

確率モデルに基づく意図推定と生活支援タスク制御に関する検討

宮脇 健三郎[†] 佐野 睦夫[‡] 上田 博唯^{††}大阪工業大学大学院 情報科学研究科 情報科学専攻[†] 大阪工業大学情報科学部/情報通信研究機構[‡]独立行政法人 情報通信研究機構^{††}

1. はじめに

近年、環境中に各種センサやネットワークに接続された情報機器が存在し、ユーザーがいつでもどこでも情報にアクセスできるユビキタス環境が注目を浴びている。

ユビキタス環境下ではユーザーが自分の欲する情報を探索するのではなく、その場の状況に応じてユーザーが必要としている情報やサービス(状況適応型サービス)が提供されることが強く望まれる。

従って、ユーザーやその周囲の状況に関する情報(コンテキスト)をいかに収集し、活用するかがポイントとなる。

特にユーザーが現在どのようなタスク(仕事)をしているか、そのタスクは現在どのような状態にあるか、といった情報は状況適応型サービスを提供するために重要である。

本論文ではユーザーのタスクを確率ネットワークによりモデル化し、センサから出力されるイベントを入力してその状態判別を行なう手法について検討する。

本手法により生成されるコンテキスト(タスクの状態)は生活支援のためのサービス制御に利用できると考えられる。

2. 確率ネットワーク

ある問題領域に属するランダム変数間の依存関係を条件付確率として定義し、変数をノードとして、依存関係をアークとするグラフによって記述するモデルは、グラフィカルモデル(graphical model)と総称される。その中の一つで近年注目を集めているモデルにベイジアンネット[1]がある。

ベイジアンネット(Bayesian Network)は依存関係のあるノード間を有向リンクで結んだ非循環グラフである。

ノード間のリンクの向きが X から Y へ向いているとき、 X を親ノード、 Y を子ノードと呼び、変数間の依存関係は条件付確率 $P(Y=y_1|X=x_1)$ で表される。離散変数における子ノードの条件付確率は親ノードのすべての状態における条件付確率を並べた表、条件付確率表(Conditional Probability Table, CPT)で表される。

このように構成されたネットワークの一部の変数の値を固定すると他の変数の事後確率が計算される。

3. タスクモデル

本論文ではユーザーが日常生活において実行しなくてはならない行動(掃除、料理等)をタスクと呼び、ユーザーが現在行なっているタスクや、タスクがおかれている状況(タスクのどの手順を実行しているか等)に応じてユーザーを支援する状況適応型サービスの実現を目標としている。そのため、タスクをモデル化しユーザーが行なっているタスクが現在どのような状態にあるかというコンテキストをセンサ情報から生成する必要がある。

このようなタスクに関するコンテキストは、ユーザーの ID と位置情報、タスクに使用する各オブジェクトやアプライアンスの ID と位置・状態情報に依存すると考えられる。

また、タスクの開始から終了までに実行される各手順はマルコフ性を持ち、現在どの手順を実行中であるかという情報は、過去に行われた手順に依存するはずである。

したがってベイジアンネットを時系列パターンが扱えるように拡張したダイナミックベイジアン[1]によるモデル化が適している。

以上の考え方をもとに家庭内タスクの認識のためのモデルを図1のように構築した。

次に各ノードの意味とノードがとる状態について「掃除機でリビングを掃除するタスク」を例にとり説明する。

(1) Action ノード

家庭内タスクを構成する手順。現在タスク

Study of Estimation of Human Intention and Task Control for Life Support, based on Probability Model

[†]Kenzaburo Miyawaki

Division of Information Science, Graduate School of Information Science, Osaka Institute of Technology

[‡]Mutsuo Sano

Faculty of Information Science, Osaka Institute of Technology
/ National Institute of Information and Communications Technology

^{††}Hirotsada Ueda

National Institute of Information and Communications Technology

のどの手順を実行しているかを確率分布により表す。

現在実行中の手順 $Action(t)$ は過去に実行していた手順 $Action(t-1)$ に依存する。

(例)

- ① クローゼットにある掃除機を取出す。
- ② 掃除機をリビングに持って行く。
- ③ 掃除機でリビングを掃除する。
- ④ 掃除機をクローゼットに持って行く。
- ⑤ 掃除機をクローゼットにしまう。

(2) User Position

タスクを実行するユーザーの位置情報。

ユーザーの ID と位置情報は結合されており、User Position ノードは特定の ID を持つユーザーの位置情報を表す。

位置の表現方法としては、住居内の各区画を表すエリアを使用する(図2)。

位置検出のためのセンサの精度やセンサ出力の処理方法の改善により、位置情報の解像度が向上できる場合は、エリアが変わって、エリアを等しい大きさの区画に分割したセルを位置情報として用いる。

(3) Object Position

タスクに使用する各オブジェクトの位置情報をエリアまたはセルによって表す。

各オブジェクトの ID と位置情報は結合されており、Object Position ノードは特定の ID を持つオブジェクトの位置情報を表す。

(4) Sense

タスクに関係するセンサ出力及びアプライアンス・家具の状態情報(電源の

on/off, 扉の開閉など)を表す。

(例)

- ① クローゼットの扉の開閉状態
- ② リビングの扉・窓の開閉状態

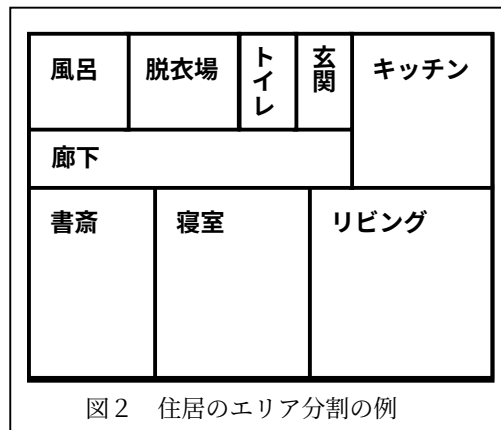


図2 住居のエリア分割の例

4. まとめ

日常生活におけるユーザーのタスクのモデル化を行った。

モデルを検証するための実験については、情報通信研究機構のユビキタスホーム[2]で行い、現在その結果を整理中である。

今後はタスク認識の結果から得られたコンテキストを用いて実際にサービスを制御する枠組みを構築し、評価して行きたい。

参考文献

- [1] Russell, S. and Norvig, P. "Artificial Intelligence, A Modern Approach" Prentice Hall, 1995.
(古川康一 監訳, "エージェントアプローチ 人工知能" 共立出版, 1997.)
- [2] 独立行政法人 情報通信研究機構 分散協調メディアグループ
http://www2.nict.go.jp/jt/a135/research/ubiquitous_home.html
- [3] 本村陽一, 麻生英樹, 原功, 赤穂昭太郎, 松井俊浩: "事情通ロボットにおけるニューラルベジアンネットの学習" 人工知能学会第4回情報統合研究会 Technical Report, SIG-CII-9601-04, pp.22-25 (1996)
- [4] 稲邑哲也, 稲葉雅之, 井上博充: "ユーザとの対話に基づく段階的な行動決定モデルの獲得", 日本ロボット学会誌, Vol.19, No.8, pp.983-990, (Nov.2001)
- [5] 角康之, 伊藤禎宣, 松口哲也, シドニー フェルス, 間瀬健二: "協調的なインタラクションの記録と解釈", 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.11, pp.2628-2637 (Nov.2003)
- [6] 磯田佳徳, 倉掛正治, 石黒浩: "ユビキタス環境での状態系列モデルを用いたユーザ支援システム", 情報処理学会論文誌, vol.44, No.12, pp.3014-3023 (Dec.2003)
- [7] 宮脇健三郎, 樋上義彦, 佐野睦夫: "グループコミュニケーションにおけるインタラクション記述方式の検討", 情報処理学会第66回全国大会講演論文集(4), 1A-4, pp.7-8 (2004)

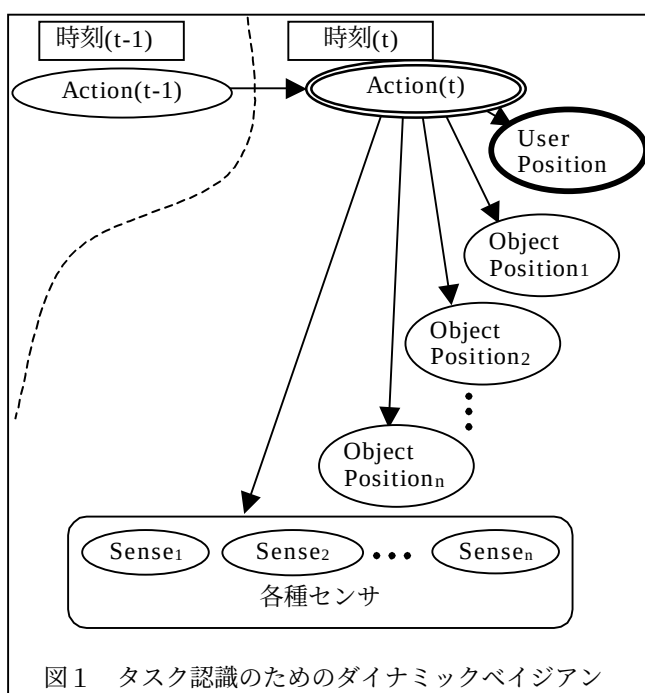


図1 タスク認識のためのダイナミックベイジアン