

アンビエントインテリジェンスの 住宅分野への応用事例

1. はじめに

ロボットと言えば、人間型ロボットを思い浮かべる方がおられると思う。カメラ、マイクを搭載し、触覚センサで人や物などとの接触を検知、それらセンサから得られるデータをコンピュータで処理、判断したうえで、頭、手足やスピーカなどのアクチュエータを駆使して動く。これにより人を支援してくれる存在である。

一方、このようなロボットシステムを、人が住まい活動する環境側に埋め込む場合を考えてみる。すなわち、環境側に各種センサを組み込み、そこから得られるデータを参照して環境の中で行動する人の状況を検知、推定し、そのもとで人に対してサービスするシステムである。近年、このような、いわば環境型のロボットシステムを研究対象とする、アンビエントインテリジェンスと呼ばれる研究分野がある。本稿では、このアンビエントインテリジェンスを住空間に応用する例について紹介する。

2. 住宅設備ネットワークベースの住環境知能システム

住宅には、いわゆる火災感知器や、留守中のペットを見守ったり、車庫の状況をモニタしたりするカメラも設置されつつある。人の存在を検知する人感センサも、人が居れば自動で照明が点いたり、トイレの便蓋が自動で開いたり、のように導入されつつある。

一人暮らし高齢者が定常的に湯沸しポットを利用する状況を、遠隔に住む家族がさりげなくモニタできるサービスもある。これは電気ポットをセンサ代わりに利用している例と捉えることができる。すなわち住人が家の中で触れる機器、たとえば照明、エアコン、テレビ、インターホンなどをネットワークで繋ぎ、住人の操作事象を集めれば、ある程度、住人の行動を推定できるであろう。また、先のカメラや人感、さらにインターホンに内蔵されているマイクや、温度、湿度などのセンサもネットワークに繋がれば、環境側の状況もある程度推定できると考えられる。

一方、照明は光、エアコンは温熱、テレビやステレオなどは音環境を住人にフィードバックするアクチュエータとして捉えられる。すなわち、図1に示すように、住宅設備ネットワークから集まるセンサデータや操作事象をもとにユーザの状況を推定し、そのもとで光、温熱、音環境をユーザにとって快適に制御することが考えられる。そこでパナソニック（株）の研究部門では、住宅設備ネットワークをベースにした住環境知能システムを研究してきている⁽¹⁾。

3. 住環境知能システムにおけるエージェントの設計

図1の光、温熱、音環境を快適に制御すれば住人は快適になるが、その維持にはコストがかかるので、住人の

期待効用、すなわち快適性とそれに払うコストのバランスを考慮した知的制御が重要な課題になる。そこでわれわれは、図1に示すように住人の期待効用を最大化し、ユーザの代わりに住宅設備を制御するエージェントを導入、その設計、開発に取り組んでいる。

期待効用を求める準備として、コストを払うことで得られる快適性に対する満足度を効用値で表現し、これによって住人の価値観、たとえば快適性重視あるいは省エネ性重視などをあらかじめ表す。一方、センサデータにはあいまい性が含まれ、そのもとでの住人の状況推定にも不確実性が含まれる。すなわちエージェントは、不確実性のもとで住人の期待効用を最大にする住宅設備の制御決定が求められる。そこで不確実性のもとでの意思決定プロセスをグラフ表現する“インフルエンスダイアグラム”を用い、エージェントの制御決定プロセスを設計している。インフルエンスダイアグラムは、不確実性のもとでの判断が要請される経営トップの意思決定分析用ツールとしても使われており、ベイジアンネットワークの拡張として知られている。

エアコンの温度設定を例にエージェントを設計し、エージェント制御による評価実験を行ったところ、設定温度一定に比べて快適性と消費電力の両面で上回る傾向があることを確かめた。

4. おわりに

3章で紹介したエージェントは、一人の住人の代わりに住宅設備を制御するものである。しかし、現実には住人一人の場合も、価値観の異なる複数の住人が同時に存在する場合もある。後者の場合、エアコン一つの制御にしても、ある一人にとって都合のよい制御は他の人に都合がよいとは限らず、いわゆる競合が発生し得る。現在、図2に示すように、複数の住人各々にエージェントを割り当て、ユーザの代わりに競合を検出し、互いに対話、交渉して競合を解消するマルチエージェントシステムについて研究を進めている。

また、消費電力データを分析すれば家の中の稼働機器がわかり、それをもとに人の生活行動が推定できるので、一人暮らし高齢者の見守りサービスに応用する試みもあり⁽²⁾、参考にしたいと考えている。

(原稿受付 2011年11月24日)

[西山高史 パナソニック（株）]

●文献

- (1) 西山高史・ほか、住環境知能システムのためのマルチエージェントモデルの提案、第55回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集、in CD-ROM (2011-5)
(2) <http://www.netmil.jp/index.html>

