

-2000年6月-

ユニバーサルアドホックネットワークにおける

情報配信アルゴリズムのグラフ理論的考察

○森山俊行¹⁾, 田村裕²⁾, 間瀬憲一³⁾, 仙石正和³⁾, 篠田庄司⁴⁾

^{1) 2)} 新潟工科大学 ³⁾ 新潟大学 ⁴⁾ 中央大学

Universal ad-hoc networks and the theory of graphs and networks

○Toshiyuki MORIYAMA¹⁾, Hiroshi TAMURA²⁾, Kenichi MASE³⁾

Masakazu SENGOKU³⁾, Shoji SHINODA⁴⁾

^{1) 2)} Dept. of Information and Electronics Engineering, Niigata Institute of Technology

³⁾ Faculty of Engineering, Niigata University ⁴⁾ Faculty of Science and Engineering, Chuo University

Abstract

An ad-hoc network is composed of mobile terminals with personal communication devices. Information in ad-hoc network is sent from a source to all terminals. We consider how to sent information in the minimum step. In this report, we uses Ad-hoc network by PHS(Personal Handyphone System) as example of problem. First, we substitute a problem of graph theory for that problem, and we propose some heuristic algorithms for the problem. After that, proposed algorithms are evaluated by the computer simulation.

1. まえがき

あるネットワークにおいて、地震や重大事故のような様々な情報を配信する場合の多くは、短時間で配信されることが望まれる。

本報告では、多くの移動端末間が直接データの配信を行うアドホックネットワークの情報配信問題について、いくつかのヒューリスティックアルゴリズムを提案し、計算機シミュレーションにより評価する。

2. 情報配信問題の定義

ここでは、PHSの子機間通信を用いたアドホックネットワークを用いる。ある端末が情報を所有しているとき、その情報を直接配信可能な端末へ配信する場合、1ステップにつき1個の端末にしか配信できないものと定義する。[1]

例えば、図1のネットワークで配信を行う

場合、3ステップを必要とする。(図2参照、図内の数字は点を表す)

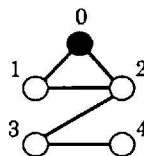


図1 基本となるネットワーク

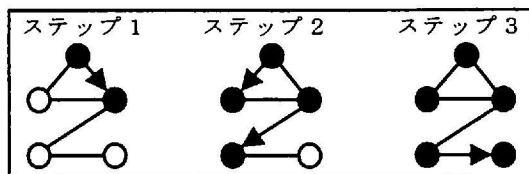


図2 配信

このとき、ある端末からすべての端末に情報を最短ステップで配信する問題を情報配信問題ということとする。[2], [3]

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

⁴⁾ 理工学部電気電子情報通信工学科 教授

¹⁾ 〒945-1195 新潟県柏崎市藤橋 1719

3. ヒューリスティックアルゴリズム

本報告では、あるネットワークにおける情報配信問題の計算機への認識方法と評価の基準となる方法を挙げる。その後、ヒューリスティックアルゴリズムの提案を行う。

計算機上で端末（点）を認識させるための方法として、行列を用いる。さらに、配信可能な点が複数存在する場合にランダム選択させるため、行列に優先順位を設定する。以後これを優先度つき行列と表現する。

次に評価の基準となる方法は、配信可能なところから適当に1箇所選択し配信する（方法0）。

図1を用いた配信の例を図3に示す。また、アルゴリズムの流れを図4に示す。

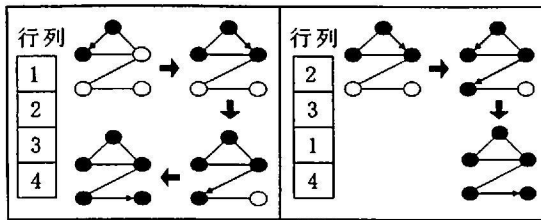


図3 配信例

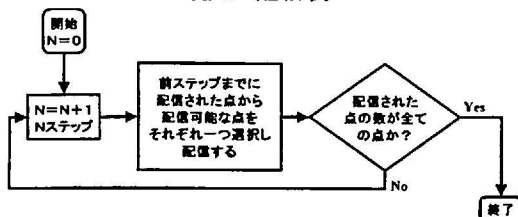


図4 アルゴリズムの流れ

1) 次ステップの配信可能数により配信先を決定

方法0のようにただランダムに配信するの

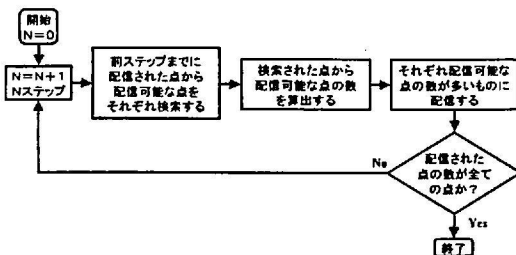


図5 1) のアルゴリズムの流れ

では効率が悪いので、選択に条件を設けることにする。条件は配信可能なところが複数ある場合、それぞれが隣接している端末の個数を調べ、大きいものに配信する（方法1）。このアルゴリズムの流れを図5に示す。

2) 最大マッチング

次に提案するのは、マッチングアルゴリズム[4]を用いた方法である。

マッチングとは、あるグラフの辺の部分集合で、これに属するどの2本の辺も節点を共有しない。このとき、辺数最大のマッチングを最大マッチングという。マッチングの例を図6に示す。

図6(a)マッチングは最大マッチングではない、そこで最大マッチングを求めるため、補充パスを検索する。補充パスとは、選択されていない節点から出発し、マッチングに属さない辺と属する辺を交互に通る、選択されていない節点に到達するパスで、このパスのようにマッチングに属さない辺を属する辺と入れ替えて新しいマッチングを作ると、マッチングの辺数を増加することができる。

故に、補充パスを検索し、見つからなければ、そのマッチングは最大マッチングである。図6(a)の最大マッチングを求めた結果を図6(b)に示す。

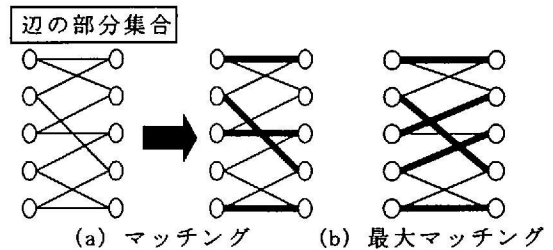


図6 最大マッチング

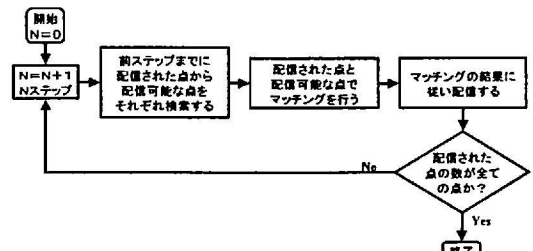


図7 2) のアルゴリズムの流れ

このように各ステップにおいて最大マッチングを求めることで、各々のステップでは最大数の配信をする（方法2）。アルゴリズムの流れを図7に示す。

3) 方法2に方法1の配信選択方法を加える

次は、方法1・方法2を組み合わせる。方法としては、方法1により、その次の配信可能な点の数を検索し、数の多いものから優先順位を設定する。そして、優先順位の高いものから選択されるようにし、方法2で最大マッチングを求め、配信する（方法3）。アルゴリズムの流れを図8に示す。

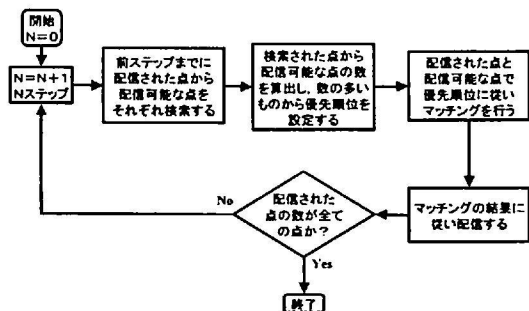


図8 3) のアルゴリズムの流れ

4) 遺伝的アルゴリズム

次は、優先度つき行列に着目し、優先順位を変化させた場合、方法0よりも良くなる場合がある。そこで、行列を遺伝子と考え、遺伝的アルゴリズム [5] を用いて、行列を変換する（方法4）。

遺伝子型は、行列をそのまま使用して交叉させた場合、図9のように致死遺伝子（解の候補にならないもの）が、発生しやすい。そこで、順序表現を用いる。

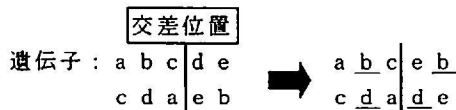
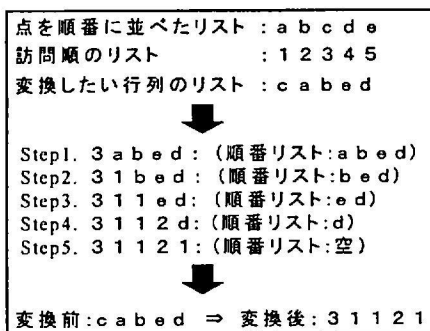


図9 致死遺伝子

順序表現とは、初めに点を順番に並べたリストと訪問順のリストを作成し、変換したい行列のリストの点が順番に並んだリストの何

番目にあるか調べ、その数字に置き換える。その際、変換したい行列のリストからその数字を取り除く。その例を下記に示す。



次に遺伝子の選択方法は、エリート保存方式を使用する。エリート保存方式は、個体中で最も適応度が高い個体をそのまま次世代に残す方法である。

交叉は、一点交叉を使用する。これは遺伝子中の任意のところで遺伝子を組み替える方法で、図9がその例である。

突然変異の確率は1%とし、本報告では個体数：20個、世代数：20世代として、計算機シミュレーションを行う。アルゴリズムの流れを図10に示す。

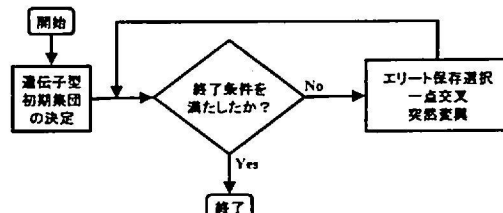


図10 4) のアルゴリズムの流れ

5) 最短ステップを検索し、待ち行列を変更

次は、情報発信点から各点への最短路を求め、一番離れている点に対し最短ステップで配信できる様、優先度つき行列の優先度を変

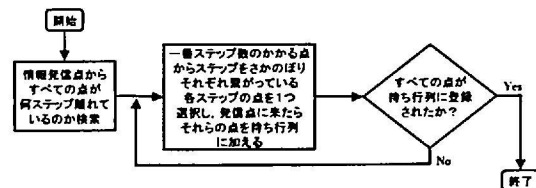


図11 5) のアルゴリズムの流れ

更する（方法 5）。アルゴリズムの流れを図 1 1 に示す。

4. 計算機シミュレーション

平面上に点を 300 個ランダムに配置し、一定距離内へ配信可能として、配信可能な場合には辺で結ぶ。その結果得られたグラフについて、計算機シミュレーション結果を表 1 に示す。なお、結果については、選択可能が複数存在する場合にはランダムに選択させるため、それぞれ同一グラフ（図 1 2, 図 1 3）で 10 回ずつ繰り返し、その平均を取っている。

表 1 シミュレーション結果

	辺数	方法 0	方法 1	方法 2	方法 3	方法 4	方法 5
図 1 2	851	35.9	32.1	34.7	32.5	32.6	27.9
図 1 3	1486	18.6	16.4	18.2	17	17.3	15.2

この結果より、方法 2 のように各ステップごとに最適な配信を行っても最終的にはあまり影響が無いことがわかる。また、方法 5 が良いが、一概にはそうとは言えない。

何故なら、方法 4・方法 5 はグラフ全体の情報が無ければ適用できないのに対し、方法 1・方法 2・方法 3 は、配信するところの近辺の情報さえ得られれば適用する事ができるからである。

よって、今回の結果から、局所的な情報しか得られない場合には、方法 1, 方法 3 が、全体的な情報が得られる場合は方法 5 が有効なことがわかる。

5. あとがき

今回提案したヒューリスティックアルゴリズムでは、方法 1・方法 3, 方法 5 が良い結果だった。しかし、十分なものではないため、さらに方法を提案し評価して行くことが必要である。

また、方法 1・方法 2 は方法 5 と比べると、改善する余地がある。その検討が今後の課題

である。

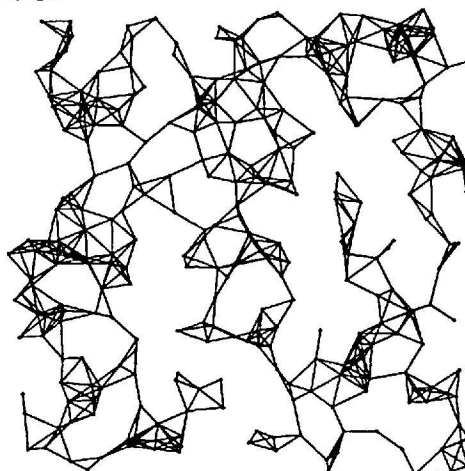


図 1 2 辺数 851 のネットワーク

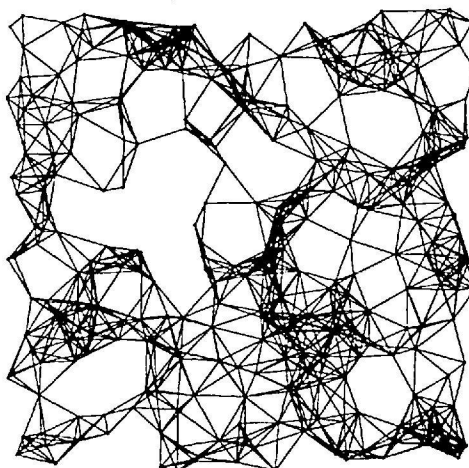


図 1 3 辺数 1486 のネットワーク

参考文献

- [1] 近藤, 名倉, 田中: “PHS-WRAM のファイル配信特性,” 信学総合大会, B-5-147, 1998.
- [2] 角田, 田村, 仙石, 間瀬, 篠田: “ユニバーサルアドホックネットワークの検討 - 木状ネットワークに対する情報配信アルゴリズム-,” 信学会総合大会 B-5-168, 2000.
- [3] 角田智之: “ネットワークにおける情報配信アルゴリズムの検討,” 平成 11 年度新潟大学工学部卒業論文, 2000.
- [4] 小澤孝夫: “コンピュータ・アルゴリズム,” 昭晃堂, 1990.
- [5] 萩原将文: “ニューロ・ファジィ・遺伝的アルゴリズム,” 産業図書, 1994.