

### 3.8.2.1 北陸 StarBED 技術センター

#### 新世代のネットワーク技術を検証可能とするために

##### 【概要】

北陸 StarBED 技術センターでは、第3期中期計画においては、プロジェクトを StarBED<sup>3</sup>(スターベッドキュービック) と名付け、災害に強く、低消費エネルギーで環境にも優しい、新たなネットワーク関連技術の機能や性能の評価に役立てるため、大規模エミュレーション環境 StarBED とそれによるエミュレーション技術を研究開発する。エミュレーションとは、シミュレーションが単なるコンピュータ上での計算による分析手法であるのに対し、実際の機器やソフトウェアなどをもとに実際に通信や制御の動作を行った上で分析する手法であり、技術について、より精度の高い検証・評価を行うことができる。

このようなエミュレーションについて、有線と無線が混在し、物理線からアプリケーション・サービスまで複数の層にまたがった様々なネットワーク環境への対応や、クラウドコンピューティングや CPS (Cyber Physical System: サイバーフィジカルシステム) などの新しいコンピューティングパラダイムへの対応を行う。その上で、大規模エミュレーション環境 StarBED に、様々なネットワーク関連技術の各開発段階における検証や実験を柔軟かつ容易に受け入れ可能とするため、ユーザインタフェースの強化を行う。また、単一のエミュレーション環境 StarBED だけでは機能にも規模にも限界があるため、他のテストベッドと連携することで機能や規模を強化することを可能とする。

このようなエミュレーション技術と大規模エミュレーション環境により、新世代のネットワーク関連技術の研究開発を支える総合的研究基盤を構築することを目指す(図1)。なお、課題を細分化し、StarBED そのものの機能向上を行う「大規模エミュレーション基盤技術」、さまざまなネットワークのエミュレーション技術を開発する「ネットワーク基盤検証技術」、複数の層にまたがるさまざまな対象をエミュレーションする技術を開発する「マルチレイヤ統合検証技術」の3つを実施する。



図1 StarBED<sup>3</sup>の研究開発課題のイメージ

##### 【平成23年度の成果】

###### ① 大規模エミュレーション基盤技術

StarBED のユーザインタフェースの使いやすさを向上するために、既存の StarBED の制御ソフトウェア群(SpringOS)を機能単位ごとに個別にユーザから利用可能なソフトウェアライブラリを開発し、ユーザがそれぞれの利用形態に応じて自由に機能を組み合わせ可能とした(図2)。

同種の他のテストベッドとの連携により、規模や機能の拡大を可能とするために、テストベッド間の水平連携のプロトタイプを試作し、USC/ISI(南カリフォルニア大学情報学研究所)の DETER セキュリティテストベッドとの資源割り当てに関する水平連携実験を実施した。

また、災害等に対応する技術の検証を可能とするため、ネットワークエミュレーション中に意図的に障害を挿入する手法を検討し、プロトタイプを試作し、いくつかの実験で試行した。これに関して、ACM AINTEC2011で論文を発表し、災害時等に対応できるICTの技術の研究開発にとって重要な研究であることが認められ、最優秀論文賞を受賞した。

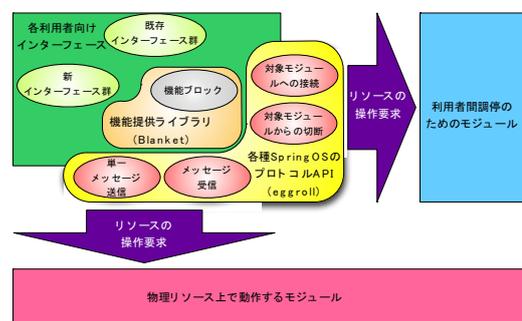


図2 SpringOSの機能単位毎のソフトウェアライブラリ化概念図

② ネットワーク基盤検証技術

様々な無線ネットワーク環境への対応として、無線エミュレーションを高度化するために、災害時等に  
 応用可能な無線ネットワーク技術として、DTN (Delay and Disruption-Tolerant Networking) に着目し、  
 複数のソフトウェア実装のエミュレーションによる評価を行った (図3、4)。WiMAX のエミュレーシ  
 ョンの基本設計と実現可能性を検討した。

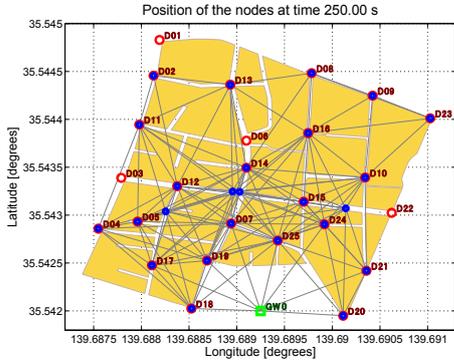


図3 DTN 実装の評価 (エミュレーションシナリオ)

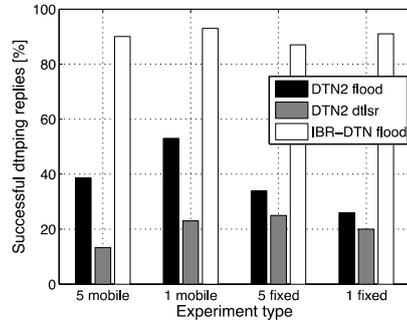


図4 DTNpingによる評価結果

また、無線ネットワークエミュレータ QOMET のエミュレーション能力が、有線ネットワークにも適  
 用可能であることを確認した。新世代の有線ネットワーク技術として、OpenFlow に着目し、仮想  
 OpenFlow 環境を StarBED 上でのエミュレーションを試行するなど、有線ネットワークエミュレーシ  
 ョンの可能性を検討した。

さらに、実際の無線機器とエミュレーションを融合させた複合実験の可能性について、実際の無線機器  
 によるテストベッド (仮称 AirBED) を試験構築し、連携のための要素技術を1年前倒して開発した。

③ マルチレイヤ統合検証基盤

様々なエミュレーション対象への対応として、  
 前中期計画で研究開発してきたホームネット  
 ワーク検証系をCPSの検証を可能とするために  
 高度化し、実験住宅へのセンサーの追加導入や  
 擬似人体を導入することで、対象の制御やデー  
 タ取得の制度を向上した。

また、熱回路網を用いた住宅の数学解析モデ  
 ルを構築し、数学的解析・ソフトウェアシミュ  
 レータ・エミュレータ・実物の組み合わせによ  
 るCPS検証フレームワークを検討した (図5)。

さらに、Interop Tokyo 2011 クラウドコン  
 ピューティングコンペティションや、クラウドテストベッドコンソーシアム事業等でのクラウド環境運用  
 によるクラウド環境の検証可能性に関する問題点を大規模性、ネットワークの複雑さ、仮想化などによる  
 問題の重層化・隠ぺい等の観点について整理した。

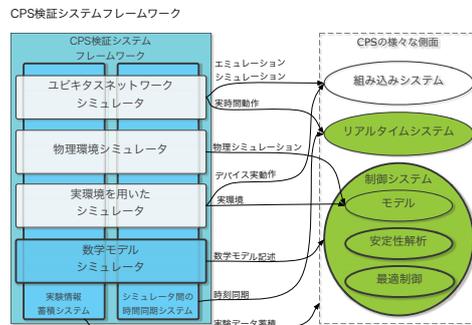


図5 サイバーフィジカルシステム検証フレームワーク