

自動車クラウドサービスの ハイブリッドデータモデル設計手法の提案

M2011MM009 濱千代 正弥

指導教員 青山 幹雄

1. はじめに

現在、車載システムと外部ネットワークシステムが連携し、サービスを提供する自動車ネットワークサービスが実用化されている。サービスプロバイダは、自動車サービスをクラウド上で開発することや、他のクラウドサービスとの連携を期待しており、自動車とクラウド間での柔軟なサービス連携が必要となる[3]。しかし、自動車とクラウド間におけるサービス連携ではデータモデルが統一されていない。

本稿では、自動車とクラウド間でネットワークを介してサービス提供を行う自動車クラウドサービスに着目し、サービス開発時に使用されるデータモデルの設計手法を提案する。提案手法を用いてデータモデルを構築し、提案手法の妥当性を示す。

2. 研究課題

自動車クラウドサービス開発で用いられるデータモデルの課題として次の二つがある。

(1) 統一的なデータモデルが未定義

現在の自動車クラウドサービスでは、開発に用いられるデータモデルが標準化されていない。サービスプロバイダや提供サービスごとに、利用するデータが異なっている。サービス作成に用いるデータモデルにおいてもサービスプロバイダや開発者の判断に依存しており、統一的なデータモデルが存在しない。その結果、各データモデルの要素や属性の定義が多様化するという問題が発生する。この要素や属性の差によって、他のサービスとの連携が困難となる。

(2) データモデル設計手法が未確立

現在の自動車クラウドサービスには実装に用いられるデータモデルが多数存在する。また、このデータモデルは標準化されておらず、設計プロセスについても未確立となっている。よって、サービスプロバイダごとに異なる設計プロセスを用いてデータモデルを構築することになり、異なるプロバイダ間での連携を必要とするサービスの開発が困難となる。

3. 関連研究

3.1. HDM(Hybrid Data Model)

現在の多様化し複雑化するクラウドアーキテクチャに対し、各クラウド間を連携させるための論理データモデルを提案している[5]。異なるアーキテクチャモデルから構成されたク

ラウドの相互運用を可能にするため、複数のデータモデルを統合することでデータモデル間の差異を吸収する HDM を提案している。

3.2. Data Integration and Modeling

データ統合に用いられるデータモデル設計手法を提案している[2]。提案手法は SDLC (Systems Development Life Cycle) に基づくデータ統合手法であり、提案手法は Extract, Data Quality, Transformation, Load の四つのプロセスから構成される。

4. アプローチ

4.1. HDM を用いたデータモデル設計

HDM 設計プロセスに着目したデータ設計手法を提案する。HDM は基本要素とオプション(任意)要素の 2 種類のエンティティとそれらの関連で構成される。

本稿では自動車とクラウドそれぞれのデータモデルから要素を抽出する。抽出された要素をデータモデルに必須となる基本要素と任意であるオプション要素に分類する。分類されたそれぞれの要素を組み合わせることで、一つのデータモデルを構築する(図 1)。HDM を用いることで、サービス開発者は多様なデータモデルを扱うことが可能となる。

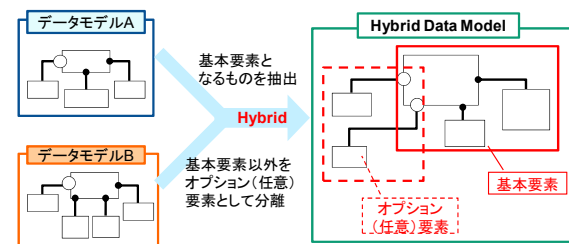


図 1 Hybrid Data Model 設計手法

4.2. 要素の比較と再定義

サービス連携を容易にするため、抽出要素を既存データモデルの各要素や抽出要素間で比較し、整合をとるために要素の再定義を行う。各抽出要素の比較項目は、「要素名」「属性名」「要素の持つ属性数」「未定義要素の有無」「未定義属性の有無」である。比較により問題だと判断される要素に対して、未定義属性の付加、要素名や属性名を統一して定義する。さらに、これらの要素から構成されたデータモデルに対して評価とデータモデルの構築を繰り返すことで、未定義要素と未定義属性を特定する。

5. データモデル設計手法の提案

5.1. 自動車クラウドサービスの全体像

自動車クラウドサービスにおけるアクタ、各機能を明確化する。自動車クラウドサービスでは、自動車(車載システム)、ユーザ(ドライバ)、クラウド(プロバイダ)の三つのアクタが存在する。また、機能として、サービスの公開、登録、利用、変更や削除が挙げられる。

図2に自動車クラウドサービスのユースケースを示す。

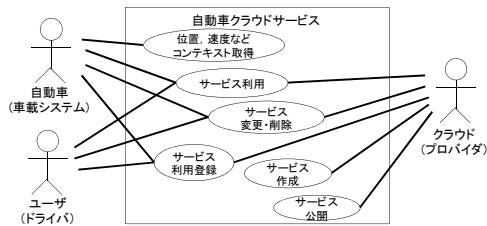


図2 自動車クラウドサービスのユースケース

自動車におけるデータの取得、通信などの機能は車内に搭載される車載サービスプロセカによって処理される。また、ユーザは携帯電話などの情報端末を用いてサービスを利用する。自動車クラウドサービスでは自動車とクラウド間におけるデータ交換が重要な機能であり、開発者は各自動車メーカーや異なる車種のデータを統一的に扱う必要がある。

5.2. データモデル作成プロセス

本稿における自動車クラウドサービスのデータモデル作成プロセスを図3に示す。四つのプロセスから構成され、データモデルの評価と再構築を繰り返すことで妥当性のあるデータモデルを構築する。

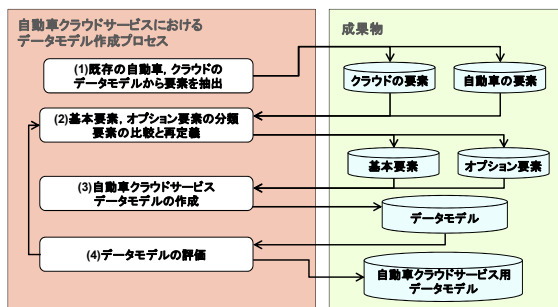


図3 データモデル作成プロセス

(1) データモデルからの要素抽出

クラウドと自動車のデータモデルから要素を抽出する。

(2) 基本要素、オプション要素の分類

抽出したクラウドと自動車の各要素を比較し、要素と属性の再定義を行う。その後、再定義された各要素はデータモデルにおいて必須である基本要素と、任意であるオプション要素へ分類する。

(3) データモデル作成

分類された基本要素、オプション要素を組み合わせること

でデータモデルを構築し、ER図などを用いて記述する。

(4) データモデル評価

自動車クラウドサービスにおけるユースケースを記述し、データモデルで定義されている要素がユースケースの要素を満たすか網羅率などを用いて定量的に評価する。構築データモデルの妥当性が確認されるまで(2)のプロセスに戻り、要素の再定義やデータモデルの再構築を繰り返す。

5.3. 提案データモデルの適用ドメイン

自動車クラウドサービスのデータモデル作成にあたり、データモデル作成ドメインを特定する。表1にデータモデル適用ドメインの機能分類表を示す。本稿ではドアロック制御などを行うボデー系サービスや外部との情報通信により実現されるテレマティクスサービスを対象とする。

表1 適用ドメイン

機能分類	機能一覧
ボデー系	ドアロック、エアコン、ライトなど車体に関する機能
安全快適	自動ブレーキ、車間距離制御など制御機能の連携により自動的に安全性を実現する機能
診断、保守	故障診断や保守などの機能
ITS	ETCやITSスポットなど、路側機や車車間通信により実現する機能
テレマティクス	通信機器による位置情報収集や遠隔サービス機能
インフォテイメント	カーナビ、オーディオなどで情報提供を行う機能

5.4. データモデルからの要素抽出

(1) クラウドからの要素抽出

NIST (National Institute of Standard and Technology)[4]とDMTF (Distributed Management Task Force)[1]から要素の抽出を行った。抽出結果を表2に示す。

表2 クラウド要素の抽出

要素名	要素の定義		定義属性数	
	NIST	DMTF	NIST	DMTF
Cloud Service Consumer	○	○	5	2
Consumer Information	○	○	6	6
Cloud Computing Active Services	○	○	4	4
Customized Service	○	○	4	4
Cloud Configuration	○	○	4	4
Cloud Infrastructure Management	○	○	6	5
Cloud Resource Management	○	○	4	3
Cloud Service Management	○	○	6	6
Cloud Service Developer	×	○	—	2
Cloud Operations	○	×	4	—
Cloud Carrier	○	×	3	—
Cloud Service Broker	○	×	4	—
Cloud Service Auditor	○	×	4	—
Intermediary	○	×	5	—

要素の違いとして、Cloud Service Developer や Cloud Carrier など、一方のクラウドでしかアクタとして定義されていない要素がある。また、NIST では追加要素としてクラウド監視者とサービスプロバイカの ID を保持する Intermediary 要素や、リソースの管理を行う Cloud Operations 要素が定義されている。両クラウドで同様に定義されている要素であっても、定義されている属性数や属性名の差異がある。

(2)自動車からの要素抽出

Lexus LSとG-Linkから要素の抽出を行った[6]。抽出要素はアカウント情報、サービス情報、車両情報の三つに分類される。アカウント情報内の要素は、ユーザ ID や氏名などのユーザ系要素、車体番号や車種などの車両系要素、サービス ID や利用可能サービスなどのサービス系要素の三つに分類される。さらに車両情報の区分は、走行系要素、環境系要素、メータ系要素に分類される(表 3)。

表 3 自動車要素分類

分類	要素
アカウント情報	<ユーザ系> ユーザ ID, 氏名, 住所など
	<車両系> 車体番号, 車種, メーカーなど
	<サービス系> 登録済みサービス, 使用料金など
サービス情報	サービス ID, サービス名, サービス概要など
車両情報	<走行系> エンジン, ブレーキ, ヨーレートなど
	<車体系> ドア, ウィンドウ, ライトなど
	<メータ系> スピードメータ, トリップメータなど

5.5. 提案データモデル

作成プロセスに従い、5.4 節から得られた要素を組み合わせさせてデータモデルを構築する。構築されたデータモデルを図 4 に示す。要素の抽出対象としてクラウドでは DMTF[1] と NIST[4]、自動車サービスでは Lexus G-Link[6]を用いた。

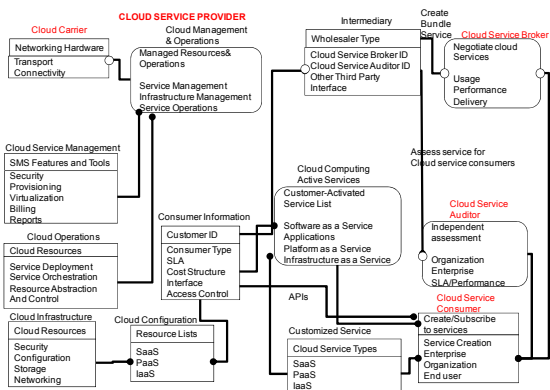


図 4 提案データモデル

提案データモデルの構成要素として、ユーザアカウント管理の顧客情報、車両情報、サービス情報などがある。また、クラウドサービスとの連携のため、クラウドプロバイダやリソース情報などの要素を持つ。

6. 例題への適用

6.1. 適用ドメイン

提案手法と構築されるデータモデルの妥当性を評価するため、例題を用いてデータモデルの評価を行う。例題への適用にあたり、本稿ではドアロックサービスやリモート確認サービスなどの厳しいリアルタイム制約のないソフトウェアのテレマティクスサービスを対象とする。

6.2. テレマティクスサービスへの適用

提案データモデルをテレマティクス系サービスの例題に適用する。Lexus G-Link システムで提供されているリモート確認、リモート操作、警報通知の三つのサービスを対象とした。各サービスにおけるアクタはユーザ、自動車、クラウドサービスセンターの三つから構成される。

作成プロセスに基づき、サービスを追加することにユースケース作成と要素抽出、データモデルとの要素比較を行い評価する。各サービスから抽出された車両情報に関わる要素を表 4 に示す。

表 4 自動車要素分類

サービス名	抽出要素
リモート確認サービス	ドア, トランク, ボンネット, ウィンドウ, スマートキー, 侵入センサ, ハザードランプ, オドメータ, トリップメータ, アラーム, ステアリング, 燃料メータ, GPS, 運行状態, 時計, 車速
リモート操作サービス	ドア, ウィンドウ, エアコン, ハザードランプ, 運行状態, 時計
警報通知サービス	侵入センサ, 車室内カメラ, アラーム, ステアリング, ハザードランプ, 運行状態, 時計

これらの抽出要素と提案データモデルが持つ要素を比較することで提案データモデルを評価する。本稿における評価項目は「要素の網羅率」と「要素の不足率」「再定義要素の利用頻度」の三つである。

6.3. 適用結果

各サービスから抽出した要素と提案データモデルの要素の比較を行う。データモデル評価時に提案データモデルで満たせていない不足要素と不足属性を表 5 に示した。適用結果から、不足要素として燃費やキー情報、不足属性としてドアウィンドウ開閉値などが得られた。これらの不足属性と不足要素を追加し、再びデータモデルを比較し評価する。

表 5 要素の比較結果

サービス名	不足要素	不足属性
リモート確認サービス	キー位置情報, 給油後平均燃費, 通算平均燃費, 航続可能距離	ウィンドウの開閉値
リモート操作サービス	サービス利用情報, 運行状態	ハザードランプの点滅時間
警報通知サービス	-	-

7. 妥当性の評価

7.1. 要素の網羅率

6章の各サービスから抽出した要素に対する網羅率を測定し評価する。評価にあたり、提案データモデル内の車両情報の要素を対象とした。抽出要素のうち、提案データモデルでも定義されている要素を一致要素として定義する。また一致要素数を抽出要素数で割った値を網羅率と定義し、式(1)に示す。評価回数に対する網羅率の変化を図5に示す。

$$\text{網羅率} = \frac{\text{一致要素数}}{\text{抽出要素数}} \quad (1)$$

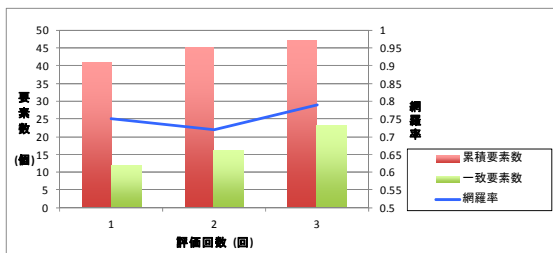


図5 網羅率の変化

不足要素を段階的に追加するため、評価の回数が増える度に提案データモデルの累積要素数は増加する。抽出要素数はサービスによって異なり、評価回数には依存しない。

図5より、評価回数と網羅率の値は常に比例関係にはならないことが示された。しかし、評価回数に比例し、母数となるデータモデル要素数と一致要素数は常に増加する。よって評価回数を増やすほど一致要素数の割合が増加し、網羅率の値は1.0に近づくと推測できる。

7.2. 再定義要素と不足率

評価プロセスで不足要素として抽出され、再定義した要素を再定義要素と定義する。車両情報の要素を対象とし、例題から得られた再定義要素が他のサービスにおいて利用されるか評価する。また、抽出された再定義要素をデータモデルの累積要素数で割った値を、要素の不足率と定義し、式(2)に示す。評価回数に対する不足率の変化を図6に示す。

$$\text{不足率} = \frac{\text{再定義要素数}}{\text{データモデルの累積要素数}} \quad (2)$$

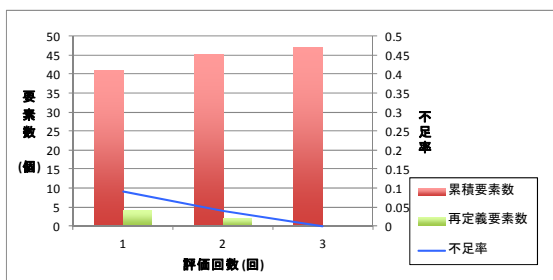


図6 不足率の変化

図6に示すように、評価とデータモデル再構築を繰り返すごとに累積要素数は増加し、不足率は段階的に減少する。

また、評価時に再定義した要素が他のサービスでも利用されるのかを確認した。再定義要素のうち、キー位置情報や運行状態の要素は他のテレマティクスサービスでも利用されており、利用頻度が高い。よってテレマティクスサービスにおけるデータモデルではこれらの要素を必須要素としてデータモデルに付加する必要があると考えられる。提案プロセスに基づき、要素の抽出、再定義、評価を繰り返し行うことで、データモデルの要素の利用頻度が測定可能となる。測定された利用頻度の値は、必須要素とオプション要素の分類基準として利用できる。

8. 今後の課題

8.1. データモデル作成プロセス

基本要素とオプション要素の分類プロセスにおいて、サービスにおける要素の利用頻度以外の分類基準や、要素分類の詳細定義が必要である。

8.2. データモデルの妥当性評価

データモデルの妥当性評価において要素の網羅率の値を用いたが、網羅率だけではデータモデル評価と再構築の終了タイミングが判断できない。よってデータモデルの評価終了基準の定義が必要である。

9. まとめ

本稿では、自動車とクラウドが連携しサービス提供を行う自動車クラウドサービスにおいて、HDM 作成プロセスに基づくデータモデル設計手法を提案した。さらに、サービス連携に必要なデータモデル作成プロセスを定義した。提案プロセスに基づきデータモデルを構築し、例題に適用することでデータモデル設計手法と構築データモデルの妥当性を評価した。

参考文献

- [1] DMTF (Distributed Management Task Force), <http://www.dmtf.org/jp>.
- [2] D. Giordano, Data Integration Blueprint and Modeling, IBM Press, Jan. 2011.
- [3] A. Iwai, et al., Automotive Cloud Service Systems Based on Service-Oriented Architecture and Its Evaluation, Proc. IEEE CLOUD 2011, Jul. 2011. pp. 638-645.
- [4] NIST (National Institute of Standard and Technology), <http://www.nist.gov/index.html>.
- [5] A. Samba, Logical Data Models for Cloud Computing Architectures, IEEE IT Professional, Vol. 14, No. 1, Feb. 2012. pp. 19-26.
- [6] トヨタ自動車, Lexus LS 電子技術マニュアル, 2006.