

自動運転アプリケーションへの コンテキスト指向アーキテクチャの適用

2014SE105 白井貴洋

指導教員：沢田篤史

1 はじめに

近年、組込みシステムの高機能・高性能が進んでいる。自動車の自動運転や運転支援の分野においても、センサの追加が行われ、様々な機能が開発・実現ができるようになった。しかし、検知できる外部情報が増加した分、コンテキストと振舞いの関係が複雑化している。コンテキストとはプログラムから観測することができる外部環境やシステムの内部状態で、時間や場所とともに変化し、それがプログラムの様々な処理の実行に影響を与えるものを指す [3]。コンテキストとそれに対応する振舞いの関係が複雑化することで、自動運転アプリケーションの開発時間・コストが増大し、開発効率が低下する。

本研究の目的は、組込みシステムにおいて複雑化するコンテキストと振舞いの関係を整理し、ディシジョンテーブルを用いて形式的に記述する。さらに自動運転アプリケーションを事例にこれを適用する。これにより自動運転をはじめとするコンテキストアウェアな組込みアプリケーションの開発時間・コストの削減を目指す。

本研究では、コンテキストと振舞いの関係を一覧性の高いディシジョンテーブルを用いて整理する。本研究室で提案されている組込みシステムのためのアーキテクチャ [2] のポリシー記述をディシジョンテーブルを用いて定義し、自動運転アプリケーションを事例にこれを適用する。

2 背景技術

2.1 コンテキストアウェアネスを考慮した組込みシステムのためのアスペクト指向アーキテクチャ

江坂らはコンテキストアウェアな組込みシステムのためのアーキテクチャ [2] を提案している。本アーキテクチャはオブジェクト指向をコアコンサーンとし、コンテキストおよび非機能特性を横断的コンサーンとして分離することで独立に管理し、組込みシステムの構造を整理したものである。また、コンテキストアウェアネスおよびセルフアウェアネスを統一的に扱うために、自己適応のためのアーキテクチャパターンとして PBR パターン [1] を定義している。

2.2 アスペクト指向技術

アスペクト指向技術は互いに関連する複数の関心事を分離するための技術であり、例えばオブジェクト指向に基づくモジュール分割法ではうまく扱うことができない横断的関心事をアスペクトとして独立してモジュール化することができる [4]。

2.3 コンテキスト指向技術

コンテキストに応じた振舞いを変化することができるようモジュール化するプログラミング手法をコンテキスト指向プログラミング [3] と呼び、コンテキストに応じた振舞いをレイヤというモジュールに記述し、コンテキストに応じたレイヤを切り替えることができる。

2.4 ディシジョンテーブル

ディシジョンテーブルとはソフトウェアの論理を正確に表現する技法の一つであり、その要素は次のように定められている [9]。

1. 条件記述部：問題の記述において考慮すべきすべての条件を列挙したもの。
2. 動作記述部：問題の記述において実行すべきすべての動作を列挙したもの。
3. 条件指定部：ある条件と特定の規則との関連付け。
4. 動作指定部：ある動作と特定の規則との関連付け。

3 ディシジョンテーブルによる記述法の提案

自動運転アプリケーションのハードウェア構成とコンテキストの関係を、組込みシステムのためのアーキテクチャに基づいて詳細化したのが図 1 である。

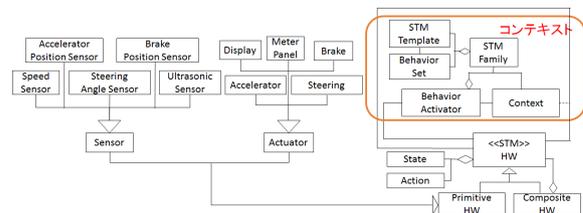


図 1 ハードウェア構成とコンテキストの関係

3.1 コンテキストと振舞い

自動車メーカー各社の運転支援機能 (SUBARU[5], VOLVO[6], TOYOTA[7], 日産 [8]) を調査し自動運転システムから自動ブレーキ機能のコンテキストと振舞いの整理を行った。自動ブレーキ機能は 10-100km/h での走行状態で機能し、前方の車両や歩行者との相対速度、距離、ブレーキの踏み具合を基に減速を行う。また急な割り込みや歩行者の飛び出しなど緊急ブレーキが必要な場合は運転者に警告を行い緊急ブレーキ、プリテンショナーの巻き取りで

被害を軽減する。

3.2 PBR パターンにおけるポリシーの定義

PBR パターンを用いることにより、コンテキスト (Context) に応じてアスペクトオブジェクトのインスタンスを再生成できると考えた。

ディシジョンテーブルを用いることで、条件記述部では複雑なコンテキストと振舞いの関係を整理でき、動作記述部に生成するインスタンスまたは既存のインスタンスを記述することによりポリシー記述を定義できると考えた。表 1 に、PBR パターンのポリシー記述を定義するためのディシジョンテーブルを示す。

表 1 ポリシーの定義

ルール	パターン(テストケース)			
	1	2	3	4
条件1	Y	Y	N	N
条件2	Y	N	Y	N
アクションa	X	-	X	-
アクションb	X	X	-	X

1. 条件記述部：コンテキストを記述
2. 動作記述部：生成するインスタンスまたは既存のインスタンスを記述
3. 条件指定部：組み合わせパターンを記述 (Y:その条件に該当する N:その条件に該当しない)
4. 動作指定部：条件指定部で作成した組み合わせに対し、動作記述部に列挙したアクションを決定 (X: Action を適用する - : Action を適用しない)

3.3 適用事例

自動ブレーキ機能を前節で説明した PBR パターンにおけるポリシーの定義に従って記述した。表 2 はブレーキを踏んでいない場合の緊急ブレーキポリシーを記述し、一部抜粋したものである。車の割込みや物理的に減速しなかった場合、ポリシーが緊急ブレーキ強インスタンスと緊急ディスプレイインスタンス、緊急警告器インスタンスを生成しメッセージを送り、プリテンションナーインスタンスにもメッセージを送ることを記述している。

表 2 緊急ブレーキポリシーのディシジョンテーブル

ルール	1	2	3	4	5
相対速度10km/h未満	Y	Y	Y	N	N
相対速度10-14km/h	N	N	N	Y	Y
相対速度15-24km/h	N	N	N	N	N
相対速度25km/h以上	N	N	N	N	N
車間距離0-3m未満	Y	N	N	Y	N
車間距離5-20m	N	Y	N	N	Y
車間距離20m以上	N	N	Y	N	N
歩行者距離0-15m未満	N	N	N	N	N
歩行者距離15-30m	N	N	N	N	N
歩行者距離30m以上	N	N	N	N	N
緊急ブレーキ強インスタンスにメッセージを送る	Y	Y	-	Y	Y
緊急ブレーキ中インスタンスにメッセージを送る	-	-	-	-	-
緊急ブレーキ弱インスタンスにメッセージを送る	-	-	Y	-	-
緊急ディスプレイインスタンスにメッセージを送る	Y	Y	Y	Y	Y
緊急警告器インスタンスにメッセージを送る	Y	Y	Y	Y	Y
プリテンションナーインスタンスにメッセージを送る	Y	-	-	Y	Y
ブレーキインスタンスにメッセージを送る	-	-	-	-	-
警告器インスタンスにメッセージを送る	-	-	-	-	-
ディスプレイインスタンスにメッセージを送る	-	-	-	-	-

4 考察

本研究の提案はディシジョンテーブルを用いることで組込みシステムにおいて複雑なコンテキストと振舞いの関係を一貫性が高くプログラムを書かない形で書けると考えた。自動ブレーキ機能ではブレーキの踏み具合を4段階に分け、それぞれに通常な場合と緊急の場合の2つのディシジョンテーブルを記述した。しかしセンサで検知できる値を一定数で区切ってポリシーに記述しても物理的にブレーキやステアリングが機能するかは不明である。

5 おわりに

本研究では、組込みシステムにおいて複雑な関係をもつコンテキストと振舞い整理し、PBR パターンにおけるポリシー記述を定義したディシジョンテーブルに従って記述する方法を提案した、さらに自動運転アプリケーションを事例に具体的にこれを記述した。今後の課題は、本研究室で提案されている組込みシステムのためのアーキテクチャを参考に自動運転アプリケーションを設計し、実装することである。

参考文献

- [1] 江坂篤侍, 野呂昌満, 沢田篤史, 繁田雅信, 谷口弘一, "組込みシステムへのコンテキスト指向プログラミング技術の適用", 研究報告ソフトウェア工学 (SE), 2016-SE-193, no. 11, pp.1-8, 2016.
- [2] 江坂篤侍, 野呂昌満, 沢田篤史ほか. コンテキストウェアネスを考慮した組込みシステムのためのアスペクト指向アーキテクチャの設計. ソフトウェア工学の基礎ワークショップ論文集, pp. 3-12, 2017.
- [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, 2014.
- [4] 千葉滋, アスペクト指向ソフトウェア開発とそのツール," 情報処理, vol.45, no.1, pp.28-33, 2004.
- [5] SUBARU, "SUBARU OFFICIAL WEBSITE," <https://www.subaru.jp/safety/eyesight/function/>, 2017.
- [6] VOLVO, "ボルボ・カー・ジャパン," <https://www.volvocars.com/jp/>, 2017.
- [7] TOYOTA, "トヨタ安全技術," http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/safety/technology/technology_file/active/radar.html/, 2017.
- [8] 日産, "NISSAN MOTOR CORPORATION," http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/present_keyword.html/, 2017.
- [9] 日本工業規格, "JIS X 0125 決定表," <http://kikakurui.com/x0/X0125-1986-01.html>, 1986.