

接触履歴における物体間関連を考慮した行動クラスタの抽出

Extraction of Action Clusters Considering Object Correlation in Access Log

藤原 聡子†
Satoko Fujiwara

島川 博光†
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

ユビキタス環境が実現されるにつれ、さまざまな機器と連携して人間の行動に応じたサービス提供を目指す研究が行われている[1][3]. 快適なサービスを提供するためには、人間の状態を詳細に把握することが必要である. 既存研究では、カメラや圧力センサなどを用いて人間の位置を監視し行動認識を行っている. ところが、日常生活における行動を制限して行動の予測を行っているため、快適なサービス提供が困難となっている.

我々は、人間の行動の意図に応じた快適なサービスの提供を目標として Tagged World プロジェクトに取り組んでいる[2]. 人間の状態を詳細に把握するために、人間がいつどの物体に触ったのかを監視し、それらを人間の行動と捉える. 本プロジェクトでは、物体への接触履歴を用いて行動の意図を表現するモデルを構築している. このモデルに沿って、行動パターンが生成され、行動の認識が行われる.

行動パターン生成において、各行動パターンを構成する物体が何かという構造定義が必要である. 多数の行動ログから客観的に構造を定義できれば、正当な行動パターンの生成が可能となり、信頼性の高い行動認識が可能となる. 本論文では、正当な構造定義を行うために、多数の行動ログから半自動的に各行動パターンの構造定義を抽出する手法を提案する.

2. Tagged World について

2.1 RFID による行動パターンの表現

我々は、人間の行動の意図を認識し、それに応じたサービスの提供を目標として Tagged World プロジェクトに取り組んでいる. たとえば、外出の準備となる行動から外出しようとしているという意図を認識し、そのさいに忘れ物があるならば知らせるサービスである. 本プロジェクトでは、人間の行動を監視する手法として RFID システムを用いる. 人間の行動空間内の多数の物体に RFID タグを貼り付け、RFID リーダをユーザが携帯する. これにより、ユーザがいつ何に触ったのかという履歴を収集し、それを行動と見なす. このようにタグ付けられた空間内で人間の行動を監視する環境を Tagged World と呼んでいる.

本プロジェクトでは、図1に示すように、物体への接触履歴によって行動の意図を表現するモデルを採用している. RFID システムで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. アクトはひとつの物体へのアクセスとして表される. このとき、靴箱に触るアクトの後に靴に触るアクトが行われるように、ふたつのアクト間の順序をアクトの順序対と呼ぶ. また、意図を達成するうえでの順序をもったアクトの集合をアクションと呼ぶ. 図1における靴を履くアクションは、靴箱に触るアクト・靴に触るアク

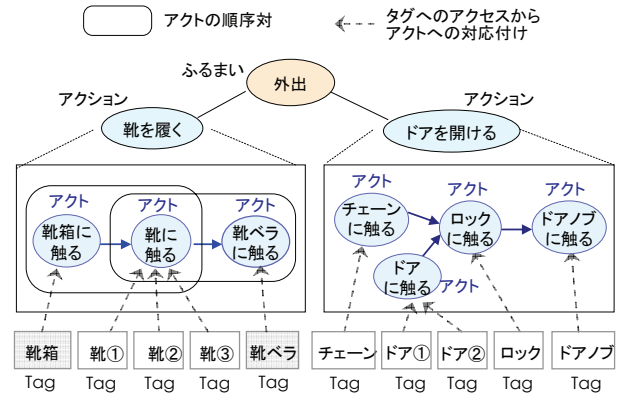


図1：行動パターンモデルの一例

ト・靴べらに触るアクトから成る順序対の集合として表される. 特定状況で習慣的に行うアクションの集合をふるまいと呼び、ふるまいをパターン化したものを行動パターンとする.

2.2 モデルに沿ったふるまいの認識

ふるまい検知は、行動パターンに基づく確率推論と順序対の照合によって行われる. 各ふるまいを構成するアクションや各アクションを構成するアクトを示す構造定義に基づき行動パターンが生成される. 確率推論に基づき、各構造定義に沿ったベイジアンネットワークが生成される. 順序対生成では、アクション構造定義内のアクトに対し、行動ログ中に発生している順序対をパターンとして採用する.

アクトからアクション、アクションからふるまいの検出を行うためには、ふるまいの構造やアクションの構造をあらかじめ定義しておく必要がある. ところが、ふるまいがいくつあるアクションから成るのか、アクションがいくつあるアクトから成るのかが人間の主観によって決定されているようでは、行動パターンの正当性に疑問が残る. 正当な構造定義を得るため、収集された多数の行動ログから半自動的にアクションの構造定義を抽出する手法に取り組む必要がある.

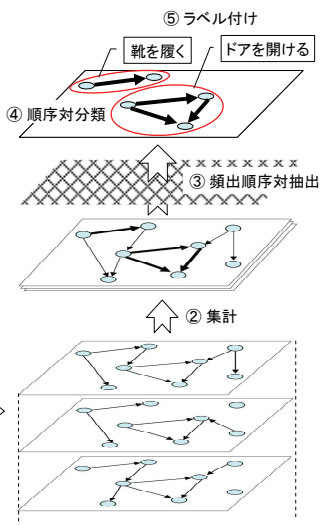
3. 物体間関連に基づく構造定義抽出手法

3.1 順序対に基づく構造定義抽出

外出時の行動ログから、靴を履くアクションとドアを開けるアクションの構造定義を抽出することを例に、構造定義抽出手法を説明する[図2参照]. 重み付け段階では、1回の行動ログ中に一度でも出現した順序対に重み1を与える. このとき、靴から靴箱のように、ひとつのアクションに含めるべき順序対を取り出すため、アクセス時間の差が短い順序対のみに重み付けする. 集計段階では、多数回の行動ログの中で、各順序対がいくつの行動ログで出現したかを数える. 頻出順序対抽出段階では、順序対の出現回数

†立命館大学大学院理工学研究科

時間	タグID	物体
2005-06-03 13:29:39	25	靴箱
2005-06-03 13:29:42	20	靴ベラ
2005-06-03 13:29:44	12	靴
2005-06-03 13:29:45	11	靴
2005-06-03 13:29:47	11	靴
2005-06-03 13:29:53	36	チェーン
2005-06-03 13:29:54	38	チェーン
2005-06-03 13:29:56	52	ロック
2005-06-03 13:29:58	64	ドアノブ



順序対	出現回数
靴箱 → 靴ベラ	1
靴箱 → 靴	1
靴箱 → チェーン	0
靴箱 → ロック	0
靴箱 → ドアノブ	0
靴ベラ → 靴	1
靴ベラ → チェーン	0
靴ベラ → ロック	0
靴ベラ → ドアノブ	0
靴 → チェーン	1
...	...

図2：アクションの構造定義抽出の流れ

に対して閾値を与え、出現度の高い順序対を抽出する。順序対分類段階では、抽出された順序対群に対し、つながった複数の順序対をアクションとして分類する。ラベル付け段階では、分類された順序対集合ごとにアクション名をラベル付けする。

3.2 連想による構造定義の決定

上記の手法によってアクションの構造定義を抽出するためには、順序対の出現回数の閾値とアクション名をどのように与えるかが課題となる。本研究では、多くの人に対してアンケートを行い、アクションの適切な構造定義の決定を行う。歯を磨くアクションを例に、構造定義を決定する流れを図3で説明する。閾値を行動ログ総数から順次下げてゆき、出現回数が閾値以上である順序対集合を構造定義抽出手法によって抽出する。得られた順序対集合を構成する物体を提示し、すべてに関係するアクション名を直感的に連想してもらってアンケートを実施する。多くの人にこの連想をしてもらい、多人数の中で出現度の高いアクション名を採用する。順序対の出現回数の閾値を下げながらアンケートを繰り返す。連想できるアクション名がなくなったとき、アクションに含むべきアクトがなくなったと見なし、アクションの構造が決定される。図3は、閾値を下げてい

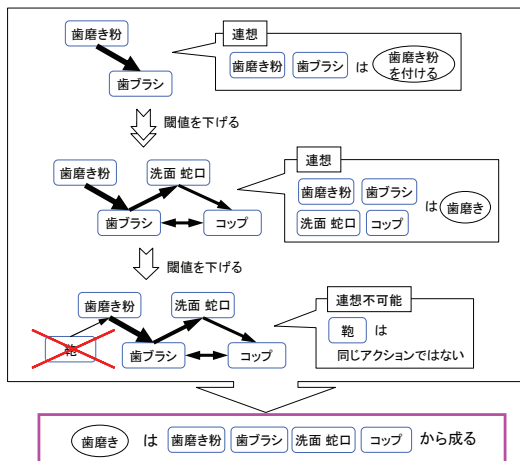


図3：連想による構造定義決定の流れ

く過程において、歯磨きに関係ない靴へのアクトが抽出されたとき、連想できるアクション名がなくなった例を示している。この場合、歯を磨くアクションは歯磨き粉・歯ブラシ・洗面蛇口・コップから成ると決定される。

多人数に対してアンケートを行うことによって、特定の人間の主観を入れることなく、アクションの正当な構造定義の決定を行うことができる。

4. 既存研究との比較

本研究の目標は、行動パターンモデルに沿う構造定義を抽出することである。そのために、物体への接触順序に基づく構造定義の抽出手法と決定手法を提案している。

研究[1]は、動作の順序関係の照合と確率計算を同時に行い、行動ログから行動パターンをマイニングしているが、マイニングの対象物の数が多いと対処できない。研究[5]は、対象物が多い場合にもマイニング可能であるが、本研究が抽出すべきパターンは物体間の関連性を考慮するため応用できない。研究[4]は、人間の行動パターンを生成するために、物体への接触の順序関係を考慮して行動パターンの構造定義を与えているが、その構造定義の生成は人間の主観に依る。

本研究では、物体への接触による行動ログから各行動パターンを半自動的に抽出する手法を提案した。これにより、多くの対象物から半自動的に複数の行動パターンを抽出することが可能となる。

5. おわりに

本論文では、行動パターンの構造定義を順序対から抽出する手法を示し、連想による構造定義決定手法を提案した。これにより、正当な行動パターンの生成が可能となる。今後、構造定義抽出手法と構造定義決定手法を用いて実験を行い、評価を行う。

参考文献

- [1]青木茂樹, 大西正輝, 小島篤博, 福永邦雄, “HMMによる行動パターンの認識”, 電子情報通信学会論文誌, vol.J85-DII, No.7, pp.1265-1270, 2002年
- [2] 楓仁志, 山原裕之, 藤原聡子, 野口豊司, 東辰輔, 島川博光, “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, pp.126-133, 2005
- [3] C. D. Kidd, R. Orr, G. D. Abowd, C. G. Atkeson, I. A. Essa, B. MacIntyre, E. Mynatt, T. E. Starner, and W. Newstetter, “The Aware Home : A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research”, Proc. of the 2nd International Workshop on Cooperative Buildings, pp.191-198, 1999
- [4] M. Perkowski, M. Philipose, K. Fishkin, and D. J. Patterson, “Mining Models of Human Activities from the Web”, Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web, pp.573-582, 2004
- [5] M. J. Zaki and C. Hsiao, “Efficient Algorithm for Mining Closed Itemsets and Their Lattice Structure”, IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING, vol.17, No.4, pp.462-478, 2005