G-9

系再構成型ワイヤレスセンサネットワークの高機能化に関する基礎検討

A Fundamental Study on Highly Functional Wireless Sensor Network with Flexible System Reconfiguration

○中村 洋介 [1], 長澤 佑樹 [2], 望月 寛 [3]
*Yosuke Nakamura[1], Yuki Nagasawa[2], Hiroshi Mochizuki[3]

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 the control function of the higher controller to wireless sensor network system. Especially we proposed the method for realizing highly functional wireless sensor network. For example, we designed a flexible sampling interval considered the variation of measurement data and evaluated the performance on the actual network. In addition, since we proposed a flexible system reconfiguration for failure of master unit and slave units, we report.

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リソース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)を提案しており，先行研究として，それをワイヤレスセンサネットワークへ応用している[1]．本研究では，このネットワークの高機能化を目的として，温度等の計測データの変化に応じた各センサユニットのフレキシブルなサンプリング手法を提案し，実際に構築したネットワークでの評価を行った．また，ネットワークを構成する各ユニットの故障などに対するフレキシブルなリリーフ手法についても提案した．

２．系再構成型ワイヤレスセンサネットワークの概要

図 1 に系再構成型ワイヤレスセンサネットワークの構成を示すが，この図より，各センサユニットに対して外付で配置されたマスターユニットにより，各スレーブユニットに対してヘルスチェックを行い，その際に制御レジスタ情報の収集や更新などを行う．

また，各スレーブユニットが持つセンサは ZigBee デバイスが持つ汎用 I/O に接続されているため，あるスレーブユニット故障時に機能リリーフさせたいスレーブユニットは ZigBee 通信によって得られたセンサ情報を基に処理を行う．

なお，マスターユニットが収集した各スレーブユニットからの測定データは，携帯回線等を用いてサーバに送信することを想定している．

以上を踏まえて実際に，図 2 に示すような複数のコントローラ，温度及び光センサ，及び ZigBee デバイスを用いた系再構成型ワイヤレスセンサネットワークシステムを構築した．

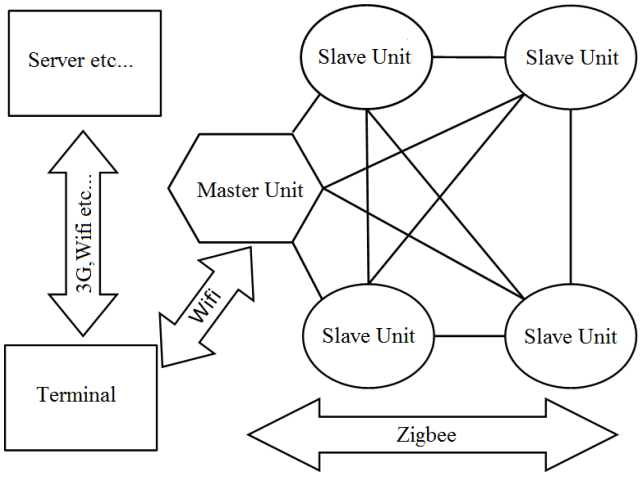

Figure 1. Configuration of a wireless sensor network applied FSR method.

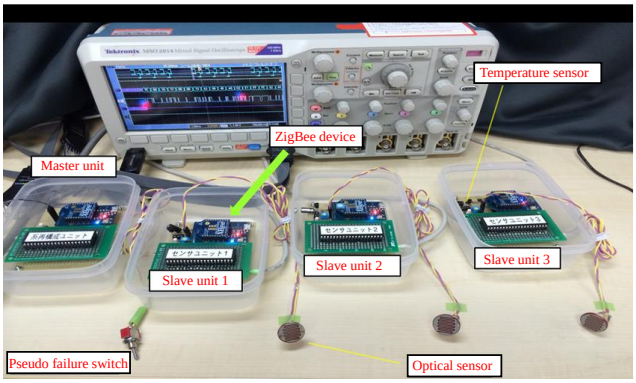

Figure 2. Overview of the configured wireless sensor network using ZigBee devices.

３．計測データに応じたフレキシブルなサンプリング手法の評価

本章では，提案した系再構成型ワイヤレスセンサネットワークで得られた計測データに応じたフレキシブルなサンプリング手法について検討した．具体的には，あるスレーブユニットの計測データから異常値が得られた場合，他ユニットにも処理を行わせることで該当

１：日大理工・学部・情報　２：日大理工・院（前）・情報　３：日大理工・教員・情報

箇所のサンプリング数を増やし詳細なデータ収集を可能する構成を検討した．測定結果の一例を図 3 に示す．この図より今回，温度の異常値と設定した 30℃を超えた後，サンプリングを追加し，他のユニットによって処理が行えていることを確認した．一方，マスターユニットが各スレーブユニットが計測した過去の温度データの履歴から，温度データの変化の割合に応じてスレーブユニットへのデータ要求の頻度を変更することとで，フレキシブルなサンプリングを実現する手法を合わせて検討，実システムによる評価を行った．図 4 にその出力波形を示す．この図より，スレーブユニットによる計測データの変化が小さい場合，通常の 1s 間隔のサンプリング周期を変更することが可能であることを確認した．これにより，計算リソースを無駄に使用することなく周囲の環境に合わせたデータ収集を可能となると考えている．

４．系再構成型ワイヤレスセンサネットワークの高信頼化の検討

前章までで計測データに応じたフレキシブルなサンプリング手法について明らかにしたが，本章では，ママスターユニット及びスレーブユニットの故障を想定した高信頼化手法について検討する．まず，マスターユニットが故障した場合にリリーフが可能なワイヤレスセンサーネットワークの構成を図 5 に示す．マスターユニットは ZigBee のコーディネータにあたるため，2 台以上同時に存在することができないが，マスターユニットで使用する ZigBee デバイスの待機冗長系としてセカンダリユニットを用意し，マスターユニットとのアクセスがタイムアウトした際に，スレーブユニット自身が ZigBee の設定を変更することによって，セカンダリーユニットとの通信に自動的に切り替える事でネットワークを維持する．これにより，センサネットワークの信頼性を高めることができると考えられる．一方，スレーブユニットの故障に関しては，残存系のスレーブユニットの再配置を行う方法を検討する．そのために，各スレーブユニット間の位置情報を取得する必要があるが，これについては，各ユニット間から ZigBee の RSSI(Received Signal Strength Indicator)値によって得られた相対距離を基に，位置情報を算出することで実現可能である．

５．まとめ

本研究では系再構成型ワイヤレスセンサネットワークの高機能化として，実システムを用いたフレキシブルなサンプリング手法の評価等を行った．今後は，提案した高信頼化手法についても評価する予定である．

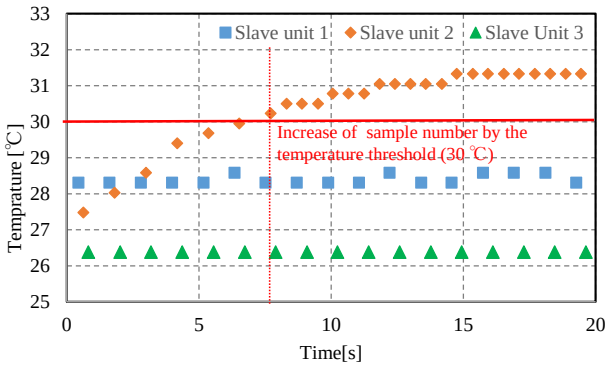

Figure 3. An example of measured temperature data.

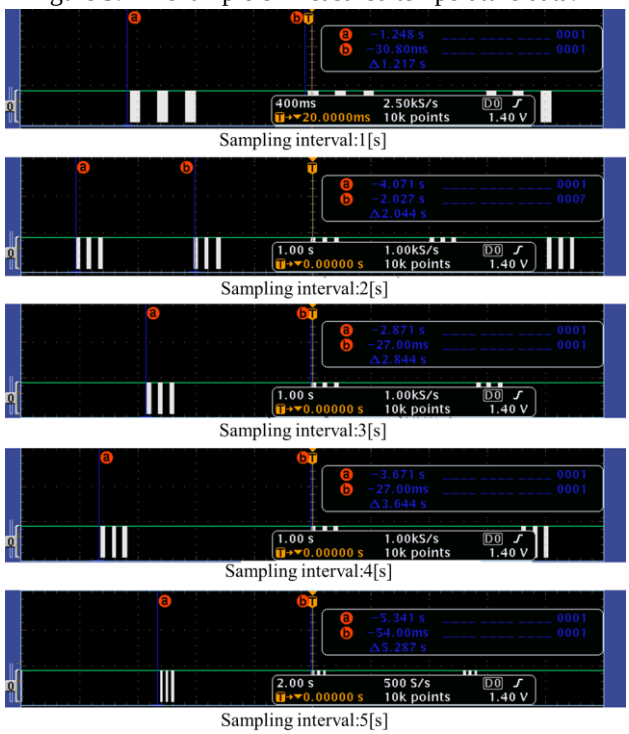

Figure 4. An example of output waveforms by varying sampling interval.

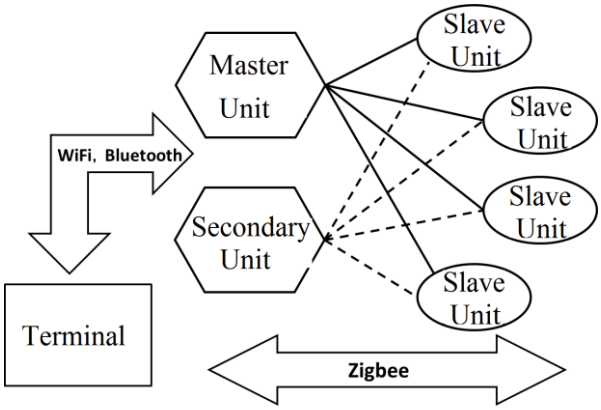

Figure 5. Block diagram of a flexible wireless sensor network including a secondary unit.

６．参考文献

[1] 長澤他，“フレキシブルな構成を持つワイヤレスセンサネットークシテムの実現”，平成 28 年電気学会電子・情報・システム部門大会，PS7-10 (2016)