため除外した。また、冷蔵庫の扉の閉め忘れなどといった「行為のし忘れ」は忘れ物ではないため除外した。これにより、生活実証実験4回分(4家族分)のアン



図5 生活実証実験で得られた天井カメラ映像を用いた検証

ケート記述から、探し物が発生したと思われる検証用の例が9例見つかった。これらのうち2例では、ヒトもしくはモノの移動軌跡に、天井カメラが設置されていない場所が含まれていたため、最後まで検証することができなかったが、それ以外の場所ではうまく説明することができた。また、5例については、探し物に対して複数のヒトが絡んでいたため、我々が提案したモデルだけでは説明することができなかった。残る2例については、我々の探し物サービスのモデルが有効に働くことが分かった。

### 4 おわりに

我々は、インタラクション発生時におけるヒトとモノの関係を、環境に埋め込んだセンサの値として記録し、それらを比較することにより、ヒトの物探しを支援する探し物サービスに関する提案を行った。また、一般の家族がユビキタスホームで生活した際の、センサ情報の記録と、家族に記入をお願いしたアンケートから、本探し物サービスがユビキタスホームで有効に働くかどうかの基礎的な検証を行った。その結果、9例中2例に対

しては検証ができない場所を除けば検証でき、2例に対しては有効に働くことが分かった。また残りの5例では、対象のモノに複数のヒトがかかっていたため、我々のモデルだけでは説明しきれなかった。今後の本サービスの実用的な実装に

向け、提案手法を複数のヒトがかかわった場合にも対応できるようなモデルに、今後修正・拡張を行っていききたい。

本研究に関して、有益な議論を行ってくれたゆかりプロジェクトのメンバーに感謝する。

### 参考文献

- 1 上田博唯, 小林亮博, 佐竹純二, 近間正樹, 佐藤 淳, 木戸出正継, “コビキタス環境における対話型ロボットインタフェースのための対話戦略の構築”, 情報処理学会 論文誌「コビキタス社会におけるコラボレーションサービス」特集, Vol.47, No.1, pp.87-97, 2006年1月.
- 2 Cory D. Kidd, Robert J. Orr, Gregory D. Abowd, Christopher G. Atkeson, Irfan A. Essa, Blair MacIntyre, Elizabeth Mynatt, Thad E. Starner, and Wendy Newstetter, "The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research", Proceedings of the Second International Workshop on Cooperative Buildings (CoBuild'99) Position paper, Oct. 1999.
- 3 Tatsuya Yamazaki, Masaki Yamauchi, and Yosuke Tajika, "Collaborative System Construction with Networked Appliances and Networked Sensors", The Second IEEE Workshop on Embedded Networked Sensors (EmNetS-II), pp.153-155, May 30, 2005.
- 4 山崎達也, 沢田篤史, 西村俊和, 高岡真則, 多鹿陽介, 美濃導彦, “分散協調型ホームネットワークサービス構築基盤”, 本特集.
- 5 藤井哲也, 上田博唯, 美濃導彦, “家庭内コビキタス環境における探し物サービスに関する検討”, FIT2004, M-053, Sep. 2004.
- 6 <http://www.k-ubique.co.jp/active/trial.html>



藤井哲也

知識創成コミュニケーション研究センターユニバーサルシティグループ研究員(旧情報通信部門けいはんな情報通信融合研究センター分散協調メディアグループ研究員)  
コビキタスコンピューティング、画像処理



上田博唯

京都産業大学工学部情報通信工学科教授(元情報通信部門けいはんな情報通信融合研究センター分散協調メディアグループ専攻研究員) 博士(工学)  
コンピュータビジョン、ヒューマンインタフェース、知的メディア



美濃導彦

京都大学学術情報メディアセンター教授(元情報通信部門けいはんな情報通信融合研究センター分散協調メディアグループリーダー兼務) 工学博士  
3次元モデル処理、環境メディア、創作活動支援