

リモートコントローラ制御ソフトウェアへのPLSEの適用

2003MT002 安藤 貴広

指導教員

2003MT071 中井 雄基

野呂 昌満

1 はじめに

様々な製品に対して、リモートコントローラ（以下、リモコン）は存在している。製品の多種多様化にともないリモコンを制御するためのソフトウェアも多様化している。ソフトウェア群を整理する方法としてプロダクトラインソフトウェアエンジニアリング（以下、PLSE[1]）が提案されている。リモコン制御ソフトウェアはPLSEを適用する典型的なドメインの一つと考えられる。PLSEでは要求とアーキテクチャの対応関係が不明確である。

本研究室では、組込み制御ソフトウェアアーキテクチャスタイルであるE-AOSAS++が提案されており、フィーチャ図とE-AOSAS++との対応関係が提案されている。

本研究の目的は、本研究室で提案されているフィーチャ図とE-AOSAS++との対応関係をリモコンのドメインへの適用、考察をおこなうことである。

リモコン制御ソフトウェアの構造、要求の整理をし、フィーチャとアーキテクチャの対応付けをおこなう。リモコン制御ソフトウェアの構造の詳細化をおこなう。リモコンのドメインでの対応関係からコア資産の抽出、異なるリモコン制御ソフトウェアの構築をおこなう。

本研究は、以下のように進めた。

- リモコン制御ソフトウェアの構造、要求の整理
- フィーチャとアーキテクチャの対応付け
- コア資産の抽出、リモコン制御ソフトウェアの構築

2 関連研究

リモコン制御ソフトウェア開発が必要となる、PLSEと本研究室で提案されているE-AOSAS++について述べる。

2.1 PLSE

PLSEとは、ソフトウェア開発において、系統的な開発を支援する技術の一つである。

PLSEの構成を以下に述べる。

- ドメインエンジニアリング
ユーザの要求を抽出し、製品の再利用可能部品の設計をおこなう
- アプリケーションエンジニアリング
ドメインエンジニアリングで開発した部品を元にソフトウェア製品の開発をおこなう
- 管理
再利用可能な部品とソフトウェア製品の保守、維持をおこなう

本研究ではドメインエンジニアリングで部品の設計をおこなうさい、FORM(Feature Oriented Reuse Method)[2]を適用する。その中で定義されているフィーチャの定義、フィーチャ図、フィーチャ図の4階層について以下に説明する。

- フィーチャの定義
開発者の視点から見た、システムの実現可能なユーザ要求
- フィーチャ図
ユーザ要求を整理する方法の一つ。ドメインを構築するさいにはフィーチャが必要となる。Option, Or, Alternativeを視覚的に表すことが可能である。

以下にフィーチャ図の4階層を示す。

- 特性層
機能特性、非機能特性を表す
- 操作環境層
ハードウェアに関する部分を表す
- ドメイン技術層
ドメインに特化した技術を表す
- 実現技術層
ソフトウェアの実現に利用されるドメインに依存しない一般的な技術を表す

2.2 E-AOSAS++

E-AOSAS++は、組込み制御ソフトウェアのアーキテクチャを、並行に動作する状態遷移機械の集合として規定したものである。複数の状態遷移機械は、互いにイベントを送りあい、並行に動作する。

E-AOSAS++は部品間の依存関係を疎結合にすることが可能である。リモコン制御ソフトウェアの再利用部品の開発の面で有用であると考えられる。

並行状態遷移機械は以下の3つのアスペクトで構成されている。

- 並行処理アスペクト
 - 状態遷移機械を並行に動作させる処理をおこなう
- 状態遷移アスペクト
 - 状態遷移機械の状態の遷移に関する処理をおこなう
- コアアスペクト
 - アクションの中で、データアクセスに関する部分の処理をおこなう

並行状態遷移機械の構成要素について説明する。並行処理アスペクトは、状態遷移機械のSleep, Active状態を管理している。状態遷移アスペクトは、各状態の遷移を

管理している。コアアスペクトは並行状態遷移機械の主要な機能を実現するアスペクトである。アクションはアスペクト間記述であり、他の状態遷移機械へのイベントの通知、コアアスペクトへのアクセスをおこなっている。

E-AOSAS++ のアスペクトの関連を図 1 に示す。

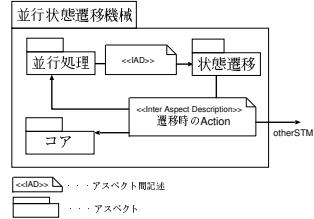


図 1 E-AOSAS++ のアスペクト関連

3 フィーチャ図と E-AOSAS++ の対応関係

FORM[2] ではフィーチャモデルから必要なフィーチャを選択してソフトウェアを設計・実現する。しかし、フィーチャの選択のパターンは多種多様で設計・実現が困難であると考えられる。様々なフィーチャの選択に対応できるためのアーキテクチャが必要である。E-AOSAS++ に基づいてアーキテクチャを構築すると様々なフィーチャの選択に対応できると考えられる。本研究で提案されているフィーチャ図と E-AOSAS++ の対応関係を図 2 に示す。

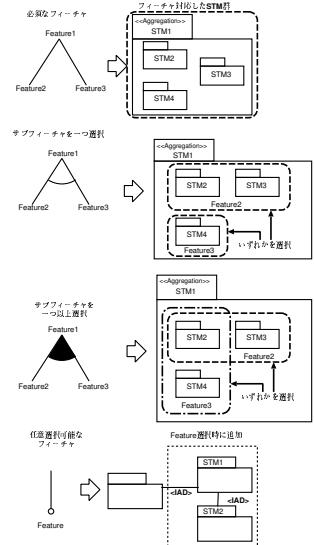


図 2 フィーチャ図と E-AOSAS++ の関係

特に、or Feature はリモコン制御ソフトウェア開発において、もっともコアな部分となるものである。or Feature であるモードを選択することによってどのリモコンになるか決まるからである。or Feature は複合状態遷移機械で、状態遷移機械が集約になって存在する構造である。そこで、or Feature を選択するさいに、アグリゲーション

コンポジットコンポーネントが必要となる。

3.1 アグリゲーションコンポジットコンポーネント

以下にアグリゲーションコンポジットコンポーネントの説明をする。

テレビデオのリモコンを例に挙げる。テレビデオのリモコンにはテレビモード、ビデオモードで振る舞いが変化する。テレビモード、ビデオモードの状態遷移機械が集約になって存在している構造になっている。

ModeChangeButton が押されたというイベント通知を表した様子を図 3 に示す。図 3 では、ModeChangeBut-

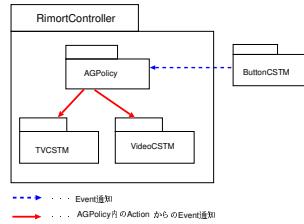


図 3 テレビデオのアグリゲーションコンポジットコンポーネント

ton が押されたというイベントを AGPolicy が受け取る。AGPolicy がイベントを TVCSTM と VideoCSTM にイベント通知をおこない、イベントの受理、破棄を各状態遷移機械が判断する。これにより、モードを切替える。

4 対応関係に基づくりモコン制御ソフトウェア開発

PLSE を用いたリモコン制御ソフトウェア開発を以下の手順でおこなう。

- E-AOSAS++ に基づいたリモコン制御ソフトウェアの構築
- フィーチャモデルの作成
- フィーチャとアーキテクチャの対応付け
- 得られた部品から他のリモコン制御ソフトウェアの構築

リモコン制御ソフトウェアの構造を理解するためにソフトウェアモデルを作成する。リモコン制御ソフトウェアをオブジェクト指向で構築をおこない、E-AOSAS++ に基づき構築をおこなった。

4.1 E-AOSAS++ に基づいたリモコン制御ソフトウェア設計

リモコン制御ソフトウェアの構造を理解するためにオブジェクト指向でソフトウェアモデルの作成をおこなった。そして対応関係に照らし合わせるために、E-AOSAS++ に基づいたリモコン制御ソフトウェア設計をおこなった。リモコンの基となるアーキテクチャを図 4 に示す。

図 4 では、RimortController の IAD に送信部へのアクションが記述されている。また、ボタンが複数個存在し

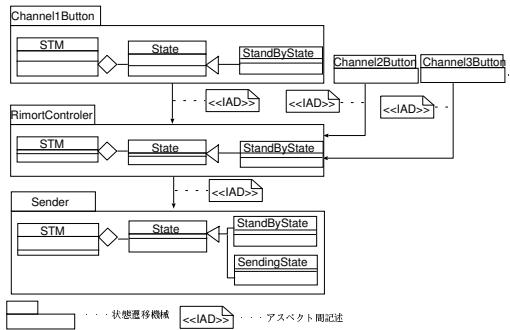


図4 リモコンのアーキテクチャ

ているが、ボタンの構造はボタン毎に振る舞うアクションが異なるだけである。

4.2 リモコン制御ソフトウェアのフィーチャモデル

FORM[2]で定義されているフィーチャ図の4階層に基づいて、リモコンのフィーチャ図の作成をおこなった。作成したフィーチャ図を5に示す。

リモコンに必須なフィーチャを送信部、ボタン、赤外線の操作距離として示している。他のフィーチャはオプションになっており、付替可能なことを示している。

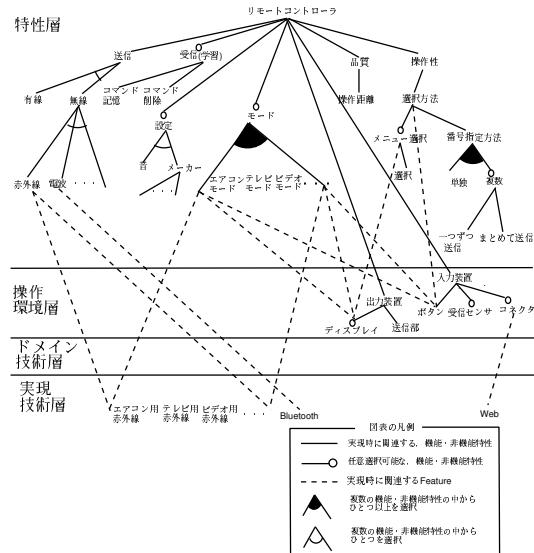


図5 リモコンのフィーチャ図

4.3 フィーチャとアーキテクチャの対応付け

フィーチャとアーキテクチャの対応関係を図6に示す。

4.4 モード切替えが必要となるリモコン制御ソフトウェア(テレビビデオを例にして)の構築

フィーチャ図からボタン、送信部、ディスプレイとモードを選択し、テレビビデオのリモコンを構築した。構築したアーキテクチャを図7に示す。

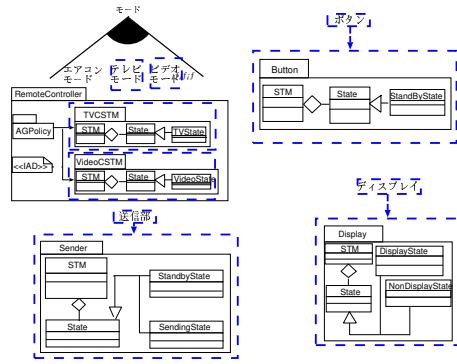


図6 フィーチャとアーキテクチャの対応付け

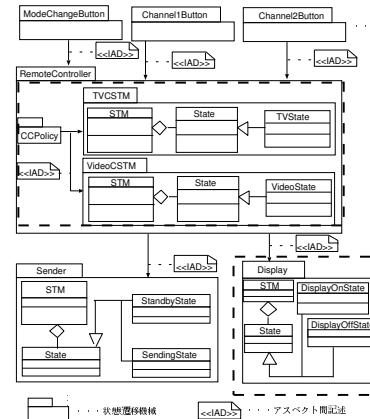


図7 テレビビデオのリモコン

5 考察

PLSEを適用したリモコン制御ソフトウェアの考察を以下の手順でおこなう。

- リモコン制御ソフトウェアのコア資産の整理
- アーキテクチャの妥当性

5.1 コア資産となるもの

5.1.1 再利用可能なアーキテクチャ

E-AOSAS++で規定されている状態遷移機械のアーキテクチャを図8で示した。図8の太い点線で囲んだ並行処理アスペクト内のConcurrentSTMと状態遷移アスペクト内のSTMとStateはコードはどれも定型である。図8の細い点線で囲んだ各Stateと各Stateが振る舞うIADアクションは、アーキテクチャを構築するさい変更する必要があるがフィーチャ図から選択するフィーチャによって決まる。よってこの図8のアーキテクチャは再利用可能である。

部品の再利用

リモコンのボタンの構造はStateがStandBy状態しか存在しないと考えた。図8のコードはIADアクション

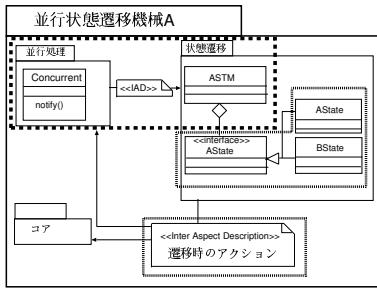


図 8 再利用可能な状態遷移機械のアーキテクチャ

の振る舞いに関する箇所のみ異なる点であとは全て同じである。よってボタンの構造は再利用部品となる。ボタンの構造を図 9 に示す。

ボタンは、Action の変更のみで異なる振る舞いをおこ

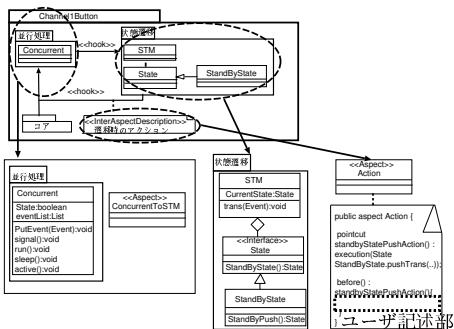


図 9 ボタン構造

なうものが生成できる。

またモードについても、それぞれアグリゲーションを持つ状態遷移機械のアーキテクチャを利用して構築することが可能であるので再利用部品といえる。

またどのリモコンのを構築するかは、選択したモードによって変更可能である。図 10 では、テレビモード、エアコンモードを持つリモコンのアーキテクチャを示す。

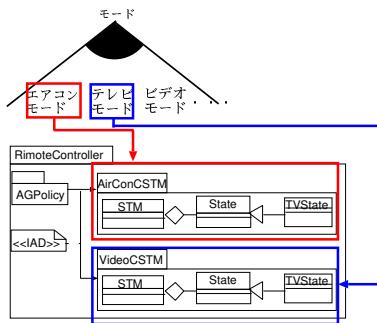


図 10 モード構造

5.2 アーキテクチャの妥当性

得られた部品から他のリモコン制御ソフトウェアを構築した。フィーチャ図から、モード（テレビモード、エアコ

ンモード）を選択し、得られた部品からテレビモードとエアコンモードを持つリモコン制御ソフトウェアの構築をおこなった。構築したアーキテクチャを図 11 に示す。

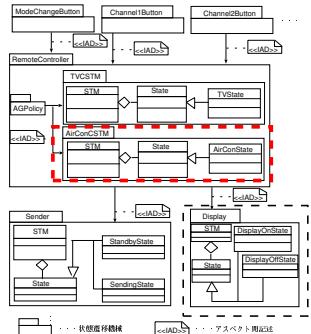


図 11 テレビエアコンのアーキテクチャ

フィーチャの選択からアーキテクチャが決まるこにより、リモコンのドメインにおけるフィーチャとアーキテクチャの対応関係が明確になったと考えられる。

6 おわりに

本研究室では、E-AOSAS++に基づいた PLSE を適用したリモコン制御ソフトウェアの構築をおこなった。そしてリモコンのドメインでのフィーチャとアーキテクチャの対応付けをおこないコア資産の抽出、リモコン制御ソフトウェアの構築をおこなった。今後の課題として、フィーチャを選択した時のアーキテクチャの自動生成が挙げられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、熱心な御指導をいただいた野呂昌満教授、有益なアドバイスを下さった張漢明先生、蜂巣吉成講師、大学院生の坂野将秀さん、久松康倫さん、石川智子さん、水野耕太さん、安孫子正康さん、西山遼平さん、太田将吾さん、安江基規さんに深く感謝いたします。また、いつも励まし合いがんばってきた野呂研究室のみなさんに感謝致します。

参考文献

- [1] Linda M.Northrop, "SEI's Software Product Line Tenets", p.32, IEEE SOFTWARE, 2002.
- [2] K.C.Kang,J.Lee, and P.Donohoe, "Feature-Oriented Product Line Engineering", IEEE Software, Vol.19, No.4, pp. 58-65, July/August.2002.