

SSR産学戦略的研究フォーラム平成22年度応募書類

[提案者]

所属機関：情報・システム研究機構 国立情報学研究所

氏名：中島 震（なかじま しん）

連絡先：nkjm@nii.ac.jp

略歴：

1981年 東京大学大学院理学系研究科修士課程修了

同年 日本電気入社、同社研究開発グループ、2002年 法政大学、を経て、

2004年 国立情報学研究所教授（現在に至る）

2005年 総合研究大学院大学教授（併任）（現在に至る）

この間、

1988－1989年 米国オレゴン大学客員研究員

2001－2004年 科学技術振興機構さけがけ研究員（兼任）

2004－2007年 科学技術振興機構SORST研究員（兼任）

2004－2007年 北陸先端科学技術大学院大学JJREX客員教授

などを歴任。2000年 学術博士（東京大学）

その他、本調査研究提案に関連する活動として以下の実績がある。

2008－2009年 計測自動制御学会 SysML 調査研究会副査

2008－現在 日本自動車研究所自動車電子システム調査委員会委員

2009－現在 DSF（Dependable Software Forum）設立委員

主要著書・訳書

中島震（著）：SPINモデル検査、近代科学社2008

中島震（監訳）、谷津弘一、野中哲、足立太郎（訳）：SPINモデル検査入門、
オーム社2010

1. 調査研究テーマ

C P S時代のソフトウェア工学に関する調査研究

(C P S = Cyber-Physical Systems の略)

2. そのテーマの戦略的意義／位置付け

21世紀も、はや10年が過ぎ、情報学の分野が第3の時代を迎えたといわれる。第1の時代は、コンピュータシステムそのものに関する研究開発が主であった。その後、インターネットの普及と共に遠隔地にあるコンピュータシステムをネットワーク結合し、大量データを共有、利用できる第2の時代が到来した。次に第3の時代では、コンピュータシステム内部の世界と我々が生きる実世界を結ぶことで、新しいサービスの創造、付加価値を生み出す技術に期待が集まっている。

第3の時代の情報学を的確に表現するために、C P S (Cyber-Physical Systems) という言葉が案出された。コンピュータシステム (Cyber World) と実世界 (Physical World) を連携させるシステムである。このような連携は、従来は、組込みシステムの制御ソフトウェアとして開発されていた。C P Sは来るべき新時代の「礎の学」として新しい規範を生み出す点が大きく異なる。

C P Sは北米発の言葉である。上記に述べたコンピュータシステムと実世界を連携させる新しいサービスが、将来、多くの応用セクタで出現する。そこでの共通的な技術挑戦課題を3つに整理し、これに対する基礎研究アプローチをC P Sと命名した。3つの課題は以下の通りである。

- (1) 離散情報 (デジタル) と実数情報 (アナログ) の共生
- (2) 不確実な情報のもとでの処理
- (3) 複雑システムへの対応

一方、欧州に目を向ける。EU研究開発支援の枠組みは「市場指向」を強調する。学術的な研究成果と実用化の間に横たわる大きな溝を埋めるための産学連携研究を強化している。道路交通・航空・医療などの分野の研究開発をE S D (Embedded Systems Design) として積極的な研究開発支援投資を行っている。E S Dの応用セクタはC P Sでも想定している。すなわち、C P SとE S Dは研究開発支援の経緯によって異なる用語であるが、具体的な研究活動に目を向けると、両者の目指すところは同一といえる。実際、北米とEUの研究者たちは、本技術分野において、数年前より戦略的に連携活動を行っている。

C P Sを含む3つの時代、いつであっても、システム構築の要となるのは、ソフト

ウェア開発の技術である。同時に、開発対象システムの特質が異なれば、必要とされる開発技術も変わってくる。すなわち、CPS時代のソフトウェア工学とは如何なる姿を示すべきか、をあきらかにすることが現在の重要課題となっている。

先に述べたように、CPSはあらゆる応用セクタに関わる基本的な技術である。一方、国内産業の状況からみると、車載ソフトウェアのソフトウェア工学が特に重要になっているといえる。車載システムの機能安全規格 ISO/DIS26262 が公表され、2~3年後にIS化される。26262の主題である安全設計とソフトウェア工学の中心課題のひとつである高信頼化は互いに切り離すことができない。CPS時代のソフトウェア工学を論じる際の具体的な応用として、車載ソフトウェアを考えることが産業上からも期待される選択肢であるといえる。

3. 調査研究の概要

CPSは現在進行形で形成されつつある巨大な研究領域である。異なる発展経緯を持つ数多くの研究グループの活動に関わる。そのため、統一的な活動が存在するという領域ではない。狭い意味では制御工学の研究に祖を持つグループがCPSのキーワードで活動している。しかし、本調査研究の目的は、来るべきCPS時代のソフトウェア工学に対する技術体系を鳥瞰することである。そのために、ソフトウェア系の研究に焦点をあてる。

ソフトウェアからCPSをみる場合、モデリングと自動検証の分野に大きく分けることができる。特に、モデリング記法は標準化と密接に関係することから、産業界の関心が高い。たとえば、SysML、AADL、EAST-ADL2 などがある。従来のUMLと異なる点は、ソフトウェアだけではなく、装置を含むシステム全体のモデリングを可能とするような拡張、工夫がなされていることである。

CPS時代のモデリング記法は、装置の特性やリアルタイム性に関わる性質を表現するために、定量的な制約を明示的に取り扱う。これによって、従来は状態の遷移によって表現されていた離散的な性質に加えて、連続量の取り扱いが可能となる。まさにCPSの基本的な課題へのチャレンジといってよい。

一方、このような特徴は、モデル生成物の整合性あるいは妥当性に関する自動検証を難しくする。現在、離散的な状態遷移システムに対するモデル検査法が自動検証の手法として成功を収めている。しかし、時間や制御対象が持つ連続量を従来のモデル検査の枠組みで取り扱うことは難しい。実際、任意の振る舞いが充足するかの検査と

いった一般的な問題は決定不能であることがわかっている。そのため、検査対象システムの特徴を考慮した自動検証方法、あるいは、自動検証よりは取り扱いの容易な検査への適用法などの技術に関する研究が活発化している。

本調査研究は、欧米を中心とする技術動向調査ならびにモデリング記法と自動検証の連携方式に関する実験の2つの観点から実施する。

A. 技術動向調査

関連する国際会議は数多くある。モデリング中心の国際会議（MODELS 等）、自動検証に関わる国際会議（FLoC、FP7プロジェクトワークショップ等）、ESD 関係の国際会議（ESWEEK あるいは FP7-ArtistDesign 関係）の中から、いくつかの会議に参加し最新状況を調査する。また、相手先との調整が成功すれば、FP6 あるいは FP7 のプロジェクトへの参加あるいは関連研究を実施している研究機関を訪問し調査を行う。なお、モデリング記法については、文献調査を含めて、複数のモデリング記法の間を調査し、産業界の方が必要とする情報の形に整理することを計画している。

B. 実験

先に述べたモデル生成物の自動検査に関しては学術研究論文が数多く発表されている。しかし、基本的な方式あるいは典型的な例題についての結果が報告されているだけである。実際に使う際のノウハウや検査対象の規模に対するツールの強さなどは論文からではわからない。そこで、本調査研究の中で、モデル生成物を対象とする自動検証の実験を行う。SysML、EAST-ADL2 等のなかからモデリング記法を選び、具体的な記述例を対象として自動検証を実施する。ここでは、最先端のオープン化 SMT ツールを用いることを計画している。

4. 調査研究の進め方（共同研究者など）

本調査研究の対象は広範にわたるため、モデリングに関する専門家、自動検証に関する専門家、さらに、最重要な応用セクタである車載ソフトウェアに関する専門家からなる共同体制をとる。特に、車載ソフトウェア関連については当該ビジネス分野の産業界からオブザーバを招く。産学連携であると同時に、IT 産業（SSR 賛助企業）と車載ソフトウェア産業との連携という形で進める。

具体的な進め方は次の通りである。大学側共同研究者を中心に海外動向調査を実施する。国際会議への参加、ならびに欧米研究機関訪問（日本での欧米研究者との交流を含む）を行う。また、実験については大学側共同研究者が大学院学生の協力を得て実施する。海外

動向調査の報告ならびに実験の結果を、適宜、産業界メンバと共有することで、現状技術を正しく理解することに務める。そのためのメンバ間打ち合わせについては、本調査研究グループ全体として4回程度、また大学側の個別打ち合わせを適宜実施する予定である。

以上より、調査研究費用 150万円（内訳：国内旅費40万円、海外調査費90万円、学生謝金20万円）を申請する。

最後に、共同研究者の体制を示す。

A. 大学側共同研究者

結縁 祥治 名古屋大学大学院教授（リアルタイムシステム検証、自動検証手法）

上田 賀一 茨城大学大学院准教授（モデリング手法、SysML、Simulink）

豊島 真澄 北九州市立大学講師（モデリング記法、車載ソフトウェア）

Franz Weigl 国立情報学研究所研究員（モデル検査、自動検証手法）

B. 産業界（オブザーバ）

アイシン精機、デンソー、タオベアーズ

* 個別にオブザーバ参加承諾を頂いている。本提案採択後に本務で承認手続きなどが必要になることから社名だけを示した。

C. 産業界（賛助企業）

なお、賛助企業としては、下記が特に関心を持って下さると期待している。

日立製作所、日本電気