

車載データ統合アーキテクチャにおけるセンサ変更時のソフトウェア設計容易性の検討

中井 将貴[†] 山口 晃広^{††} 島田 秀輝[†] 佐藤 健哉[†] 高田 広章^{††}

[†]同志社大学理工学部 ^{††}名古屋大学大学院情報科学研究科付属組込みシステム研究センター

1 はじめに

現在、自動車の安全、快適性を目的として、衝突防止システム、レーンキーピングシステム、ナイトビジョンシステムなど様々なアプリケーションが自動車に搭載されており、自動車はソフトウェアによって走っているともいわれている。そして、自動車には電子制御ユニット (ECU) が装備されておりその数は100個に及ぶ。その複雑さゆえに ECU のデータを整理統合して低価格で品質の高いシステムを作ることが大きな課題となっている。特に、現状の自動車では、センサの変更への対応やセンサの構成が異なる別車両への適用が困難である。そこで、我々が研究している車載データ統合アーキテクチャ(Cloudia)[1]では、アプリケーションからセンサに依存する処理を切り離してデータを ECU 間で共通化し統合的に管理することができる。本研究では、Cloudia のデータストリーム管理技術を用いてデータ処理を効率的に記述する方法を検討しソフトウェアの開発容易性を検討する。

2 車載データ統合アーキテクチャ Cloudia

Cloudia は、複数のアプリケーションにおいてそれぞれ別々に管理されていたデータを統合的に管理し、各アプリケーションにデータアクセス API を提供するソフトウェアプラットフォームである。Cloudia のシステム構成図を図1に示す。Cloudia では複数のアプリケーションにおいてそれぞれ管理されていたデータを物理的あるいは仮想的にデータ空間として統合管理し、センサを切り離す構成を採る。従来システムでは個別に管理されていたセンサデータや、車車間通信、路車間通信によって通信されたデータが Cloudia により統合的に管理することができる。Cloudia では、データをデータストリーム管理システム (DSMS) により管理している。DSMS ではデータ処理をクエリとして記述することができる。また Cloudia のクエリは Borealis[2] の記述方法に基づき、ストリーム処理の演算であるオペレータをストリームで繋ぐことで記述される。センサ依存部は使用するセンサごとに出力される値が違うことを加味し正規化を行う箇所であり、センサ非依存部はセンサに依存しない部分とする。

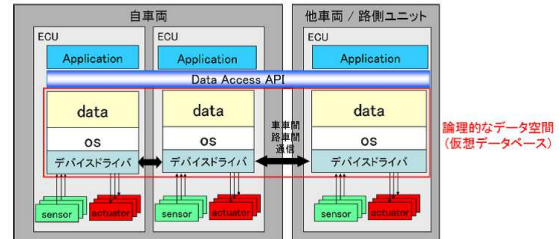


図1: Cloudiaによるシステム構成

3 問題点

車載データ統合アーキテクチャを用いない現状システムでは、自車速度センサやレーザセンサなどの車載センサから計算される様々なデータにどのような種類のものが存在するか分からない。またセンサ変更、追加時には全体のシステム構成を大きく変える必要がありシステム変更量にもなって車載システム設計時のコストが大きい。

4 提案方式

4.1 アイデア

Cloudiaを用いることで、アプリケーションのデータ処理をDSMSのクエリとして記述する。そして、相対距離や加速度といったセンサに依存しないデータを定義し、それらのデータを利用する処理をセンサ変更時に再利用する。この手法により、センサの変更や追加が起こっても、データ処理の記述における変更量を抑えることができる。

4.2 提案方式によるクエリの実装

Cloudiaの仕様に基づいてアプリケーションのデータ処理をクエリにより作成する。前提条件としてセンサは自車速度センサ、レーザセンサ、アプリケーションは衝突回避を目的としたプリクラッシュブレーキ(PCB)を考える。次にセンサ依存部、センサ非依存部のデータ計算の様子を明確にする。プリクラッシュブレーキによる衝突回避にはSDAアルゴリズム[3]を用いる。図2、図3、図4ではサブクエリを四角で囲っている。サブクエリはオペレータの構成により実現することができ、四角に囲われている言葉はそのサブクエリで出力されるデータの定義を示す。楕円で囲っているものはそれぞれがハードウェアから値を取得またはハードウェアに出力する部分とする。

危険予測を計算するSDAアルゴリズムは

$$x < V_f * T_c + \left(\frac{V_f^2}{2 * a_f} - \frac{V_p^2}{2 * a_p} \right) + D_s$$

Consideration about Designing Software for Ease of Changing Sensor on Automotive Data Integration Architecture

[†] Masaki NAKAI, Hideki SHIMADA, Kenya SATO

^{††} Akihiro YAMAGUCHI, Hiroaki TAKADA

Faculty of Science and Engineering, Doshisha University ([†])
Center for Embedded Computing Systems, Nagoya University (^{††})

※ T_c と D_s は定数

と表わすことができる. x は相対距離, V_f は自車速度, a_f は自車加速度, V_p は先行車速度, a_p は先行車加速度のことを指す. 加速度センサを使用しない場合は自車加速度 a_f を自車速度から

$$a_f = \frac{\text{時間 } t_2 \text{ における速度 } V_2 - \text{時間 } t_1 \text{ における速度 } V_1}{\text{時間 } t_2 - \text{時間 } t_1}$$

で出力する. 相対速度 v は相対距離から

$$v = \frac{\text{時間 } t_2 \text{ の相対距離 } x_2 - \text{時間 } t_1 \text{ の相対距離 } x_1}{\text{時間 } t_2 - \text{時間 } t_1}$$

で出力する. 先行車速度 V_p は, 自車速度と相対速度の足し合わせにより出力し, 先行車加速度 a_p は, 先行車速度を使用して自車加速度と同じ計算式で出力する. SDA アルゴリズムでは自車速度, 自車加速度, 先行車速度, 先行車加速度の値が必要であるためそれぞれの値を出力するサブクエリを作成し危険予測サブクエリにつなぐ. 危険予測のサブクエリでは SDA アルゴリズムの計算を行っている.

5 評価

新規センサは加速度センサとし, センサ変更ではレーザセンサの代わりに車車間通信により先行車位置情報を取得し, 先行車と自車の距離計測を行うとする.

5.1 評価対象

- (A) 新規センサ追加時
- (B) センサ変更時

以上 2 つの場合でセンサ非依存部を変更する必要がないことを評価する.

5.2 評価結果

加速度センサを使用せずに自車速度から計測したクエリ図 2 と加速度センサを追加したときのクエリ図 3 を比較する. 加速度センサを使用しない時と加速度センサを使用した時ではセンサ依存部のサブクエリである速度から加速度へのストリームが削減され加速度センサから加速度の値を使用しているのセンサ非依存部に変更点がないことがわかる. また, 図 4 はレーザセンサを自車位置センサと先行車位置情報に変更したクエリである. レーザで先行車との相対距離を測定していたものを自車位置センサと先行車位置情報の位置推定から相対距離を出力している. 自車位置センサは自車位置を GPS で認識するセンサとし, 先行車位置情報は車車間通信により得られる先行車の位置情報とする. 相対距離は自車位置の GPS 情報と先行車の位置情報の差分をとることで測定できる. これも図 2, 図 3 同様にセンサ非依存部の変更点がない. よってセンサ依存部の変更のみでアプリケーションが実現できていることがわかる.

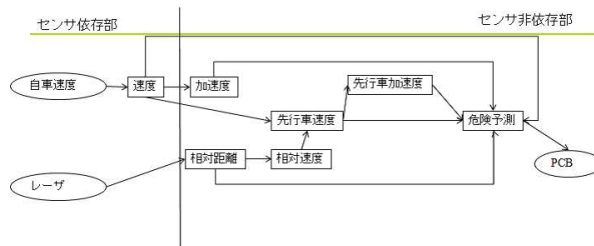


図 2: 基本となるクエリ

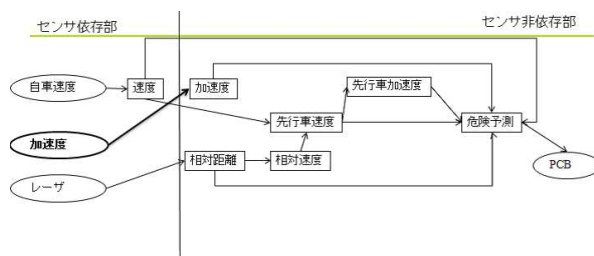


図 3: 加速度センサを用いる場合のクエリ

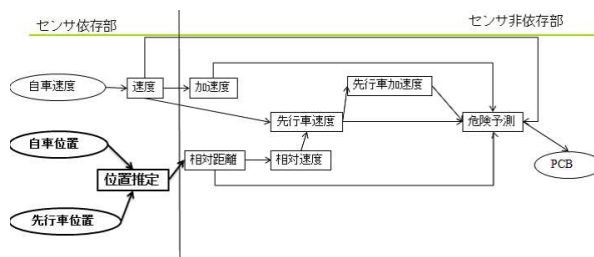


図 4: 自車位置センサと先行車位置情報を用いた場合のクエリ

6 おわりに

本研究で, センサ追加時と変更時のクエリ作成によるソフトウェア設計容易性の検討を行った. 車載データ統合を用いない現状システムであれば, センサを追加, 変更した際のデータ処理の再利用は容易ではない. 本稿では, Cloudia を用いて, センサ変更時のデータ処理の開発コストを削減する方法を提案し, 有効性を確認した. 今後は Cloudia を使用しない場合と Cloudia を使用した場合のプログラムによるコード変更量についても評価する必要がある.

7 謝辞

本研究の一部は総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 (121806015) の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] Cloudia: 車載データ統合プラットフォーム-基本コンセプト-情報処理学会研究報告, EMB, 組込みシステム pp.1-6 佐藤 健哉, 勝沼 聡, 山口 晃広, 島田 秀輝, 本田 晋也, 中本 幸一, 高田 広章 (2012)
- [2] Borealis Distributed Stream Processing Engine, <http://www.cs.brown.edu/research/borealis/public/>.
- [3] Forward collision warning: preliminary requirements for crash alert timing. Society of Automotive Engineers pp.1-9 LeBlanc, D., Kiefer, R., Deering, R., Shulman, M., Palmer, M. and Salinger, J. (2001).