

(302) ネットワーク

## UAV を含むアドホックネットワークにおける省電力モードの性能評価

### Performance evaluation of power saving mode in ad hoc networks including UAV

毛利 将也<sup>†</sup>

高林 健人<sup>†</sup>

榊原勝己<sup>†</sup>

Masaya Mohri<sup>†</sup>

Kento Takabayashi<sup>†</sup>

Katsumi Sakakibara<sup>†</sup>

<sup>†</sup>岡山県立大学 情報工学部 情報通信工学科

#### 1 概要

アドホックネットワークは基地局を必要としない多数のノードによって構築されるネットワークである。このネットワークでは、送信ノードから宛先ノードにデータパケットを送信するための経路を制御パケットにより作成する。これをルーティングと言う。その後、他ノードを通信経路としてデータパケットを中継してもらい宛先ノードへとデータパケットを送信する。

緊急時の利用が想定されており、送信成功率の向上、送信安定化の手法、ネットワークを構築しているノード全体での消費電力を抑える手法が提案されている。

既存研究では通常ノードのみでの省電力化の研究は見つかったが、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) を用いたアドホックネットワークの研究における省電力手法はあまり検討されていない。そのため本研究では、多数の人が所持している通信端末と UAV によるアドホックネットワークにおいて省電力手法を導入し、計算機シミュレーションによって性能評価を行った。

#### 2 提案手法

提案手法では省電力に関する既存手法[1][2][3]を参考にした。提案手法を導入した省電力の説明を以下で行う。

##### 2.1 データパケット送信電力を削減する手法

消費電力を抑える方法として、データパケット送信時の送信電力を変更する手法が提案されている[1]。

本論文で導入した手法では、例外を除いて2回目以降のデータパケット送信において1回目で送信した送信電力よりも余剰な電力を削減して送信する。つまり、ルーティング時には必ずデータパケット送信電力を削減するための計算を行っている。

図1はノードAがノードBにデータパケットを送る際に消費する送信電力の決め方を表している。 $P_{tx}$ は従来方式の消費電力量を表しており、 $P_{min}$ は提案時の消費電力量を表している。 $P_{recv}$ は電力値 $P_{tx}$ で送られたデータパケット受信時に感知する受信時の電力である。通常のアドホックネットワ

ークでの通信は、 $P_{tx}$ の送信電力でパケットを送信しており、 $P_{recv}$ 分の電力を余分に消費して送っている。この手法を用いることで、2回目以降のデータパケット送信電力を減らして送信し、アドホックネットワーク全体で省電力化が行える。例外にあたる送信電力値を変更した送信が失敗した場合には、送信電力の不足が考えられるので、送信電力を通常値に戻して送信を行うようにしている。また、ルート構築時の消費電力もルート構成を手堅く行うために初期値で行っている。

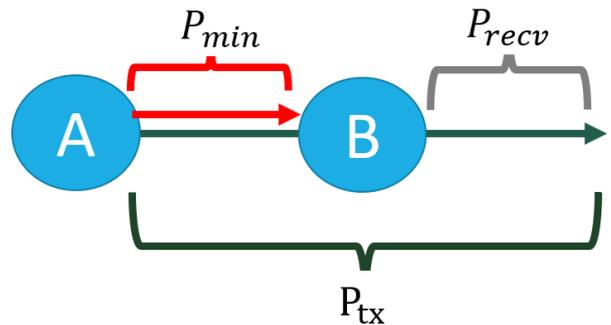


図 1 送信電力の決め方

##### 2.2 ルート選択により消費電力を抑える手法

ルーティング手法のひとつである DSR (Dynamic Source Routing) では、ルーティング時に複数の送信経路の中から経路をひとつ選択できる場合がある。複数の送信経路の中から理想的な経路を選択する手法として様々な方法が提案されている[2][3]。

本論文で導入した手法では、ルーティング時に複数の送信経路が選択できる場合に、予め制御パケットにルートを構築しているノードの消費電力情報を記憶し、その情報を参照してルート全体での消費電力が少ないものを選ぶようにした。これはルーティング時に消費電力を抑える手法を取り入れているためである。図2のように中継ノード数が同じである時に、通常の DSR ではどちらのルートも選択される可能性があるが、合計消費電力を計算することで、下ルートを選択してデータパ

ケットを送信することが出来る。

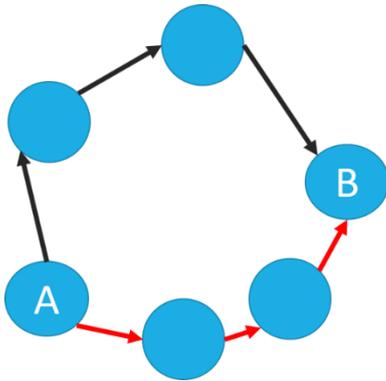


図 2 合計消費電力が少ないものを選択

### 3 計算機シミュレーション

計算機シミュレーションのパラメータは、試行回数 100[回], 制限 slot 50000[slot], エリア長 120[m], ノード通信半径 10[m], 全ノード数 50-125, ノードの最大電池残量 600, データパケット送信時消費電力 30, 制御パケット送信時消費電力 1, UAV 通信半径 80[m]とした. UAV の移動経路を図 3 に示す. UAV はエリア内を 8 の字移動している. 上半分の楕円中心は  $x=(\text{エリア長} \times 1/2), y=(\text{エリア長} \times 11/16)$  に, 下半分の楕円の中心は  $x=(\text{エリア長} \times 1/2), y=(\text{エリア長} \times 5/16)$  に取り, どちらの楕円も  $x$  軸幅は  $(\text{エリア長} * 3/8)$  で,  $y$  軸幅は  $(\text{エリア長} * 3/16)$  で取っている. 移動速度は図の移動経路を 100 分割し, 100[slot]ごとに UAV 位置を移動させた. UAV は通常ノードの通信パケットを中継するためにあり, UAV 自身が情報を発信することはない. パケットを受信する宛先ノードは予め 1 つのノードと決めて置き, 送信ノードの設定は UAV と宛先ノードを除いた全てのノードが行うようにした. パケット生成は, 50[slot]ごとにランダムに 1 つのノードを送信ノードとして設定し, ルーティングを行った後にパケットを送信させた.

評価尺度にはネットワーク寿命を使用する. これは, 送信成功率が 90[%]以上である単位 slot 時間を加算して算出している. 送信成功率の計算は, 式(1)のようにデータパケット生成後の送信成功数をデータパケット生成数の合計で除算している.

送信成功率[%]

$$= \frac{\text{データパケット送信成功数}}{\text{データパケット生成数の合計}} \quad (1)$$

以上のパラメータよりシミュレーションを実行した結果を図 4 に示す. 通常のルーティング手法と, UAV を導入した手法, 省電力化した手法ではノード数が増えるごとにネットワーク寿命が著しく伸びた. これは, UAV がネットワーク内に含まれることでシミュレーション時間中に生成される通信経路の合計数が増え, その通信経路あたりで使われる電力を省電力化により削減したためだと予想できる.

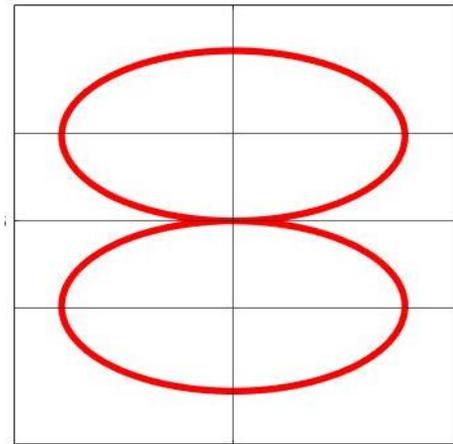


図 3 UAV の移動経路

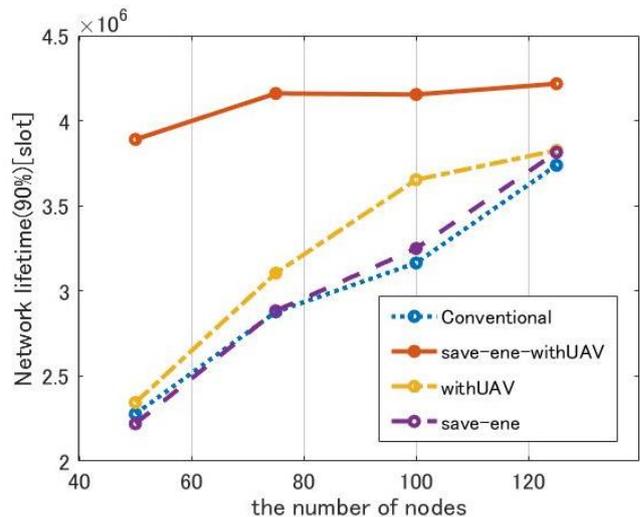


図 4 ノード当たりのネットワーク寿命

### 4 むすび

本研究では, UAV を含むアドホックネットワークにおいて省電力化の手法を導入した際の性能評価を行った. シミュレーション結果では UAV を含むアドホックネットワークに消費電力化の手法を導入することでネットワーク寿命が著しく伸びることが確認できた.

### 参考文献

[1] Mohammed Tarique, “Energy Saving Dynamic

- Source Routing for Ad Hoc Wireless Networks,”  
Windsor, Ontario N9B 3P4, CANADA, April 2005
- [2] 齋藤幸寿, “ノードの電池残量を考慮したアド  
ホックネットワーク長寿命化ルーティングアルゴリ  
ズム,” 横浜国立大学大学院工学府物理情報工学専  
攻(博士前期)平成31年度修士論文, March  
2019. [3] 周防高志, “MANETにおける受信電力情  
報を用いた経路安定化のための適応的フラッディン  
グ制御方式,” 電子情報通信学会論文誌 Vol. J89-B  
No. 10, October 2006
- [4] Margot Deruyck, “Emergency Ad-Hoc Networks by  
Using Drone Mounted Base Stations for a Disaster  
Scenario,” DOI: 10.1109/WiMOB.2016.7763173, NY,  
Oct 2016
- [5] Prithwish Basu, “Coordinated flocking of UAVs for  
improved connectivity of mobile ground nodes,”  
DOI: 10.1109/MILCOM.2004.1495182, CANADA,  
Nov. 2004