

# 無線通信におけるネットワークコーディングを用いた 情報転送の効率化について

On the efficiency of the wireless communications with network coding

○長谷川 誠<sup>1)</sup> 田村 裕<sup>2)</sup> 仙石 正和<sup>3)</sup> 篠田 庄司<sup>4)</sup>

<sup>1),2)</sup> 新潟工科大学 <sup>3)</sup> 新潟大学 <sup>4)</sup> 中央大学

○Makoto Hasegawa<sup>1)</sup> Hiroshi Tamura<sup>2)</sup> Masakazu Sengoku<sup>3)</sup> Shoji Shinoda<sup>4)</sup>

<sup>1),2)</sup> Niigata Institute of Technology <sup>3)</sup> Niigata University <sup>4)</sup> Chuo University

## Abstract

The number of the Internet users keeps increasing, and quantity of data increases. Therefore, efficiency of the communication becomes the major problem. Network coding is a method for improvement of efficiency of the communication. In this paper, we consider the effectiveness of network coding in wireless communications.

### 1. はじめに

現在、取り扱われるデータについても音楽や、動画などデータ量の多いものが増えてきている。そのような中で通信の効率化が大きな課題になっている。

通信を効率化する方法としてネットワークコーディング(以降 NC)がある[1]。NC を用いることで、ネットワークの帯域の使用が少なくすみ効率化することが可能になる。

本研究では、参考文献[3]において述べられているワイヤレスネットワークのブロードキャスト性を利用した効率的な方法を参考に、NC を使わない場合の通信と比べどの程度効

率化ができていのか、また、どのように NC を用いればより効率的に通信を行うことができるのかについて検討した。

### 2. 実験

#### 2.1. 設定と定義

・データを発生させるノードを○で表し、データノードと呼ぶ。送信されたデータを保存するバッファを持ち、NC を行うノードを□で表し、バッファノードと呼び、各ノードを図1の様に接続する。

1)大学院工学研究科修士課程 2)工学部情報電子工学科 3)工学部情報工学科

4) 理工学部電気電子情報通信工学科

〒945-1195 新潟県柏崎市藤橋 1719 番地 Tel 0257-22-8111 Fax 0257-22-08112

- ・おのおののデータノードで発生したデータ2つをバッファノードにて排他的論理和を用いて1つのデータとして送信し、各々のノードでデコードをする。

- ・バッファノードからデータノード、データノードからバッファノードへのデータの送信を1ステップとして数える。

NC についてより詳しい解説は文献[2]を参照されたい。



図1 各ノードの接続図1

## 2.2. 実験1

図1のような接続図で通信を行う場合に、バッファノードに貯めておくことのできるデータ数によってどの程度ステップ数に変化があるかを調べる。お互いに通信を行っているデータノード同士を1つのペアと定義し、2ペア、3ペア、4ペアの場合に、それぞれのステップ数の変化についてシミュレーションを行った。

今回の方法では、データをバッファノードが受け取り、全てバッファにデータを蓄積させた時点で、NC 可能であれば、NC を行いデータノードに送信する。ペア以外のデータをNC すると元のデータにデコードすることが出来ないため、通信を行っているペア同士でしか NC を行っていない。また、バッファノードにおいて、バッファに全てのデータが蓄積され、空きが無く、NC できない場合は一番古いデータを単独でデータノードに送信する。また、10ステップ以上たっても送り出

されていないデータは、単独で送信こととする。

## 2.3. 実験1の結果

表1は1000個のデータを処理し終えた時点でのステップ数を表示している。100回行った平均を取っている。

表1 実験1の結果

バッファの記憶数	2ペア	3ペア	4ペア
1	2000	2000	2000
2	1800	1857	1887
3	1679	1752	1798
4	1629	1683	1730
5	1607	1653	1694
6	1600	1642	1678
7	1597	1637	1673
8	1597	1636	1671
9	1595	1632	1666
10	1593	1626	1655

どのペアでもバッファを増加させるとステップ数が減少しているのがわかる。また、ペア数が増えるほどステップ数は悪化する傾向になっている。

## 2.4. 実験2

次にNCを行う機会を増やすために、ペア以外のデータをNCできる様に、デコードを行う中継器△を追加する(図2)。



図2 各ノードの接続図2

中継器△は、データノードからバッファノードにデータを送るときにそのデータを記憶し、バッファノードでペア以外の NC を行いデータが送り返されて来たときに中継器に記憶してあったデータを使いデータをデコードし、データノードにデータを送る役割をになう。

この場合、中継器にどのような方法でデータを記憶させるかが問題になる。ここで以下の2つの方法の比較を行う。

方法1 各端末のデータを指定の個数記憶する。

方法2 各端末のデータの個数を指定せず、古いデータと新しいデータの入れ替えを行う。

以上の2つの方法について4つのペアでバッファノードに記憶できる個数を4とし、100個のデータを処理するものとした。ここでは、中継器でデコードできるかを確認し、可能な場合のみ、NCを行った。

結果を表3、表4として示す。この表3、4で示した中継器の記憶数とは図2で示した接続図の2つの中継器の合計の記憶数となっている。例えば、記憶数8の場合は、左右の中継器に4つずつデータを記憶できる。

## 2.5. 実験2の結果

表2 方法1の結果

中継器の記憶数	ペア以外のNCを試みた回数	NCを行えなかった回数	ペア以外のNCを行った回数
8	50.94	49.33	1.61
16	48.49	44.31	4.18
24	43.64	36.71	6.93

表2で示した方法1では、ペア以外のNCを試みた回数と、実際にペア以外のNCを行った回数を比較した場合、中継器に記憶

できるデータ数をもっとも多い24のときでも16%程度しかNCができていない。

表3 方法2の結果

中継器の記憶数	ペア以外のNCを試みた回数	NCを行えなかった回数	ペア以外のNCを行った回数
2	48.1	33.11	14.99
4	33.27	14.25	19.02
6	23.22	2.41	20.81
8	22.63	0.39	22.24
10	20.98	0.01	20.97

表3で示した方法2で同様の比較を行うと、中継器に記憶できるデータ数が10の時にほぼ100%NCが行えているのがわかる。

この結果から中継器にデータを記憶させる方法としては方法2を採用する。

次に、中継器に記憶させるデータ数とバッファ数との組み合わせ方について考察した。ペア数を2ペア、10ペア、20ペアとした時、ステップ数の比較を行った。ここでは、中継器に記憶できるデータ数とバッファ数の合計が10、20、30の3つの場合を仮定した。

示すデータは、1000個のデータを処理し終了時点でのステップ数で100回行った平均となっている。その結果を図3、図4、図5として示す。

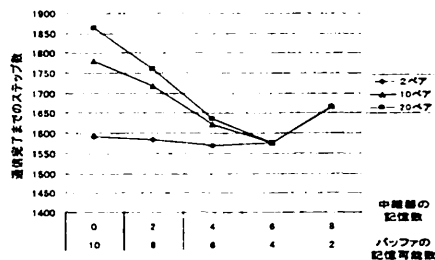


図3 総データ10の結果

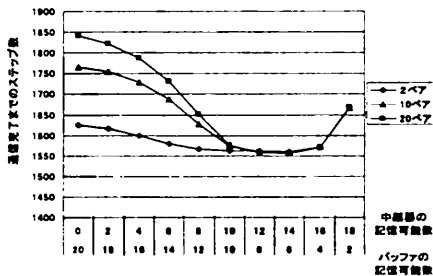


図4 総データ20の結果

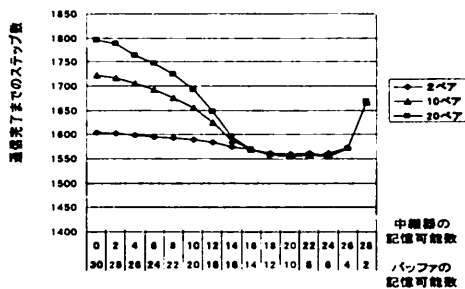


図5 総データ30の結果

図3、図4、図5から中継器に記憶されるデータが少ないとペア以外にNCが行えず、ステップ数が多くなる。また、バッファに記憶されるデータが少なくてもNCが行えない。そして、どのペア数の場合でも最適な地点は同じような地点になっているのがわかる。また、ペア数によってステップ数の最適な地点に差はほとんど生じなかった。

### 3. まとめ

本稿ではNCを用いた場合に用いない場合と比べ、どの程度ステップ数が減少するのかと、より多くのNCを行うために、中継器を用いてペア以外にもNCを行う場合の方法についてシミュレーションを用いて考察した。

結果から中継器を用いたモデルではペアごとに最適な地点に変化はなく、中継器とバッファの記憶できるデータ数の比が6対4の地点がどのペア数の数字も比較的良好な結果が得られた。

### 参考文献

- [1] R. Ahlwe, S. Li, and R. Yeung, "Network information flow," IEEE Trans. Inf. Theory, Vol.46, No.4, pp.1204-1216, July 2000.
- [2] 山本幹, "ネットワークコーディング", 電子情報通信学会誌, Vol.90 No.2, pp.111-116, 2007.
- [3] S. Katti, H. Rahul, W. Hu, D. Katabi, M. Medard and J. Crowcroft, "XOR's in the air: Practical wireless network coding," Proc. of ACM SIGCOMM 2006, pp.243-254, Pisa, Italy, Sept. 2006.