

再生可能エネルギー利用住環境のための Web ベース情報センシング

Web base sensing system for living environment powered by renewable energy

○古泉賢人*, 遠藤央*, 柿崎隆夫*

○Kento Koizumi*, Mitsuru Endo*, Takao Kakizaki*

*日本大学工学部

*College of Engineering, Nihon University

キーワード： リモートセンシング (Remote Sensing), センシング (Sensing), 環境モニタリング (Environmental Monitoring), 再生可能エネルギー (Renewable Energy), 気象観測 (Weather Observation)

連絡先： 〒 963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学 工学部 機械工学科 柿崎・遠藤研究室
古泉賢人, Tel.: (024)956-8784, E-mail: koizumi.kento.ss.lab@gmail.com

1. はじめに

東日本大震災による原子力発電所の事故により、改めて再生可能エネルギーの活用が注目されている。原子力発電所事故の被災地である福島県では、再生可能エネルギー推進ビジョンにおいて「県内で使用する一次エネルギー需要の 100%を 2040 年までに再生可能エネルギーでまかなう」と宣言している¹⁾。日本大学工学部では LOHAS (Lifestyles Of Health And Sustainability) の実現を目指した「ロハスの工学」を推進し、その一環として「ロハスの家プロジェクト」では、浅部地中熱や太陽光からの再生可能エネルギーを活用したエネルギー自立型住宅の実現を目指している²⁾。

一方、再生可能エネルギーによる発電は単位面積当たりの理論出力が低く、発電量が自然環境に大きく依存する。たとえば太陽電池による発電量は日射量、気温や湿度、また風力発電機に

よる発電量は風量や風向などに大きく影響される³⁾。太陽光発電システムの見積もりには公的な機関から提供される日射量データが使用されるが⁴⁾、個々の住宅での再生可能エネルギー利用条件を保証するものではない⁵⁾。そこでエネルギー自立型住宅では、利用可能エネルギーや負荷、環境条件など、可能な限りセンサで取り込み、これを用いて効率良く制御することが期待されている。

本研究では、再生可能エネルギーを利用した持続可能な住環境の設計法確立をめざし、ロハス環境エミュレータを提案し⁶⁾、現在そのためのネットワークサーバを構築している⁷⁾。本稿では再生可能エネルギー利用住環境のための Web ベース情報センシングシステムおよびそれに用いる環境情報を計測するセンサモジュールについて述べる。また、製作したセンサモジュールを用

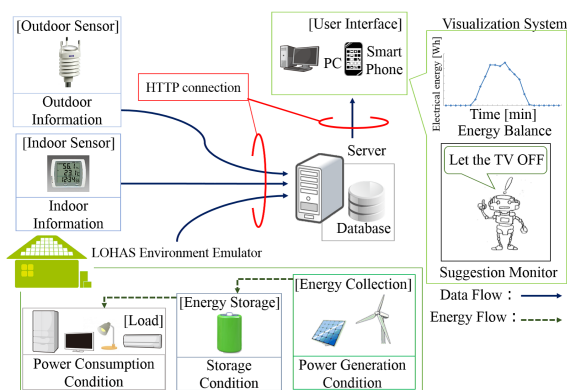


Fig. 1 Concept of LOHAS environment emulator

いたシステム検証試験より，システムの有用性を示す。

2. ロハス環境エミュレータ

Fig.1にロハス環境エミュレータのコンセプト図を示す。ロハス環境エミュレータは再生可能エネルギーで駆動される住環境のエネルギー収支を模擬するもので，環境計測用センサや家電負荷を具備した住宅モデル，太陽電池パネルや小型風車などのエネルギー採集体，さらにそのコントローラから構成される。

住宅モデルは実物の1/24スケールの小型住宅および実際の居室の2通りで構成している。それぞれの住宅モデルは太陽電池パネルの他，温度，湿度や日射などの環境情報を計測するセンサを備え，小型住宅には人工光源および送風機により疑似的に再生可能エネルギーを付与することができる。住環境に配置された種々のセンサからの情報はサーバへと送信される。

3. 環境情報サーバを用いた情報計測システム

Fig.2は県内の各地に配置されたセンサ群からインターネット回線を介して環境情報サーバへ情報を結合するイメージを示している。本シス

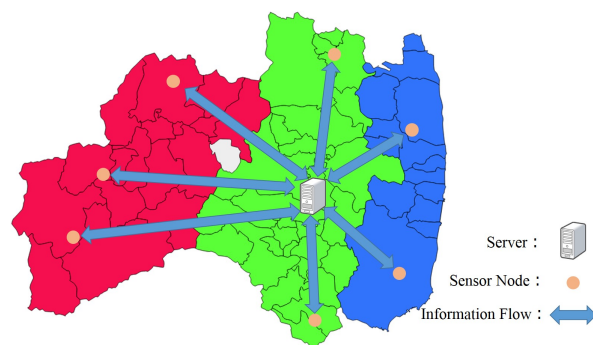


Fig. 2 Concept of server and sensor node

テムの基本は，サーバとセンサモジュール群で構成される。センサモジュールを用いて環境情報を計測し，ネットワークを用いてサーバへと送信される。このうちサーバではDB (DataBase)で環境情報を一括管理，運用する。将来的に県内各地にエネルギー自立住宅が建設された場合，各戸の内や外のセンサの総和は膨大なものとなり，スケーラブルな情報処理のためにクラウドの導入が必要となると思われる。

3.1 センサ情報更新プログラム

Fig.3にセンサ情報をサーバに保存するまでのアクティビティ図を示す。センサモジュールはセンサ制御プログラム，サーバはDB更新プログラムとDBMS (DataBase Management System)で構成される。センサモジュールでセンサ情報の1分値を計測後¹⁰⁾，センサ情報はサーバへと送信される。サーバではデータテーブル (DT: Data Table)の有無を参照後，センサ情報をDBに保存する。

3.2 センサ情報検索プログラム

Fig.4に気象情報を検索して画面に出力するまでのアクティビティ図を示す。クライアントはWebブラウザ，サーバはDB検索プログラムとDBMSで構成される。クライアントはURL引数を用いてリクエストをサーバへと送信する。

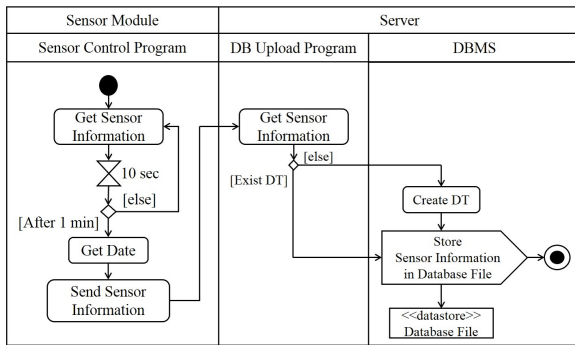


Fig. 3 Activity diagram of sensor data processing for upload

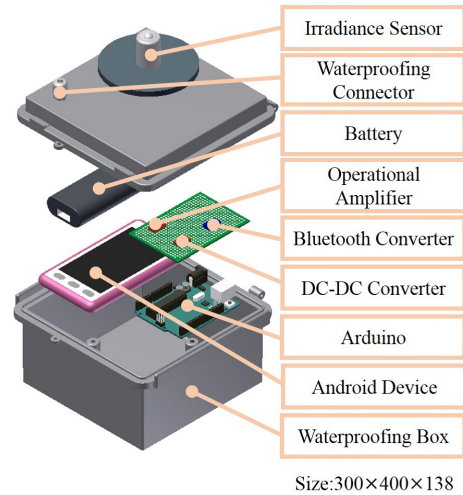


Fig. 5 Schematic of sensor unit for Solar irradiance sensor

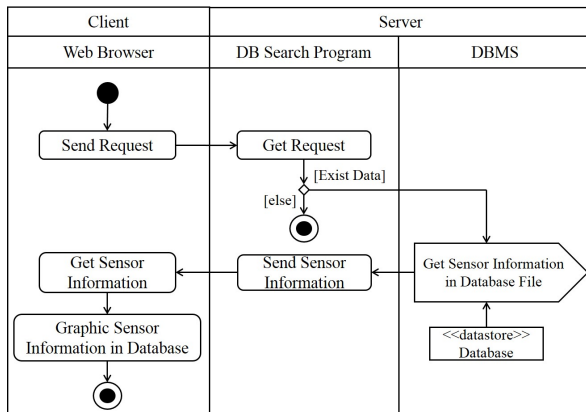


Fig. 4 Activity diagram of sensor data processing for searching

サーバはリクエストを元に DB から気象情報を取得後、センサ情報をクライアントに送信し、クライアントはそれを Web ブラウザに出力する。

4. 環境情報計測センサモジュール

種々の環境情報を簡便に計測するため、またそれをクラウドベースで利用可能とするため⁷⁾、ここでは共通のセンサユニットを準備することとした。以下にそのあらましを示す。

4.1 環境情報計測センサユニット

Fig.5 に日射量を計測するセンサユニットを示す。本ユニットは、センサモジュール（英弘精機株式会社の日射センサ ML-01）、A/D 変換用マイコン（Arduino⁸⁾）、センサ出力電圧を昇圧

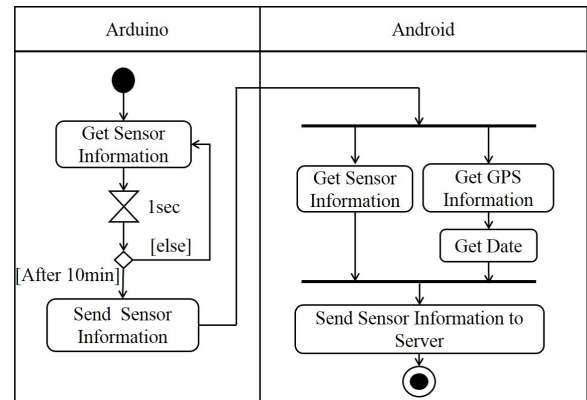


Fig. 6 Activity diagram of sensor data processing

するためのオペアンプ、DC/DC コンバータやセンサ情報処理用 Android デバイスなどを内蔵する。なお、室内環境センサの場合は Arduino から直接 PC へデータ送信できることから構成は簡略化される⁹⁾。

4.2 センサ情報計測プログラム

Fig.6 にセンサ情報計測時のアクティビティ図を示す。計測されたセンサ情報はサーバへと送信される。Arduino では1分間のセンサ情報を取得後、Android デバイスにセンサ情報を送信する。さらにこの情報にはGPS 情報と日付が付与され、サーバへと送信される。Arduino と Android デ

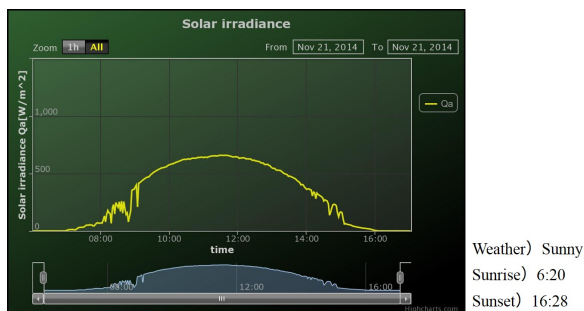


Fig. 7 Solar irradiance on day by a line graph

バイス間では Bluetooth 通信, Android とサーバ間では HTTP 通信を用いてセンサ情報がやりとりされる。

5. システム検証試験

本試験では製作したセンサユニットの計測情報を確認するため, グラフ描画, 表描画する閲覧プログラムを作成した. Fig.7に戸外における時刻別の全天日射量 Q_a の計測結果をグラフで描画した例, また Fig.8 に計測結果を表で描画した例を示す. 全天日射量 Q_a の計測は日射量を計測する環境情報計測センサユニットを用いた. 計測は2014年11月21日の6時から17時まで, Q_a の一分値を記録した¹⁰⁾. 当日は晴れであった. 図より, センサ情報が適正に保存および検索できたことを確認した.

6. おわりに

本稿で述べた結果を以下にまとめる.

- 1) 再生可能エネルギー利用住環境のための Web ベース情報センシングシステムおよび環境情報を計測するセンサモジュールについて述べた.
- 2) システムの検証試験より, センサ情報が適正に更新および保存されたことを確認し, システムの有効性を示した.

今後は気温や風速などを計測するセンサユニット群を製作し, システムとの統合を目指す.



Fig. 8 Solar irradiance on day by a table

参考文献

- 1) 福島県, 福島県再生可能エネルギー推進ビジョン (2012).
- 2) T. kakizaki, et al, “Development of innovative ground source heat utilization technology for sustainable Fukushima”, *Grand Renewable Energy 2014*, OP-Pv-5, 2014(7).
- 3) 日本太陽エネルギー学会, “新太陽エネルギー利用ハンドブック”, 日本太陽エネルギー学会, pp.37, 2010(5).
- 4) NEDO, “日射量データベース”, <http://www.nedo.go.jp/library/nissyaryou.html>, (参照日: 2014/10/21).
- 5) 田中 昭雄, “太陽光発電システム出力係数の空間違方性と日影評価”, 太陽/風力エネルギー講演論文集, pp.421-424, 2003(11).
- 6) M. Endo, et al, “Development of a Sustainable System Emulator for Living Environments Powered by Renewable Energy”, *ASME, IMECE2012*, 2012.
- 7) 古泉 賢人, 他, “Web アプリケーションを用いた環境情報データベースシステムの構築 - 住環境エミュレータによる検証 -”, 日本機械学会生産システム部門講演会 2014, No.14-8, pp.117-118, 2014(3).
- 8) Arduino, <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>, (参照日: 2014/10/23).
- 9) M. Endo, et al, “Development of a renewable-energy-driven lake monitoring system”, *Grand Renewable Energy 2014*, O-Sh-3-4, 2014(7).
- 10) 気象庁, “気象観測統計の解説”, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/kai/setu/>, pp.26-33, (参照日: 2014/10/21).