6W-4

大規模センサネットワークのためのエミュレーション環境

馬場 大輔† Zeng Deze†† 宮崎 敏明††
会津大学コンピュータ理工学部† 会津大学大学院コンピュータ理工学研究科††

1. はじめに

センサネットワークは環境モニタリングに有効であるが，大規模なセンサネットワークを構築するためには，様々な側面から評価を行う必要がある．我々は，全国レベルの大規模センサネットワークの挙動を把握するために，エミュレーション環境を構築した．本稿では，その構成を紹介した後，初期評価結果を報告する．

2. ネットワークモデル

本稿では，全国に多数配置された複数の小規模センサネットワークをインターネットで接続して構成される大規模センサネットワークを想定する．ユーザは，インターネットを介して，任意のセンサネットワーク内のセンサノードからセンサデータを取得することが可能である．図１に想定環境の一例を示す．図は，n1-n15 で示す 15 台のルータから構成される全国規模のネットワークを表している．また，sn1-sn10 はそれぞれ小規模センサネットワークを，user1 はユーザ端末を表し，それらが大規模ネットワークに接続されている．本環境の運用方法やプロトコル並びにアプリケーションの構築を考える際，実環境を用いて評価を行うことは容易ではない．ここでは，図１を用いて，提案する大規模センサネットワークのエミュレーション環境を説明する．

3. 提案構成

我々が想定する大規模センサネットワークは，多数の小規模センサネットワークと大規模ネットワークから構成される．提案エミュレーション環境では，センサデータジェネレータと大規模ネットワークのエミュレーションにより上記を実現する．

3.1. センサデータジェネレータ

センサネットワークは多数のセンサノードが独立して一定間隔でデータの取得を行っている．また，各センサノードは，要求に基づきユーザに対してセンサデータの送信を行う．上記動作の結果，センサネットワークからユーザへのトラフィックが発生する．それをエミュレーションするために、センサデータジェネレータを開発し PC 上に実装した．センサデータジェネレータは，ユーザからセンシング要求を受け取った後，複数の疑似センサデータの送信と一定時間の待機を繰り返す．後述する大規模ネットワークに本センサデータジェネレータを配置することにより，センサネットワークからユーザ端末へのセンサデータによるトラフィックをエミュレーションする．

3.2. 大規模ネットワーク

ここでは，大規模ネットワークを介してユーザのセンシング要求やセンサデータが行き交う環境を想定している．提案構成では，図１に示す当該ネットワークを CORE(Common Open Research Emulator)[1]を用いてエミュレーションする．CORE は一つまたは複数のマシン上に任意の機能を持つネットワークノードを定義できるばかりではなく，それらと実マシンや実ルータ機器を混在したネットワークをエミュレーションする環境を提供する．また，通信経路に任意の遅延，帯域幅等を与えることが可能である．本エミュレーション環境では，ルータ(n1-n15)同士の通信に遅延を発生させ，疑似的に長距離通信を行う大規模ネットワークを実現した．さらに，任意の経路に低帯域幅やパケットロス率を与えることにより，不安定なネットワークもエミュレーション可能である．図１に於いて，センサネットワーク(sn1-sn10)に該当する各部分には，前述したセンサデータジェネレータを配置し，ユーザ端末 user1 からのセンシング要求を受け付ける．これにより，複数のセンサネットワークが接続された広大なセンシングエリアを有する大規模センサネットワーク全体をエミュレーションできる．

Emulation Environment for a Large-scale Sensor Network
†Daisuke Baba, School of Science and Engineering, the University of Aizu
††Deze Zeng, Toshiaki Miyazaki, Graduate School of Science and Engineering, the University of Aizu

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

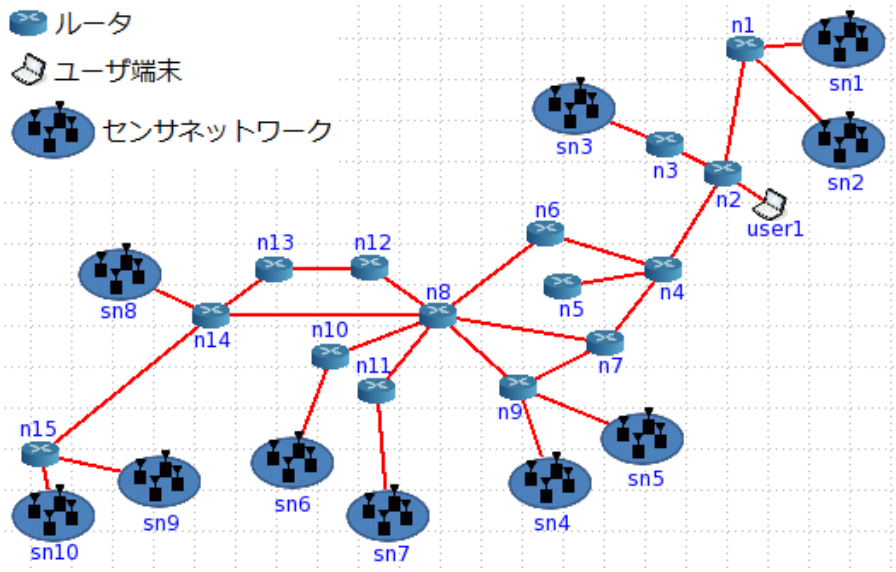

図１：　想定する大規模センサネットワーク環境

4.　評価

提案したエミュレーション環境を評価するために，図１のネットワーク構成に於いてユーザ端末 user1 から全てのセンサネットワーク sn1-sn10 に対してセンシング要求を行った．実験では，全てのルータ間の通信経路に帯域幅 1 Gbps, 伝送遅延 10 ms を与えた．また，各センサネットワークは，100, 000 ノードを所持し，各ノードは毎秒 1 回センサデータの送信を行うことを想定する．これを模擬するために図１の sn1 から sn10 にセンサデータジェネレータを配置し，各ジェネレータが毎秒 100, 000 データを送信するようにした．センサデータジェネレータの上記処理を 100 秒間実行し，ユーザ端末 user1 に実際に到達したセンサデータの個数を測定した．実験結果を図２に示す．図２の横軸は図１内の送信元センサネットワーク名を表す．また，縦軸は各センサネットワークの合計送信データ数 10, 000, 000(100, 000 データ×100 秒)に対して，ユーザ端末で実際に受信したセンサデータ数の割合(データ取得率と呼ぶ)を表す．図２から分かる様に，いずれの位置にあるセンサネットワークからも 90%を超えるデータ取得率が得られた．これは，図１に示した大規模センサネットワークを実際に構築し，本実験と同程度の実効帯域幅，伝送遅延を確保した場合に，図２に示した程度のセンサデータをユーザ端末 user1 で取得できることを意味している．

5.　おわりに

実環境を用いた評価が難しい全国規模の大規模センサネットワークの挙動を把握するためのエミュレーション環境を構築した．初期性能評価により，1, 000, 000 センサノードを持つ大規模ネットワークをエミュレーションできることを確認した．今後は，本エミュレーション環境を用いて，大規模センサネットワークのプロトコル及びアプリケーションの評価を行っていく．

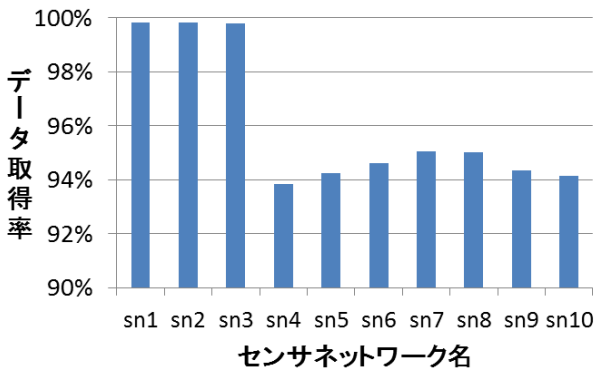

図２：　図１に示すユーザ端末 user1 における各センサネットワークからのデータ取得率

謝辞

本研究の一部は，総務省戦略的情報通信研究開発推進制度（SCOPE No. 121802001）および科研費(No. 23500095)の支援を受けて実施したものである．

文献

[1] J. Ahrenholz, C. WA Danilov, T. R. Henderson, J. H. Kim, “CORE: A real-time network emulator,” IEEE Military Communications Conference (MILCOM 2008), pp. 1-7，2008.

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.