

### 【先週のミーティング内容】

○近隣の建物と栽培している作物が違うとのメリットは？

＞Aさんの建物Aでは作物Aを、Bさんの建物Bでは作物Bでは栽培しているとする、Aさんはネットワークで繋がっていると、Bさんの作物の生育状況を把握できるようにしておく。この利点として、栽培してみたいと思っていた作物Bは、この地域の気候でもしっかり育てることができるのかと認識できる。なので、10人違う作物を栽培しているとする、10人分の作物情報が知れる。

○マルチホップセンサネットワークについて調べる

・シングルホップを拡大させると、デメリットは何が生じるか？

＞シングルホップの無線通信の欠点は、山間部などの無線が届かないロケーションにおいては不可能で、シングルホップを複数つなげると時間もかかり、マルチホップの特徴であるルーティングの最適化がないので、信頼性と効率性に欠ける。

### 【1】

アクアポニックスの研究内容だが、マルチホップセンサネットワークに注目して読んだ。

図3より、ノードはメッセージをブロードキャストし、データを送信したいノードからの応答を待つ。(なぜブロードキャストなのか >のブロードキャストを受信すると、送信するデータを持つすべてのノードは、メディアがアイドル状態であるかどうかを確認できる)

隣接ノードがデータを送信したくない場合、ノードはスリープ状態に戻る。

隣接ノードがデータを送信する場合、ノードはこのデータを最初のノードに転送する。

最初のノードは、それ自体よりも低いゲートウェイにホップ数のあるメッセージを送信する。ネクストホップノードからACKを受信した後、中継プロセスが繰り返される。

また、ノードは、スリープに戻る前に、ネクストホップノードのホップに1を加えたものに等しいゲートウェイへのホップを更新する。

カウンターが10に達すると、ノードはデータを中継する場合と同じ方法で自身のセンサーデータの送信を試みる。

データ送信が開始されると、ランダムなバックオフ？が利用される。

P4のMulti-Hop Network Behaviourのところ、マルチホッププロトコルは非常に動的であることが証明され、任意のノードを移動したり、追加したり、削除したりできる。よって、監視などの固定アプリケーションだけでなく、移動する機会や動物追跡にも可能である。

マルチホッププロトコルは、ホップあたり最大1.8 kmの範囲で非常に効率的であり、送信が成功した場合の最大ホップバイホップ遅延は0.6秒である。

＞強風で作物や支柱が倒れると、監視していたアプリケーションが警告するなど。

## 【2】

この論文では、サブ GHz 長距離無線 と 2.4 の両方を利用することにより、IoT デバイスで広域通信カバレッジと低消費電力を実現できるハイブリッド、低電力、広域ネットワーク (LPWAN) 構造を提案している。

具体的には、カスタム時分割多元接続 (TDMA) を使用して長距離 (キロメートル) のポイントツーポイント通信を提供できる物理層標準である LoRa を使用して低電力メッシュネットワークを構築している。

- ・図 1 がハイブリッドネットワークアーキテクチャを示している。

複数の LoRa をノードとして、広範囲のネットワークを構築している。

LoRa を使用して長距離メッシュネットワーク (LRMN) を構築し、ANT を使用して個々のサブネットワークごとに短距離スターネットワーク (SRSN) を構築。SRSN は、半径約 30m の円形領域をカバーできる。

ハイブリッドアーキテクチャを使用する理由は 2 つある。

まず、IoT ネットワークは広範囲でのデータ収集を可能にする必要がある。LoRaWAN は数マイルのエンドツーエンド通信を提供するが、エネルギーコストが高く、農業などのアプリケーションで動的環境が適応できないために問題が発生する。したがって、LoRa の長い通信機能を利用して LRMN を設計し、近隣通信にははるかにエネルギー効率の高い SRSN を使用する。

第 2 に、特定のアプリケーションでは、SN (センサノード) が密に展開されている領域があり、LoRa は過剰であり、ネットワークの競合を引き起こす。そのため、省エネのためにこのようなサブエリアでデータを収集するように SRSN を設計している。

- ・図 6 にルーティングテーブルの作成の手順は示されている。

これでネットワーク構造の全体を把握している。

- ・LoRa による同時送信: ランダム遅延を導入することにより、衝突率の低い同時送信 (CT) フラッディングベースのマルチホップ LoRa ネットワークを開発しました。彼らは、290m×195m のエリアにある複数の建物の間に 18 個のセンサーを配置することに成功したことを実証した。

- ・ハイブリッドメッシュネットワークでは、LoRaWAN のような従来のシングルホップネットワークと比較して、消費電力と通信範囲の両方で大幅な改善が見られた。

#### 参考文献

- 【1】“Long-range & Self-powered IoT Devices for Agriculture & Aquaponics Based on Multi-hop Topology” Soumya J、Meghana Bhange  
2019 IEEE 5<sup>th</sup> World Forum on Internet of Things(WF-IoT)
- 【2】“Hybrid Low-Power Wide-Area Mesh Network for IoT Applications”  
Xiaofan Jiang , Heng Zhang,Edgardo Alberto Barsallo Yi, Nithin Raghunathan , Charilaos Mousoulis, Member, Dimitrios Peroulis, Ali Shakouri, and Saurabh Bagchi ,  
IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 8, NO. 2, JANUARY 15, 2021