

自動車組込みシステムにおけるサービス指向開発技術に関する研究

2004MT062 宮脇 聡, 2004MT070 中野 泰宏

指導教員 青山 幹雄

1. はじめに

自動車組込みシステムでは、開発の生産性と品質を向上させるためにソフトウェアの再利用が望まれている。しかし、自動車組込みシステムの機能は、相互に密接に関連しているため再利用が困難となる。この問題を解決するために SOA(Service-Oriented Architecture)の適用が考えられる。SOA を適用するため本研究では、自動車組込みシステムからのサービス抽出方法を提案する。

2. 自動車組込みへの SOA 適用の現状

2.1. SOA 適用状況

自動車組込みシステムに SOA を適用では、アンロックシステム[6]や遠隔ロックシステム[2]の例がある。これらの研究では、モデル作成と CASE ツールの利用が提案されている。

2.2. SOA 適用の問題と研究の現状

自動車組込みシステムに SOA を適用する際の問題として下記の 4 つの問題が考えられる。

- (1) Web サービスの適用範囲が不明確
- (2) SOA を適用する基盤技術が未整備
- (3) サービスの粒度、サービスの定義が未確立
- (4) サービスの抽出方法が未確立

問題(1)では、自動車組込みシステムと外部システムとの通信に SOA を適用する研究がある[4]。問題(2)は、SOA を適用可能な基盤技術の研究が行われており[3]、自動車組込みシステムにも適用可能になると考えられる。問題(3)では、Web サービスの定義を用いた研究はあるが、粒度に関する明確な基準は規定されていない。問題(4)では、既存の自動車組込みシステムからサービスを抽出する具体的な手法は扱われていない。本研究では、SOA の自動車組込みシステムへの適用を推進するため、問題(4)を解決するサービス抽出方法を提案する。

3. サービスのモデル化

3.1. 適用システムについて

本研究では、クルーズコントロールシステム(以下 CC)を事例として、CC からサービスを抽出する。CC とは、設定速度で自動走行する速度制御である。ただし、自動でブレーキ制御は行わない。アダプティブクルーズコントロールシステム(以下 ACC)は、CC をより発展させたものである。ACC では、CC に追従制御機能を追加したものである。また、自

動でブレーキ制御を行う。本稿で用いる CC と ACC は、仕様[6]に基づく。

3.2. サービスについて

本研究では、文献[2, 3, 4, 6]を参考にサービスの条件として以下のものを用いる。

- (1) 意味のある機能を持つ
- (2) 相互作用を行う

意味のある機能とは、あるまとまった働きをし、システムを構成する要素である。相互作用を行うとは、システムに機能を提供する機器間で協調して機能を示すことである。UMLを用いて分析し、この 2 つの条件を満たすものをサービスとして抽出する。

3.3. サービス抽出試行

システムの挙動に基づいてサービス抽出を行う。図 1 でサービス抽出試行の流れを示す。サービス抽出は以下の点を確認する。

- (1) CC の 2 つの異なる仕様に基づくステートマシン図を比較し、同様の状態を抽出。
- (2) (1)の状態ですべての条件を満たす状態をサービスとして抽出。
- (3) CC と同様に ACC を分析し、CC で抽出したサービスが再利用可能か確認。

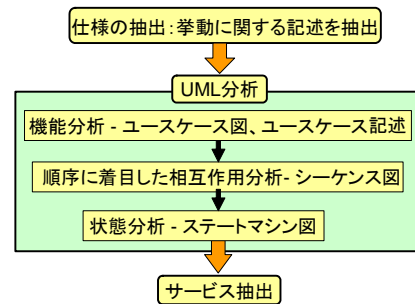


図 1 サービス抽出試行の流れ

3.4. 試行から得られたサービス抽出の問題

この分析によりサービス抽出をできたが、以下の問題があることがわかった。

- (1) サービスを抽出するために仕様が 2 つ必要
 - (2) 状態と実装レベルの関係が不明確
 - (3) システムへの参加要素とサービスの関係が不明確
- (1)については、1つの仕様よりサービス抽出が可能でなくてはならない。(2)については、サービスとソフトウェアの関係が不明確なことである。(3)については、サービス抽出を

行ったステートマシン図でサービスと参加要素との関係が示せなかった。また、サービスの条件である相互作用をより明確にする必要がある。そのため、分析に用いる UML を変更し、状態ではなく機能と相互作用に着目しなければならない。

4. サービス抽出プロセス

4.1. サービス抽出の流れ

問題点を改善するために、機能と協調関係に着目する。図 2 でサービス抽出の流れと分析に用いる UML を示す。サービス抽出は、ボトムアップとトップダウンがある。実装した ECU に着目したサービス抽出と実装とは独立した仕様書の機能に着目したサービス抽出が考えられる。ECU 着目は、既存システムの分析のためボトムアップであり、仕様書の機能着目は新規システムの分析のためトップダウンである。

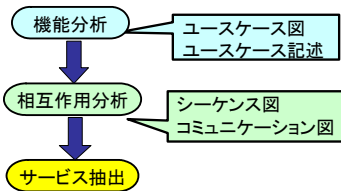


図 2 サービス抽出の流れ

4.2. ボトムアップによるサービス抽出

ある機能を持ち相互作用を行う ECU に着目してサービス抽出を行う(図 3)。今日の高級車の ECU は少なくとも 70 ある[1]ため、すべての ECU をサービスとすると煩雑になる。そのため ECU をサービスとすると、1 つの ECU の機能と複数の ECU 間の協調制御により機能を実現することを考慮する必要がある。また、ECU は単独でその機能を実現するわけではない。センサを用いてその機能を実現している。センサと ECU を含めてサービスとする必要がある。サービスとならない ECU も存在する。

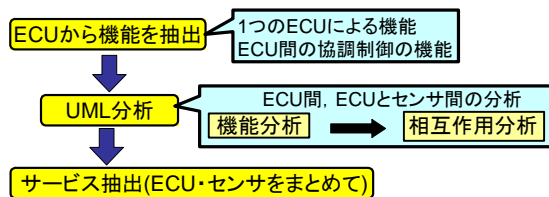


図 3 ボトムアップサービス抽出プロセス

4.3. トップダウンによるサービス抽出

実装とは独立した機能は、仕様書から抽出を行う。その機能間で相互作用を行うものをサービスとして抽出する。仕様書から多くの機能が抽出されることがある。そのため仕様書から抽出した機能を以下の 3 つに分類する。

- (1) システムの主要な機能
- (2) 主要な機能に一部の機能を提供するもの
- (3) 外部システムの機能

(1)は、新規に開発する機能である。(2)は、(1)に一部の

機能を提供するものである。(3)は、(1)と(2)以外のものである。図 4 でサービス抽出の流れを示す。自動車組込みシステムで既存システムを新規開発するシステムで利用することがある。そのためトップダウンによる開発であるが、既存システムと協調動作を行う制約がある。

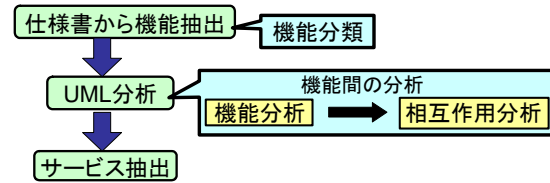


図 4 トップダウンサービス抽出プロセス

4.4. ボトムアップとトップダウンの比較

トップダウンプロセスとボトムアッププロセスを比較して図 5 で示す。異なるのは、機能の抽出先と分析において着目するものである。文献[1]によると ECU は、20 から 30% において 3 年後に生産が中止されているとある。新しい ECU に変更されるため、ECU から抽出したサービスの変更が考えられる。しかし仕様書から抽出した機能では、実装技術による変更が少ないので抽出したサービスの変更も少ないと考えられる。よって本研究で用いるプロセスは、機能に着目したトップダウンによるサービス抽出がより適切である。

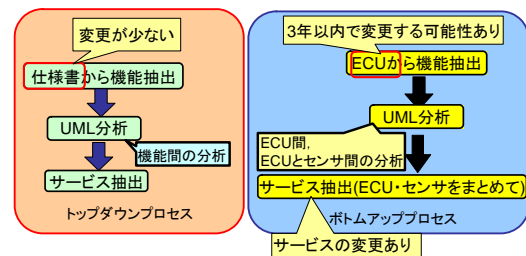


図 5 サービス抽出プロセスの比較

5. トップダウンによるサービス抽出

5.1. 機能分析

CC の仕様[6]から機能を抽出した。機能分析では、システム全体で提供する機能を明らかにする。その中の主要な機能を抽出し、詳細に示す。CCの主要な機能は、モード切替、速度制御、記憶である。モード切替の機能分析を行い、起動と CC 走行ユースケースを抽出した。CC 走行と関連する復帰ユースケースも同時に得た。速度制御の分析も同様に行い、加速、減速、速度維持ユースケースを抽出した。主要な機能を詳細化したユースケースを図 6 で示す。抽出した機能で主要な機能は、モード切替(起動, CC 走行), 速度制御(減速, 定速維持, 加速), 記憶, 復帰である。ブレーキは、一部の機能を提供する機能である。外部システムの機能は、表示である。ユースケース図を基にユースケース記述でシナリオを作成した。

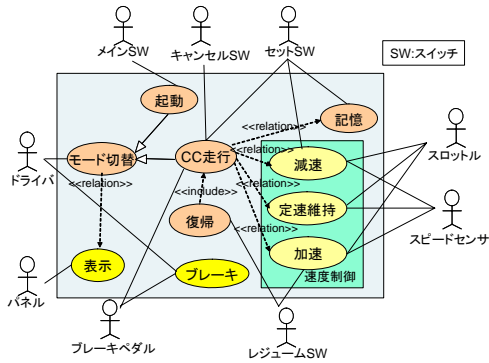


図6 ユースケース図

5.2. 実行順序に着目した相互作用分析

ユースケースを参加要素とするシーケンス図を作成した(図7)。抽出した機能に着目するためスイッチ(SW)などは、UIでまとめて示した。

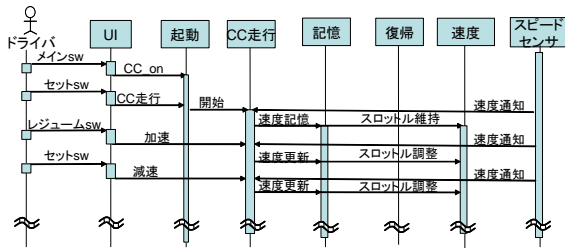


図7 シーケンス図の一部

5.3. 協調に着目した相互作用分析

シーケンス図のメッセージ交換を基にコミュニケーション図を用いて参加要素間を協調関係で示した(図8)。この図でドライバーは、示されていない。ドライバーと関係するSWなどは、ドライバーとそのSWによりメッセージを送信するためSWなどで示した。外部システムは、CCが他のシステムに影響を及ぼすことが考えられるために追加した。抽出した機能を図8ですべて示した。しかし復帰の機能は、レジュームSWからのメッセージを起動に伝えるだけである。この機能は、起動に含むべきである。

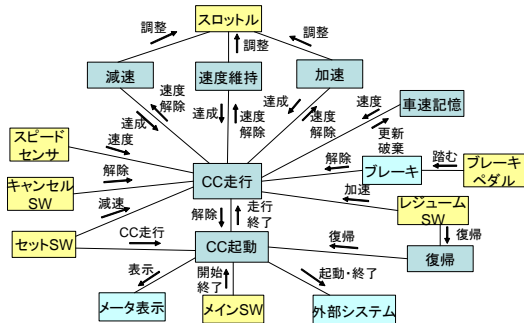


図8 コミュニケーション図

5.4. サービス抽出

図8より3.2節の条件を満たすサービスを抽出した。従っ

てサービスは、CC 起動, CC 走行, 減速, 速度維持, 加速, 車速記憶である。減速, 速度維持, 加速は, 同じメッセージの送受信を行うため速度サービスとしてまとめる。また, サービス間にインタフェースを介してメッセージ交換を行う。図9は複数の参加要素と協調関係が存在する起動サービスとCC走行サービスにインタフェースを用いて示す。

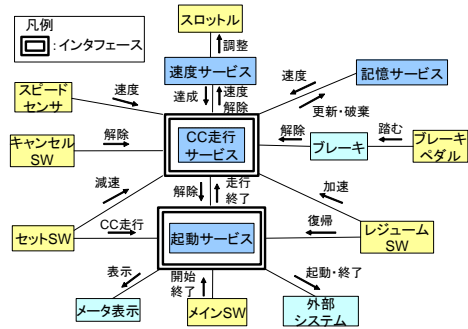


図9 CCのサービスを含むコミュニケーション図

6. 抽出したサービスの妥当性確認

6.1. サービスの再利用性の検証

CCで抽出したサービスがACCで再利用可能か確認した。再利用可能は、メッセージの変更が無い場合、メッセージの変更によりサービスの変更が無い場合とする。このときサービスとして妥当といえる。CCとACCのサービスを比較するために、ACCの分析を5章の分析と同様の流れで行った。この結果、起動, CC走行, 車間走行, 記憶, 速度, ブレーキをサービスとして抽出した。同じメッセージがCC走行と車間走行へ送られているためインタフェースを介してメッセージ交換を行う。複数の参加要素と協調関係が存在するため、起動もインタフェースを用いて示した。ACCの抽出したサービスとインタフェースを図10で示す。

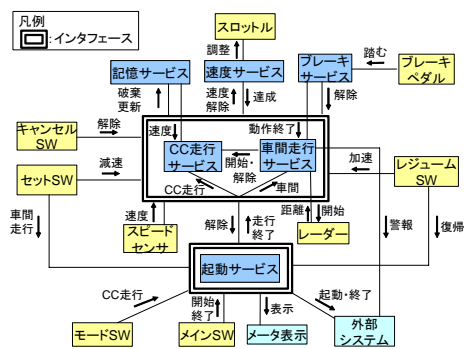


図10 ACCのサービスを含むコミュニケーション図

6.2. 再利用性の評価

CCとACCに共通するサービスは、起動, CC走行, 記憶, 速度である。ACCにのみ存在するサービスは、車間走行, ブレーキである。以下でサービスの再利用性の評価を行う。

(1) 起動サービスの再利用性

図 11 で起動サービスのメッセージ変更点を示す。起動サービスへの入力メッセージの変更は、モード SW によるメッセージの追加とセット SW のメッセージである。SW のメッセージの変更により起動サービスからのメッセージに車間走行のメッセージが追加された。入出力ともに変更されるため、再利用できない。よってサービスとして妥当でない。

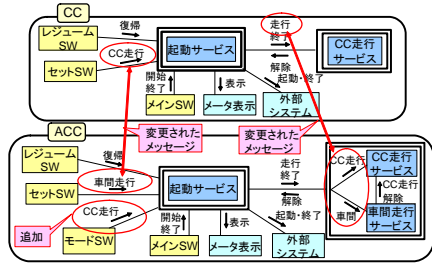


図 11 起動サービスのメッセージ変更点

(2) CC 走行サービスの再利用性

図 12 で CC 走行のメッセージ変更点を示す。異なるメッセージは、車間走行サービスからの CC 走行、解除のメッセージである。CC 走行メッセージは、起動サービスからのメッセージと同じである。解除メッセージは、キャンセル SW などからのメッセージと同じである。この 2 つのメッセージは、CC 走行サービスに元からあるメッセージと同じである。変更せずに再利用可能であるためサービスとして妥当といえる。

(3) 記憶、速度サービスの再利用性

これらは、CC と ACC においてメッセージの送り先や送り主に変更がある。しかしメッセージに変更がないため再利用可能である。従って、サービスとして妥当である。

(4) 車間走行、ブレーキサービスの再利用性

CC においてサービスでないため今回の検証では妥当か確認できない。

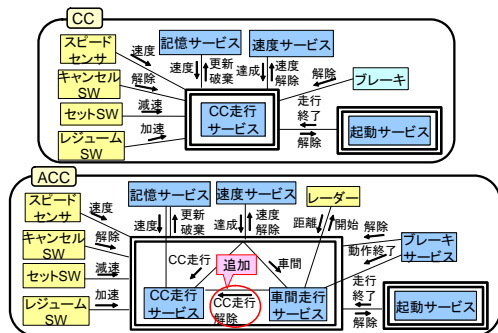


図 12 CC 走行サービスのメッセージ変更点

7. 考察

(1) サービス抽出プロセス

仕様書からの機能に着目してサービス抽出を行うために

ECU に着目したサービスよりサービスの変更が発生しにくい。そのため再利用性が高いサービス抽出が可能なプロセスといえる。

(2) 抽出したサービスの再利用

外部入力の変更によりサービスに変更が生じた。外部入力とサービスを分離する必要がある。検証では、サービスの妥当性確認できない場合があるため再考が必要である。

8. 今後の課題

(1) サービスへの非機能要求の追加

サービスに対して安全性や時間制約などの非機能要求に関する分析が必要である。インタフェースを介して行われるため、サービス間での制約を明確に示す必要がある。

(2) サービスの実装

ECU に実装する際に、抽出したサービスが複数の ECU にまたがるのが考えられるため機能の分割を考慮する必要がある。

(3) インタフェースの分析

コミュニケーション図に対してインタフェースを介してメッセージの送受信を行うとした。そのインタフェースについて詳細な分析が必要である。例えば、コンポーネント図を用いて示すことが考えられる。

9. まとめ

本研究では、自動車組込みシステムにサービス指向を適用するためにサービス抽出方法を提案した。仕様書から機能を抽出し、その機能をモデルで分析しサービスを抽出するトップダウンプロセスを用いた。抽出したサービスの再利用性を検証、評価した。

参考文献

- [1] M. Broy, Challenges in Automotive Software Engineering, Proc. of ICSE, May. 2006, pp. 761-767.
- [2] M. Deubler, et al, Tool Supported Development of Service-Based Systems, Proc. of APSEC, Dec. 2004, pp. 98-108.
- [3] V. Ermagan, et al, A Service-Oriented Blueprint for COTS Integration: the Hidden Part of the Iceberg, Proc. of IWICSS, May. 2007, p. 10(CD-ROM).
- [4] C. Ghezzi, et al, Validation of Component and Service Federations in Automotive Software Applications, Proc. of ASWSD, LNCS Vol. 4147, Jan. 2004, pp. 57-73.
- [5] I. H. Krüger, et al, Towards a Process and Tool-Chain for Service-Oriented Automotive Software Engineering, Proc. of ICSE, May. 2004, pp. 33-41.
- [6] トヨタ自動車, CROWN MAJESTA 新型車解説書, 2004.