

系再構成機能を有するワイヤレスセンサネットワークシステムの基礎検討

Fundamental Study on a Wireless Sensor Network System Using Flexible System Reconfiguration

○長澤 佑樹¹, 外山 舞宮², 望月 寛³*Yuki Nagasawa¹, Maiku Toyama², Hiroshi Mochizuki³

Abstract: In previous studies, we have proposed a flexible system reconfiguration (FSR) method which inherits functions of failed controllers using calculation resource margin of other controllers for distributed system. In this paper, we attempted to apply FSR method to wireless sensor network system with Zigbee devices. To realize FSR methods, we designed a communication format of Zigbee devices, and implemented to them. In addition, we proposed a configuration for sensor data collection using mobile devices such as smart phones and tablet devices.

1. はじめに

現在, 複数のコントローラを用いた分散システムにおいて, あるコントローラの故障時に冗長系を用いることなく, 残存系のコントローラの計算余裕を利用して機能をリリーフする系再構成型システム(Flexible System Reconfiguration : FSR)を提案^[1]している。

本研究では, その応用例として複数の無線デバイスから構成されるワイヤレスセンサネットワークを挙げる。本システムでは無線系を使用しているため, 従来の I²C(Inter-Integrated Circuit)通信を用いた有線ベースの通信フォーマットを見直す必要がある。そのため, まず, 今回の研究で使用した無線デバイスである Zigbee デバイスに対して, 系再構成機能を有する通信フォーマットを設計し, それを実装した際の評価を行った。また, ワイヤレスセンサネットワークにおいて, そのデータ収集および解析は重要な課題であるため, その手法についてもあわせて検討を行った。

2. 系再構成型センサネットワークシステム

2.1. 系再構成型システムの概要

現在, FPGA のようなプログラマブルデバイス上で, アプリケーションに合わせて自身のハードウェア構成を変更し, 柔軟で高速な処理を実現するリコンフィギャラブルシステムが注目されている。他方, 今回対象としている分散システムのコントローラは, マイコンのようなプログラマブルなデバイスではないものを想定しているが, 近年, コントローラ自身の性能やペリフェラルを含めた計算資源が飛躍的に増大している背景から, 分散システムを構成する各コントローラには十分な計算資源余裕があると仮定できる。したがって,

リコンフィギャラブルシステム概念は, 複数のコントローラにより構成される分散システムの系全体という単位でも適用可能であると考えた。

次に系再構成型システムを構築する際の具体的な構成について述べる。系再構成型システムでは, コントローラやセンサ・アクチュエータに対して外付けとなるような系再構成型システム構築用ユニット(FSR ユニット)を配置し, 制御レジスタ情報の収集や更新, および故障診断を受けた I/O 切換えという機能をユニットが行う構成をとる。また, コントローラが故障した際に, 機能リリーフしたいコントローラと概要するセンサ・アクチュエータとの通信路を, FSR ユニットを介して確保する。そして, 系再構成機能を実現するための通信方式として, 省配線を実現可能な I²C(Inter-Integrated Circuit)通信を採用した実システムを構築した。そして, 系再構成機能のための I²C 通信フォーマットを設計した後, 実システムに実装した際の評価結果として, カウンタ値の引継ぎといった履歴を有する処理を行うコントローラがフリーズするような模擬故障を与えた際, 他のコントローラにそれまでのカウンタ値を引継いだ上でカウンタ機能がリリーフできることを確認した^[1]。

2.2. ワイヤレスセンサネットワークへの応用

前節の概要を踏まえ, ワイヤレスセンサネットワークへの応用を示す。その基本構成を図 1 に示す。本研究では Zigbee 通信を用いることとした。これは, センサネットワークを主目的とする近距離無線通信規格であり, 低速で伝達距離が短いという欠点があるものの, 安価で消費電力が少ないという特徴を持つ。

1 : 日大理工・学部・子情 2 : 日大理工・院・情報 3 : 日大理工・教員・情報

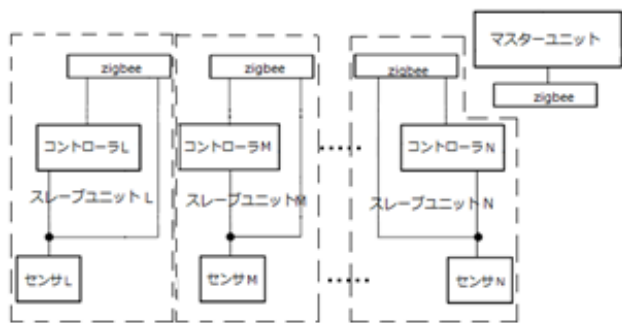


Figure 1. Configuration of a wireless sensor network applied FSR method.

Zigbee 通信は参加できる端末数が非常に多く、また、複雑なルーティングで必要とされるメッシュネットワークが利用可能な規格であるため、多数のセンサが参加するワイヤレスネットワークに最適である。

ここで、系再構成型システムを無線化することによるメリットを整理すると、系再構成機能に関する更なる省配線化が可能となるだけでなく、対象の分散制御システムと無線通信ができるという条件で、FSR ユニットの遠隔配置することも可能となり、システムのモニタリングが容易となる。また、コントローラ故障に対する機能リリーフを実現するために、各スレーブユニットが持つセンサは ZigBee 通信が持つ汎用 I/O に接続することによって、他のユニットから観測可能となり、遠隔のコントローラによる処理を可能とする。

次に、ZigBee 通信を用いて FSR 機能が実現可能であるか検討した。具体的には、通常系として接近センサとスイッチ入力をカウントする機能を 2 つのコントローラで処理するシステムを構築し、それらのコントローラを Zigbee デバイスで接続した。ここで、擬似故障スイッチにより、スイッチ入力のカウント機能を担っていたコントローラを擬似故障させ、その処理を接近センサを処理していたもう一方のコントローラにリリーフさせる。図 2 に示した Zigbee 通信が持つ API(Application Programming Interface)フレーム内に、各センサの情報やカウンタ値を双方のコントローラ間で伝送していることを確認した後、実際に模擬故障させた時の、各コントローラの出力波形を確認した。その出力結果を図 3 に示すが、この図より、スイッチ入力のカウント機能を担っていたコントローラの出力(DATA1)が模擬故障によって停止した後、もう一方のコントローラの出力(DATA2)でカウントがリリーフされていることを確認した、Zigbee 通信を用いた構成でも系再構成機能の基本機能が実装できていることを明らかにした。



Figure 2. Output waveforms of API frame.

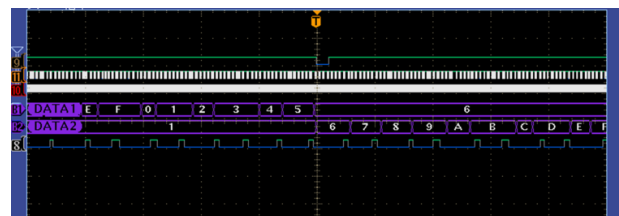


Figure 3. Output waveforms after relief of counter function.

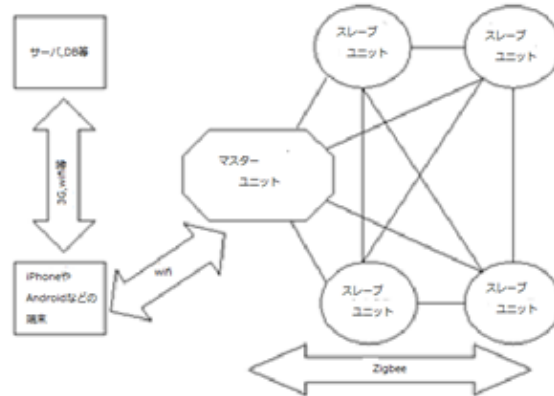


Figure 4. Configuration of a wireless sensor network with data collection part.

2.3. 本システムにおけるセンサデータ収集部の検討

図 4 にセンサデータ収集部を含んだ構成図を示すこの図より、設置されているセンサユニットから携帯端末でデータ取得しサーバへ情報を送信する構成をとる。ここで、携帯端末とサーバ間は長距離通信であることを考慮し携帯回線を、また、携帯端末とセンサネットワークとの通信は Wi-Fi を用いる。現在までに、この構成でセンサデータを Android 携帯端末で収集し、サーバへ送信可能であることを確認している。

3. まとめ

本研究では、系再構成機能を有するワイヤレスセンサネットワークについて検討し、Zigbee 通信による基本的なリリーフ機能が実現できることを示した。今後、Zigbee 通信による系再構成機能の詳細な検討を行うとともに、収集されたセンサデータを SQL 等を用いてデータマイニングする手法についてもあわせて検討する。

4. 参考文献

[1] 武田他, 「I²C 通信を用いた系再構成型システム的设计」, 信学技報, Vol.111, No362, pp.23-26 (2011).