

コンテンツ依存型バースト指向 省エネルギーネットワーク制御に関する研究

内山 将太[†] 内海 哲史[†]

[†] 福島大学理工学群共生システム理工学類

1 はじめに

インターネットはIoTへと進化し、世界の様々な「モノ」がネットワークにつながる社会が実現しつつある。しかし、IoTが普及することで、インターネットは今後膨大な電力を消費すると考えられる。ICT機器によるエネルギー消費量は2010年の時点で約760億kWh/年であったが、このまま省電力化が進まなかったと仮定すると、2025年には約1500億kWh/年に増加する[1]。また、通信インフラによる消費電力はICT機器の消費電力量の約40%にあたる[2]。さらに、東日本大震災(2011年)などの大災害時においては電力供給が限定的になるため、インターネットの省電力化が課題となっている。

従来型のTCP/IPによる通信では、パケットごとの送受信によって通信を実現しており、スリープ機能などの省電力機能の効果を十分に発揮できない。そのため、本稿では、通信方法の構造を大きく変えたコンテンツ依存型バースト指向省エネルギーネットワーク制御の実現を目指す。本稿では、消費電力を削減するために、ノードのキューサイズによって送信するコンテンツサイズを動的に変更する通信方式を、ns-2を用いたシミュレーション実験により検証する。

2 コンテンツ依存型バースト指向省エネルギーネットワーク制御の概要

ネットワークの省電力機能の一つにスリープ機能がある。従来のTCP/IPによる通信ではパケットごとの送受信によって通信を実現するが、ここでは、コンテンツ(同じサービスに属する数個から数千個のパケットのまとまり)ごとのバースト送受信による省電力化を提案する。

3 消費電力の解析

待ち行列理論(M/G/1/PSモデル)による消費電力のパラメータは以下のように定義する。

- P_S : スリープモード状態の消費電力 (W)
- P_R : 稼働状態の消費電力 (W)
- δ_w : スリープモードから稼働状態に移行するまでの時間 (s)
- ρ : リンク利用率
- C : リンク容量 (packets/sec)
- M : コンテンツサイズ (packets)
- $E(R)$: 平均応答時間 (sec)
- $E(P)$: 平均消費電力 (W)

文献[3]より、上記のパラメータを用いて平均応答時間と平均消費電力は式(1)、(2)のように計算できる。

$$E(R) = \frac{1}{\frac{C}{M}(1-\rho)} + \frac{\delta_w(\frac{\rho C}{2M}\delta_w + 1)}{\frac{\rho C}{M}\delta_w + 1} \quad (1)$$

$$E(P) = P_S + (P_R - P_S)\left(1 - \frac{1-\rho}{\frac{\rho C}{M}\delta_w + 1}\right) \quad (2)$$

平均応答時間を10msとしたときの平均コンテンツサイズをそれぞれ図1に示す。

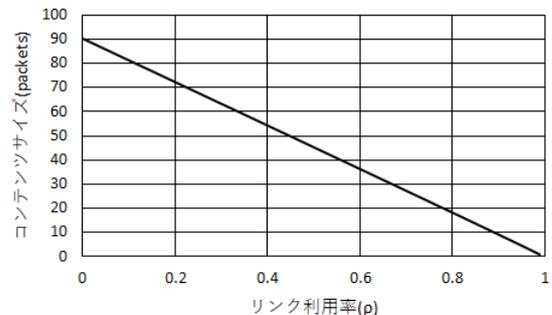


図1 平均コンテンツサイズ

A Study on Content-based Burst-oriented Energy Saving Network Control

Shota UCHIYAMA[†], Satoshi UTSUMI[†]

[†]Fukushima University, Japan

4 実験

ns-2 を用いたシミュレーションによって、提案方式における消費電力の検証を行う。実験では、ノードのキューサイズにしきい値を与え、キューサイズがその値を超えたらコンテンツサイズを 1/2 にする動的なパケット転送方法を検証する。リンク利用率を 0.05 から 0.98 まで変更し、それぞれの平均コンテンツサイズを求める。式 (1), (2) を用いて、各リンク利用率における平均消費電力を計算する。また、ルーティングテーブルへのアクセス回数を求める。実験におけるコンテンツサイズを動的に変更するアルゴリズムを図 2 に、解析と実験における消費電力のパラメータを表 1 に示す。

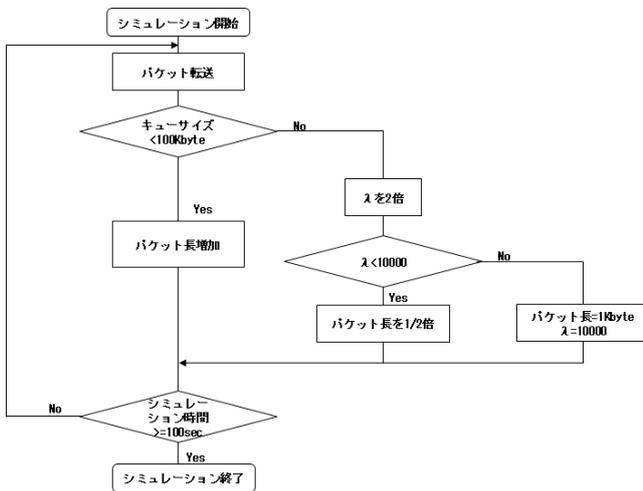


図 2 実験におけるアルゴリズム

表 1 消費電力のパラメータ

	解析のパラメータ	実験パラメータ
P_S	0 W	0 W
P_I	20 W	20 W
P_R	80 W	80 W
δ_w	0.001 sec	0.001 sec
リンク容量 C	10000 packets/sec	10000 packets/sec
$SimulationTime$		100 sec

5 実験結果

解析と実験における消費電力を図 3 に示す。また、そのときのルーティングテーブルへのアクセス回数を図 4 に示す。

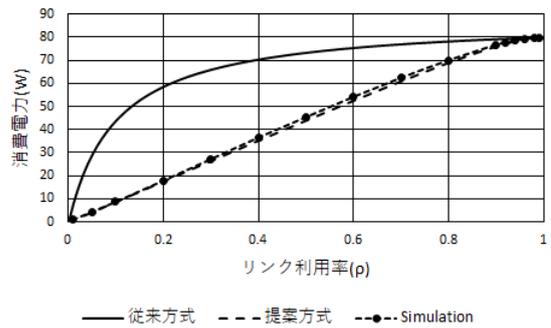


図 3 消費電力

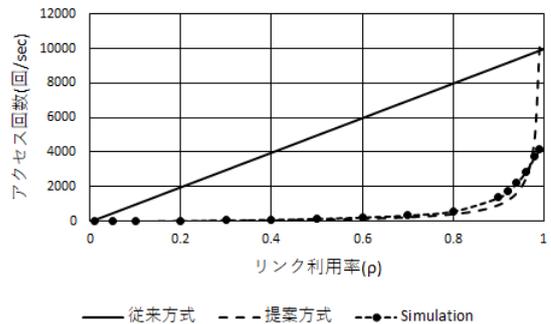


図 4 ルーティングテーブルへのアクセス回数

6 まとめ

本稿では従来型 TCP/IP 通信と提案方式であるコンテンツ依存型バースト指向省エネルギーネットワーク制御の消費電力について検証を行った。パケットをコンテンツごとにキャッシュし、コンテンツごとのバースト送受信を行うことでスリープ機能による立ち上がり電力の回数と、ルーティングテーブルへのアクセスなどの処理回数を最小化し、省電力化を実現することができると考えられる。

参考文献

- [1] 平成 24 年度我が国情報経済社会における基盤整備 (IT 機器のエネルギー消費量に係る調査事業) 報告書, 株式会社 NTT データ経営研究所.
- [2] 2020 年における ICT による CO2 削減効果, 環境問題対応ワーキンググループ.
- [3] Schengquan Wang, Jian-Jia Chen, Jun Liu, Xue Liu, "PowerSleep: A Smart Power-Saving Scheme with Sleep for Servers under Response Time Constraint", IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems, vol.1, issue 3, Sept.2011, pp.289-298.