

3.8.1.1 北陸リサーチセンター

リサーチセンター長：草川慶一 プロジェクト総括責任者：篠田陽一 ほか5名

次世代ユビキタスネットワークシミュレーション技術の研究開発

【概要】

近年、各種メディアやネットワークシステムにおけるインターネットへの接続や依存の度合いはますます強まり、社会のインターネットへの依存度は高まる一方である。同時に高度ユビキタスネットワーク環境を実現するためのセンサネットワークやホームネットワークのように、IP技術を利用しインターネットと密接に関係はするものの、ある意味で独立した新しい形態のネットワークが次々と実用化されている。また、ICTへの依存という視点からは、これまでの高付加価値を主眼に置いた研究開発のみならず、ネットワークの信頼性が重要な位置を占めるようになってきた。

北陸リサーチセンターでは、次世代ユビキタスネットワークを構成する各種ネットワークシステムの検証が迅速かつ高精度に行えるシミュレーション技術の確立を目的として、次の研究開発を行っている（研究開発期間は、平成18年度から平成22年度までの5年間）。

- (1) ユビキタス環境シミュレータ技術
- (2) ディペンダブルインターネット検証技術
- (3) ディペンダブルユビキタスネットワーク検証技術

【平成22年度の成果】

平成22年度の研究開発においては、これまで研究開発してきたユビキタス環境シミュレータ技術、ディペンダブルインターネット検証技術、ディペンダブルユビキタスネットワーク検証技術の開発を完了させ、これらの技術の連携による総合シミュレーションを行い、実証することを目標とした。研究開発の主な成果は以下の通りである。

(1) ユビキタス環境シミュレータ技術

① SpringOSの性能向上とソフトウェアパッケージ化

StarBED¹上におけるSpringOS²の機能及び性能を評価し、バージョン1.5としてリリースした。性能評価により各実験工程に必要となる時間の目安を利用者に提供できるようになった。また、新たに取り入れた技術により各モジュールの性能が大幅に向上していることを確認した。

② 背景トラフィック生成器（XBurner）のSpringOSによる制御の開発

様々なアプリケーションを動作させ、トラフィックを生成するプラットフォームであるXBurnerを拡張し、SpringOSでハイパーバイザ部分も制御するように変更を行った。これによりXen³以外のハイパーバイザに対応できるようになり、またSpringOSのシナリオを汎用化することによってトラフィックを生成するシナリオのテンプレート化を実現した（図1）。

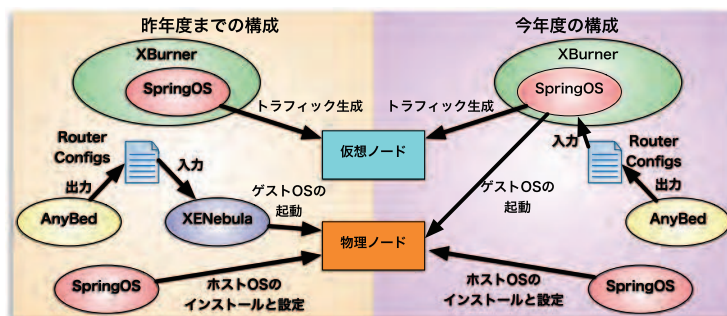


図1 XBurnerの新構成

¹ NICT 北陸リサーチセンターが研究開発・運用を行っている大規模な計算機クラスタを用いた、ICTシステムの検証を行うテストベッド。

² StarBEDのような大規模クラスタのPCやネットワークなどの資源や設定、実行状態を管理するために、NICT 北陸リサーチセンターで独自に開発したミドルウェア。独自の言語で記述するだけで、各PCサーバをどのネットワークに接続するか、どんなOSで起動するか、何をどのタイミングで実行するのかといったことを簡単に制御することができる。

³ 1つのハードウェアで複数のオペレーティングシステム（OS）を並列実行・制御するソフトウェア。

③ 無線ネットワークエミュレータ (QOMET) への
検証スイート・単体テスト機能の導入

検証スイートや単体テストフレームワークを追加することで、QOMET の堅牢性を向上させた。利用者に検証スイート用のシナリオのサンプルを提供した。また、StarBED 上で実際に利用する上でのチュートリアル用のドキュメントを整備した。

④ QOMET とシミュレータ、実環境との比較評価

大規模な (50 ノード) シナリオで QOMET の既存のシミュレーション (QualNet) や実環境試験 (ORBIT) との比較評価を行った。メッシュもしくはアドホックネットワークに関するプロトコル (OLSR) を用いて、それぞれ評価し、それぞれの結果が適合することを確認した。図 2 は、QOMET と ORBIT の両方で観測されたトポロジを比較している。

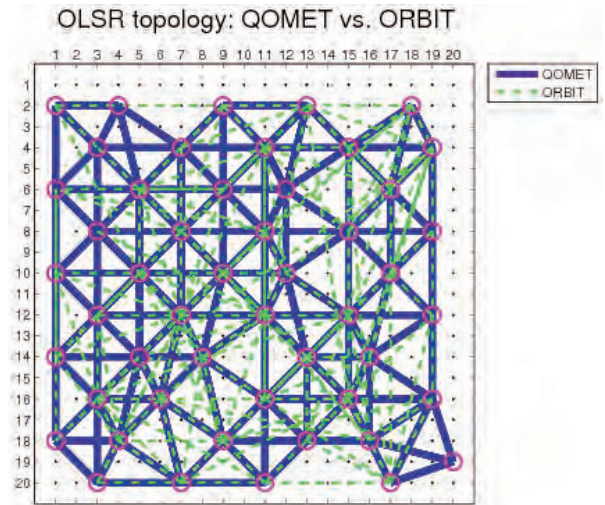


図 2 QOMET と ORBIT における OLSR トポロジの比較

(2) ディペンダブルインターネット検証技術 (経路制御システムの監視と検証)

ディペンダブルインターネットの実現のために、経路制御システムを監視し検証するための基盤となるソフトウェアを開発した。ルーティングソフトウェア (GNU Zebra) 内部に、libGVE と呼ぶ汎用のグラフに関するソフトウェアライブラリを開発し、これを用いてマルチパス経路制御アルゴリズム MARA を実現するとともに、最短経路 (Dijkstra) 計算を実行し、各終点に対する経路を一般的に用いられるグラフ描画ソフトウェア (GraphViz) を用いて図示するようにした。これにより、経路を楽に監視し障害点を発見するとともに、経路を概観し、各アルゴリズムの違いを浮き彫りにすることを実現した。

(3) ディペンダブルユビキタスネット検証技術

① ユビキタス環境エミュレータ (RUNE) の機能整理とドキュメント / サンプルの整備

これまで開発を行ってきたユビキタスネットワークシステムのシミュレーション環境 RUNE を広く利用してもらうための公開に向けた機能の整理、ドキュメント / サンプルの整備などを行った。

② シミュレータの高度化と総合シミュレーションの実現

前年度まで開発を行った空間における物理環境 (温度、湿度) を再現する物理環境シミュレータに照度の要素を追加した。更に住宅内における精密な人間行動を再現するため、ホームネットワーク、物理環境と連携して動作する人間行動シミュレータを開発した。

総合シミュレーションの要素として、400 軒の住宅と 1,600 人の人をシミュレートし、住宅における消費電力量をシミュレートした。本シミュレーションでは、デマンドレスポンス指令により消費電力量を抑制する機能を住宅に設け、全世帯の消費電力量がある一定値を超えると消費電力量を抑制する様子を再現できるようにした (図 3)。

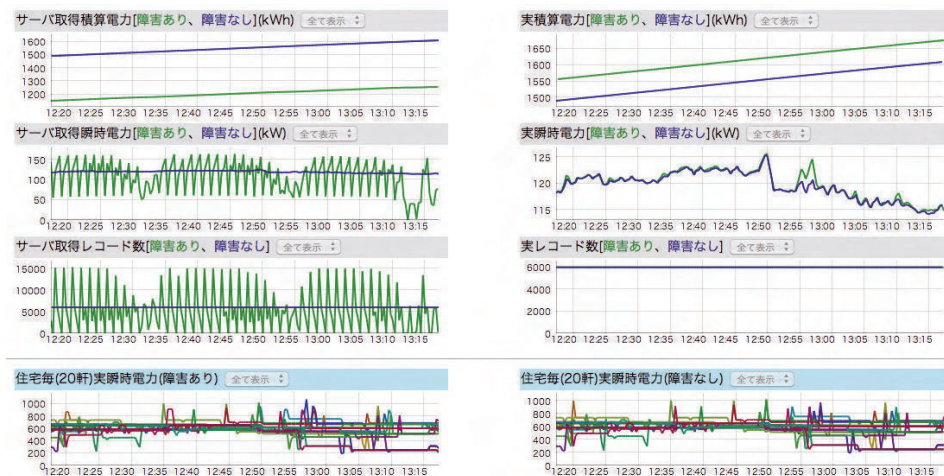


図 3 シミュレートした住宅の消費電力量の推移

③ QOMET と RUNE の連携によるスマートホーム環境の検証技術を開発

QOMET と RUNE を連携させ、センサーノードのプロセッサエミュレーターや RUNE 用の ZigBee プロトコルスタックエミュレーターを開発し、スマートホーム環境上の ZigBee を用いるセンサーノードについて実験可能とした。また、実証実験ハウス (iHouse) を用いて実環境でも同様の実験を行い、比較することで、この検証技術が十分正確であることを確認した。

(4) 総合シミュレーション

次世代ユビキタスネットワークを構成する各種ネットワークシステムの検証が迅速かつ高精度に行えるシミュレーション技術として有用であるかを検証するために、これまで研究開発してきた各技術を組み合わせ、総合シミュレーションを行い、検証した (図4)。

総合シミュレーションでは、消費電力の抑制制御が可能な家電が設置されている 200 軒程度からなる街区と、電力情報サーバまでの無線アクセス網、プロバイダ網、インターネット網と背景トラフィックをシミュレートし、網に意図的に障害を入れた場合、ユビキタスネットワークシステムである電力抑制制御に与える影響を評価することができることを確認した。

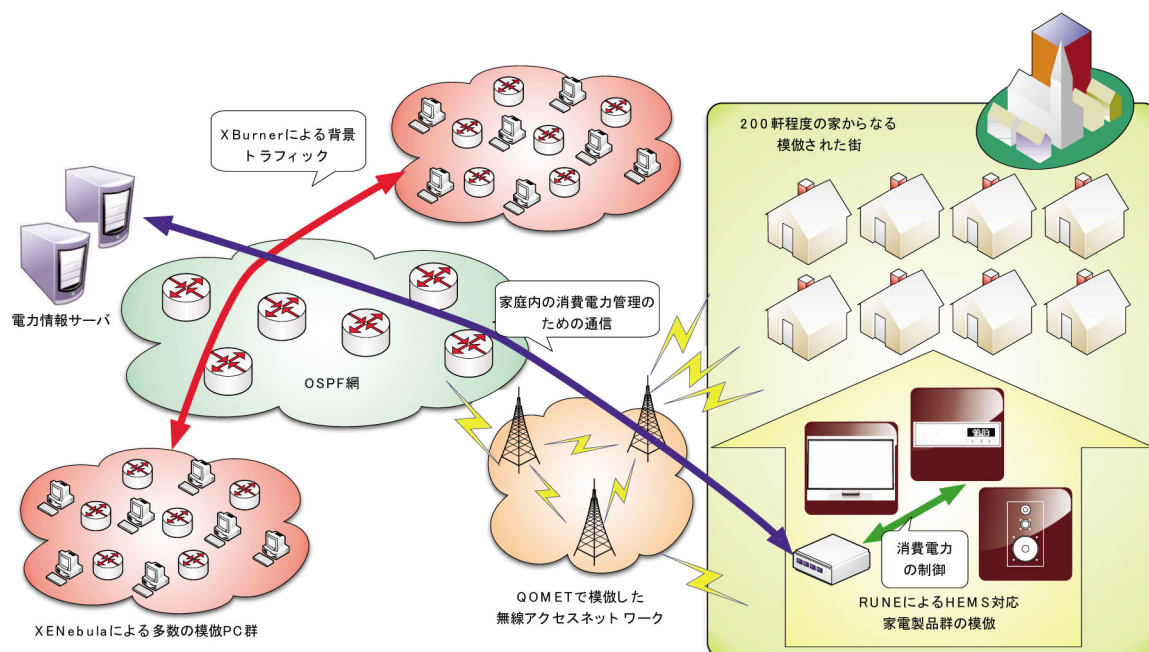


図4 総合シミュレーションの全体像