

D-011

## アクセスの重要性を考慮した行動パターンの洗練 Behavioral Pattern Refinement Reflecting Importance of Access

川端 伸弥† 藤原 聡子† 島川 博光†  
Shinya Kawabata Satoko Fujiwara Hiromitsu Shimakawa

### 1. はじめに

RFIDを我々が住む世界を認識するデバイスとしての研究が近年盛んである[2]. 本研究における我々の目標はRFIDを用いることで得た人間の行動データを行動パターンと比較することで、人間の行動を認識し、それに応じたサービスを提案することである[1]. そのためには、行動パターンとして人間の行動を取得しなければならない。しかし、精度の高い行動パターンを取得するには多くの労力が必要とされる。そこで我々はパターンの直感的初期値を人間に指定してもらい、それを実データを用いて洗練することを提案する。人が屋内で実際に行動して、複数回のサンプルを採取する。それを用いて行動パターンを洗練する。

### 2. 背景

本研究では個人の行動パターンを取得するために、RFIDを用いる。屋内の様々な物体や場所にタグを貼り付けて、それらのタグに人間がアクセスすることで行動パターンを取得する。我々はタグに電源供給の要らないパッシブ型で13.56MHzのRFIDを用いる。このタイプのRFIDはセンシングの有効範囲が狭く、我々が実験で用いているRFIDの有効範囲はリーダーからの距離が10cmを下回る。ゆえにタグに確実にアクセスできるとは限らない。このようなセンシングの問題に対処するため、ひとつの物や場所に複数のタグを貼り付ける。また、アクセスがセンスできなくとも、特定の行動を検知できるようなパターンが必要である。

### 3. 行動パターン

#### 3.1 タグによるアクトのセンシング

本研究では、アクトを人間の対象オブジェクトへの働きかけと考える。よって対象オブジェクトへのアクセスをRFIDでセンスすれば、アクトが検出できる。対象オブジェクトには複数のタグが貼られているので、これらをオブジェクトごとにグループ化する必要がある。さらに、アクションは目的を持ったアクトの時間的並びであると我々は考えている。したがって、各アクトが実行されている期間が特定できれば、これをパターン化することにより、アクションを検出することが可能となる。

#### 3.2 時間幅の設定

人間の行動パターンは人それぞれ違っており、同じアクションにおいてもアクトが実施されている期間、ひとつのアクトから次のアクトへの時間間隔が毎回異なる。そのため、同一の人にアクションを複数回行ってもらうパターンの共通要素を抜き出す。

パターンで指定された期間内に対応するアクトが実際に

†立命館大学理工学部

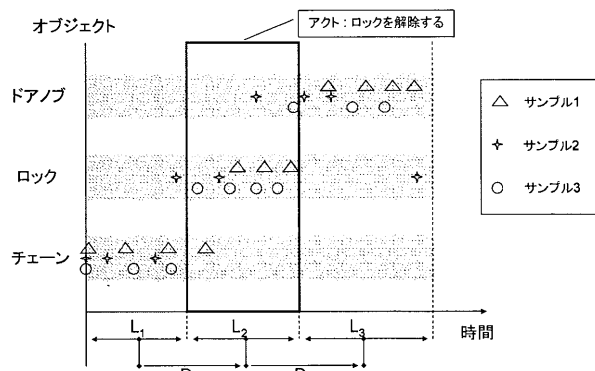


図1: 外出時のアクション

行われているのが望ましい。アクトは対象オブジェクトへのアクセスでセンシングできる。ゆえに、パターンで指定された期間内に対象オブジェクトへのアクセスができるだけ多くなるように期間を設定する。

図1は外出するために、チェーンをはずし、ロックを解除し、ドアノブを回すというアクションをRFIDを使って得たサンプルである。縦軸にアクセスしたオブジェクト、横軸にアクセス開始時からの経過時間をとる。チェーンをはずすというアクトは長さ $L_1$ の期間で行われるのが望ましく、同様にロックを解除するアクトは長さ $L_2$ の期間、ドアノブを回すというアクトは長さ $L_3$ の期間で行われるのが望ましい。矩形で囲まれた部分は、アクト「ロックを解除する」を実施している期間であるとする。またアクションを認識するにはアクトの順序が指定されていなければならないので、隣り合う二つのアクトの期間の時間関係を調べる。各アクト期間の中点を取りその隣接する中点どうしの間隔をアクト期間間隔とする。図中 $D_1$ はチェーンをはずすアクトとロックを解除するアクトのアクト期間間隔を表し、 $D_2$ はロックを解除したアクトとドアノブをまわすアクトのアクト期間間隔を表している。以上の操作によりアクト期間 $L_1, L_2, L_3$ とアクト期間間隔 $D_1, D_2$ を生成し、行動パターンの属性とする。

### 4. ラフ集合を用いたパターンの洗練

#### 4.1 ラフ集合の利点

従来のマッチング手法では、あるアクセスが取得できなかったときは、パターンとのマッチングは必ず失敗するという問題があった。そのため、本研究で対象とするような、オブジェクトへのアクセス抜けが起こりうる行動の検出には適さない。

複数サンプルを属性値によって分類する方法のひとつにラフ集合理論を用いる方法がある。ラフ集合理論では、重要な属性値に着目し、サンプルがある集合に属しているか

表 1: 正のサンプルと負のサンプル

正のサンプル						負のサンプル					
	L <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>		L <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
S <sub>1</sub>	○	○	○	○	○	E <sub>1</sub>	○	○	×	○	×
S <sub>2</sub>	○	○	×	○	○	E <sub>2</sub>	×	○	×	×	○
S <sub>3</sub>	○	×	○	○	○	E <sub>3</sub>	○	○	○	×	×
S <sub>4</sub>	○	○	○	○	×	E <sub>4</sub>	×	×	×	○	○
S <sub>5</sub>	○	○	×	○	×	E <sub>5</sub>	×	○	○	×	○
S <sub>6</sub>	○	×	×	○	○	E <sub>6</sub>	×	×	×	×	○

横軸: 行動パターンの属性

縦軸: サンプル行動パターン

どうかを判定するための条件をできるだけ少ない属性値への条件で表現する[3]。これはあらゆる属性値の条件を指定しなくても、重要な属性値を見ただけで、ある要素が特定の集合に属するかどうかを人間なら判断できることに例えられる。このようなラフ集合理論の利点に基づき、本研究では行動パターンを洗練し、オブジェクトへのアクセス抜けに対処するために、ラフ集合理論を応用する。行動パターンのマッチングではアクト期間 L の間に指定のオブジェクトへのアクセスが存在するかどうか、あるいは、ある期間と期間の間隔がアクト期間間隔 D を満たすかどうかという属性を設定する。図 1 に示す例の場合、L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> からなる属性のうち、重要なものだけを取り上げることを考える。ラフ集合理論を用いると、これらの属性のうちいくつかを満たされなかったとしても、粗い精度での集合として扱えるので行動パターンにある確率でマッチするとみなすことができる。

#### 4.2 パターンの洗練

ユーザがある行動パターンにマッチして欲しいと望む一連のアクセスは、その行動パターンの正のサンプルであるとする。それに対し、正のサンプルに含まれるオブジェクトへのアクセスを含むが、ユーザがその行動パターンにマッチして欲しくないと望む一連のアクセスは負のサンプルであるとする。

ユーザはグラフィカルなシステムを使い、正のサンプルと負のサンプルを利用して行動パターンを洗練することができる。ユーザは最初にサンプルアクセスデータに対して期間を分割し、時間幅を設定する。これにより、1つの行動パターンが生成される。次に、ユーザは行動パターンにおいて重要だと思われる属性の組を選択する。選択された属性の組に関して、システムは正のサンプル、負のサンプルそれぞれの、行動パターンに対するマッチ率を計算する。正のサンプルのマッチ率を正答率、負のサンプルのマッチ率を誤答率とする。これを、表 1 と図 2 を用いて説明する。表 1 は、行動パターンの構成要素と正のサンプルと負のサンプルの対応表である。横軸にオブジェクトへのアクト期間 L とアクト期間間隔 D を並べている。これらはラフ集合を表す属性であり、行動パターンの特徴を抜き出したものである。○はサンプルが属性を満たすことを示しており、×は属性を満たさないことを示している。図 2 は表 1 の属性から {L<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>} の集合と {L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>} の集合に関して、それらの属性の組が選択されたときに、いくつかのサンプルが行動パターンにマッチするかをベン図で表したものである。た

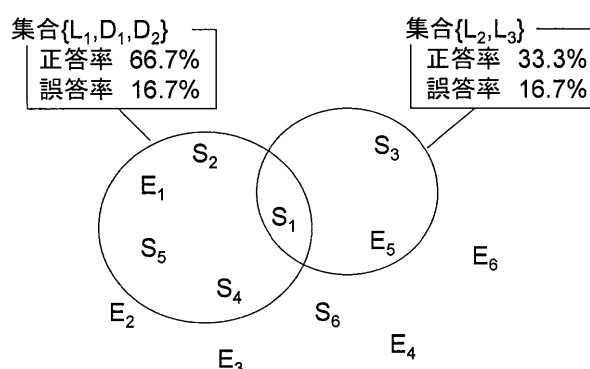


図 2: ラフ集合を用いた分類

たとえば、集合 {L<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>} は正のサンプル全 6 個のうち、サンプル S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> が当てはまり、S<sub>3</sub>, S<sub>6</sub> は当てはまらないので正答率は 66.7% になる。同様に、負のサンプル全 6 個のうち E<sub>1</sub> が当てはまるので誤答率 16.7% となる。

ユーザが時間幅を設定した位置によって、正答率、誤答率は変化する。正答率が高くて、誤答率が低くなるように、時間幅を設定するのが理想であるが、正答率を高めると、誤答率も高くなると考えられる。ゆえに、システムが自動的に最適な時間幅を設定することが困難であり、ユーザにとって最も有効なパターンを選択するためにはユーザ自身が時間幅を調整する必要がある。ユーザは属性の選択と時間幅の調整を繰り返し、その都度属性の各集合の正答率と誤答率を確認し、有効なパターンであるかどうかを判断する[4]。先の例では、属性 {L<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>} を採用した方が属性 {L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>} を採用した場合よりも、誤答率は等しいながらも正答率が高い。これは前者の方が後者よりも重要度が高い属性の組であるということを示している。すなわち、行動パターンにおいて、チェーンへのアクセスと、チェーンからロック、ロックからドアノブへの時間的關係が重要な要素であるといえる。

#### 5. おわりに

我々は複数の行動サンプルから行動パターンを生成するために、アクションをアクト期間とアクト期間間隔に分け、それらをラフセットを用いて洗練することを提案した。

今後、システムを実装し、評価を行う。

- [1] 藤原聡子, 島川博光, “対象のグループ化とアクセス時間を考慮した行動パターン” 2004.
- [2] Cory D. Kidd, Robert 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”, Proc. of the 2nd International Workshop on Cooperative Buildings, pp.191-198, 1999.
- [3] 森典彦, 田中英夫, 井上勝雄 “ラフ集合と感性” 海文堂, 2004.
- [4] H. Shimakawa, H. Yamahara, Y. Imayama, M. Ushijima, and S. Azuma, “Pattern refinement with model data fusion to predict exchange rate movement”, in A. Abraham, et al., ed., Design and Application of Hybrid Intelligent Systems, pp.662-671, 2003