

DB によって管理される電子タグ付き空間における空間利用者の行動取得

山田 陽彦† 富井 尚志‡

† 横浜国立大学大学院環境情報学府情報メディア環境学専攻 ‡ 横浜国立大学大学院環境情報研究院

1 はじめに

近年のセンサ技術, 計算機技術の発達により, ユビキタスコンピューティングが現実的となり, 老人介護や病院における行動支援が可能となってきている. このようなユビキタス環境の実現のために, 人の行動やオブジェクトの場所といった実世界の情報が計算機によって自動的に認識されることが必要であると考えられる. 人間の行動の適切な認識によって, 状況に応じた異なる行動支援を行うことができる.

そこで, 空間内のあらゆる人や物, 場所に電子タグや加速度センサ, 圧力センサなどの多様なセンサを多数埋め込み, 利用者に背後にある計算機システムなどを意識させず, 利用者の行動を計算機に認識させる研究が行われている [1][2][3]. 特に加速度センサを用いた行動認識は, 人の動作 (加速度データ) に注目している.

しかし, 同じ意味を持つ行動であっても, 用いる物体が異なれば人間の動作の加速度データは異なってくる. この差を無視した行動認識を行うと十分な精度が得られないことが問題点として考えられる.

一方, ユビキタス環境の実現手法の一つとして, 身の回りのあらゆる人や物, 場所に RFID リーダや電子タグ (RFID タグ) が貼付された電子タグ付き空間が考えられている. このような環境では, 利用者が行動した際に用いられた物体を特定できる. そこで, 予めデータベース (DB) にその物体を用いて行う可能性がある行動を関連づけて記述することで, 行動候補群を取得する. そして, その行動候補群から自動的に行動を一意に抽出する分類木を物体ごとに細分化することによって, RFID と加速度センサを組み合わせた行動認識の精度の向上を図った.

2 研究背景

近年, RFID のような安価で大量に利用できるセンサ類の普及により, ユビキタス環境に関する研究が盛んに行われてきた. 本研究では, ユビキタス環境の一つとして, 電子タグ付き空間を導入した [4]. この空間では, 実空間の物体及び人の位置や状態と RFID タグを関連付けた仮想空間を構築した. そして, 物体に関する意味情報を付加し, それらを DB に蓄積することで, 高度な支援を行うことが可能となっている.

RFID タグを用いることによって, WHAT (行動の際用いた物体) と WHERE (行動を行った場所) と HOW (行動の候補) の情報を得ることができる. また, 利用者がリーダを装着することによって, WHO (行動した人) と WHEN (行動時刻) の情報を得ることができる. そして, この環境下で加速度センサの特徴量を用いることによって, HOW (行動) を一意に推定することが



図 1: 実験環境

表 1: 実験使用機器

Server OS	Microsoft Windows Server 2008
Client OS	Microsoft Windows Vista Business
DBMS	Microsoft SQL Server 2005
開発環境	Microsoft Visual Studio 2005
RFID タグ	OMRON V730S-D13P01, V730S-D13P02
RFID リーダ	FUJITSU 社製 F3972-T110, WELCAT 社製 WIT-150-T
加速度センサ	ワイヤレステクノロジー社製 WAA-001

できる. 我々は先行研究として, “飲む”などの行動を推定してきた [5].

3 提案方式

本章では RFID タグを用いることによって行動に用いた物体の操作候補群を取得し, 加速度センサを用いて一意の操作を特定する方法について述べる. 利用者が物体の RFID タグを検知すると, 検知した RFID タグの ID を元に検知した物体が何であるかを DB に問合せ. 次に, オントロジを用いて予め記述されている知識情報を基に, その物体を使用して行う可能な操作候補群の取得を行う. そして, その候補群の中から加速度センサと分類器を用いて操作を一意に絞り込む設計について述べる.

3.1 操作候補群の取得

一段階目の絞りこみとして, 利用者の装着したリーダによる RFID タグの検知を元に物体が何であるかと操作候補群の 2 種類の情報を取得する. 例えば利用者が装着したリーダがある物体に貼付された RFID タグを検知すると, 反応した RFID が何を示すのかを DB に問合せ. その結果として RFID タグに関連付けられた物体それぞれが「(物体 ID:12252)C# の参考書」と「(物体 ID:9087)A さんの机」であることを得る. このようにして, これらが「参考書」と「机」という物体オントロジを実体化したものであるという情報を取得する.

次に, その物体を用いてどのような行動ができるのかを問合せ. 図 2 に示すように, 各々の物体「机」と「参考書」の二つの間に成り立つ操作の有無を調べる. このようにして, 操作候補群を取得する. これらは, 物体の組み合わせごとに異なる操作を持っており, 例えば, 「ノート」であれば「書く」, 「本」であれば「読む」などの操作がある.

3.2 操作候補群からの操作候補の取得

二段階目の絞りこみとして, 正解セットを用いて分類木を作成し, 加速度データの特徴量を属性とし分類木にかけることによって, 一意の操作を得る.

Acquisition of User Activity in RFID-tagged Space Managed by DB
†Akihiko YAMADA ‡Takashi TOMII

†Department of Information Media and Environment Sciences, Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

‡Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

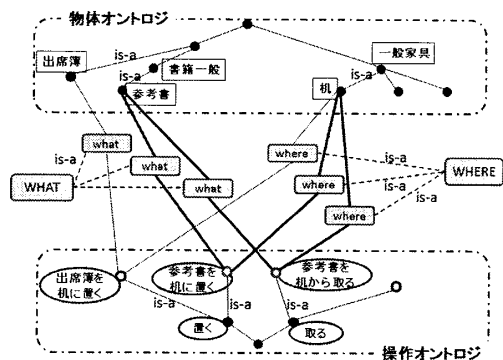


図 2: オントロジによる操作の取得

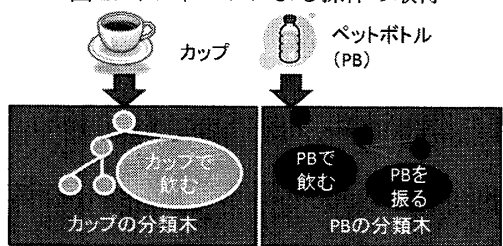


図 3: 分類木の細分化

以下に、操作候補群から操作候補を一意に絞りこむための分類木の作成方法について述べる。

まず、予め DB に正解セットを蓄積するために、“飲む”などの行動を行う。その際、この時の加速度の XYZ 軸三軸それぞれの平均、分散、mean crossing rate (波形が平均値を交差した回数) の 9 つの特徴量 [5] と操作を一つのタブルとし、DB に挿入する。そして、物体に関連付けられた操作群の正解セットを用いて、weka[6] の分類器 c4.5 木にかけることによって、図 3 のように物体ごとに分類木を作成する。

このとき、行動を物体と組み合わせて加速度センサのみで一意に行動を推定すると、動作の似た操作候補群が増えるため、認識率は下がると一般的には考えられる。しかし、RFID を用いて物体を特定することにより、操作候補群を絞ることができる。更に、分類木を物体ごとに作成することによって、同じ意味を持つ行動であっても、物体ごとの異なる動作の差を有効に利用することができる。そうすることによって、物体ごとに適した分類木を用いることができ、加速度センサの特徴量が有効に働く。

4 実装と評価

本研究では、“飲む”を“ペットボトルで飲む”と“カップで飲む”に分類し、“読む”を“参考書 (B4 サイズ) を読む”と“雑誌 (A5 サイズ) を読む”に分類した。

分類木を物体ごとに細分化することによって精度が上昇するかどうかを調べるために、効果が明確になると考えられる形状が異なるものと似たものを用いて実験を行った。評価には、適合率と再現率の調和平均である F 値を用いた。結果を図 4、図 5 に示す。

図 4 からわかるように、“飲む”の認識精度は“カップ”では 0.04 の向上、“ペットボトル”では 0.13 の向上が示された。これは、“取手の有無”と“飲み口の広さ”が人間の動作に影響し、加速度の特徴量が大きく変化したためと考えられる。一方、図 5 では、“読む”の認識精度の向上は示せないものの、高精度を維持するこ

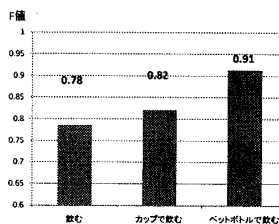


図 4: “飲む”の F 値

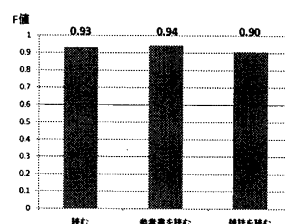


図 5: “読む”の F 値

とができている。これは、本の大きさが A5 サイズと B4 サイズと、差が顕著でないため、人間の動作に影響しなかったと考えられる。

今後、重さや大きさ、形状など様々な物体において細分化して、あらゆる物体に対する動作を対象に対して、網羅的に実験を行う必要がある。

5 まとめと今後

物体と行動を組み合わせて分類し、物体ごとに分類木を細分化して作成した。それによって、行動の認識精度が上昇することを示した。また、形状が異なる他の物体においても同様な効果が得られると考えられる。今後の課題として、“飲む”、“読む”だけでなく、オントロジに関連付けられた全ての行動を物体と組み合わせて網羅的に細分化し実験を行い、提案手法の妥当性を高める。分類木を細分化するということはそれだけ多くの正解セットを集める必要があるのでは、正解データ収集のコストと精度のトレードオフ関係が必要であると考えられる。また、HMM や PrefixSpan を導入し、物体間の関係についても考慮した行動推定を行おうと考えている。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金 (若手研究 (B) 課題番号 21700102, および特定領域研究 (情報爆発 IT 基盤) 課題番号 21013023) の助成を受けて行った。

参考文献

- [1] L. Bao, S. Intille, Activity recognition from user-annotated acceleration data, Activity recognition from user-annotated acceleration data, Proceedings of PERVASIVE 2004, 1-17, 2004
- [2] Beth Logan, Jennifer Healey, Matthai Philipose, Emmanuel Munguia Tapia, Stephen Intille, A Long-Term Evaluation of Sensing Modalities for Activity Recognition, UbiComp 2007, 483-500, 2007
- [3] Michael Buettner, Richa Prasad, Matthai Philipose, David Wetherall, Recognizing Daily Activities with RFID-Based Sensors, UbiComp 2009, Mar
- [4] 清水隆司, 古賀浩史, 富井尚志, 大量の RFID データを扱う概念共有環境 CONSENT の運用による実用性の評価, 日本データベース学会論文誌, Vol.8, No.1, 41-46, 2009
- [5] 猿田芳郎, 富井尚志, 加速度センサと RFID を用いたユビキタス環境での利用者コンテキスト推定手法, 日本データベース学会 Letters, Vol.6, No.3, pp.13-16, 2007
- [6] Waikato University, <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/>