

コンテキスト 指向に基づく スマートリモコンシステムの設計

— 空調機器を対象にして —

2017SE068 澤木健吾

指導教員: 野呂昌満

1 はじめに

センサ類の小型化や ICT 技術の発展によりコンテキスト指向システムは一般にも普及しつつある。コンテキスト指向システムは予め置かれる環境を想定し、条件分岐によって環境に適応する。条件はベンダによりそのもの、または記法が固定されている。今後コンテキスト指向プログラムがより環境に適応した振る舞いをするためには、より多数のセンサとそれらが測定するコンテキストを扱う必要がある。多数の機器、センサでの同期をとった動的な振る舞いは想定が難しい。条件や条件の記法が固定されていることで対応できる環境に限界が生じ、センサの数が増えるほど条件分岐に関わる想定とそのプログラムが増える。従来の方法では多数の機器での動的な振る舞いの実現が困難であった。

本研究では機械学習の利用により、多数のデバイスを扱うようになるのではないかと考えた。多数のセンサを扱い、取得したセンサ値を学習用データとすることで複数の機器を扱うことが可能になると考える。

本研究の目的は、コンテキスト指向アーキテクチャと機械学習コンポーネントの関係について考察することである。この関係を明らかとするために、身近な空調機器とそれを管理するスマートリモコンを題材にアーキテクチャを設計した。本研究で取り扱う技術課題を「コンテキスト指向アーキテクチャにおけるソフトコンピューティングコンポーネントの位置づけの明確化」と「アーキテクチャの定義」の2つに定めた。

本研究を通じてコンテキスト指向アーキテクチャに機械学習コンポーネントを組み込んだアーキテクチャの一例が示される。

2 背景技術

2.0.1 コンテキスト 指向

コンテキスト 指向は文脈に依存する振る舞いをモジュール化するためのプログラミングの方法である。この時コンテキストとは、時間や場所と共に変化しプログラムの実行に影響を与える外部環境やシステムの内部状態である。一般的にコンテキストに依存した振る舞いはシステムの支配的分割に対する横断的関心事となる [3]。

2.0.2 PBR パターン

PBR(Policy-Based Reconfiguration) パターンは江坂らの提案している静的および動的に再構成を行う自己適応のためのアーキテクチャパターンである [4]。PBR パターンはオブジェクト (Object) と動的再構成を行う指針とな

るポリシー (Policy), 再構成後のオブジェクト群を代表するアスペクトオブジェクト (AspectObject), このアスペクトオブジェクトのインスタンス生成を行うファクトリ (Factory) から構成される。

3 コンテキスト 指向に基づく スマートリモコンのアーキテクチャ 設計

3.1 アーキテクチャの定義

空調機器を管理し、自動で利用者にとって最適な室内環境、特に空気に関して調整をするシステムを想定した。3つのデバイスまたは API を使い、計7つのセンサ値をコンテキストとして扱う。一定時間ごとにセンサ値を取得、蓄積し機械学習に利用して最適な機器の設定や動作を判断する。判断に従いスマートリモコンに命令を出し、赤外線信号を空調機器に送信することで動作する。

設計の円滑化と保守性を維持するため MVC モデルを使い静的構造を以下の図1のように設計した。

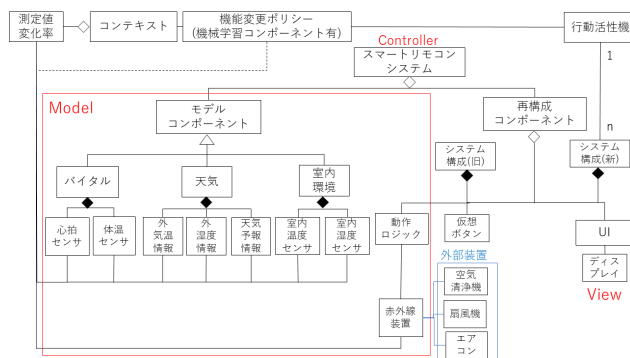


図1 機械学習コンポーネントを有したコンテキスト 指向に基づくスマートリモコンアーキテクチャ 静的構造

アーキテクチャのそれぞれのコンポーネントについて説明する。

- スマートリモコンシステム: スマートリモコンシステムのメインメソッドについて記述されている。MVC モデルにおける Controller となる。
- モデルコンポーネント: センサ類をまとめたコンポーネント。MVC モデルにおける Model となる。想定した3つのデバイスまたは API が含まれている。
 - 「室内環境」の室内温度センサ, 室内湿度センサ。
 - 「天気」の外気温情報, 外湿度情報, 天気予報情報。
 - 「バイタル」の心拍センサ, 体温センサ。
- 測定値変化率: 取得したセンサ値を蓄積。測定値の変化率を算出する。

- コンテキスト：測定値変化率を取得，値に応じてコンテキストを決定する．決定したコンテキストに応じて大まかな振る舞いが決まる．
- 機能変更ポリシー：PBR パターンにおける Policy にあたる．機械学習コンポーネントを導入し取得したコンテキストに応じ機器の細かな設定を判断し行動活性機にメッセージを送る．
- 行動活性機：ポリシーからのメッセージに基づき再構成．
- 再構成コンポーネント：再構成される部分をまとめたコンポーネント．MVC モデルにおけるビューを含んでいる．
 - ・ システム構成 (新)/(旧)：再構成後/前のコンポーネントの情報を保持．
 - ・ 動作ロジック：再構成された機器の動作ロジック．
 - ・ UI：再構成されたユーザーインターフェース．
 - ・ 仮想ボタン：再構成された仮想ボタン．
 - ・ 赤外線装置：赤外線信号を送信．
 - ・ ディスプレイ：利用者とシステムを繋ぐコンポーネント．MVC モデルにおける View 部分となる．

赤外線信号によって動き，現実世界に影響を与えるコンポーネントとしてエアコン，扇風機，空気清浄機を利用している．

本システムにおいてはすべてのセンサが常に動作しているので保守性を考慮するため再構成される部分のみを再構成コンポーネントとして分離している．

次に動的振る舞いを以下の図 2 に示す．

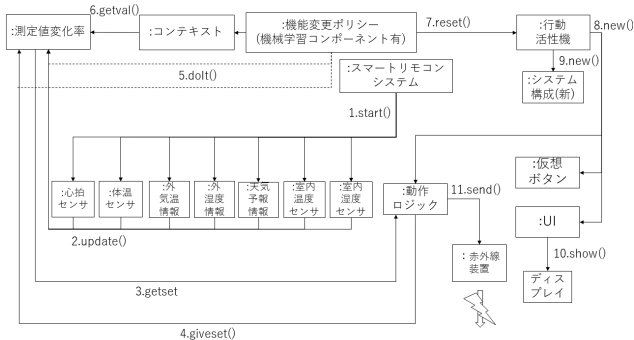


図 2 機械学習コンポーネントを有したコンテキスト指向に基づくスマートリモコンアーキテクチャ 動的振る舞い

図 2 を基にして動的再構成の振る舞いについて説明する．一定時間ごとにモデルコンポーネントは測定値変化率にセンサ値を送り，これを蓄積する．コンテキストが更新したとき機能変更ポリシーがメッセージを横取る．機械学習コンポーネントを備えた機能変更ポリシーがどの機器をどのように動作させるかを判断し行動活性機を起動する．行動活性機がシステム構成を再構成することで動作ロジックと仮想ボタン，UI が再構成される．

4 考察

コンテキスト指向アーキテクチャがより正確かつ柔軟に環境に適応するにはどの振る舞いを活性化させるかの判断がもっとも重要となる．またはじめにで述べた二つの問題

1. 条件や条件の記法が固定されていることで対応できる環境に限界が生じる．
2. センサの数が増えるほど条件分岐に関わる想定とそのプログラムが増える．

はどちらも再構成の条件に関わって起こる問題である．よって機械学習は適応した PBR パターンの Policy 部分に置くのが自然と考えた．Policy は動的再構成を行う指針となる部分であり，再構成の条件が記述されている部分だからである．本研究のシステムで言うとコンテキストと機能変更ポリシー部分がこれに当たる．機械学習により再構成の条件が生成されればその時々環境に適応し，複数機器を適切かつ同時に動作させることが可能になると考える．

コンテキスト指向アーキテクチャにおけるソフトコンピューティングコンポーネントの位置づけに関しても同じようなことが言える．コンテキストの変化に応じてどのように機器を構成し，活性化させるかを判断する部分に置くことが自然であると考えられる．

5 おわりに

本研究では PBR パターンを利用しソフトコンピューティングコンポーネントを備えたコンテキストウェアシステムのアーキテクチャを設計した．その後，設計を通じてコンテキスト指向アーキテクチャにおけるソフトコンピューティングコンポーネントの位置づけを考察した．

今後の課題として提案したアーキテクチャを利用したシミュレータを作成し実際に動作させ検証を行う必要がある．より詳細なニューラルネットワークを設計し実験結果を検証することで設計の妥当性を確かめたい．

参考文献

- [1] M. Baldauf, S. Dustdar, and F. Rosenberg: *A survey on contextaware systems* International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, Vol. 2, No. 4, pp. 263277, 2007.
- [2] G. Adomavicius and A. Tuzhilin: *Contextaware recommender systems* Recommender Systems Handbook, pp. 217253, 2011.
- [3] 紙名哲生: 文脈指向プログラミングの要素技術と展望, コンピュータソフトウェア, Vol. 31, No. 1, pp. 1_3-1_13, 2014.
- [4] 江坂篤侍, 野呂昌満, 沢田篤史: インタラクティブシステムのための共通アーキテクチャの設計, コンピュータソフトウェア, Vol. 35, No. 4, pp. 3-15, 2018.