

# クラスタの再構築を利用したクラスタヘッドの循環手法の検討

尾花志穂<sup>†</sup> 油田健太郎<sup>†</sup> 岡崎直宣<sup>†</sup>  
大分高専<sup>†</sup> 宮崎大<sup>†</sup>

## 1. はじめに

アドホックネットワークでは、端末の移動やバッテリー資源に限りがあるため、常に同じ経路で通信ができない。そのため、いかに端末を効率よく管理し、安定した経路を構築するかが課題となる。これを解決する手段として、 $k$ ホップクラスタリング<sup>[1],[2]</sup>が提案されている。この手法では、クラスタの代表となるクラスタヘッドから $k$ ホップ内の端末を同じクラスタとすることにより、端末を効率よく管理できる。しかし、クラスタヘッドは管理だけでなく、他のクラスタからの中継や自身のクラスタに属する端末への配送も行う必要があり、負担が大きくなる。そこで、本論文では端末の移動に伴うクラスタの再構築を利用したクラスタヘッドの循環手法を提案する。

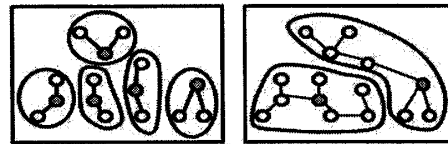


図1.  $k$ ホップによるクラスタリング

る。CHの選択は、最小のID番号を持つ端末をCHとする。端末自身から $k$ ホップ内でプライオリティの高い端末はCHとして宣言し、その情報をネットワーク全体にブロードキャストする。他の端末はどのクラスタに加わるかを定めるためにその情報を受け取り、加わるクラスタが決まる。この操作は全ての端末がクラスタに加わるまで繰り返される。

## 2. $k$ ホップクラスタリング

### 2.1 クラスタリングの概要

クラスタリング手法の多くは、まずクラスタの代表となる端末であるクラスタヘッド(以下、CH)を選択する。CHはクラスタ内の情報の収集と配布を行う。CHの決定には、端末の持つID番号や端末の移動の速さなどの様々なプライオリティが使用される。

$k$ ホップクラスタリングではクラスタの構成に $k$ ホップの概念を用いている。 $k$ ホップの概念は2点間の「距離」を基準にするのではない。2点間でいくつの端末を経由したかという「ホップ数」を基準とし、CHから $k$ ホップの端末を1セットとする。このとき、CHは他のクラスタのCHから $k+1$ ホップ離れており、パラメータ $k$ を調整することで、ネットワーク内のクラスタとCHの数を調整することができる。図1では、円で囲まれた端末が同じクラスタに所属していることを示し、パラメータ $k=1$ のときはCHから1ホップ、 $k=3$ のときはCHから3ホップの端末が同じクラスタに所属している。2つを比較すると、パラメータ $k$ を1から3にすることでクラスタの数を5から2に減らすことができる。

### 2.2 $k$ ホップクラスタリング

$k$ ホップクラスタリングでは、まずCHを選択す

### 2.3 問題点

$k$ ホップクラスタリングの問題点として、以下の2つが考えられる。

- (1) パラメータ $k$ が小さい場合は、端末の移動によりクラスタの再構築が頻繁に起こり、トラフィックが増大する。また、パラメータ $k$ が大きい場合はクラスタの再構築の頻度は減少するが、それぞれのCHの負担が増大する。これらを考慮して最適な $k$ を考える必要がある。
- (2) CHは、他のクラスタからの中継や、自身のクラスタの端末への伝達も行うため負担が大きい。そこで、ある端末ばかりがCHの役割を担うのではなく、他の端末にもCHの役割が循環する方法を考える必要がある。

## 3. CH循環手法の提案

本論文では、問題点の(2)に着目した。従来手法では、トポロジが変化しても同じ端末がCHの役割を継続して担う場合が多いため、一部の端末の負担が大きくなるという問題がある。端末のバッテリーには限りがあるため、負担が大きい端末はバッテリーを早く消耗してしまう。提案手法では、端末の移動により生じるクラスタの再構築のルール<sup>[2]</sup>を改良しCHを循環させる。これにより、ネットワーク内での端末の負担が均等になり、結果としてネットワークの寿命を長くすることができる。提案手法ではクラスタの再構築のルール2とルール4を改良し、CHを循環させる状況を増やすため、新たにルール5を加えた。端末の移動に伴うクラスタの再構築を利用して

A Study of circulation technique of cluster head using restructuring of cluster

†Shiho OBANA †Kentaro ABURADA †Naonobu OKAZAKI

†Oita National College of Technology

†University of Miyazaki

CHを循環させることで、循環のための通信を行わずに端末の負担を均等にできると考えられる。なお、使用する端末は自身のバッテリー残量  $r$  がわかることとし、このバッテリー残量  $r$  をCH循環のためのパラメータとして使用する。以下にクラスタヘッド循環手法のルールを示す。下線部は改良した箇所であり、それぞれのルールを図2に示す。図では丸が端末、丸と丸の間の線は端末間の接続を示している。丸の中に書かれた数字は端末の重みを表し、 $k=3$ の場合には4がCHである。CHから1ホップ離れるごとに重みが-1となる。

<クラスタヘッド循環手法>

- ルール1: 近隣端末に現在接続している端末より重みの大きい端末(重み= $w$ )があれば、自身の重みを $w-1$ とセットし、近隣端末の中の重みの大きい端末に接続する。
- ルール2: 近隣端末と自身の重みが最小の場合、CHとして宣言する。そのとき、バッテリー残量を  $r$  とし  $r$  が最大の端末をCHとする。
- ルール3: CH以外の端末は、もし隣接している端末に重みの大きい端末がなければ自身の重みから1を引く。ノードが孤立している場合は、他のルールが適用されるまで自身の重みから1を引く。
- ルール4: CHが2つ通信範囲内にある場合、2つのクラスタを結合する。そのとき、2つのCHのどちらか一方がCHとなる。そのとき、バッテリー残量を  $r$  とし  $r$  が最大の端末をCHとする。
- ルール5: CHとCHの重み $w-1$ の重みの端末のみがクラスタに属しているとき、CHの再選択を行う。そのとき、バッテリー残量を  $r$  とし  $r$  が最大の端末をCHとする。□

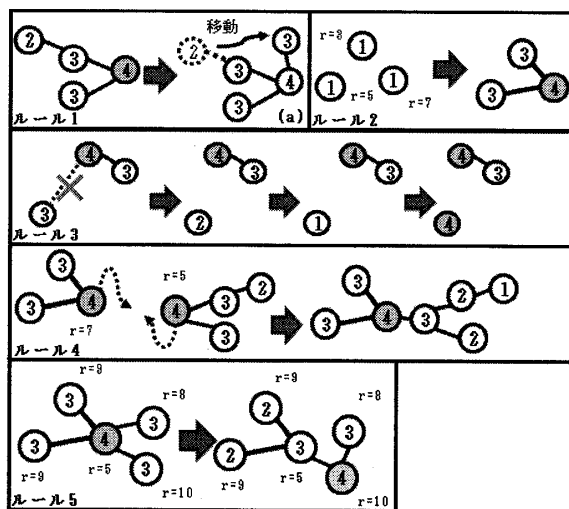


図2. クラスタの再構築の5つのルール( $k=3$ )

図2を用いてルールの改良した部分を説明する。ルール2は、どのクラスタにも属していない重み1の端末が3つある状態を表している。そこで、 $r$  が最大の端末をCHとし新たなクラスタを構築している。ルール4は、2つのCHが通信可能範囲

に近づいている状態を表している。そこで、2つのCHの  $r$  を比較し、 $r$  が最大の端末をCHとし2つのクラスタを結合している。ルール5はCHとCHから1ホップの端末しかクラスタに属していない状況を表している。クラスタ内でCHを循環させてもクラスタの構成は大きく変化しない状況では、それぞれの端末の  $r$  が最大の端末をCHとしてクラスタの再構築を行っている。

4. 評価と考察

従来のクラスタの再構築のルールは、1度CHになるとネットワークトポロジが変化し、ルールが適用される場合でも再びCHになる可能性が高かった。そこで、提案手法ではCHの循環によりネットワークの寿命を長くすることを目的として、既存のルールにバッテリー残量  $r$  を新たなCHを選択するパラメータとして設けた。端末のバッテリーの消費はCHになったことによる消費だけでなく、通信や周囲の環境によっても消費される。そのため、CHになった回数が少ない端末はバッテリー残量が多いとは一概には言えない。そこで、バッテリーの消費が大きいCHの役割はバッテリー残量の多い端末が担う方法を用いた。

従来手法<sup>[2]</sup>は著者により実装されている<sup>[3]</sup>。そこで、[3]を用いて提案手法を適用できる状況がどれくらいあるのか調べるためにトレースを行った。端末数40個、移動速度1.5m/s、 $k=4$ の55秒間のシミュレーションで、0.5秒ごとにトポロジが変化するとしてルール2, 4, 5の適用できる回数を数えた。その結果、従来手法では1度CHになった端末は常にCHである可能性が高いことが確認できた。また、5秒間で平均37.27回ルールを適用する状況があることがわかった。しかし、トポロジが大きく変化せず何秒間にもわたってルール5が適用できる状況のままであるクラスタが多くあった。わずかな時間で何度もルール5を適用しても大きな効果は得られないため、タイマを設け、ある一定時間経過ごとにルール5を適用した方が良いと考えられる。

5. まとめ

本論文では、端末の移動に伴うクラスタの再構築を利用したクラスタヘッドの循環手法を提案した。今後は、提案手法を実装し詳細な検討を行う予定である。

参考文献

[1]S.Yang, J.Wu, and J.Cao, "Connected k-Hop Clustering in Ad Hoc Networks", Proc. International Conference on Parallel Processing, pp.373-380, 2005.  
 [2]Matthias R.Brust, Hannes Frey, and Steffen Rothkugel, "Dynamic multi-hop clustering for mobile hybrid wireless networks", Proc. 2nd international conference on Ubiquitous information management and communication ,pp.130-135 2008.  
 [3]KHOPCAClusteringAlgorithm:SimulationRun,http://www.youtube.com/watch?v=Xlzz3dou3Bk&feature=related