

物理現象とICT技術の関係を検証をも可能とするテストベッドを実現

■概要

テストベッド研究開発運用室においては、北陸StarBED技術センターに設置されている大規模エミュレーション基盤StarBEDを用いた研究開発及びその活用を行ってきた。StarBEDでは実環境で動作する実装そのものを実環境に近い環境で動作させることで、検証の精度を高めるというアプローチを取っており、これをエミュレーションと呼んでいる。平成28年度から開始したStarBED4（スターベッド・フォース）プロジェクトでは、これまで主にICT技術の検証基盤として開発を進めてきたStarBEDの機能を拡張し、IoT技術の検証を可能とするための研究開発を行っている。インターネットや企業内ネットワークで利用されているハードウェア・ソフトウェアをそのまま動作させるエミュレーション技術を使った検証は、環境構築のコストが大きいため、大規模な実験を行うことが一般的には難しい。StarBEDの特徴は、このエミュレーション技術により、大規模な検証環境を構築し、精緻な実験を実施できることである。StarBED4プロジェクトでの達成を目指すIoT技術の検証基盤でも、この特徴を活かした環境の提供を目指す。

IoT検証基盤としてStarBEDを飛躍させるためには、移動体やセンサーといったIoTデバイスとその上で動作するソフトウェア、無線環境、温度場や湿度場といった物理場、人や車などの移動体の動きなどをStarBEDの上に再現する必要がある。エミュレーション基盤として、多種多様なIoTデバイスや移動体のハードウェアそのものをStarBEDの一部として用意することも選択肢のひとつとして考えられるが、汎用テストベッドとしての柔軟性が失われ、様々な運用負荷が増大するといった懸念がある。これを回避するため、機材としてはこれまで通りの一般的なPCを用意し、その上に様々な技術を用いて、IoT技術が必要とする環境を構築することとした。図1に示すとおり、ICT技術についてはエミュレーション技術を使って環境を構築し、IoTデバイスの導入については仮想マシンを活用、物理量場と移動体や人の挙動部分については数式等でのモデル化を前提とするシミュレーション技術を用いて再現し、エミュレーション環境とリアルタイムで接合を行う。これにより、人・地形・天候

などをも取り込んだ実証環境の構築を実現する。

■平成29年度の成果

第4期中長期計画の目的を達成するため、2年目となる平成29年度は前年度に開発したIoTデバイスの仮想機械の動作検証と無線エミュレーション基盤の強化、シミュレータとエミュレータの連携基盤の拡張及びユースケースの整備、StarBEDのユーザビリティの向上についての取組を実施した。

1. IoTデバイスの仮想機械の動作検証

StarBEDでは、IoT技術の検証もできるだけ実環境と同一の実装を動作させる方針をとっている。しかしIoTデバイスに関しては多種多様な物が存在し、これまで対象としてきたICTシステムよりもはるかに巨大なシステムの構築が必要となり、物理的な管理コストはこれまでに比べ増大することが予想される。そこで我々はIoTデバイスに関しては仮想機械を用い、ソフトウェアレベルでは実環境と同様のものを扱うが、ハードウェア部分に関してはエミュレーション技術を採用することとした。複数のデバイスの仮想マシンを用意することで、規模や割合を柔軟に変更することができ、更に管理コストを削減することが可能となった。前年度にはAtmel SAMD21 (ARM Cortex M0+)及びNXP KinetisK64 120 MHz (ARM Cortex M4) の2種類の仮想機械を構築しており、平成29年度は本システムを定性的定量的に評価し、欠点等の洗い出しを行い、次年度の改修に向けた準備を行った。

また、StarBEDでは以前から有線ネットワーク上に無線ネットワークの特性を模倣し、無線環境向けのソフトウェアを検証するための無線エミュレーション技術の研究開発を推進してきたが、平成29年度は、Bluetooth Low Energy (BLE) のエミュレーション基盤BluMoonを新たに構築し、IoTデバイスが利用するBLEに対応することで検証可能なケースを拡大した。

2. シミュレータとエミュレータの連携基盤の拡張及びユースケースの整備

前年度の研究開発において、シミュレーション・エ

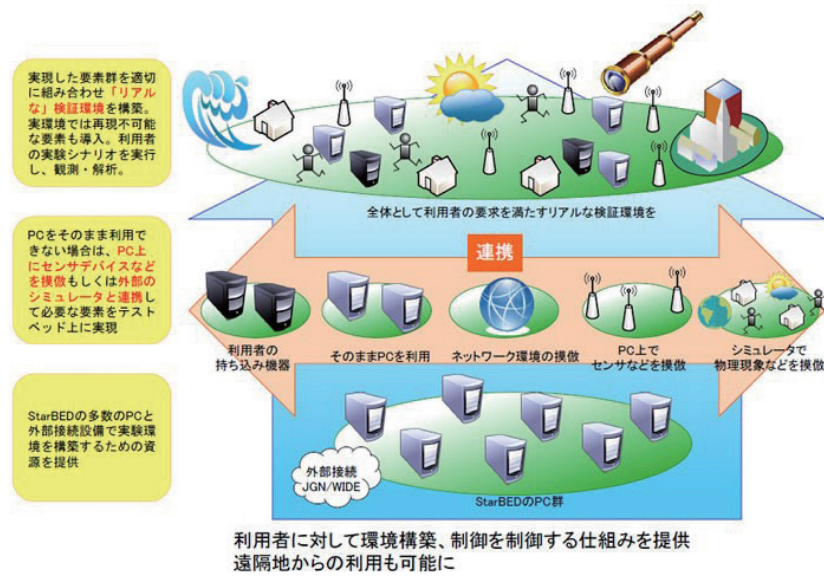


図1 StarBED上でのIoT環境模倣



図2 マルチエージェントシミュレータとStarBED上のエミュレーション環境の連携可視化部分

ミュレーションの連携基盤Smithsonianを構築し、実験環境に登場するそれぞれの要素が独自の性質をもち、動作を変化させるマルチエージェントシミュレータとStarBED上に構築したICT環境の連携基盤を構築した。平成29年度はこの基盤を拡張し、1対1の統合だけでなく、多種のシミュレータ・エミュレータ連携基盤としてICT環境・技術とそれを取り巻く人流や物理環境などとの相互影響を検証可能とするためのシミュレータ及びエミュレータのAPIプロトタイプを予定より一年前倒しで構築した。また、基盤自体の問題点の確認と一般ユーザへの利用例の提示を目的としてのユースケースを構築。StarBEDに構築したSIP (IP電話) のエミュレーション基盤と、人の動き及び通信の開始と終了のタイミングを模倣するシミュレータをリアルタイムに同期させ、シミュレーション上での通信の開始に同調してStarBED上にSIPのダミートラフィックが流れる様子を確認可能と

した(図2)。新たな試みとして、本基盤を活用して、シミュレーションで人の動き、災害状況を再現し、それに対してICT技術がどのように影響をもつのかを検証するための災害エミュレーション基盤構築のための議論を開始、シミュレーション・エミュレーション連携基盤を活用し研究開発を進めている。

3. StarBEDのユーザビリティの向上

前年度に開発した、統合GUI基盤をNICT内部、一部の共同研究者に提供を開始し、平成30年度初頭から予定より一年前倒しでの提供を行うための準備を完了した。また、第3期中長期目標期間中にNICTで開発された階層的自動アドレス割当機構(HANA: Hierarchical Automatic Number Allocation)をStarBED上で提供するためのユーザインタフェースを含めたStarBED上での評価を実施し、こちらも平成30年度からの提供準備を完了している。