

Title	近距離無線通信規格ZigBeeにおけるノードグループ ング機構に関する研究
Author(s)	磯貝, 彰則
Citation	
Issue Date	2007-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/3573
Rights	
Description	Supervisor:丹 康雄, 情報科学研究科, 修士

近距離無線通信規格 ZigBee における ノードグルーピング機構に関する研究

磯貝 彰則 (510009)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2007 年 2 月 8 日

キーワード: センサ・ネットワーク, ZigBee, LR-WPAN, グルーピング, 省電力.

非常に多くのノード数で構成され、無線で通信を行い、トポロジ構成を動的に変更できるという特徴を持つセンサ・ネットワークは、近年、施設制御や環境モニタリング、在庫管理などの分野でシステムのオートメーション化を実現する技術として非常に期待されている。しかし、センサ・ネットワークへの期待の高まりと同時に現在の技術での課題点も明確になっている。消費電力やデータ転送速度、製造コストやセキュリティ、そしてリアルタイム性が代表的な問題として取り上げられるが、普段手の届かない場所に設置されることが想定されているセンサにおいては、特に長期的な安定した動作のための省電力化や効率的なデータ転送は欠かせないものである。そのため、これらの問題点を改善するために、アンテナの指向性やノード間の同期の方法などを始め、様々な視点から検討、提案が行われている。

このような問題点を考慮した上で考案された規格が ZigBee である。ZigBee では、通信範囲を近距離としながらもトポロジとしてはスター型のみならず、クラスタ・ツリー型、メッシュ型トポロジなどのマルチホップに渡る通信を実現できることから、ホーム・オートメーション、ビルディング・オートメーション、プラント・コントロール等の分野で利用することが想定され、策定が進められている。ZigBee の最大の特徴として、低位レイヤに IEEE802.15.4 を採用することで、少ない消費電力で長期間の動作が可能ということがあげられる。

そこで本研究では、任意のノードを論理的にまとめる事が可能なグルーピング方式に着目し、ZigBee にノード・グルーピング方式を適用することで消費電力やデータ転送の点においてさらなる効率化を図る。まず、本研究で提案するグルーピング方式の実現に当たり、ZigBee におけるプロトコル・スタックのどの層においてグルーピングを実現するかについての検討を行った。ZigBee プロトコル・スタックの各層が保有する機能を調査し、各層で実装する場合の利点・欠点を明確にした比較結果、本研究ではネットワーク層においてノード・グルーピング方式を実現すべきであると判断した。

ZigBee のネットワーク層ではスター型，クラスタ・ツリー型，メッシュ型と 3 種類のトポロジが構成可能なため，ノードへグループ情報を付与する方法とそれぞれのトポロジにおいてグループ情報を管理する手段を考案する必要がある．グループ情報の付与方法として，6bit で構成されるグループ ID 情報を各センサ・ノードに書き込む際に指定するという方法，PAN への参加時に親ノードから割り当てられる方法という 2 種類を採用した．これによりネットワーク構成が動的に決まるだけでなく，開発者が予め意図した構成を容易に実現することができる．続いて，各トポロジにおいてグループ情報を管理する手段として，隣接テーブルに各ノードのグループ情報を管理する追加フィールドを作成し，自分と接続関係を持つノードのグループ情報を把握できるようにした．これはスター型のような基本 1 ホップで通信が行われるトポロジにおいては有効であるが，クラスタ・ツリー型，メッシュ型のようにマルチホップ通信を行うトポロジにおいては，適宜ルーティングが必要となるため，それぞれにグループ ping テーブル，グループ拡張ルーティング・テーブルと呼ばれるグループへの転送を実現するテーブルを実装することにより解決を行った．しかしメッシュ型トポロジでは，宛先グループ・ノードまでの最適な経路を選択するために同時に経路探索を行う必要があり，全ての経路情報が確定するまでの送信待ち時間が発生するという問題がある．そこで送信待ち時間に関する検討を行い，各パラメータから待ち時間を算出する式を導き出した．

最終的に提案方式の実装と評価を行った．実装においては，MSSTATE_LRWPAN と呼ばれる教育・研究用のスタックを用い，PC 上で仮想センサ・ノード上での動作を確認した．評価において，各トポロジに適したアプリケーションの考案と様々なパターンのグループ ping の適用，現在 ZigBee に求められているアプリケーションと提案方式を用いた各トポロジ構成法，経路探索時の送信待ち時間の検討という 3 種類について評価を行った．評価結果として，スター型，クラスタ・ツリー型，メッシュ型共に提案方式を適用することで送信回数の削減による省電力化，データ送信量の削減などの問題点を改善することが出来た．また，プロトコル・スタックにおける処理時間やリトライ発生時の時間についても考慮に入れ，最低な待ち時間に関する検討を行った．

まとめとして，本研究では近距離無線通信規格 ZigBee における消費電力削減やデータ送信量の削減を目的としたノード・グループ ping 方式の提案を行った．今後の課題として，グループ ID 情報の動的割り当てやグループ宛に行った要求に対してデータを集約収集を行う方式が挙げられる．これらを達成することでさらにグループ ping 機能が効率的に利用できると思われる．