

# 体験記録に基づくユーザ行動予測のための ベイジアンネットによる行動モデル

Bayesian Network to Estimate the User's Destination with Life-log.

山城貴久\*1

Takahisa Yamashiro

平野靖\*2

Yasushi Hirano

梶田将司\*2

Shoji Kajita

間瀬健二\*2

Kenji Mase

\*1 名古屋大学大学院情報科学研究科

Graduate School of Information Science, Nagoya University

\*2 名古屋大学情報連携基盤センター

Information Technology Center, Nagoya University

Recording personal daily experience has become easier as devices get smaller. The data captured by wearable sensors contains life pattern of users. If such patterns can be modeled statically, the next action of the user can be estimated based on current observable contexts. We have developed an activity model with Bayesian network and demonstrated its performance to estimate the user's destination.

## 1. はじめに

各種センサやコンピュータの小型化によって、ユーザが身につけたセンサにより、周りで発生する事象をすべて記録することが可能となりつつある。このような記録を体験記録と呼ぶ。ユーザと行動を共にしたセンサのデータには、ユーザの日常生活における行動パターンが反映されると考えられる。そのパターンをモデル化することで、帰る時間に合わせた時刻表の提示など、ユーザ行動の予測に基づいたサービスが可能となる。

体験記録に関する研究は、文献 [1][2] などがあり、過去の履歴やユーザの嗜好などからユーザ支援を行うシステムとしては、文献 [3] などがある。しかし、長期間にわたる日常生活の体験記録をもとに、ユーザ支援をする方法については十分な検討がなされていない。

本研究ではまず、胸元にぶら下げた動画撮影機能付の小型端末を用いて、大学内での日常生活の中で体験記録映像を 3 7 日間に渡って収集した [4]。次に、その映像からベイジアンネットによる行動モデルを作成し、確率分布表の学習を行った。さらに、ある場所での滞在時間や音声パワーの平均など、体験記録から得られる情報からユーザの活動を推論した場合と、実際の行動結果を入力として与えた場合の 2 通りについて、次に向かう場所の確率推論の結果を比較した。

## 2. 行動パターンのモデル化

我々の日常生活には同じ行動の繰り返しや行動の順序にも規則性がある。そのため、日常生活の中で体験を常時記録したデータには、この規則性が反映されるはずである。行動パターンをモデル化することの利点は次の 2 つである。

### 1. 行動パターンの利用

行動の順序と、それが発生する条件をモデル化することによって、現在の状況と過去の履歴からユーザ行動を先読みすることが可能となる。これにより、次に行く場所に関する情報をユーザに見せることによって、次の場所での活動に対する準備を移動中にすることを支援したり、ユーザがその場所に到着する前に、受け入れ準備を整えることもできる。

### 2. パターン外行動情報の利用

ユーザの行動パターンに関する知識を持つことで、パターンからはずれた非日常の活動も検知することができる。特

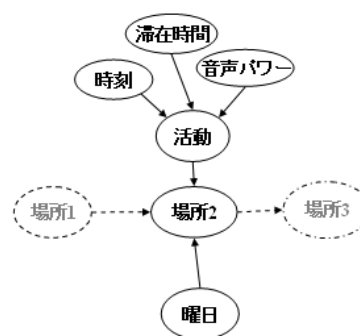


図 1: ベイジアンネットによる行動モデル

表 1: 位置と活動の関係

場所	活動内容					
	駅	登校	帰宅			
生協	昼食	買い物				
カフェ	パン購入					
講義室	講義					
研究室	ミーティング	デスクワーク	雑談	移動	電話	

殊なイベントがあった日の体験記録を取り出したり、ユーザ間で行動パターンを比較することによって、別の人が持つ生活スタイルや、より効率的なパターンを共有することも考えられる。

本研究では、ユーザの現在の状況と行動パターンから、ユーザ支援情報を提示するサービスの実現を目指している。ユーザが次に向かう場所を、今いる場所を出た時点で推論し、次に向かう場所での活動を円滑に始める支援をする。具体的なアプリケーションとしては、電車を利用することを予測した時刻表の起動、食事をするを予想したメニュー表示、研究室に向かうことを予想した PC 起動などを考えている。

## 3. ベイジアンネットによる行動モデル

ベイジアンネットによる行動モデル (図 1) を次のように作成した。まず、ある場所における滞在時間、音声パワーの平均値、時刻からユーザの活動を推論し、次に活動と場所からユーザが次に向かう場所を推論する。ユーザが次の場所に移動したら、再びセンサ情報を取得してさらに次に行く場所を推論する

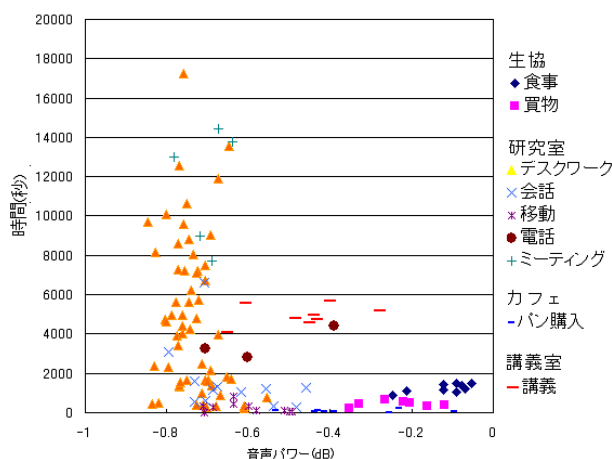


図 2: 各活動と特徴量の関係

というように、時系列に沿ってモデルを連続的に適用する。場所とそこで行われる活動の関係を表 1 に示す。場所と活動以外のノードでは、時刻ノードは 8 時から 24 時までを 3 時間ごとにまとめて 6 つの状態とし、曜日ノードは平日 5 種類の状態を持つ。滞在時間と音声パワーに関する詳細は次の節で述べる。

#### 4. 活動時の滞在時間と音声パワー

活動ノードの状態を知る手がかりとして、本モデルでは、体験記録映像に含まれる 2 つの情報を用いる。1 つ目はある場所における滞在時間である。同じ場所においても、そこで行う活動によって滞在時間が異なり、同じ活動を行えばほぼ同じ時間そこに滞在すると予想した。滞在時間の計算方法は、ある場所の入り口に入ってから、出口を出るまでの時間とした。2 つ目は、滞在時間中の音声パワーの平均である。音声のパワーは、同伴者やユーザが行っている作業と関係があると考えた。音声パワーの平均は、1 秒間の窓の中で式 (1) によってパワーを求め、この窓を 0.5 秒ずつずらしながら滞在時間全体で計算し、平均値を求めた。ただし、 $a$  はサンプリングデータの値である。

$$\log \left( 1 + \sum a^2 \right) \quad (1)$$

各活動を行っている時の体験記録映像から、これら 2 つを計算した。ただし、ユーザは同じ場所での 1 回の滞在で 1 つの活動を行うと仮定したため、滞在時間と音声パワーの平均は 1 対 1 の関係になっている。結果を図 2 に示す。結果から、滞在時間、音声パワーの平均ともに、各種活動について特徴的な分布を持つことがわかる。例えば、研究室、その他の場所、生協の順に音声パワーの平均が大きくなる。1 人でデスクワークをしている時よりも、他の人と会話をしている時の方が、部屋を出るまでの時間が短い。買物、食事、講義、パン購入という活動は滞在時間が毎回ほぼ一定である。

#### 5. 曖昧な情報を用いた場合の予測の変化

次に、モデルの確率分布表の値を体験記録映像から求め、次に行く場所の確率を推論する実験を行った。滞在時間と音声パワーは観察された最大値から最小値までを 7 段階に分け、7 つの状態とした。推論実験の際、滞在時間、音声パワーの平均、時刻を入力して活動ノードの状態を推論した場合 (曖昧な情

報) と、実際に行った活動を入力として与えた場合 (確定的な情報) の 2 通りの実験を行い、推論結果にどのような変化が見られるかを観察した。以下に実験の手順を示す。

#### 実験手順

1. 体験記録映像から、時刻、場所、滞在時間、音声パワーの平均、活動、曜日、次に行った場所に関する情報を取り出す。
2. これらの情報を用いて確率分布表を計算する。
3. 実験 1 (曖昧な活動の情報)  
時刻、場所、滞在時間、音声パワーの平均、時刻、曜日をを入力として次に行く場所の確率を推論し、確率が最も高い場所と実際に行った場所と比較し、一致率を求めた。
4. 実験 2 (確定的な活動の情報)  
場所、活動、曜日をを入力として実験 1 と同様の操作を行う。

実験の結果、実験 1 では一致率が 67.2% (86/128)、実験 2 では 69.5% (89/128) となった。この結果、入力とする情報が曖昧になっても、行動予測の結果に対する影響はそれほど大きくないことがわかった。これは、複数の要素を組み合わせることでモデル化を行うところによって、正しい活動について推論された確率が低くなくても、他の確定的な要素が情報を補完することができるためだと考えられる。

#### 6. まとめ

本研究では体験記録映像から、ユーザの行動予測を目的とした、ベイジアンネットによる行動モデルを作成した。映像特徴量などから推論される曖昧性を含んだデータが入力される場合と、確定的な情報が入力される場合とで、行動予測結果の変化を比較し、一致率 2% 程度の低下に留まることを確認した。

今後、センサや無線 LAN のアクセスポイントの情報を用いて、位置情報についても推論した知識を用いる方法を検討する。また、リアルタイムにユーザ支援を行うシステムの構築を目指す。

#### 7. 謝辞

本研究は文部科学省「知的資産の電子的な保存・活用を支援するソフトウェア基盤技術の構築」プロジェクトの支援により行われた。

#### 参考文献

- [1] Brian Patrick Clarkson “Life Patterns: structure from wearable sensors”, Ph.D thesis, MIT MediaLab, September, 2002
- [2] 相澤清晴, 石原健一郎, 椎名誠, “ウェアラブル映像の構造化と要約: 個人の主観を考慮した要約生成の試み”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J86-D-II No.6 pp. 807-815, 2003
- [3] Flavia Sparacino: Sto(ry)chastics: A Bayesian Network Architecture for User Modeling and Computational Storytelling for Interactive Spaces. Ubicomp 2003: 54-72
- [4] 山城貴久, 平野靖, 梶田将司, 間瀬健二, “体験記録映像を用いたユーザ行動モデル作成の検討”, 第 3 回情報科学技術フォーラム (FIT2004) 一般講演論文集, pp.525-526, 2004