

ローカライゼーションとルーティングプロトコルの融合手法の提案

曾我和由[†] 竹中友哉[‡] 寺島美昭* 徳永雄一* 峰野博史[†] 水野忠則[†][†] 静岡大学情報学部, [‡] 静岡大学創造科学技術大学院, *三菱電機

Proposal of the Fusion Technique for Localization and Routing Protocol

Kazuyozhi Soga, Tomoya Takenaka, Yoshiaki Terashima, Yuichi Tokunaga, Hiroshi Mineno, and Tadanori Mizuno

1 はじめに

無線マルチホップネットワークにおいて、ローカライゼーションとルーティングは重要な技術である。ノードの位置情報はイベントの発生場所を示すため、ローカライゼーションはもっともよく議論されている研究テーマの一つである。また、無線マルチホップネットワーク上での経路制御、ルーティングもよく議論される研究テーマの一つである。本論文は無線マルチホップネットワークのルーティングプロトコルである Optimized Link State Routing (OLSR) と、ローカライゼーションの融合について述べる。

本論文は次のように構成される。2章でローカライゼーション, 3章で関連研究, 4章でローカライゼーションとルーティングの融合手法について, 5章で本稿のまとめと今後の課題について述べる。

2 Localization

無線マルチホップネットワークにおいて位置情報は重要なパラメータとなる。ノードの位置を推定する方法の最も簡単な解決方法のひとつとして、各ノードに Global Positioning System (GPS) 受信機を取り付けるという方法が考えられる。しかし、すべてのノードに GPS を取り付ける方法は次の二つの理由により現実的ではない。一つは、GPS デバイスが各ノードに余分なハードウェアコストを強いるから。もう一つは、GPS が屋内などの障害物によって GPS 衛星と通信できないところでは、GPS から位置情報を取得することができないからである。GPS などの位置測位デバイスにより、位置情報を得ているノードをアンカーノードと呼ぶ。

筆者らは、測位デバイスに頼らない、OLSR プロトコルをベースにしたローカライゼーション (ROULA)[1] を提案している。

3 関連研究

3.1 OLSR をベースにしたローカライゼーション (ROULA)

ROULA の基本的なアイデアは、各ノードが正三角形をマッチングし、重なり合う正三角形を再帰的にマージし、1つのグローバルな位置座標にすることである。図 1 は ROULA の概念図であり、各点はノードを示し、それらのリンクは線で示されている。

ROULA は MPR (Multi Point Relay) ノードを利用し、正三角形の頂点の候補、Farthest2 ホップノードを選択する。各

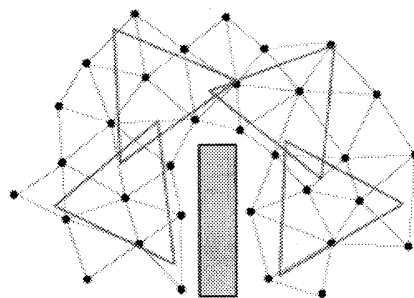


図 1: ROULA の概念図

ノードは、Farthest2 ホップノードに選んだリストの情報を入れたパケット、TRY。各ノードは、TRY、ローカルな位置座標を得る。

[1]では、1ホップノードの中に平均していくつかのノードが接続されているかを示す接続性とノード距離との関係を明らかにし、MPR ノードの数を制御可能な MPR また、様々なネットワークシナリオで ROULA の性能評価を行い、ROULA がアンカーノードに依存せず、不規則なネットワークトポロジに耐久性があることを示している。

3.2 Optimized Link State Routing Protocol

OLSR プロトコル [2] は Proactive 型のルーティングプロトコルである。Proactive とは、経路は通信を行なう前に確定されており、いつでも直ちに通信を開始することができることである。OLSR プロトコルの特筆すべき点は、フラッディングを効率良く行うことができるということである。

OLSR プロトコルでは、マルチホップ無線ネットワークでフラッディングを効果的に実行するために、MPR 集合というノードの集まりを規定する。ノード A から MPR ノードに選ばれたノードは、ノード A から送信されたパケットを再送信し、選ばれなかったノードは再送信しない。各ノードは Hello メッセージを定期的に送り合い、その情報を元に MPR ノードを決定する。

MPR ノードに選ばれたノードは、定期的に Topology Control (TC) メッセージを全体にフラッディングする。各ノードではそのようにして得たトポロジーを基にして経路を計算し、経路表 (ルーティングテーブル) を作成する。

4 ローカライゼーションとルーティングの融合

4.1 ROULA と OLSR の融合

これまでの研究では、ローカライゼーションとルーティングプロトコルの検討、評価は別々に行われてきた。しかしそれは、実環境を想定した場合、2つのプロトコルが別々に通信するという事なので、通信コストが2倍かかるということである。もし、ローカライゼーションプロトコルとルーティングプロトコルが融合できれば、通信コストを減少させることができる。そこで本研究では、OLSR に ROULA のソースを組み込み、ローカライゼーションとルーティングを同時に可能になる手法を提案する。

OLSR ではノードは常に Hello メッセージをフラッディングすることで最新の 2 ホップノード情報と MPR ノードを proactive に保持している。そのため、メッセージのフラッディングや MPR 選択の演算はネットワーク層の処理を利用することで統合できると考えている。これらの特性は ROULA がネットワークプロトコルと親和性があることを示しており、無線マルチホップネットワークで効率的なローカライゼーションを実現できると思われる。

OLSR で利用されている MPR 選択は、測位デバイスを利用しないローカライゼーションに対して、距離誤差を低減する特性をもつ。そのため、ROULA では MPR 選択に特別な変更を加えることなく、1 ホップノードとして正確に MPR ノードを測位する。ROULA ではノードはネットワーク層に OLSR プロトコルを持つことを想定する。

二つのプロトコルの流れを図 2 に示す。MPR 選択は上記の通り、そのまま行う。ROULA の Farthest2 ホップノードの選択は、TC メッセージを受け取ることによって、各ノードの中で行う。TC メッセージは定期的にフラッディングされるので、TRY_ジに含めることとする。各ノードはルーティングテーブルの作成とともに、正三角形のマッチング、マージを行えるよう実装する。

ROULA では、各ノードが生成した正三角形のマッチング、マージの結果をシンクノードに送る。シンクノードはその結果を元に全体の正三角形をマージし、全体のローカライゼーションをし、その結果をフラッディングすることとしている。各ノードのマッチング、マージの結果の送信と、全体のローカライゼーションの結果も TC メッセージに含めることとする。

以上のように、ROULA を OLSR に組み込む。TC メッセージ以外は各ノードの中で行うこととするので、TC メッセージについて考える。

4.2 TC メッセージの packets フォーマット

図 3 に実装する TC メッセージの packets フォーマットを示す。一番上の行と、自分を MPR に選んだノードのアドレスは、もともとの TC メッセージに含まれているものである。それ以外のものを図のように、OLSR の TC メッセージに組み込む。Farthest2 ホップノードは、リストの中に自分が入っていなかったらそれ以降の情報を破棄する。入っていたら、その情報を利用して三角形をマッチング、マージする。正三角形に選ばれたノードのペアの数は、シンクノードに送られるものである。各ノードはマージした情報をシンクノードに送

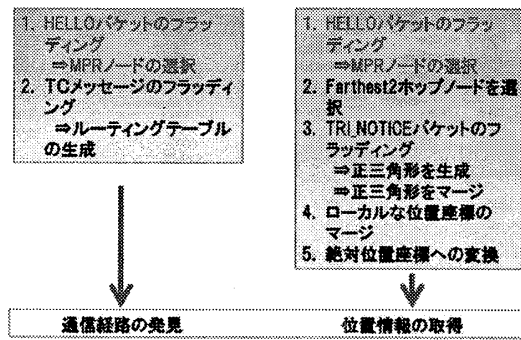


図 2: プロトコルの流れ

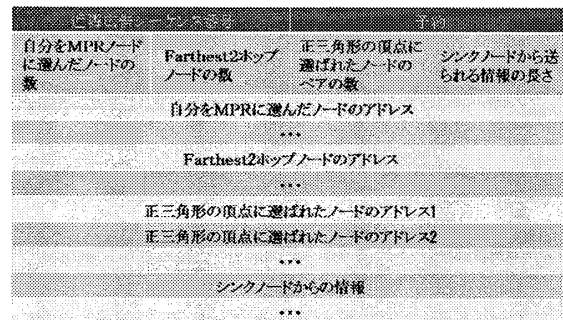


図 3: TC メッセージの packets フォーマット

り、シンクノードはこの情報をもとに各ノードの位置を推定する。シンクノードから送られる情報の長さは、シンクノード以外は 0 とする。シンクノードが全体をマージした情報を送るときは、情報の長さを挿入する。

TC メッセージを以上のように改良し、各ノードに Farthest2 ホップノードの選択、正三角形のマッチングなどを組み込む。

5 おわりに

本論文ではローカライゼーションとルーティングの融合手法について述べた。今後の課題として、Farthest2 ホップノードの選択、正三角形のマッチングの組み込み方などがあげられる。これらの組み合わせから必要に応じて、TC メッセージの仕様に変更を加えることを検討する。また、シンクノードへの送信、シンクノードあ k からの送信に関しても、必要に応じて、TC メッセージの使用に変更を加えることを検討する。

今後は、ROULA を OLSR に組み込み、その性能を評価する。性能評価項目としては、ローカライゼーションの精度、ルーティングの精度、オーバーヘッドの増減などがあげられる。ROULA は NS-allinone-2-OLSR[3] のソースに組み込み、性能評価する。

参考文献

- [1] T. Takenaka, H. Mineno, Y. Tokunaga, N. Miyauchi, T. Mizuno "Performance Analysis of Optimized Link State Routing-based Localization," In journal of Information Processing Society of Japan (IPJS), vol.48, No.9, pp.3286-3299, Sep.2007.
- [2] T. Clausen, P. jacquet, "Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)," IETF RFC 3626, 2003.
- [3] Implementation code of OLSR, <http://hipercom.inria.fr/olsr/>