The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Cooperative Network Monitoring and Ad-hoc Topology Formation for Increasing Network Reliability
Author(s)	内山, 彰
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/31
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【13】

氏　　名	内　山　　彰（うち　やま　あきら）
博士の専攻分野の名称	博　士（情報科学）
学　位　記　番　号	第　２２１５２　号
学位授与年月日	平成 20 年３月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 情報科学研究科情報ネットワーク学専攻
学　位　論　文　名	Cooperative Network Monitoring and Ad-hoc Topology Formation for Increasing Network Reliability **（高信頼性ネットワーク実現のための協調的ネットワークモニタとアドホックトポロジ構成法）**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　東野　輝夫 （副査） 教　授　村田　正幸　　教　授　村上　孝三　　教　授　今瀬　　真 教　授　中野　博隆

論　文　内　容　の　要　旨

インターネットの普及に伴い、ネットワークは重要な社会基盤の一つとして欠かせない物となっている。また将来的には携帯電話などの端末により形成されるモバイルアドホックネットワーク（MANET）を利用した、災害救助支援方法なども検討されている。このようなネットワークを利用したサービスには安全かつ安定な通信が必要であり、そのためには、ネットワークの安定性や信頼性を高めることが重要である。

本論文では、⑴管理者が監視情報を迅速・確実に取得可能であり、かつ管理者の負担を軽減する協調的ネットワークモニタの実現、及び⑵MANET において安定した通信を実現するためのアドホックトポロジ構成法、をテーマに研究を行った成果について報告する。

一つ目の研究テーマでは、自律的なグループ形成機構を用いた協調的ネットワークモニタを提案する。提案手法では、各セグメントを監視するエージェントを分散配置し、監視シナリオにしたがって動作させる。管理者が容易に監視シナリオを記述できるよう、複数の API からなるミドルウェアを提供する。提供する API 群により自律的なグループ形成やグループ通信などの機能を管理者が容易に利用可能である。同種の問題を検出したエージェント間で自律的にグループを形成することで、グループ内通信によりメンバの情報を共有して、情報を収集する。したがって、一部のメンバが攻撃によって通信困難な状況に陥ったとしても、他のメンバが共有した情報を管理者に送信することで高い可用性を実現できる。また、グループ内で情報を集約することで、管理者付近に集中するトラフィックを削減可能である。

二つ目の研究テーマでは、都市部を対象とした MANET において安定した通信を実現するため、モビリティを考慮したアドホックトポロジ構成法を提案する。モビリティが性能に与える影響をシミュレーションにより確認し、端末間のアドホック通信のみを用いて低コストで周辺端末の進行方向を予測するための手法 CDE（Connectivity-based Direction Estimation）を提案する。CDE では直近のビーコン受信状況から、将来同一の方向へ移動する端末を予測する。CDE をルーティングプロトコル DSR に応用し、進行方向が同じ端末間の通信リンクのみを用いて歩行流に沿った経路が構築されるように修正を加えたプロトコル DSR/CDE を考案した。DSR と DSR/CDE を比較した結果、

切断頻度の少ない経路構築が可能なことが確認できた。

更に MANET の信頼性を高めるためには、端末の位置情報が有効である。一般的な位置推定法では、正確な位置情報を発信するランドマークを仮定し、その情報をアドホックネットワークで複数ホップ伝搬させる手法をとる。本研究では、都市部における歩行者を対象とし、低コストで位置情報の取得を実現するため、端末間のアドホック通信を用いた位置推定法 UPL（Urban Pedestrian Localization）を提案する。UPL では、各移動端末がランドマークからの位置情報に加え、遭遇端末の推定位置情報を利用する。また、対象領域のうち移動可能な領域を与え、実際に移動可能な距離を考慮することで精度向上を図る。シミュレーションにより性能評価を行った結果、ランドマークが約 70 m の疎な間隔で配置されているような状況でも、位置推定誤差が無線到達距離と同程度以下に抑えられることが確認できた。また、UPL を位置情報ルーティングプロトコル GPSR に応用した結果、新たな制御メッセージ交換を行わずに GPS が利用できる場合と遜色ない性能を達成できることが分かった。

論文審査の結果の要旨

本論文では、ユビキタス社会を支える重要な社会基盤の一つである有線ネットワーク、ならびに、将来的に様々なサービスが期待されているモバイルアドホックネットワーク（MANET）を対象に、安全かつ安定な通信を実現することを目的とした次のような二つのテーマの研究を行っている。⑴ネットワーク管理者が監視情報を迅速・確実に取得可能であり、かつ管理者の負担を軽減する協調的ネットワークモニタの実現手法に関する研究、及び⑵MANET において安定した通信を実現するためのアドホックトポロジ構成法に関する研究。

最初の研究テーマでは、自律的なグループ形成機構を用いて協調的ネットワークモニタを実現するための一つの方式を提案しており、その手法に基づく複数の API から構成されるミドルウェア設計も行っている。提案手法の有効性は ns-2 を用いたシミュレーションにより確認している。シミュレーション結果から、一部のグループメンバが DDoS 攻撃によって管理者と通信不能な状況に陥った場合でも、他のメンバが共有情報を管理者に送信でき、管理者が問題発生範囲の監視情報を高確率で取得可能なことが示されている。ネットワーク監視がネットワークの安定性、信頼性向上のために重要であることは明らかであり、分散配置された複数のエージェント同士が協調動作するネットワークモニタを管理者が容易に実現するための枠組みを提供しているという点で、本研究は従来手法にない新しい方式を提案している。

二つ目の研究テーマでは、都市部を対象とした MANET において、安定した通信を実現するためのアドホックトポロジ構成法を提案している。まず、様々な MANET アプリケーションを対象とした性能評価を行い、モビリティが性能に与える影響の大きさを示している。次に、モビリティを考慮したプロトコル設計の重要性を示すため、アドホック通信のみを用いて低コストで周辺端末の進行方向を予測する手法 CDE を提案している。CDE の有効性を確認するため、CDE をルーティングプロトコル DSR に応用したプロトコル DSR/CDE を考案し、性能評価を行っている。DSR と DSR/CDE の比較結果により、CDE を利用することで切断頻度の少ない経路構築が実現可能なことが示されている。従って、プロトコル設計時にモビリティを考慮することは重要と考えられ、CDE はモビリティ考慮のためのメトリクスを提供する一手法として有効性が認められる。

また、アドホックトポロジ構成時に端末の位置情報を利用して MANET 通信の信頼性・安定性を高められることに着目し、低コストな位置推定法 UPL を提案している。UPL では遭遇端末の推定位置情報や移動可能領域情報を併用することにより、精度を向上させている。性能評価では、ランドマーク配置が疎な環境でも UPL の位置推定精度が無線到達距離と同程度以下であることが確認されている。更に UPL が MANET 通信の信頼性・安定性向上につながることを確認するため、位置情報ルーティングプロトコル GPSR に UPL を応用し、評価を行っている。その結果、新たな制御メッセージ交換を行わずに GPS が利用可能な場合と同程度の性能を達成できることが示されており、高信頼性ネットワーク実現のための一手法として提案手法は有効と考えられる。

以上のような理由から、本論文はネットワークの安定性、信頼性を向上させるための有用な手法を提案しており、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。