

移動アドホックネットワークにおける 排他的 QoS ルーティングの検討

川島佑毅[†] 荒谷和徳[†] 寺島美昭[†]

[†]三菱電機(株) 情報技術総合研究所

1 はじめに

移動アドホックネットワーク (MANET: Mobile Ad-hoc Network) は、固定インフラに依存することなく移動ノード同士が無線によりネットワークを形成することにより、砂漠や災害現場のような環境においても配置可能である。一方で、移動ノード同士のネットワークでは、利用可能な帯域幅やバッファのようなリソースに制限が生じるという問題がある。そのため、MANET において発信者やメッセージの重要性に応じてリソースを有効に割当て、要求を満たすルートを発見するサービス品質 (QoS: Quality of Service) ルーティングの検討がなされている [1][2]。

災害現場での MANET の使用を想定すると、救助メッセージのような重要なメッセージは、他のメッセージよりも優先して早く確実に到達させる必要がある。これまでの QoS ルーティングでは、ルートで重複が発生した場合、QoS の指定に基づきトラフィックの転送優先度に差を設ける、QoS に応じた比率でリソースを割当てるなどリソースの共有を行っていた。これでは後発のトラフィックが重要なメッセージであった場合に最適なルートを割当てることができない。

そこで本稿では、低優先トラフィックと緊急性の高い高優先トラフィックでルート競合が発生した場合、低優先のトラフィックを再度ルーティングさせ、高優先トラフィックのルートから排除することで緊急性の高いメッセージを優先させるルーティング方式を提案する。

2 QoS ルーティング

本節では、QoS ルーティングの代表的な例としてトラフィック許可制御方式 [2] について解説する。

本方式では、要求を QoS パラメータとして指定する。QoS パラメータは、利用可能な帯域幅、エラー率、エンドエンド間の遅延、遅延の変動、ホップカウント、優先度等を含んでいる。図 1 に QoS ルーティングの例を示す。各ノードは無線により隣接ノードと接続可能であり、ソースノード 1 から目的ノード 12 へのルーティングを行うとする。まず、ノード 1 は QoS ルートリクエストメッセージ RREQQ を周辺ノードにフラッディングする (図 1-a)。RREQQ は QoS パラメータ、トラフィックフローを識別するフロー ID、ルートの選択の指標のためのメトリックを含む。

RREQQ を受信した各中間ノードは、指定された帯域幅や遅延といったパラメータと割当て可能なリソースを比較しサポート可能か否かを判断する。例えば、要求した帯域幅を提供できず QoS をサポート不可能と判断した中間ノードは

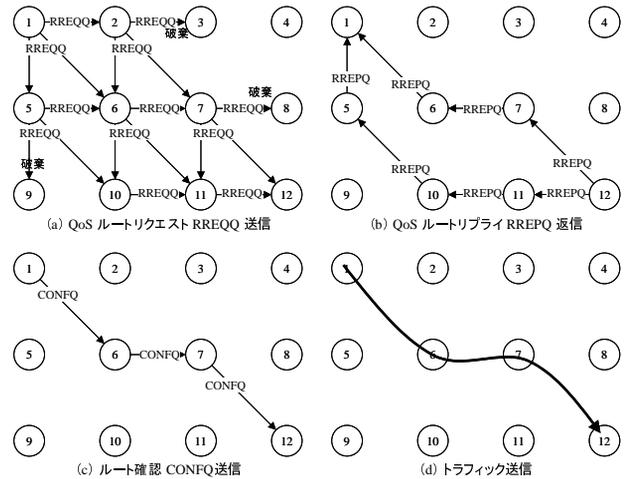


図 1: ノード 1 からノード 12 への QoS ルーティング

RREQQ を破棄し転送をやめることにより、無駄な RREQQ の転送を防ぐ。要求した帯域幅を提供可能、つまり、QoS をサポート可能と判断した中間ノードは RREQQ のノードのリソースを仮予約し、仮予約したリソースでメトリックを更新し、隣接ノードへ転送する。

RREQQ を受信した目的ノード 12 は、発見された利用可能な全てのルートに対して、フロー ID と更新されたメトリックを記載したサービス品質ルトリプライメッセージ RREPQ を返信する (図 1-b)。

RREPQ を受信したソースノード 1 は、RREPQ のメトリックを基に可能性のあるルートからトラフィック送信ルートを選択し、ルート確認メッセージ CONFQ を選択ルートに送信する (図 1-c)。CONFQ を受信した中間ノード 6, 7 は、RREQQ で仮予約したノードのリソースを割当て、次のノードに CONFQ を転送する。そして、送信ルートが確定するとソースノード 1 は、目的ノード 12 へトラフィックの転送を開始する (図 1-d)。

以上の処理によりソースノード 1 は目的ノード 12 への QoS を満たすルートを発見・選択し、トラフィックを経由する中間ノードのリソースを予約する。

しかしながら、上記の方法では、複数のトラフィックによるルートの競合が発生し、新規トラフィックに十分なリソースを割当てることが出来ない可能性がある。災害現場で緊急メッセージを優先的に送信する為には、ルート競合を避けることが望ましい。

3 排他制御方式

本節では、MANET でルート競合が発生した場合、低優先のトラフィックを再度ルーティングさせ、高優先トラフィックのルートから排除することで、緊急性の高いメッセージに

Study of Exclusive QoS Routing on MANET
Yuki KAWASHIMA[†], Kazunori ARAYA[†] and Yoshiaki TERASHIMA[†]
[†]Information Technology R&D Center, MITSUBISHI Electric Corp.
247-8501, Kamakura, Japan
Kawashima.Yuki@cj.MitsubishiElectric.co.jp,
Araya.Kazunori@ak.MitsubishiElectric.co.jp,
Terashima.Yoshiaki@eb.MitsubishiElectric.co.jp

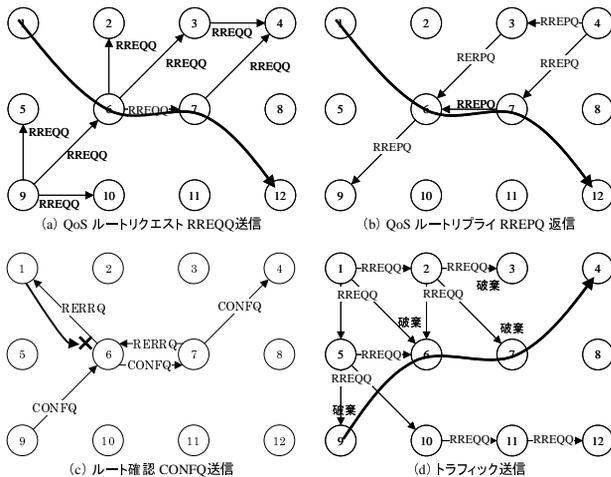


図 2: ノード 9 から ノード 4 への新規トラフィックの QoS ルーティング

最適なルートを提供するルーティング方式を提案する。以降、図 2, 3 を用い提案方式を解説する。

3.1 ルート発見

現在、ノード 1 をソースノードとし、ノード 6, 7 を中間ノード、ノード 12 を目的ノードとするトラフィックが存在している。そこに、新規にノード 9 からノード 4 へ既存トラフィックよりも優先度の高いトラフィックを送信することを想定する。

新規ソースノード 9 は、新規目的ノード 4 への QoS を満たすルートを発見するために、QoS ルートリクエスト RREQQ をフラッディングする (図 2-a)。

図 3-a に RREQQ の受信、転送処理フローを示す。RREQQ を受信した中間ノードは、既存トラフィックに割当てられているリソースを含めたノード全体のリソースで QoS をサポート可能か判断する。ノードの全てのリソースを割当ててもサポート不可能と判断したノード 5, 10 は、転送ルートとして適さないため RREQQ を転送せず破棄する。QoS をサポート可能なノードは、既存トラフィックの有無を判定する。QoS をサポート可能で既存トラフィックのないノード 3 はリソースを仮予約し、RREQQ を転送する。

既存トラフィックを転送/受信しているノード 4, 6, 7 の場合は、既存トラフィックと新規トラフィックの優先度を比較する。新規トラフィックの優先度の方が高ければ既存トラフィックをルートから排除可能であるため、リソースを仮予約し、隣接ノードへ RREQQ を転送する。既存トラフィックより新規トラフィックの優先度が低いか同じの場合、既存のトラフィックと新規トラフィックにリソースを割当てても両方の QoS をサポート可能か判断する。両方の QoS を同時にサポート可能ならばリソースを仮予約し、RREQQ を隣接ノードへ転送する。

既存トラフィックより優先度が低く同時にサポート不可能な場合は、新規トラフィックは、RREQQ を転送せず破棄する。

3.2 ルート確定

目的ノード 4 は RREQQ を受信すると、従来手法と同様に、利用可能な全てのルートに対して RREPQ を返信する (図 2-b)。同様に RREPQ を受信したソースノード 9 は、最適なルートを選択し、選択したルートに CONFQ を送信

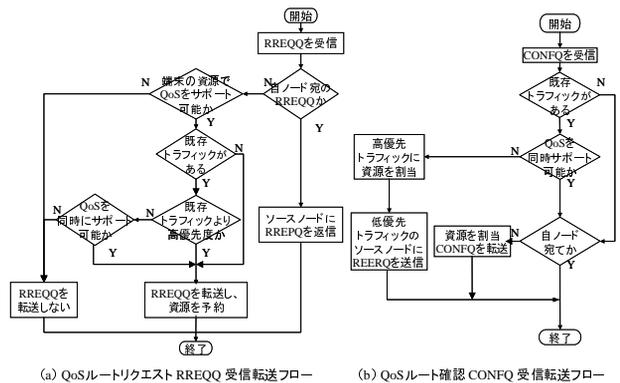


図 3: 各ノードでの処理フロー

する (図 2-c)。図 3-b に CONFQ の受信処理フローを示す。CONFQ を受信したノード 6, 7, 4 は、既存トラフィックと新規トラフィックを同時にサポート可能か判断する。同時にサポート可能ならば、新規トラフィックにノードのリソースを割り当て、中間ノードなら CONFQ を次ノードへ転送する。

同時にサポート不可能ならば、前項にて新規トラフィックが既存トラフィックよりも高優先であることを確認しているため、既存トラフィックに割当てられていたリソースを開放し、高優先である新規トラフィックにリソースを割り当て、CONFQ を次ノードへ転送する。

3.3 再度ルーティング通知

ノード 6, 7 は既存の低優先トラフィックのソースノード 1 へルート利用不可能を示すルートエラー RERRQ を低優先トラフィックのルートに沿って送信する (図 2-c)。

ノード 7 からの RERRQ を受信した中間ノード 6 は、ソースノード 1 が重複して RERRQ を受信しないよう同一の RERRQ を既に受信しているか判断する。初めて受信する RERRQ ならば、トラフィックのために確保していたノードのリソースを解放し、ソースノード 1 に向けて RERRQ を転送する。既に転送/送信していた場合は、RERRQ を転送せず破棄する。

RERRQ を受信したソースノード 1 は、RREQQ を送信することで再度ルーティングを行い、高優先トラフィックとリンクもしくはノードの競合が発生しないルートを発見の手続きを行う (図 2-d)。

以上の処理により、低優先のトラフィックを再度ルーティングさせることで、高優先トラフィックのルートから排除する。

4 まとめ

本稿では、MANET において、低優先のトラフィックを再度ルーティングし、高優先トラフィックのルートから排除することで、緊急性の高いメッセージに最適なルートを提供するルーティング方式を提案した。

今後、提案方式をシミュレータ上で実装し評価する。

参考文献

- [1] Chenxi Zhu and M. Scott Corson. "QoS routing for mobile ad hoc networks", In Proc. IEEE Infocom, June 2002.
- [2] ハリス コーポレイション・トム ビルハーツ, ジョーセフ ピブケン "移動体アドホック・ネットワークにおける許可制御", 特表 2005-524315. 2005-8-11.