

災害発生状況における Wi-SUN マルチホップ通信の適用可能性の検討

高橋謙 ベッド・B・ビスタ 小倉加奈代 高田豊雄
岩手県立大学 ソフトウェア情報学部

1. はじめに

近年、無線通信端末が劇的に増加している。無線通信端末-基地局間通信は、平常時は安定かつ高速な通信が可能であるが、災害発生時は通信集中といった通信混雑による輻輳の問題がある。また、IoT の台頭により M2M(Machine to Machine)需要が高まり、それに応える技術として Wi-SUN(Wireless Smart Utility Network)と呼ばれる無線通信規格が注目されている。Wi-SUN 通信の長所は、高い省電力性と雑音に強い通信品質を持ちつつ、長距離通信が可能である点である。本稿では、輻輳の他、災害を原因とした停電等による基地局の利用困難状況の解消のために、Wi-SUN マルチホップ通信を基盤としたネットワーク環境を提案し、その実現可能性を検討する。

2. 関連技術

2.1 Wi-SUN

Wi-SUN は、物理層のプロトコルに IEEE802.15.4g を採用した無線通信規格の一つである。通信帯域は 920MHz 帯で、省電力性や最大 1km にも及ぶ長距離通信性能、マルチホップ通信対応といった長所を持つ。本稿では、Wi-SUN 通信の長所を利用してマルチホップ伝送により複数のノードを経由させることで、無線通信端末が属するセル以外の周辺セルに設置された遠隔基地局とのデータ通信を実現する。

2.2 スマートメーター通信システム

現在、関東地方を中心に住宅への Wi-SUN 通信機能を有したスマートメーターの設置が進められている。図 1 に、Wi-SUN マルチホップ通信を利用したスマートメーター通信システムの構成を示す。スマートメーターは、Wi-SUN 通信を可能とするモジュールを搭載しており、電気使用量データの電力事業者への送信を目的として設置されている。平常時には、Wi-SUN ネットワーク上のデータ通信を集約するコンセントレーターを介して、基幹ネットワークや電力事業者通信網との通信を行っている。コンセントレーター-基地局間通信では、LTE 通信が利用される。また、ルーティングプロトコルとして ROLL RPL[1]が利用されている。

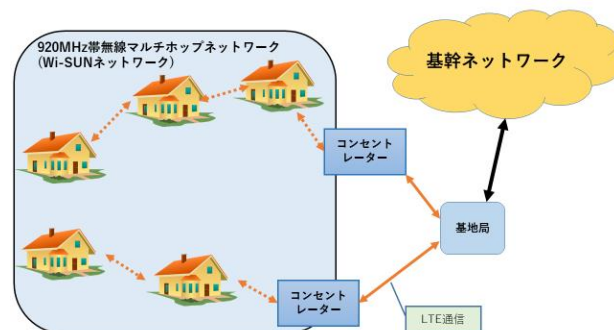


図1 スマートメーター通信システムの構成

3. Wi-SUN マルチホップ通信を基盤としたネットワーク環境の提案

本提案では、スマートフォン等の無線通信端末と遠隔基地局とのデータ通信を考える。無線通信端末が属するセル以外の周辺セルに設置された基地局を遠隔基地局と定義する。

3.1 災害状況における Wi-SUN ネットワークの活用

災害時のマルチホップ通信に基づくモバイル端末と遠隔基地局との通信を実現させるネットワーク環境を考える。モバイル端末は図1で示した Wi-SUN マルチホップ通信網にエッジノードとしてのみ参加し、マルチホップ通信機能を持つスマートメーターは、コンセントレーターとのデータ通信を中継するはたらきを持つ。災害状況において、限定地域で停電が発生した場合、一般的な住宅ではスマートメーターへの電力供給が停止し、同時に Wi-SUN 通信性能も失う。その場合は、自家発電設備を有した住宅に取り付けられたスマートメーターを利用してネットワーク構築を行う。また本提案では、ネットワーク構築のためのルーティングプロトコルとして、OLSR[3]を応用する。

以降、無線通信端末-コンセントレーター間のデータ通信の中継を担う Wi-SUN 通信機能を有したスマートメーターを中継ノードと定義する。中継ノード及びコンセントレーターは、基地局と安定した通信を行っている状態の AS(Active State)モードと、セル内の基地局との通信が困難な状態の D(Disaster)モードの二つのモードを持つ。AS モードが有効であるノードを AN(Active Node)とする。

3.2 動作手順

本節では、災害状況における Wi-SUN マルチホップ通信を利用したネットワーク構築について、モバイル端末、中継ノードそれぞれの動作手順を示す。

・モバイル端末上の動作手順

- (1) 基地局の通信混雑または使用困難情報の取得
何らかの原因で自身の属しているセルの基地局が利用できない状態にあるという情報を取得する。
- (2) 通信の切り替え
従来のセル通信から Wi-SUN 通信へ切り替える。
- (3) Wi-SUN マルチホップ通信への参加リクエスト
隣接している複数の中継ノードに対して、Wi-SUN マルチホップネットワークへの参加を要請する。
- (4) 利用する中継ノードの選択
手順(3)のリクエストが承認された場合、承認を受けた中継ノードの中で最も基地局との通信効率の良いノードを選択し、接続する。承認を得られなかった場合は、再度手順(3)を行う。
- (5) 通信の開始
中継ノードによるマルチホップ伝送を通じて、基地局との通信を行う。

・中継ノード上の動作手順

- (1) 基地局の通信混雑または使用困難情報の取得
モバイル端末と同様に、基地局との通信が困難であるという情報を取得する。その後、通信の D モードへ移行する。
- (2) ルーティング
基地局と安定した通信を行うことができる中継ノードまたはコンセントレーターの探索及び発見を行うと同時に、最適な通信経路を設定する。
- (3) モバイル端末のネットワークへの参加の承認
モバイル端末からネットワークへの参加リクエストを受けた中継ノードは、承認手続きを行う。承認が得られた際、自身の基地局までのホップ数等の情報をモバイル端末へ送信する。承認を与えない場合、モバイル端末のネットワークへの参加を拒否する。
- (4) 通信の開始及びマルチホップ伝送
モバイル端末のネットワークへの参加を承認し、マルチホップ伝送を利用してモバイル端末-コンセントレーター間のデータ送受信を補助する。

以上の手順により、災害時における安定したデータ通信を目指す。次節で、中継ノード上の動作手順(2)の詳細について説明する。

3.3 ルーティング手法

基地局との通信が困難であるという情報を検知した中継ノードは、D モードへの切り替えを行い、OLSR に基づくルーティングを開始する。

経路探索において、AN がフラッディング時のパケットを受信した場合、AS モードであることを示すメッセージを返信し応答する。フラッディングにより AN が発見

され次第、経路探索を終了し、OLSR 方式に準拠した経路設定が行われる。図 2 に、OLSR を応用した中継ノードのルーティングを示す。経路探索によって発見及び接続された AN から基地局までの通信経路は、再構築されることはなく既存の経路が利用される。

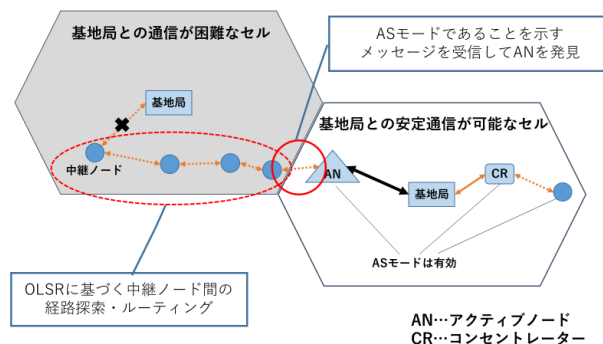


図 2 OLSR に基づくルーティング

4. 評価

本提案の有効性を示すため、実際のマルチホップ通信を想定した実験を行う。実験は、ROHM 社が提供する Wi-SUN 通信モジュールを用いて、ルーティング性能及びスループットの検証を行う。シミュレーションシナリオとして、新規ノードのネットワークへの参加、停電を想定した一部中継ノードの消失を考える。

5. おわりに

本稿では、災害発生エリアで基地局が利用困難な状況に陥った場合を考慮し、Wi-SUN 通信機能を持つスマートメーターを用いた遠隔基地局との通信方法の検討を行った。提案したネットワーク環境を利用し、遠隔基地局との通信を実現させることで、特定の基地局への通信集中から生じる輻輳問題の解決が期待できる。

今後は、複数の無線通信端末が同一のアクセスポイントに接続する場合に発生が想定される輻輳問題の解決に向けた検討を行う。

参考文献

[1] Tsvetko Tsvetkov: “RPL: IPv6 Routing Protocol for Low power and Lossy Networks”, Seminar SN SS2011, pp. 59-66.
 [2] IETF: RPL: IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks (RFC 6550) – IETF, IETF(online), available from <https://tools.ietf.org/rfc/rfc6550.txt> (accessed 2017-01-10).
 [3] IETF: Optimized Link State Routing Protocol (RFC 3626) – IETF, IETF(online), available from <https://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt> (accessed 2017-01-10).
 [4] 原田博訂, 巖名潤: “スマートワイヤレスユーティリティネットワーク: Wi-SUN”, 2013 年電子情報通信学会総合大会, pp. 78-79.
 [5] スマートメーター制度検討会: スマートメーター制度検討報告書-経済産業省, 経済産業省 (オンライン), 入手先 http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/report_001_01_00.pdf (参照 2017-01-10).