

アドホックネットワークにおける緊急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

アドホックネットワークは、インフラレスなネットワークが構築可能であるため災害現場での利用を検討されている[1]。我々は、災害現場での利用を想定し、緊急性の高いメッセージを優先させ、優先度の低いトラフィックを再度ルーティングする QoS を考慮した排他制御ルーティング方式を提案してきた[2]。

これまでの提案では、優先度の低いトラフィックが代替経路を発見できなかった場合に、ルートリクエストの再送を繰り返し、ネットワークを圧迫する恐れがあった。そこで本稿では、低優先トラフィックの再ルーティングにおいて、代替経路が発見できなかった場合に、トラフィックを一時中断・再開する手法について検討を行う。

また、救助メッセージのような緊急メッセージの場合に、ルーティング自体を優先的に扱うことで、迅速なルーティングを行う手法についても検討を行う。

2 排他制御ルーティング

本節では、排他制御ルーティング方式[2]について図 1 を用い説明する。

ノード 1 からノード 5, 6 を経由しノード 10 へ転送される優先度は低い要求品質の高いトラフィックが存在する。そこに、新規にノード 7 からノード 4 へ、この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場合を用いて説明する。

ソースノード 7 は、目的ノード 4 への要求品質を満たすリソースを持つ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 1-a)。RREQQ は、QoS 要求品質、フロー ID、ルートの選択のためのメトリックを含む。

ノード 2, 8 は、RREQQ を受信するが要求品質を満たすことが不可能であるため RREQQ を破棄する。ノード 3, 5, 6 は、RREQQ の要求品質を満たすことが可能であるため隣接ノードに転送する。

目的ノード 4 は RREQQ を受信すると、利用可能な全てのルートに対して QoS ルートリプライ (RREPQ) を返信する (図 1-b)。RREPQ を受信したソースノード 7 は、最適なルートに対しルート確定メッセージ (CONFQ) を送信しルートを確定する (図 1-c)。

既存トラフィックの転送ノードであったノード 5 は、CONFQ を受信すると既存トラフィックのソースノード 1 に対して、ルートエラー (RERRQ) を送信し再ルートを通知する。RERRQ を受信したノード 1 は競合を回避するため RREQQ を送信し再度ルーティングを行う (図 1-d)。

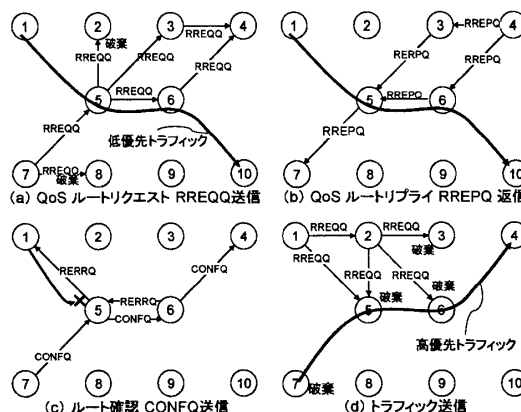


図 1: 排他的 QoS ルーティング

上記の手順により、低優先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。

しかしながら、この手法では図 1-d のように低優先トラフィックに迂回路が存在しない場合に、RREQQ が高優先トラフィックにより破棄され RREQQ の再送が頻発する可能性がある。

3 低優先トラフィックの再ルーティング

本章では、低優先トラフィックの再ルーティングが、高優先トラフィックにより、代替経路を発見できない場合に、通常のルーティングと再ルーティングを区別することで RREQQ 再送の頻発を防ぐ手法について図 2 を用いて説明する。

図 2 では、図 1-c にて、ノード 1 が再ルートを通知され、目的ノード 10 に対する再ルーティングを行う。

3.1 再ルーティング

RERRQ を受信し再ルーティングを行うノード 1 は RREQQ に再ルーティングであることを示す R (Reroute) フラグを付加しフラッディングを行う (図 2-a)。

R フラグ付きの RREQQ を受信した中間ノードは、排他制御ルーティング同様、自身のリソースにおいて要求品質に対応可能であるか判断し、不可能であれば RREQQ を破棄する。

要求品質に対応可能であるノードは、高優先トラフィックの転送の有無に係わらず、RREQQ を隣接ノードに転送する。これまでの、図 1-d の様に中間ノード 5, 6 では高優先トラフィックが転送されているため、RREQQ が破棄され RREQQ しまっていたが、R フラグの付加により通常の RREQQ と再度ルーティングの RREQQ を区別することで、目的ノードまでの RREQQ を伝搬することを可能にする。

3.2 低優先トラフィックの一時中断

R フラグ付きの RREQQ を受信した目的ノード 10 は、RREPQ をソースノードに向けて返信する (図 2-b)。

トラフィックを転送しているノードが RREPQ を受信す

Study of Emergency Routing on ad-hoc network
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

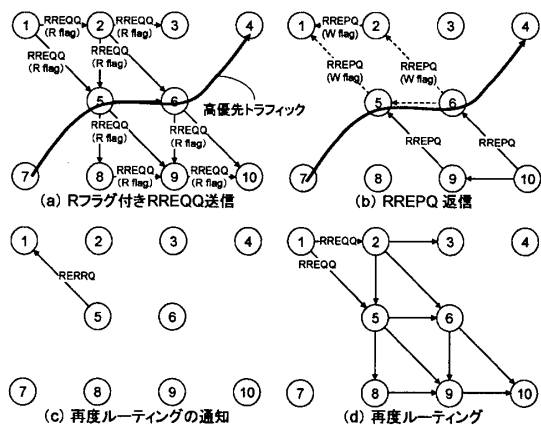


図 2: 新規トラフィックの QoS ルーティング

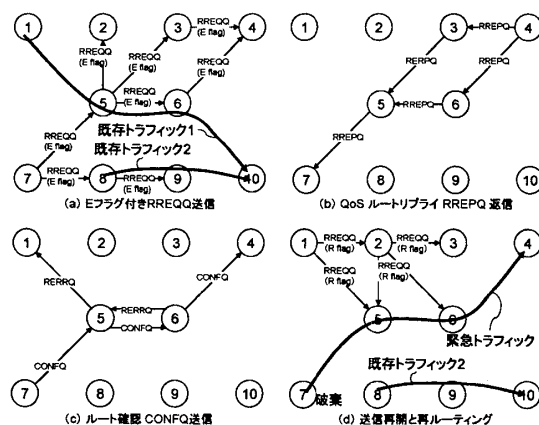


図 3: 緊急メッセージのルーティング

ると、既存トラフィックと RREPQ のトラフィックの優先度を比較する。RREPQ よりも低優先なトラフィックを転送しているノードでは、そのままソースノードに転送する。高優先トラフィックを転送しているノードでは、RREPQ に新たにトラフィックの競合が発生しているルートであることを示す W (Wait) フラグを付加しソースノードへ向けて転送する (図 2-b)。

フラグ無しの RREPQ を受信したソースノード 1 は、目的ノードまでに他のトラフィックと競合しないルートを発見できたとして、ルート確定メッセージ CONFQ を RREPQ に示されたルートに送信する。

W フラグが付加されていた場合は、目的ノードまでのルートにおいて高優先トラフィックとの競合が発生していると判断し、トラフィック転送を一時中断する。

3.3 送信再開

各ノードは、中断したトラフィックを再開するために、常に転送中のトラフィックが継続しているかを検出している。一定期間トラフィックの転送が無ければトラフィックが終了したと判断し、割当てていたリソースを開放する。

そして、図 1-a の低優先トラフィックに対して RERRQ を送信したことがあり、RREPQ に W フラグを付加して送信した事のあるノード 5 は、リソースを解放したことを RERRQ を送信することで、再ルーティングを行うように通知する (2-c)。

上記の手順により、高優先トラフィックにより迂回路が発見できなかった低優先トラフィックの送信を再開する (2-d)。

4 緊急ルーティング

これまで検討してきた排他制御ルーティングでは、優先度に応じてノードの持つリソースを割当てることが目的であった。

一方、救助メッセージのような緊急を要するトラフィックのルーティングでは、いち早く送信ルートを確認することが求められる。そこで、緊急メッセージのルーティングと他のメッセージのルーティングを区別し、他のトラフィックとノードやリンクでの競合の有無に係らず優先的にルーティングを行う方式を図 3 用いて説明する。

4.1 緊急メッセージの伝搬

図 3-a は、緊急メッセージを送信するノード 7 が RREQQ に緊急性の高いトラフィックに E (Emergency) フラグを付加し伝搬させた様子を示した図である。

ソースノード 7 がフラグ付き E フラグ付き RREQQ を受信した中間ノードは、RREQQ を隣接ノードへ転送する。このとき、ノード 5, 6, 8, 9 のように既存トラフィックを転送しているノードは、RREQQ を優先して転送するために既存トラフィックの転送を一時中断する。

目的ノード 4 は E フラグ付き RREQQ を受信すると、利用可能な全てのルートに対して RREPQ を利用可能な全てのルートに対して返信しルートを報告する (図 3-b)。

4.2 送信再開と再ルーティング

ソースノード 7 は RREPQ を受信すると、排他制御ルーティングと同様に最適なルートに対して CONFQ を送信しルートを確定する。中間ノード 5, 6 は CONFQ を受信すると CONFQ に示されたノードへ転送する。さらにノード 5, 6 は既存トラフィックを RREQQ により中断していたため、ソースノード 1 に対して RERRQ を送信し再ルーティングを通知する (図 3-c)。

RERRQ を受信したソースノード 1 は、代替ルートを選択もしくは、3 章で示した手法により再度ルーティングを行う。E フラグ付きの RREQQ を転送しトラフィックを一時中断したノードで、一定期間後も CONFQ を受信しない場合は、緊急メッセージのルートではないと判断し、トラフィックの転送を再開する (図 3-d)。

上記の手順により、緊急性の高いメッセージ送信する場合に、既存のトラフィックの転送を一時中断させることで迅速にルートを確立する。

5 まとめ

本稿では、低優先トラフィックの再ルーティングにおいて、高優先トラフィックとの競合迂回路を発見できなかった場合および、緊急メッセージのルーティングにおいて、低優先トラフィックの送信を一時中断する手法を提案した。

これにより、ルートリクエストの再送の頻発を防ぐことが可能になる。また、通常のトラフィックに影響を及ぼしてしまうものの、緊急メッセージのを迅速にルーティング可能になる。

参考文献

- [1] 間瀬憲一. "大規模災害時の通信確保を支援するアドホックネットワーク", 電子情報通信学会学会誌, vol.89, no.9, pp.796-800
- [2] 川島佑毅, 荒谷和徳, 寺島美昭. "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", 第 69 回情報処理学会全国大会 2E-7, 2007