

デジタルトランスフォーメーションを実現しコネクテッドインダストリーズを支える IoT/組込みシステム基盤

① 計画の概要

IoTにより無数の機器がネットワークにつながり世界が変わろうとしている。特に、AIを有するロボット等により産業や我々の生活が変化・向上する、デジタルトランスフォーメーションの実現に期待がかかっている。産業構造が大きく変化し、第4次産業革命が起こり、コネクテッドインダストリーズの時代を迎えたと考えられている。これらの機器やロボット等は組込みシステムであり、組込みシステム自体の競争力が産業競争力そのものとなる。従って、ディペンダブルで省エネルギー、高速なシステムを実現するための設計生産性、実社会の中で永続的に運用可能な信頼性および更新容易性、サービスの変化に対応えられる柔軟性を兼ね備えたIoT/組込みシステム基盤が極めて重要である（図1）。

本提案は、上述のようなIoT/組込みシステム基盤を実現するための研究計画である。省エネルギー性、高速性は、ハードウェア能力によるところが大きい。ところが先端ハードウェアの能力実現には高度システム・ソフトウェア設計技術が必須である。また、現在デジタルトランスフォーメーションの課題として既存ITシステムのレガシ化が問題となっているが、自動更新や柔軟性を持たずに世界中にばらまかれたIoT機器がレガシ化すると大問題である。将来の国際競争力を担保するには、先端ハードウェアの性能を引き出し、かつディペンダブル

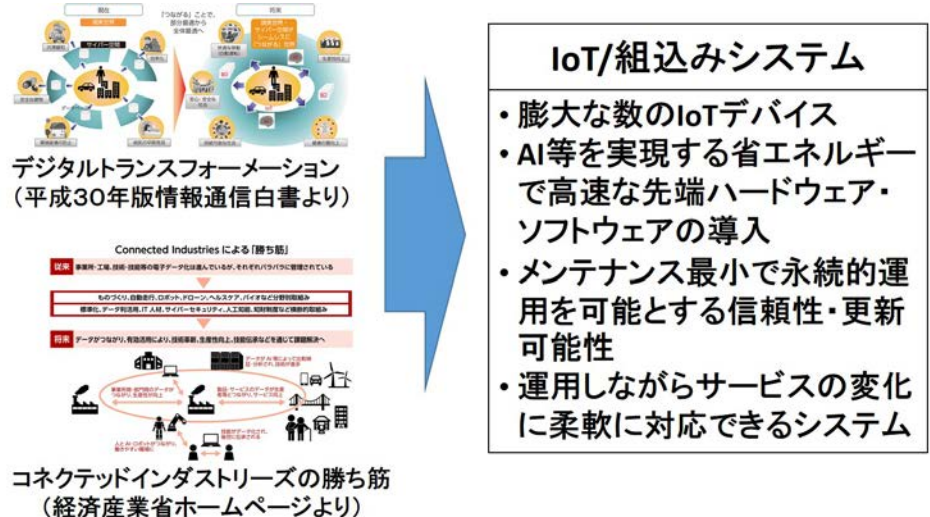


図1 デジタルトランスフォーメーション・コネクテッドインダストリーズ
において想定されるIoT/組込みシステム

で運用容易、柔軟なシステム・ソフトウェアを研究開発し搭載したシステム基盤を構築することが必要不可欠である。

しかしながら先端ハードウェアを活かすシステム・ソフトウェア開発は難易度が高く、ハードウェア開発と同程度の投資が必要である。組込みシステム分野は、関連産業全体の規模は大きいものの小規模で多種多様な業種の複合体でもあり、個々の業種において先端技術の製品化リスクを負うことは困難であり、国レベルでの投資、産官学での基盤整備が必須である。

② 学術的な意義

本研究の学術的意義は、競争力のあるIoT/組込みシステム基盤を構築するため、(1)先端ハードウェア上に高度システム・ソフトウェアを高い生産性で設計可能な技術、(2)利用時に安全かつ正確にアップデート可能な技術、(3)サービスの変化に対応えられるIoTプラットフォーム実現技術を開発し、それらを有効に活かすための研究、設計・開発のための基盤づくりと人材育成、実用化、標準化を同時に整備する点にある（図2）。

例えば、多くの先端ハードウェアではソフトウェアの並列化が必要となっている。問題解決の方法すなわちアルゴリズムから立ち返る必要があるものもある。これらは、スーパーコンピュータ利用の科学技術計算など、ごく一部の分野向けに研究されてきてはいるが、国内産業を支えるIoT/組込みシステム分野では、科学技術計算とは全く異なる特徴のソフトウェアを実行させるため、実験環境もなければ教育体制も未整備であり、システム基盤としての実用化には程遠い状況にある。

しかも、IoTの時代になり、デジタルトランスフォーメーションの実現が期待される中、組込みシステムに対するディペンダビリティの確保や、プロダクトアップデート等への要求がますます高まってきており、単なる並列化やハードウェア向きソフトウェアの問題ではなくなっている。ところがこれらの研究課題に関して、先端ハードウェアのような複雑なシステムをターゲットとした研究はほとんど存在しない。

本研究計画では、先端ハードウェアを実製品適用するための高度システム・ソフトウェアの研究開発、ディペンダブルで永

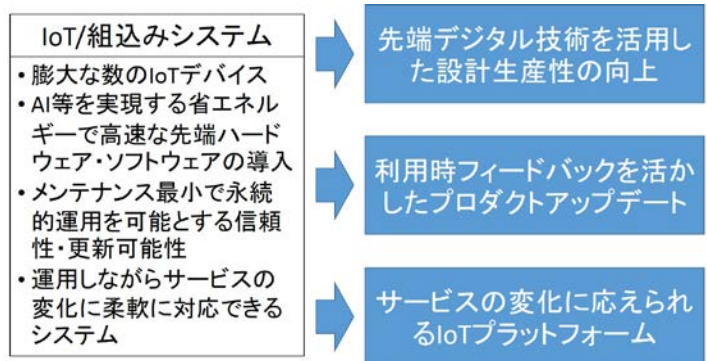


図2 本提案の実施項目

続的に運用可能なシステム基盤、教育、標準化を同時に整備することを目指している。システム、ハードウェア、ソフトウェアすべてにおける研究成果、利用技術の育成が期待でき、学術的意義は大きい。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

国内外を問わず、先端ハードウェアを利用する研究開発は数多く存在し、国内でも AI 向け等に対して研究開発投資されている。欧州でも ARTEMIS-EMC2 等のプロジェクトが進行中である。

これらの活動は個別技術開発として大きな成果をあげているものの、IoT のようなコネクテッドな環境におけるディペンダブルな大規模システムの中での適用や運用、また、それに向けた研究が加速されているとは言えない。これは個別技術開発のみが支援され、投資先事業者のその後の活動が製品化に直結する技術開発に限定されてしまうためである。ところが、応用分野事業者としては、特にディペンダビリティが要求される大規模システムにおいて、実績のない新規技術適用のリスクは大きく、先端ハードウェアに向けたシステム、ソフトウェア研究開発の投資リスクを負うことは失敗時に競争力の低下を招きかねない。

本研究の目的は、個別技術開発を補完し、先端ハードウェアを含む大規模でディペンダブルなシステム・ソフトウェアのための研究開発を加速し、国内の技術力の底上げ、早期かつ低リスクの製品適用を可能とする、IoT/組込みシステム基盤を構築することにある。

④ 実施機関と実施体制

実施の中心となる機関としては、名古屋大学大学院情報学研究所および附属組込みシステム研究センターを想定している。当該研究科およびセンターは、組込みシステム関連の様々なプロジェクトを実施しており、例えば「enpit Emb (成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成 組込みシステム分野 (文部科学省))」の中心機関となっている。また、コンソーシアム型産学連携共同研究等の実施等も幅広く行っており、責任を果たせる体制は十分に整っている。本提案に関して、提案者は当該センターのセンター長であり、実施の中心となる機関の長が合意している段階である。

実施機関としては、まず本研究計画策定にあたり集まった情報処理学会組込みシステム研究会の有志メンバーが主体となると想定している。具体的な機関名は、宇都宮大学、九州大学、京都大学、国立情報学研究所、芝浦工業大学、情報処理推進機構、東海大学、東陽テクニカ、名古屋大学、兵庫県立大学、北陸先端科学技術大学院大学である。

その他、情報処理学会組込みシステム研究会関連の大学、研究機関および JEITA マイクロプロセッサ専門委員会に属する半導体ベンダ、ツールベンダをはじめとした組込みシステム関連企業などを想定している。

⑤ 所要経費 総額 100 億円

(内訳) 先端ハードウェア向け設計開発環境および配布環境整備 (20 億円) / 設計生産性向上技術開発 (モデリング、形式手法等) (20 億円) / プロダクトアップデート技術開発 (15 億円) / IoT プラットフォーム技術開発 (15 億円) / 社会実装および新規ビジネス創出を目指した応用開発、国際標準化 (15 億円) / 人材育成 (15 億円)

⑥ 年次計画

【2020 年度】実証 IoT プラットフォームを確定、各研究項目におけるターゲット設定を実施するとともに検討を実施する。実証 IoT プラットフォームに関してはアーキテクチャ設計を行うと共に、プラットフォーム完成前の評価環境を整備する。各研究項目に関しては、統合したあるべき姿を全体で議論しつつ、個々の研究項目についてのターゲット設定および検討項目に落とし込む。例えば非機能要求のモデリングとモジュール化であれば、非機能要求のモデリング方法について検討する。特に、上流と下流とのトレーサビリティを考慮し、不確実性、ランタイム性、横断的関心事などの課題に取り組む。人材育成については知識体系、教育フレームワークの整備を実施する。

【2021～2022 年度】IoT プラットフォームの第一次試作を行う。並行して前年度開発した評価環境を用い、各研究項目の連携について考慮しつつ各研究項目に対するソフトウェア開発、ツール開発の第一次試作を進める。連携の準備が整った部分から統合評価を進め、課題抽出および第二次試作に向けての目標設定を進める。

また、これらの環境を配布するためのサポート体制、これらの環境を用いた先端ハードウェア、ソフトウェアを教育するための教材の開発・試行・洗練等、環境を整備する。

【2023～2024 年度】第二次の IoT プラットフォーム試作を行う。並行して各研究項目に対する基本・応用ソフトウェア、開発環境の第二次試作を実施する。最終年度には最終的な統合評価を行い、完成させる。

第一次 IoT プラットフォームおよびそのソフトウェア、開発環境を教育機関、研究機関に配布し、教育評価方法の検討・評価および応用開発を推進すると共に、第二次試作版に順次移行し、完成させる。

⑦ 社会的価値

平成 30 年版情報通信白書によれば世界の IoT デバイスは 2020 年に約 403 億台であり、そのうち「コンピューター」を除く約 380 億台が組込みシステムに分類される。中には自動検針のように、一旦設置されるとほとんどメンテナンス無しに永続的に動作することが期待されているものもある。現在デジタルトランスフォーメーションの課題として既存 IT システムのレガシ化が問題となっているが、自動更新や柔軟性を持たずに世界中にばらまかれた IoT 機器は宇宙ゴミのような問題が起り得る。

省エネルギーの IoT/組込み機器を低コストで設計し、永続的に運用可能で、かつ、社会の進歩、変化に対して柔軟に対応できるようにすることを目指す本研究提案は、社会的にみて極めて価値が高い。IoT/組込み機器の設計生産性を高めることは日本の経済的・産業的競争力を高めることになり、ディペンダブルな IoT 機器は人々の生活を守ることにつながり、国民の理解も得やすい。高機能な IoT/組込みシステムの実現は知的価値創造や SDGs への貢献にもつながると考えている。

⑧ 本計画に関する連絡先 枝廣 正人 (名古屋大学大学院情報学研究所)