

## 動的な発信時刻に基づくモバイルアドホックネットワークの マルチキャストデータ通信方式の改良とその評価

趙 茜<sup>†</sup> 木村 成伴<sup>‡</sup> 海老原 義彦<sup>‡</sup>

筑波大学 第三学群 情報学類<sup>†</sup> 筑波大学大学院 システム情報工学研究科<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

MANET[1]におけるほとんどのモバイルノードはバッテリーで駆動しているため、消費電力制御は一つの重要な課題になっている。

従来、データの送信を請求するモバイルノード(データ請求者)からの要求がそのデータを所有しているモバイルノード(データ所有者)に到着すると、データ所有者は、その直後に、データを送信していた。しかし、同一のデータに対する請求が短時間の内に複数到着すると、請求の数だけデータを送信することになり、不必要に電力が消費されてしまう。

この問題を解決するために、マルチキャストデータ通信方式[2]が提案されている。

### 2. マルチキャストデータ通信方式

マルチキャストデータ通信方式では、データ所有者はデータ請求者からのデータ請求を受信すると、これらの情報を受信請求テーブルに登録し、同請求に含まれるデータ発信期限(データをデータ請求者に届けなくてはならない期限)  $T_{dl}$  からデータ発信時刻  $T_{st}$  を求め、この時刻まで他からのデータ請求を待つ。そして、データ請求パケットを中継した経路をまとめて全てのデータ請求者への伝送木を構築(経路が複数ある時は新しいものを優先)することで、同一のデータをまとめてマルチキャストすることが可能になり、電力消費の低減が期待される。

データの発信時刻  $T_{st}$  の求め方を式(1)に示す。ここで、 $BW$ は通信速度、 $size$ はパケットの大きさ、 $hops$ はデータ請求者までのホップ数であり、式(1)の第2項はデータの伝搬遅延を表す。また、 $t_1$ はデータの処理時間である。ただし、現在時刻

$T_{now}$  が式(1)のデータ発信時刻を過ぎている場合は、データをすぐに送信する。また、データの発信時刻が遅すぎると、中継するモバイルノードが移動してしまい、データ請求者にデータが届かない恐れがある。このため、データ所有者は最大の待ち時間  $t_2$  を定め、式(2)によって、この時間よりも長く待たないようにしている。

$$T_{st} = T_{dl} - \frac{1}{BW} \times size \times hops - t_1 \quad (1)$$

$$T_{st} = T_{now} + t_2 \quad \text{if } T_{now} + t_2 < T_{st} \quad (2)$$

さて、このマルチキャストデータ通信方式には二つの問題があると考えられる。一つは、データの請求期限  $T_{dl}$  をデータ請求者が決めることである。現実には、データ発信時刻  $T_{st}$  は早く設定されることが多いと予想され、これにより、電力消費の制御効果が薄くなる。もう一つの問題は、データ請求の到着頻度に関わらず、 $T_{st}$  が  $T_{dl}$  とデータ発信の最大待ち時間  $t_2$  によって静的に定められることである。その結果、 $t_2$  を短く設定してデータ請求が頻繁に到着した場合、データの発信回数が多くなり、電力消費が大きくなってしまふ。一方、 $t_2$  を長く設定してデータ請求の到着頻度が少なかった場合、なかなかデータを発信しないので経路情報が無効になってしまい、データ送信の成功率が低くなる可能性がある。

### 3. 動的な発信時刻に基づくマルチキャストデータ通信方式

前章の問題を改善するため、提案方式では、最も遅い発信時刻(静的な発信時刻)とデータ請求の到着状況によって決められた発信時刻(動的な発信時刻)を使って、適切な発信時刻を決める。

まず、データ所有者はデータ請求を受け取ると、静的な発信時刻  $T_{sst}$  を式(3)で求める。ここで、 $T_{rqst}$  はデータ請求時刻を表し、それ以外の値は式(1)、式(2)と同じである。

$$T_{sst} = T_{rqst} + t_2 - \frac{1}{BW} \times size \times hops - t_1 \quad (3)$$

A Proposal and Evaluation of Multicast Data Transmission with Dynamic and Sending Time for MANET

<sup>†</sup>Sen Chou, College of Information Science, Third Cluster of Colleges, University of Tsukuba

<sup>‡</sup>Shigetomo Kimura and Yoshihiko Ebihara, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

そして、データ請求時刻から一定の時間だけ、同一のデータへの請求を待つ。この間に請求が届かなければデータを発信するが、届いた時はさらに一定時間データ請求を待ち、この操作を  $T_{sst}$  になるまで繰り返す。

次に、提案方式の有効性を確認するため、ネットワークシミュレータ NS2 を用いて、シミュレーション実験を行う。ここで、 $T_{dl}=(\text{発信時刻})+(1\sim 120\text{s のランダム値})$ 、 $BW = 11\text{Mbps}$ 、 $\text{size}=1000$  バイト、 $t_1=1\text{s}$ 、 $t_2=100\text{s}$  とし、提案方式のデータ請求の待ち時間は 40s とする。モバイルノードは 50 台(データ所有者を 1 台選び、実験中固定する)であり、 $1000\text{m}\times 1000\text{m}$  の領域にランダムに配置して、ランダムウェイポイントモデル(速度  $0.5\sim 1.5\text{m/s}$ 、ポーズ時間 30s)で移動する。無線の届く範囲は 250m で、データ請求パッケージは AODV を用いて送信する。シミュレーション時間は 2000s で、これを 10 回行った。なお、無線通信によるデータ誤りは発生しないものとする。

実験において、データ請求間隔を 5~160s に変化させた時のデータの送信回数、データの送信成功率の結果を図 3.1 と図 3.2 に示す。

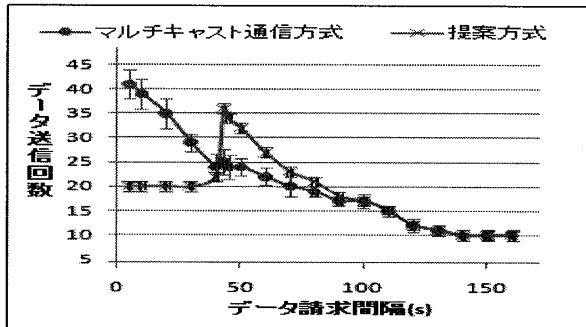


図 3.1 データの平均送信回数

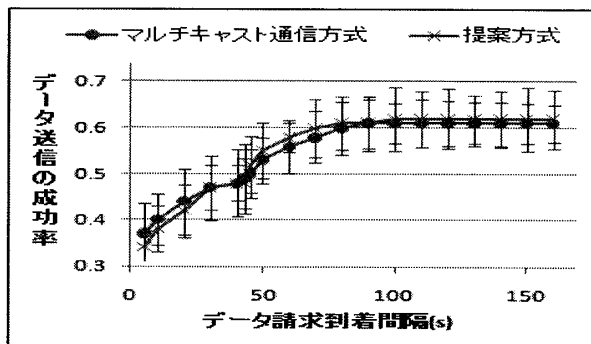


図 3.2 データ送信の平均成功率

図 3.1 において、提案方式では、データの請求間隔が 40s 以下ならば、それまでに次のデータ請求が来る。従って、静的な発信時刻までに届

いたデータ請求全てに対してまとめてマルチキャストできるため、平均のデータ送信回数が 20.0~22.3 回になっている。しかし、データの請求間隔が 40s よりも長いと、待ち時間の間に次のデータ請求が来ないため、それぞれのデータ請求の 40s 後に必ず、データを送信することになる。このため、データの平均請求間隔が 40s から 100s の間で、提案方式の平均データ送信回数が従来方式よりも 0.8 回~11.1 回多くなった。データの請求間隔が 100s よりも長い場合は、二つの方式の最大待ち時間は 100s なので、平均送信回数はほぼ同じになった。

図 3.2 において、データ送信の平均成功率は従来方式と提案方式でほぼ同じになった。データ請求間隔が短いとたくさんのデータ請求に対して、まとめてデータを送ることから、モバイルノードの移動により、正しくデータが届かない回数が多くなったものと考えられる。また、伝送木に沿ってデータの中継したパッケージ同士が衝突している場合も見られた。

以上により、提案方式は従来方式と同等のデータ送信の平均成功率を持続しながら、データ請求間隔が短い時に、データの平均送信回数が従来方式よりも低く抑えることができ、電力消費量が削減できたことが示された。

#### 4. まとめ

本論文では、通信による電力消費を低減するため、データ請求頻度に応じてデータ発信時刻を動的に決めるマルチキャストデータ通信方式を提案した。そして、シミュレーション実験によって、提案方式の有効性を確認した。

今後の課題として、提案方式を更に改良し、データ送信の成功率を全体的に向上させることと、そして、データ請求到着間隔が大きい場合のデータ送信回数を減らすことが挙げられる。

#### 参考文献

- [1] M. Shinohara, T. Hara, and S. Nishio, "A Data Transmission Method Using Multicast in Mobile Ad-hoc Networks," Proceedings of 2009 Tenth International Conference on Mobile Data Management: System, Services and Middleware, pp. 232-237, May 2009.
- [2] C. K. Toh, "Ad Hoc Mobile Wireless Networks Protocols and Systems," Prentice Hall, 2002. (邦訳:"アドホックモバイルワイヤレスネットワーク," 共立出版, 2003.)