

# ゴール指向分析を用いた IoT センサのためのトレードオフ分析

2014SE044 川出淳平

指導教員：沢田篤史

## 1 はじめに

昨今、IoT システムが搭載された商品が数多く出回り普及し始めた。IoT システムは様々なデバイスやセンサを組み合わせて構成される。開発者は IoT システムで実現させたい目的に応じて適切なセンサやアクチュエータを選択しなくてはならない。IoT システムに使われるセンサは多く、その中から最適なものを選び出すためにはそれぞれのセンサを多様な側面から検討する必要があるが、そのための指針が存在しないことが問題である。

本研究の目的は、IoT システムで実現したい目的やセンサに関しての情報を収集、整理して知識ベースを構築し、目的に対して使うセンサを選択するための支援を行うことである。そのためにスマートホームの典型的なアプリケーションに対してゴール指向分析を行い、センサが使用されたときの特徴を比較してセンサごとのトレードオフ関係を見つける。使用されるセンサごとの特徴、メリット、デメリットなどを整理して構築された知識ベースを利用することで開発者が想定する優先事項やシナリオに応じて目的に対する最適なセンサが選択できるようになる。

## 2 IoT システムのための知識ベースの構築

### 2.1 スマートホームに対するゴール指向分析

IoT システムには多種多様なセンサが利用されている。それがどのような目的に使われているかを知る方法としてゴール指向分析を利用した。ゴール指向分析は目的というトップゴールからそれを構成するサブゴールを段階的に展開していく [1] ので、目的達成のために必要な機能を確認しつつ手段を導き出すことができる。

スマートホームはセンシングする対象が多様な行動をする人間や人間の影響が及ぶものであるため、IoT システムで使われるセンサの大半が使われる。スマートホームの機能の中でも基本的な機能である「見守りサービス」、「ホームセキュリティ」、「健康管理」[2] の三つについてゴール指向分析を行った。

三つの機能を最終的に満たされるべきトップゴールに据えて分析を始め、そのゴールを満たすために必要な機能をそのサブゴールとして下位に作成する。それを繰り返して最終的にサブゴールがアプリケーションに依存しない目的になるまで行い、多種多様なセンサで調べられるものと合致するものをつなげる。これがその目的に対するゴールグラフとなる。

本研究で構築する知識ベースはスマートホームだけではなく一般的な IoT システムで利用できるものを目指している。ゴールグラフの中で知識ベースとして使用されるもの

はセンサとそのセンサがアプリケーションに依存しない最も単純な目的である。それは末端のサブゴールとその直上のゴールに相当する。図 1 は見守りサービスのゴールグラフとなり、円の中が知識ベースで使用する部分である。

図 1 のようなゴールグラフから抽出された目的に使用されるセンサを紐付け、センサごとに目的を達成するために AND 関係、OR 関係にあるセンサや、特徴、メリット、デメリット、使用した際の機能面や特徴の OR 関係にあるセンサとのトレードオフ関係をインターネットを利用するなどして洗い出し、整理する。

以上のことを三つの機能ごとに行い、共通する部分を統合したものが本研究で構築した知識ベースとなる。その一部が表 1 となる。

### 2.2 知識ベースの使い方

本研究で構築された知識ベースではアプリケーションに依存しない目的ごとに使われるセンサの候補があり、センサごとに AND 関係、OR 関係にある別のセンサや、特徴、

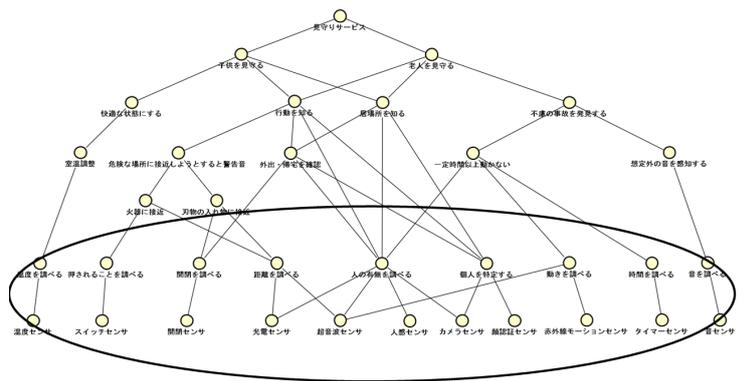


図 1 見守りサービス ゴールグラフ

目的	センサ	AND	OR	特徴	メリット	デメリット	トレードオフ関係
もの・人の有無を調べる	光電センサ		人感、超音波	光を発生し、その反射の有無や透過光の有無を検出する。	検出距離が広く、位置精度が高い。	設置した一点でしか検出できない。	精度はよいが、範囲は広くない。
	人感センサ		光電、超音波	検知範囲の温度と移動する人等との温度変化を検出する。	人間の体温に近い温度のものしか検出しない。	周辺温度が高くなると反応が悪くなる。人以外でも温度が近いと反応する。動きがないと検出できない。	範囲は広く精度も悪くないが、動かないものを検出できない。
	超音波センサ		光電、人感	超音波を発生しその反射を検出する。	検出範囲が広く、対象の材質や色に影響されない。	離れすぎると精度や感応速度が非常に悪くなる。	範囲は広いが、精度がよくない。
	カメラセンサ	光電、人感、超音波		指定した範囲を映像として記録する。	視覚的にわかりやすい。	カメラ単体では判断できない。	正確性が向上するがプライバシー保護が低下する。

表 1 知識ベース もの・人の有無を調べる

メリット, デメリット, OR 関係にあるセンサとのトレードオフ関係が記される。

達成したい目的にあわせてこの知識ベースを利用すれば, 使用するセンサの候補を知ることができる。センサごとに共に使う必要があるセンサや代替センサがあり, メリット, デメリットなどのトレードオフ関係を比較することで開発者にとって最適なセンサを選択することができる。

### 3 事例検証

#### 3.1 買い物支援への適用

前章で構築した知識ベースを同じくスマートホームの機能の一つである「買い物支援」[2]に適用する。トップゴールからセンサ直上の目的を導き出すまでは同じようにゴール指向分析を行う。その結果, 知識ベースに存在するものと同じ目的があることがわかる。その目的に対して構築した知識ベースを適用すると表2のように使用すべきセンサの候補が判明する。

表2 買い物支援の目的とセンサの候補

目的	センサの候補
(消費物の不足を知る) 重さを調べる 高さを調べる	圧力センサ 光電センサ 超音波センサ
もの・人の有無を調べる	光電センサ 人感センサ 超音波センサ カメラセンサ
(店の場所を知りたい) 位置を調べる	位置センサ

#### 3.2 適用されたセンサの評価

判明したセンサがその目的に対して適当かを確認する。

- 消費物の不足を知る

- 重さを調べる

圧力センサが候補に挙げられる。圧力センサ上に消費物を置き, その変化で消費物の不足を知ることができる。圧力センサは候補として正しい。

- 高さを調べる

光電センサと超音波センサが候補に挙げられる。消費物のかさを上もしくは横から調べることで消費物の不足を知ることができる。光電センサと超音波センサは候補として正しい。

- もの・人の有無を調べる

光電センサ, 人感センサ, 超音波センサ, カメラセンサが候補に挙げられる。消費物の場所が固定されていれば光電センサと超音波センサ有無を調べることができる。カメラセンサを使えばより正

確に消費物の不足を知ることができる。光電センサ, 超音波センサ, カメラセンサは候補として正しい。しかし人感センサは人の体温に近い温度でしか反応しないので, 対象が人ではない今回は候補として正しくない。

- 店の場所を知りたい

- 位置を調べる

位置センサが候補に挙げられる。スマートフォンのGPS機能で使用者の位置を特定し, 最寄りの店の位置を検索する。位置センサは候補として正しい。

知識ベースを適用した結果, 目的に対する正しいセンサを多く選択することができた。しかし一部利用できないセンサを候補に加えてしまっている。その原因はセンサで調べる対象知識ベース構築時には「人」, 適用時には「もの」のように異なってしまったことが大きく関わっている。

### 4 考察

本研究では知識ベースを構築する方法としてゴール指向分析を利用した。これはゴール指向分析がトップゴールから次第にセンサへと降りていくトップダウンの分析手法と, センサからセンサが使われる目的を求めるボトムアップの分析手法を組み合わせた方法であるからである。

これに対してトップダウンの分析手法のみを利用した場合, トップゴールの付近では同じように分析が進むが, 末端の分析がうまくいかず複数の選択肢を生じさせることができない。逆にボトムアップの分析手法のみを利用した場合, センサとその目的をまとめることはできるが, そこから実用的な目的に繋げることは非常に困難である。

またゴール指向分析を行うことで複数の案が提案でき, そのトレードオフを分析することが可能となっている。

以上のことはゴール指向分析は知識ベースを構築する際に使う分析手法として適していることを示している。

### 5 おわりに

本研究ではスマートホームを題材としてゴール指向分析を利用してIoTシステムのセンサとセンサの目的に対する知識ベースを構築した。その結果, 別のスマートホームの機能でも知識ベースを利用することで最適なセンサの選択を支援することができた。

今後の課題は, より支援の精度を向上させるために, この知識ベースに状況に合わせたもっと柔軟な判断基準を持たせることや, スマートホーム以外のIoTシステムでも使えるように範囲を拡大させることを検討する必要がある。

### 参考文献

- [1] 山本修一郎: ~ゴール指向による!~ システム要求管理技法。ソフト・リサーチ・センター, 2007.
- [2] 商務情報政策局 情報通信機器課: “スマートホーム検討資料”。経済産業省, 2017.