

BS-12-5

## 携帯電話を利用したアドホックネットワーク Implementing Ad Hoc Network on Mobile Phone using Bluetooth

伊藤 篤<sup>†</sup> 大田知行<sup>††</sup> 角田良明<sup>††</sup>  
Atsushi Ito Tomoyuki Ohta Yoshiaki Kakuda

<sup>†</sup>KDDI 株式会社 <sup>††</sup>広島市立大学 情報科学部  
<sup>†</sup>KDDI Corporation <sup>††</sup>Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

### 1. まえがき

無線通信を実現するネットワークの形態の一つに、アドホックネットワーク[1,2]がある。アドホックネットワークとは、モバイルノードで構成されるインフラを持たないネットワークである。アドホックネットワークは、ユビキタスネットワークを実現する手段として今後普及すると考えられる。特に、契約数が9000万台を越え、誰もが1台持っている携帯電話を利用したアドホックネットワークが構築できれば、身の回りの安心安全確保、エンターテイメントなどに利用が可能である。そこで、本稿では、携帯電話の Bluetooth 機能を利用したアドホックネットワークの実装について報告する。

### 2. Hi-AODV (階層ルーティング AODV(m))

我々は、大規模なネットワークで、効率良くルーティングを行う方式としてHi-AODVの研究を行ってきた。有線ネットワークでは、大規模化されたネットワークで効率よくルーティングを行うために階層構造を用いている。同様に、アドホックネットワークでも階層構造を用いることでルーティングの効率を向上させることができる。しかし、アドホックネットワークではノードが移動するために頻繁にトポロジが変化する。そこで、ルーティングの効率向上を目的とし、ノードの移動に対して適応的に階層構造を構成する自律分散クラスタリングを提案している[2,3]。自律分散クラスタリングは、ネットワークを複数のクラスタと呼ばれるサブネットワークに分割する。また、分割したクラスタをクラスタに所属するノードの数によって管理する。この手法によって、アドホックネットワークをクラスタリングすることで、ノードが頻繁に移動してもネットワークを効率よく管理できる。

#### Hi-AODV の経路探索

まず、経路探索の手順を説明する。送信ノードと受信ノードは異なるクラスタに存在するものとする。また、経路制御 packets はクラスタヘッド以外のノードは転送のみを行い、内容の処理はクラスタヘッドだけが行う。以下に、図1を用いて説明する。図1では、クラスタAに送信ノードSが存在し、クラスタCに受信ノードDが存在するネットワークを示している。送信ノードSは、データ転送を開始すると、受信ノードのIDを記載したデータパケットをクラスタヘッドAに転送する。クラスタヘッドC1は、記載されている受信ノードDへの経路を探すために、RREQパケットを隣接クラスタB、Cにブロードキャストする。RREQパケットを受信した各クラスタヘッドは、各々が管理するクラスタに受信ノードDが存在するかどうか調べる。クラスタBでは、クラスタ内に受信ノードDが存在しないので、REQパケットを隣接クラスタにブロードキャストする。クラスタCでは、クラスタ内に受信ノードDが存在するので、クラスタヘッドC3はクラスタAにRREPパケットを転送する。また、各クラスタにはAODVと同様の手順で、経路表の次ホップノードの項目を、次ホップクラスタに変更した経路表が作成される。また、AODVで提供される各制御パケットの次ホップノードIDフィールドには、Hi-AODVでは次ホップクラスタIDを記載する。この様に、経路探索をクラスタ単位で行うことで、ノード単位で行うときに比べ、制御パケットは削減される。

タCでは、クラスタ内に受信ノードDが存在するので、クラスタヘッドC3はクラスタAにRREPパケットを転送する。また、各クラスタにはAODVと同様の手順で、経路表の次ホップノードの項目を、次ホップクラスタに変更した経路表が作成される。また、AODVで提供される各制御パケットの次ホップノードIDフィールドには、Hi-AODVでは次ホップクラスタIDを記載する。この様に、経路探索をクラスタ単位で行うことで、ノード単位で行うときに比べ、制御パケットは削減される。

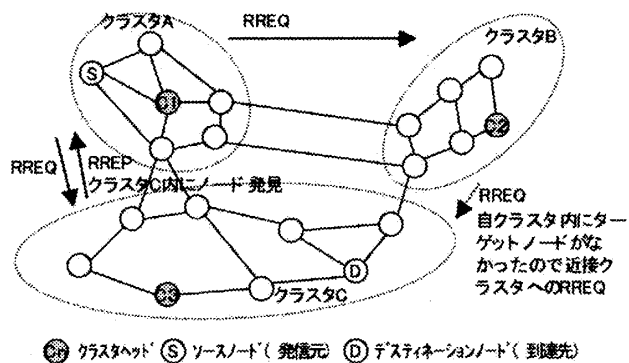


図1: Hi-AODV の例

### 3. 実装

PC上で開発したHi AODVを、そのまま携帯電話のBluetooth機能を利用して実装することは困難である。その理由は、携帯上のBluetoothは、PCなどの様に、全ての機能を持っているわけではないからである。例えば、Register serviceは、ヘッダにはあるが、実際には使えない。また、クラスタを管理するメッセージも多数あるため、BREWの中で、コールバック関数を利用して、それら全てのメッセージを記述することは容易ではない。

そこで、現在は、完全な Hi-AODV ではなく、第一段階として、以下の条件のもと、クラスタ化された piconet の間を、マルチホップして通信するルーティングを携帯上で実装した。図2に piconet 間通信、図3にプロトコルを示す。

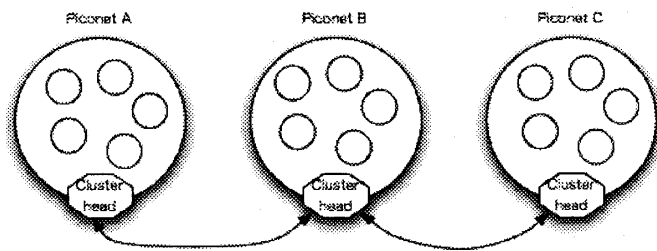


図2: 現在の実装

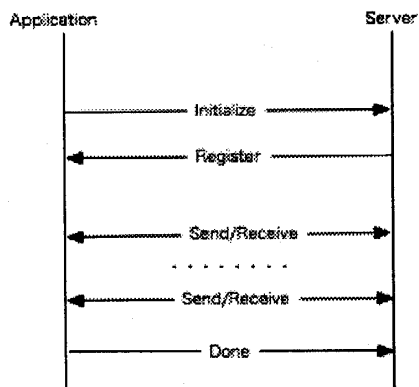


図3:実装したプロトコル

1. 複数のpiconetから構成されるScatternetは、あらかじめ決められている
  2. 静的なルーティングテーブルを利用する
  3. piconetのマスターは、ネットワークから離れられない
  4. handsetは、順番に起動する
- また、Bluetoothの制約から、各piconetは、1台のマスター、7台のスレーブから構築されるものとした。

4. 評価用アプリケーション

この実装の有効性を評価するため、アドホックネットワーク上の任意の2端末が対戦できるオセロゲーム(Reversi)を実装した。その対戦相手選択画面を図4に示す。このアプリケーションの実装においては、図5のようなシーケンスにより、処理が進行する。

5. 携帯電話を利用したアドホックネットワークの利用可能性

我々は、SCOPE-Cの研究開発の一環として、以下のようなアプリケーションへの、携帯電話を利用したアドホックネットワークの利用を検討しているが、その一つが、通学路見守りシステムである。

近年、登下校時の児童を狙った犯罪が発生している。登下校時の位置確認を行い、犯罪に巻き込まれることを未然に防ぐことを目的としたシステムの検討を行なっている。

登下校時の児童に、Bluetoothが付いた携帯電話を持たせ、街角に設置されたBluetoothタグを通過するたびに、そのタグのIDを読み込み、携帯電話からネットワーク上に設置したサーバーにアップロードすることにより、通学路上での位置確認を行なうものである。ここでアドホックネットワークを使う理由は、以下のとおりである。

- (1) 複数の児童が、同時にタグの近くを通った場合、一部の児童がタグを読み損なう可能性がある。
  - (2) Bluetooth付き携帯電話の位置(ランドセルの中、ポケットの中)などにより、タグを読み損なう可能性がある。
- アドホックネットワークを利用することにより、あらかじめ、何人があるのかを知っておくことができるため、誰か一人がタグと通信できれば、近傍の児童の情報をサーバーに送ることが可能となる。また、他の児童の陰になってタ

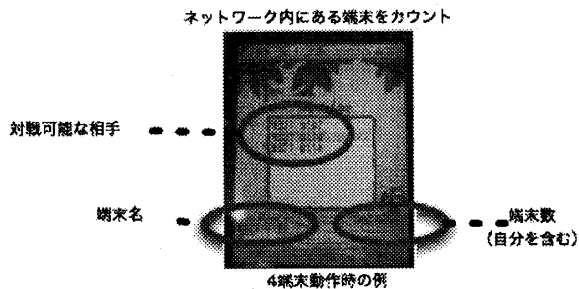


図4:対戦相手選択画面

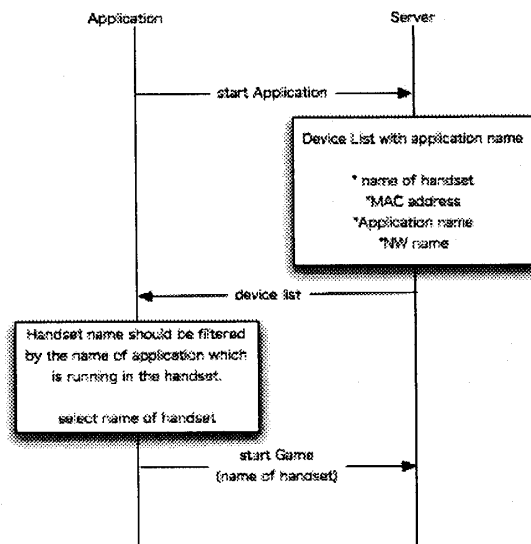


図5:動作シーケンス

グが読めない可能性がある児童についても、近傍の他の児童とのアドホックネットワークの構築は可能であるため、見落としを防止することが可能となる。今後は、通学路見守りシステムのプロトタイプを作成し、評価実験を実施する予定である。

謝辞

本研究は、総務省のSCOPE-Cの研究開発の一環として実施した。また、日頃ご指導・ご鞭撻いただき、KDDI技術統轄本部 村上理事に感謝する。また、本システムの実装をお願いした、GBW Inc. Gerrit van Wingerden氏、Joshua Done氏に感謝する。

参考文献

[1] C.E.Perkins and E.M.Royer, "Ad hoc on-demand distance vector routing" *Proc. 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp.90-100, 1999.  
 [2] T.Ohta, S.Inoue, Y.Kakuda, and K.Ishida, "An adaptive multihop clustering scheme for ad hoc networks with high mobility" *IEICE Trans. Fundamentals*, Vol.E86-A, No.7, pp.1689-1697, 2003.  
 [3] T.Ohta, S.Inoue, and Y.Kakuda, "An adaptive multihop clustering scheme for highly mobile ad hoc networks" *Proc. 6th IEEE International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS 2003)*, pp.293-300, 2003.