

## マルチホップ無線ネットワークのアクセスポイントへ 接続する端末数について

○山口 陽一郎<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

### On the number of terminals connected to an access point in a multihop wireless network.

○Yoichiro Yamaguchi<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

In the wireless LAN, the communications of many terminals are enabled by multihop communications. However, the number of accessing terminals for each access point is limited. In this paper, we restrict the number of the terminals which connect with an access point directly. We can hope that the total number of accessing terminals to each access point becomes uniform.

#### 1. はじめに

マルチホップ無線ネットワーク[1]は移動体通信システム[2]、センサーネットワーク[3]などさまざまな領域への応用が期待されている。無線LANでは、マルチホップ通信を利用してネットワークを構成することで、多くの端末の情報通信が可能となる。通信にはチャンネルを割当てる必要があるが効率の良い割当て法など多くの課題がある[4]。そもそも無線LANのアクセスポイント(AP)に収容可能な端末数には限りがあり、制限が必要である。APと直接通信が出来ない距離にある端末は、マルチホップ通信を利用して通信が可能だが、障害や距離などの問題により、つながらなく

なってしまうことがある。本研究はAPが複数ある場合を想定して、そのAPと直接つながる端末数とマルチホップ通信により接続する端末数がAPによって差が出ない方法について検討した。それにより、マルチホップ無線の安定化と、通信可能範囲の拡大化が期待できる。

#### 2. 実験

##### 2.1 設定と定義

・アクセスポイント  $x$  への端末の接続のなかで AP から直接つながった端末の集合を  $A_x$  とし、一段のマルチホップ通信によってつながった端末の集合を  $B_x$  とする。

(図1)

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

1), 2)〒945-1195 新潟県柏崎市藤橋 1719 番地 Tel 0257-22-8111 Fax 0257-22-8112

3) 〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町 8080

4) 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

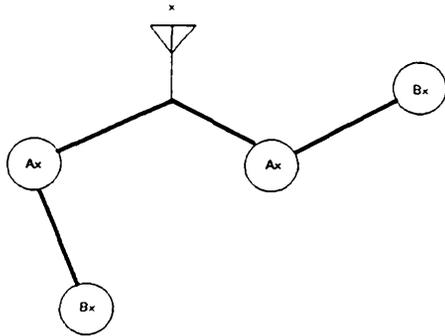


図1：Ax と Bx の定義

・1000\*1000 のフィールドにいくつかの AP を配置し、次にランダムに発生させた 100 点の端末を配置する。

## 2.2 AP の配置

①AP の位置により Ax 及び Bx の要素数の偏りがあるか調べるため、特定の場所に AP を置き、各 AP の Ax と Bx の要素数を求め、平均と分散を計算する。

②AP によりつながる端末数の偏りを無くすために各 Ax の要素数を制限し、Ax と Bx の要素数の平均と分散を計算する。すべての AP の Ax の要素数を制限する場合、一部の AP の Ax の要素数を制限する場合を考えた。

## 3. 結果

9箇所に AP を置き、各 AP の Ax と Bx の要素数を調べる。通信可能範囲を 150 とする。複数の AP に接続可能な端末は、表 1 において上位にの行にある座標 AP に接続する。例えば(700,100)に発生した端末は④と⑦に接続可能だが、上にある④に接続する。AP の配置の図を図 2 に示す。30 回シミュレーションを行い、平均を取った結果を表 1 に示す。Ax, Bx の要素数はともに(500,500)の位置にある AP が一番多くなった。

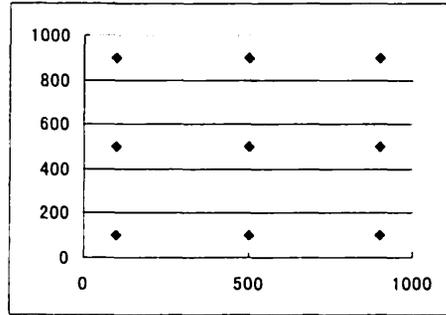


図2：9点の AP の配置

表1：各 AP の Ax と Bx の要素数

	Ax	Bx	合計
① (100,100)	5.71	3.47	9.2
② (100,900)	5.76	2.82	8.6
③ (500,500)	7.00	7.59	14.6
④ (900,100)	4.94	2.88	7.8
⑤ (900,900)	4.71	2.65	7.4
⑥ (100,500)	6.35	5.82	12.2
⑦ (500,100)	6.76	4.24	11.0
⑧ (500,900)	6.29	5.88	12.2
⑨ (900,500)	5.88	4.24	10.1

AP によって Ax, Bx の要素数に偏りがあることが分かる。偏りを解消するために Ax の要素数を制限する。制限をすることで、Ax の要素数を減らすことができるとともに、Bx もほかの AP の Ax につながるため端末数の偏りをなくす効果が見込める。

そこで9箇所すべての AP の Ax の要素数を 6 に制限したものと、(500,500)の AP のみ Ax の要素数を 6 に制限したもので比べた。表 2 に示す。

表2：Ax の数を制限した結果

制限	無し	すべて	(500,500)
平均	10.3	9.9	10.3
分散	5	4.2	3.9

表 2 の結果から、Ax の要素数を制限したことで分散が小さくなったことが分かる。さ

らに、すべての AP の Ax の要素数を制限するより、(500,500)の AP の Ax だけを制限したほうが良い結果となった。これより制限の方法で効果が変わることが言える。平均に差があるのは端末数の制限により端末が AP に接続されなくなったものがためである。

次に制限の方法を変えることとし、まずは制限する AP は(500,500)の AP のみで行うこととする。これまでは、AP の通信可能範囲に発生した Ax を発生順に 6 端末に制限していた。ここでは Ax が発生した中から AP に距離が近いものから選んだ 6 端末、遠いものから選んだ 6 端末、中間のものから選んだ 6 端末を選ぶこととする。結果を表 3 に示す。

表 3：制限の方法を変化させた結果

制限	無し	発生	最短	中間	最長
平均	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3
分散	6.6	5.1	4.7	5.8	6.2

制限の方法を変えた結果は、AP と近いものから Ax として通信したほうが、分散が小さくなった。これより、AP に近い端末から選んだほうが、AP の端末数に差はなくなるが、その分通信可能範囲も狭くなったと考えられる。

次に AP の数を 9 から 17 に変えてシミュレーションした (図 3)。複数の AP に接続可能な端末は優先度が高い順から接続する。中心に近い AP ほど優先度が高く、具体的には優先度が高い順から(500,500),(300,500)(500,300),(500,700),(700,500),(300,300)(300,700),(700,700),(700,300),(100,500)(500,100),(500,900),(900,500),(100,100)(100,900),(900,900),(900,100)である。

次の 3 通りの Ax の要素数の制御を行った。

- ・すべての Ax
- ・(500,500) の AP の Ax
- ・(500,500),(300,300),(300,700),(700,300)(700,700)の 5 点の AP の Ax

結果を表 4 に示す。

表 4:AP が 17 点での制限

制限	無し	すべて	中心	5点
平均	5.44	5.3	5.44	5.42
分散	0.56	0.42	0.56	0.72

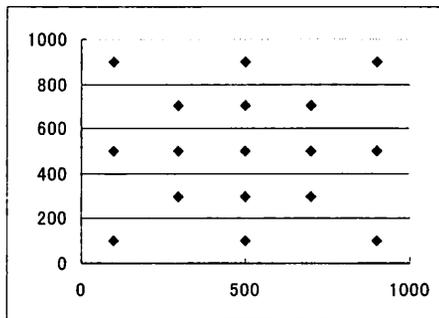


図 3：17 点の AP の配置

次にランダムで AP の配置位置を決め以下のことを行った (図 4)。複数の AP に接続可能な端末は優先度が高い順から接続する。優先度は中心に近い AP ほど高く、具体的には優先度が高い順から(569,433),(647,568)(408,714),(436,237),(205,566),(696,266)(611,207),(287,253),(589,835),(307,806)(843,620),(720,857),(927,533),(930,852)(162,977),(47,110),(90,620)である。

次の 3 通りの Ax の要素数の制御を行った。

- ・すべての Ax
- ・(500,500)に最も近い AP の Ax
- ・(500,500),(250,250),(250,750),(750,250)(750,750)の座標にそれぞれ最も近い AP の Ax

結果を表 5 に示す。

表 5：ランダムで決めた AP での制御

制限	無し	すべて	中心	5点
平均	4.87	4.69	4.86	4.81
分散	1.83	1.31	1.76	1.67

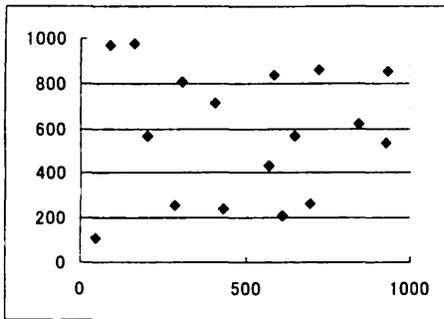


図4：ランダムで配置したAP

表4において制限無し分散より5点制限分散のほうが大きくなっていることから、APの数が十分にあり、位置も適切などところにある状態では制限の方法によっては分散が大きくなってしまふことが分かる。ランダムで配置された場合、表5において制限なしの分散が大きいことからAPによって端末数に偏りがあり、制限無し分散より制限がある分散がすべて小さくなっているのでAxの要素数を制限する効果があることが分かる。

上記ではAPの位置で制限するAP5点を決めていたが、以下からは要素数を制限しない場合のAxの要素数の多いものから5点制御する。結果を表6、7に示す。

表6：端末数の多いものから制御

制限	無し	すべて	中心	5点
平均	5.44	5.29	5.44	5.37
分散	0.5	0.31	0.48	0.72

表7：端末数の多いものから制御  
(ランダムでAPを配置)

制限	無し	すべて	中心	5点
平均	4.89	4.70	4.88	4.81
分散	1.70	1.18	1.63	1.51

端末数の多いものから制御した表7の分散が、位置で制限するAP5点を決めて制限した表5の分散の結果と同様に小さくなった。これより端末数がほかのAPより多いものを

制限することで端末数の偏りを減らすことができる。また、制限無しと比較して、端末数の平均があまり変化していないため、通信が出来なくなる端末は少ないといえる。

#### 4. まとめ

本稿ではAPにつながった端末を制限することで、それにマルチホップ通信でつながった端末も含め端末数の偏りを減らすことができた。これにより通信の安定化が期待できる。しかし今回は、複数の制限の方法を試行したが、どのような状況でどの制御の方法が良いか確立されていない。

今後はどれほど安定化したかを数値で示し、さまざまな状況で制御の方法を試し、通信可能範囲の拡大も含め結果を出していきたい。

#### 参考文献

- [1] 間瀬, 中野, 仙石, 篠田: “アドホックネットワーク”, 電子情報通信学会誌, 2001, Vol. No. 2, pp. 127-134.
- [2] J. Hubaux, T. Gross, J. Boudec, and M. Vetterli: “Toward Self-Organized Mobile AdHoc Networks: The Terminodes Project”, IEEE Communications Magazine, pp. 118-124, Jan. 2001
- [3] I. Akyildiz, Y. S. W. Su, and E. Cayirci: “A survey on Sensor Networks”, IEEE Communications Magazine, pp. 102-114, Aug. 2002
- [4] 松本, 森山, 田村, 中野, 仙石: “チャネル数を考慮した無線アドホックネットワークの情報問題”, 日本シミュレーション学会, 2001, 1-9.