高品質なAUTOSARプラットフォームの研究開発

飼鳥 晴康[1]　日比野 裕[2]　高田 光隆[2]　高田 広章[2]

概要：名古屋大学 附属組込みシステム研究センターでは，AUTOSAR プラットフォームの研究開発に取り組み，その研究成果である ATK2(OS)，A-COMSTACK(COM)，A-RTEGEN(RTE) を TOPPERS プロジェクトより公開した．本ポスターでは公開成果物を含む研究成果について説明し，今年度より開始した高品質な車載制御システム向けソフトウェアプラットフォームに関する研究開発について紹介する．

キーワード：AUTOSAR，車載システム，プラットフォーム，RTOS

Research and development of high quality AUTOSAR platform

Haruyasu Kaitori[1]　Yu Hibino[2]　Mitsutaka Takada[2]　Hiroaki Takada[2]

Abstract: This poster introduces the research and development of high quality software platform which is based on AUTOSAR specification for automotive control systems. We have researched and developed AUTOSAR platform in Nagoya University Center for Embedded Computing Systems. The real-time operating system (ATK2), the COM stack (A-COMSTACK) and the RTE generator (A-RTEGEN) have released by the TOPPERS project. In addition, we have researched ATK2 with timing protection. Furthermore, we have researched a Watchdog stack as another Basic Software module in AUTOSAR platform.

Keywords: AUTOSAR, Automotive Systems, Platform, RTOS

1. 背景

AUTOSAR[*1]とは，欧州自動車メーカーを中心に，車載ソフトウェアのアーキテクチャおよび仕様を策定し，車載ソフトウェアの共通化を目指す組織および仕様の名称である．名古屋大学大学院情報科学研究科附属組込みシステム研究センター (NCES) では，複数の企業と共同で，AUTOSAR 仕様をベースとした高品質な車載制御システム向けプラットフォームの研究開発に取り組んでいる．

近年，車載ソフトウェア開発分野では，機能安全などの安全基準に対応するために，AUTOSAR プラットフォームの導入が国際的に進んでおり，今後，AUTOSAR に準拠していない自動車や車載製品は，海外展開が難しくなる恐れがある．しかし，日本語の仕様書や，低コストで入手可能な AUTOSAR プラットフォームが存在せず，日本での AUTOSAR 導入は遅れている．このままでは，近い将来に，車載制御システム向けのプラットフォームは海外企業の製品で寡占状態となる可能性もある．さらに，海外製のプラットフォームを購入して使用しているだけでは，日本の主要産業である自動車の品質や性能の低下，価格の高騰を招く恐れがある．

[1] 富士ソフト株式会社
FUJI SOFT INCORPORATED
[2] 名古屋大学
Nagoya University

[*1] AUTomotive Open System ARchitecture
http://www.autosar.org/

2. 研究開発範囲

AUTOSAR には，車載システムを実現するために必要な要素が広い範囲で詰め込まれており，大規模かつ複雑な仕様となっている (図 1)．

そこで NCES では，AUTOSAR 仕様をベースに ATK2(OS)，COM スタック (COM)，RTE ジェネレータ (RTE) の研究開発を段階的に行った．そして，昨年度までに開発した成果物の一部を TOPPERS プロジェクト[*2] より公開している．今年度より，さらに高品質な車載制御システム向けプラットフォームを目指すため，以下の 4 つのテーマに関する研究開発に取り組んでいる．

1) 機能安全規格対応：ISO 26262 製品認証を取得する際に必要なワークプロダクトのうち，ATK2 に関するド

[*2] http://www.toppers.jp/atk2.html

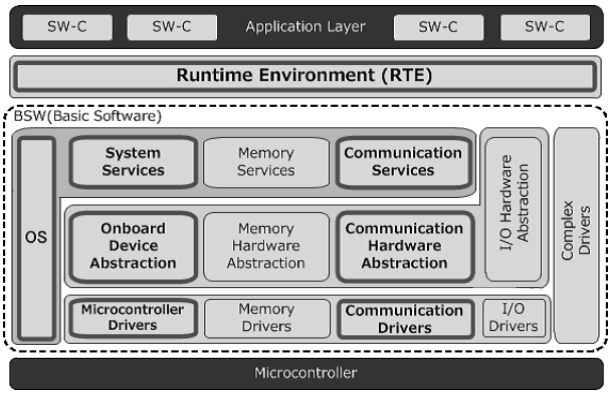

図 1 AUTOSAR アーキテクチャ
Fig. 1 The AUTOSAR Architecture

キュメントを提供する．

2) OS の時間保護機能拡張：機能安全要件を満たすために必要な時間保護機能を持った OS を検討・開発する．
3) BSW モジュール開発：ウォッチドッグスタック (WDG スタック) を新規に開発し，COM スタックを拡充する．
4) RTE ジェネレータ機能拡張：複合データ型対応，AUTOSAR サービス対応，ジェネレートコードのインライン化，Inter Runnable Variables を対応する．

本発表では，OS の時間保護機能拡張，および，WDG スタック開発についての詳細を説明する．

2.1 OS の時間保護機能拡張

本研究では，時間保護機能を持った ATK2 の仕様検討，および，開発を行う．

AUTOSAR 仕様で規定される時間保護機能とは，OS が管理する処理単位である，タスク，および，割込みサービスルーチンに対して，実行時間，到着間隔，リソース占有時間，割込み禁止時間の最大時間をそれぞれ保護するものである．しかしながら，現在公開されている AUTOSAR 仕様の時間保護機能には，仕様に曖昧な点が多く，実装が困難であるという課題がある．そのため，本研究では，AUTOSAR 仕様の時間保護機能に関する仕様を検討した後，ATK2 を拡張開発する．

一方で，AUTOSAR 仕様の時間保護機能は，処理単位ごとの時間を保護するものであり，実行時間のオーバヘッドが大きくなってしまうと考えられる．そこで，本研究では，処理単位ごとに時間を保護するのではなく，AUTOSAR 仕様における OS アプリケーション (処理単位の集合：OSAP) ごとに時間を保護する機能 (Time Partition：TP 機能) の検討・開発を行う．そして，従来の時間保護機能と TP 機能を持った ATK2 をそれぞれ実装し，それらの性能評価結果を比較し，TP 機能の優位性を明らかにする．

TP 機能とは，すべての OSAP を実行する周期 (システム周期) と，システム周期内で各 OSAP が実行される時間 (タイムウィンドウ) を予め設定し，OSAP に属する処理単位を，設定されたタイムウィンドウ内で実行するようにスケジュールする，ARINC653 仕様ベースの機能である．つまり，決められたシステム周期内において，決められた CPU 使用時間を OSAP に対して保証する機能である．

TP 機能においては，処理単位が設計時に想定された最大時間を違反したとしても，その影響は，その処理単位が属する OSAP 内に限られるため，処理単位ごとの時間を監視しない．よって，TP 機能では，処理単位が切り替わるたびに時間の監視対象を切り替える処理は必要なく，実行時間のオーバヘッドが小さくなると考えられる．

2.2 WDG スタック開発

本研究では，ソフトウェアの安全機能で要求される，ソフトウェアの実行順序や処理時間の監視機能を提供する WDG スタックを開発する．WDG スタックは，AUTOSAR において WDG タイマ機能を利用するための BSW モジュールである．

WDG スタックは，監視対象のソフトウェアコンポーネント (監視エンティティ) 内に配置されたチェックポイントに基づいて，ソフトウェアコンポーネントの振舞いを監視する．WDG スタックの提供する監視機能には，アライブ監視，デッドライン監視，ロジカル監視の 3 種類がある．

1) アライブ監視：周期的なソフトウェアの実行頻度を監視する機能である．監視エンティティ内のチェックポイントへ到達した回数が規定範囲内に収まっていることを定期的に確認する．
2) デッドライン監視：非周期的なソフトウェアの処理時間を監視する機能である．監視エンティティ内のチェックポイント間における処理時間が規定範囲内に収まっていることを確認する．
3) ロジカル監視：ソフトウェアの実行順序を監視する機能である．チェックポイント間の遷移を予め設定しておき，チェックポイントへ到達する度に，正しい遷移であることを確認する．

制御システムの開発者は，WDG スタックの提供するこれらの監視機能を必要に応じて使い分け，システムに異常が発生しているかどうかを動的にチェックして，システムで要求される安全を保証する．異常発生時はユーザへの障害通知やコンポーネント単位での障害回復処理が可能である．本開発においても，AUTOSAR 仕様に散見される曖昧な部分に対し追加・改変を行っている．

3. 今後の展望

高品質な車載制御システム向けプラットフォームに関する研究開発を行い，世界でトップ 3 入りを目指すことにより，日本の自動車産業における国際競争力の維持・発展に貢献する．さらに，その成果を TOPPERS プロジェクトから公開することにより，日本の技術力向上に寄与する．