

実環境との接続が可能な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テストベッド（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StarBED 4（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と、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、エミュレーション技術を使った、大規模な検証環境を構築し、効率よく精緻な実験を実施できることである。StarBED 4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。エミュレーションテストベッドとして、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1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30年度の成果

第4期中長期計画の目的を達成するため、3年目となる平成30年度はBluetoothエミュレータBluMoonを活用し、実際のデバイスを組み込んだBluetooth Low Energy (BLE) の検証基盤AOBAKOの開発、テストベッド環境を仮想化し、任意のトポロジ位置に任意の観測機器などを組み込むことを可能とするSoftware Defined Testbed (SDT) の応用としてJAlanの開発、そして無線伝搬エミュレーション機構NEToriumの対応規模拡大のためのアルゴリズムの開発を行った。

1. AOBAKO: BluMoonを活用したビーコン利用アプリケーション検証システム

美術館の展示物や商店街などのロケーションに依存した情報を提供するためBLEビーコンを用いたアプリケーションが提供されることが多くなっている。美術館では展示品に近づくとその展示品に関するデータがスマートフォンに表示されたり、商店街では割引クーポンなどが送られたりするといったものである。こういったアプリケーションはビーコンの設置場所や電波状況によって影響を受け、実際の場所で検証を行う必要が出てくるが、

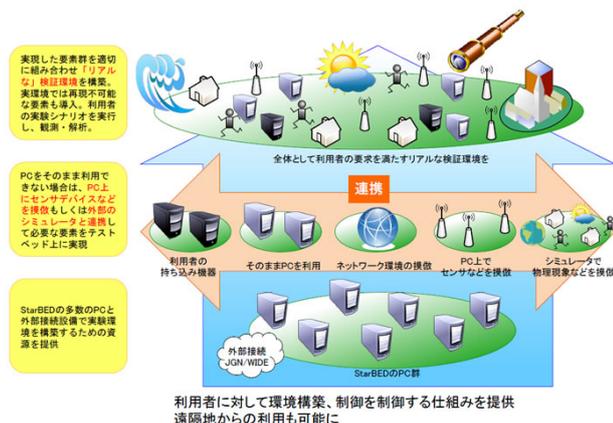


図1 StarBED上でのIoT環境模倣

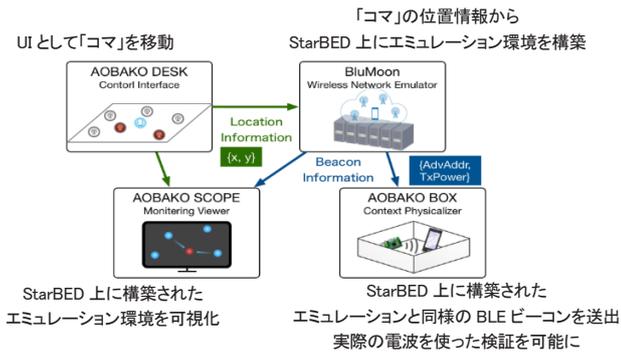


図2 AOBAKOの構成

美術館の休館日や商店街でも人がいない時間帯を調整して検証を行うなどが必要で、実地での確認はコストが大きい。このような実地での検証の回数を低減するため、無線環境を模倣する環境を構築している。

BLEのエミュレータとしては前年度からBluMoonとして開発を進めてきたが、この技術を活用してAOBAKO (図2)を実現した。ユーザがAOBAKO DESK上で、ビーコン発生器及び端末に見せかけた紙製のコマを任意の位置に置くことで、それぞれの位置を指定し、その位置を画像認識で取得、その状況をStarBEDの有線ネットワーク上に模倣、AOBAKO SCOPE上に模倣状況を表示する。BLEの通信状況として減衰や衝突などがこの時点で模倣されており、StarBEDのPC上で動作するアプリケーションの検証が可能である。また、これと同時に、AOBAKO BOXに設置されたBLEビーコン発生器からAOBAKO BOXで指定された位置状態に応じた伝搬状況でBLEビーコンを送出する。これにより、実際のスマートフォンデバイスとアプリケーションの検証を実現した。

2. SDT技術の応用による観測基盤JAlanの開発

論理的にネットワークを切り出しそれぞれに必要な特性を持たせるためのSoftware Defined Network (SDN) 技術は広く利用されるようになってきている。テスト

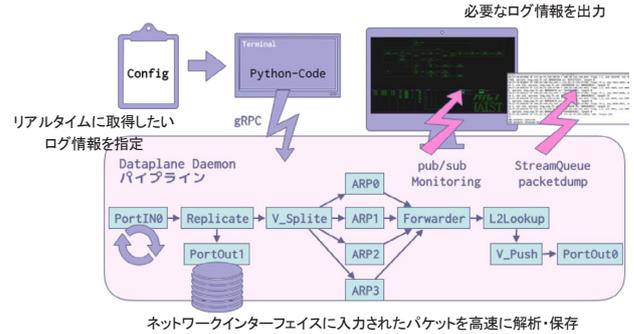


図3 10 Gbps超のログ配信/記録システムJAlan

ベッド環境も、仮想化を行い柔軟にリソースを利用したいという要求があるものの、最低性能だけでなく性能上限をも保証する必要がある、既存のSDN技術を活用しにくいという点があった。また実験中に即座に任意の位置のトラフィックを確認したいという要望があり、高速なトポロジ変更を可能とし、大量のログ情報を保存するための機構の開発を行っている。本年度はこれらの成果を活用し、トポロジ上の任意の位置のトラフィックを10 Gbps超で受信できるJAlan (図3)を開発し、Interop Tokyo 2018の会場ネットワークに導入し、Best of Show Award 2018 デモンストレーション部門グランプリを受賞した。

3. 無線伝搬エミュレーション機構NEToriumの対応規模拡大のためのアルゴリズムの開発

前述のとおり無線エミュレーションのための研究開発を行っているが、これまで環境上に存在するすべてのノード間の伝搬特性を計算していたため、1,000台ほどの規模がエミュレーションの上限であった。1ノードあたりの計算量を低減するため、それぞれのノード周辺の電波が届く範囲にいるノードのみを抽出できるアルゴリズムを提案(図4)し、10,000台規模のエミュレーションにも利用可能であることを確認した。

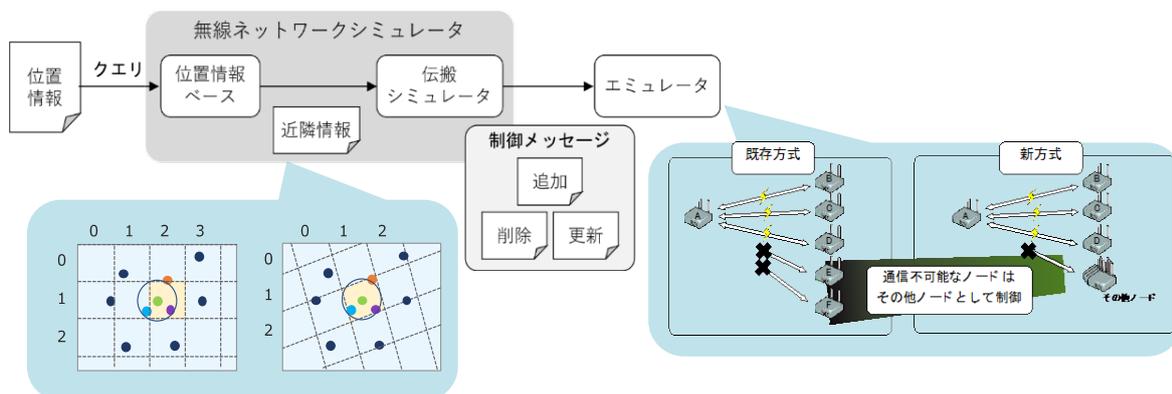


図4 無線エミュレーションにおける計算量削減方式