

IEEE 802.11 マルチホップネットワークにおける省電力手法がネットワーク性能に与える影響

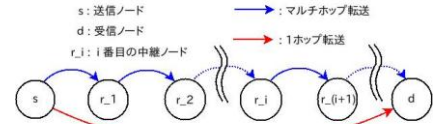
中野研究室
通 航



特別研究報告書 2011/2/23 1

研究背景

- 無線ネットワーク技術の向上
 - 無線ネットワークを用いたインターネット接続の一般化
 - バッテリー駆動の端末の増加
 - 消費電力対効果が求められる
 - 無線マルチホップネットワーク
 - 無線基地局をマルチホップに接続することによりネットワークが拡張される



特別研究報告書 2011/2/23 2

研究背景と目的

- IEEE 802.11 における複数のモード

802.11g 屋外におけるデータ [2]

データレート [Mbps]	最大通信距離 [m]	最大送信電力 [mW]
1	610	100
6	396	100
11	304	100
18	183	50
54	76	20

- ビットレートや通信距離、送信電力、符号化方式などが異なる
- 高いビットレートを使うことで、データフレーム送信時間が短くなり、送信時の消費電力が抑えられる
- ビットレートが高いと一般に通信距離が短くなり、ホップ数が増え消費電力は増加
- 送信電力を小さくするとビットエラー率が高くなり再送回数が増える

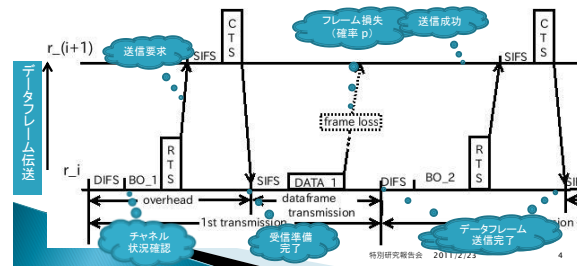
IEEE 802.11 に基づくマルチホップネットワークにおける消費電力を解析し、モードの違いが消費電力に与える影響を評価する

[2] Cisco Aironet 802.11a/b/g 無線 CardBus アダプタ

特別研究報告書 2011/2/23 3

データフレーム伝送のモデル

- CSMA/CA
 - IEEE 802.11 で用いられる MAC プロトコル
- RTS/CTS
 - 隠れ端末問題を解消するアクセス制御



特別研究報告書 2011/2/23 4

1ホップのデータ伝送時の消費電力量

- 待機中、送信中、受信中の3つの状態が存在
- 総消費電力量 = (待機電力 × 待機時間) + (送信電力 × 送信時間) + (受信電力 × 受信時間)
 - フレーム損失確率 p 、データフレーム n [個]、 T_x は x に必要な時間、 S_y は y のフレームサイズ、 d_k は IEEE 802.11 における各データレート

$$E_t^k(n) = n \left[\frac{1}{1-p} \left(T_{DIFS} + (1-p)T_{BO} + (3-2p)T_{SIFS} + p \left(T_{RTS} - \frac{S_{DATA}}{d_k} \right) P_s \right) + \left(\frac{S_{RTS} + S_{DATA}}{d_k(1-p)} P_t + \frac{1}{d_k} \left(\frac{S_{CTS} + S_{ACK}}{1-p} \right) P_r \right) \right] \left[\frac{L}{r_k} \right]$$



特別研究報告書 2011/2/23 5

マルチホップのデータ伝送時の消費電力量

- 1ホップの際の消費電力量にホップ数をかける
 - 送受信ノード間の距離 L [m]、IEEE 802.11 のあるデータレートを選んだ際の送信電力を P_x 、通信距離を r_k とする

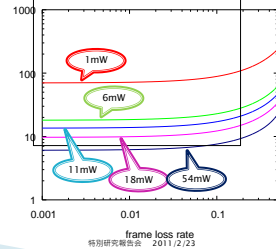
$$E_t^k(n) = n \left[\frac{1}{1-p} \left\{ T_{DIFS} + (1-p)T_{BO} + (3-2p)T_{SIFS} + p \left(T_{RTS} - \frac{S_{DATA}}{d_k} \right) \right\} P_s + \left(\frac{S_{RTS} + S_{DATA}}{d_k(1-p)} P_t + \frac{1}{d_k} \left(\frac{S_{CTS} + S_{ACK}}{1-p} \right) P_r \right) \right] \left[\frac{L}{r_k} \right]$$



特別研究報告書 2011/2/23 6

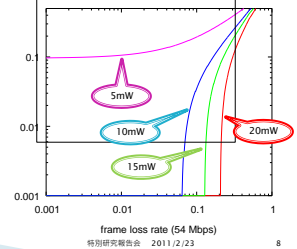
数値解析結果(1)

- ▶ IEEE 802.11g 屋外における解析
 - 各データレートにおける送信電力 20mW での比較
 - フレーム損失率 $p = 0.001 \sim 0.5$
 - フレーム損失率が同じであれば、データレートが高いほど消費電力は小さい
 - 送信時間が短くなるため



数値解析結果(2)

- ▶ IEEE 802.11g 屋外における解析
 - 54 Mbps における消費電力量と等しくなるような 18 Mbps におけるフレーム損失率との関係
 - 送信電力を下げるにつれて、低データレートが優位な領域は大きくなる
 - 5 mW を用いた場合は常に 18 Mbps が優位



まとめと今後の課題

- ▶ まとめ
 - ネットワークにおけるフレーム損失率が等しい場合には、より高いデータレートを用いることで小さい消費電力が得られる
 - フレーム損失率に差が生じる場合においては、低いデータレートを用いる方が消費電力量を抑えられる場合もある
- ▶ 今後の課題
 - データレートフレーム損失率の関係を考慮した解析
 - 送信途中でのビットレートや通信距離の変更による効果の検証
 - データ転送スループットを考慮した解析