

令和元年6月20日現在

機関番号：57701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00995

研究課題名(和文) 学校教育のための成長型気象観測ネットワークシステムの開発研究

研究課題名(英文) Development and research of a growth-oriented meteorological observation network system for school education

研究代表者

武田 和夫 (TAKEDA, Kazuhiro)

鹿児島工業高等専門学校・情報工学科・准教授

研究者番号：70452935

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：測定値をインターネットで共有できる、小中学生を対象にした、どこにでも置ける百葉箱と、測定値を蓄積・可視化するサーバの開発研究を行った。百葉箱側に独立した電源を持ち、通信手段も確保するため、使用者は電源も通信線も用意する必要はなく、置くだけで環境の自動測定を開始できる。百葉箱は、一般的な形状の他にも可搬型の小さいものも制作した。これにより、子供たちは興味のまま自由な発想で直ちに環境測定を実施できるようになる。また、同じシステムを利用する他校のデータを共有することで異なる地域との比較を踏まえた学習が可能となる。すべての百葉箱の情報は一元的に扱われ、利用が広がるとともに自然と観測網は成長していく。

研究成果の学術的意義や社会的意義

環境観測において児童らが測定を実施する場合、時間や技術的な制約から多地点・多要素・長期間の測定は困難である。そのため興味を持って測定に取り組むほどに大きな労力を伴ってしまう傾向にある。教師もそれは同じである。既設の百葉箱も通常1箇所であるうえ老朽化のために使用できない、あるいは撤去されている場合も多い。

難しいことを考えることなく測定ユニットを「置くだけ」で任意の場所の自動観測ができ、複数地点の測定値をPCやタブレット端末から容易に取得でき、データを日本中で共有できるシステムは、理科や環境問題に興味を持つ全国の児童らが気象や気候に関する現象や知恵、風土に新たな発見・気づきを持てるものとなりうる。

研究成果の概要(英文)：We developed some measurement units and server systems those can share measurement values on the Internet. The server stores and visualizes the measurement values. Because the unit have an independent power source and a LTE modem, the users does not need to provide a power source or a communication line. The unit starts measurement of the environment automatically just by placing it. For School children, one of the units is a small portable type for easy handling. With the system, children can start environmental measurements at their own discretion immediately. In addition, by sharing the data of other schools, children can compare their data with different regions' one.

研究分野：コンピュータネットワーク応用

キーワード：理科教育 気象データ インターネット

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

気象データは、校庭など特定箇所の気温と湿度の変化や時間帯による風向の変化をみて物理的法則性を気づかせたり、札幌と鹿児島といった広域的な地点間の比較で気候と地理の関係を学んだり、市内や校区内といった狭域的な複数地点の比較によって地形や表面被覆、土地利用の影響を知ったりと、様々な観点から学校や学年に応じて、理科、社会科、郷土、環境に関する教育に利用される。気象庁の観測点は多数あるが、気温や湿度など基本的な4要素以上を測定しているのは約840地点であり、これは約21km四方に1点の割合になる。平均10kmも離れると表面被覆、地形、標高の違いから気温をはじめとする物理量は大きく異なるため、単純に近隣の気象庁の観測地点の値を使用しても児童、生徒ら(以下、児童ら)の生活地域の気候を直接表すことはできない。児童らが身近な地域の気候や校内の様々な場所の環境について知り、比較し学ぶためには実際に気温や湿度などの要素を観測して値を得る必要がある。

児童らが測定を実施する場合、時間や技術的な制約から、多地点・多要素・長期間の測定は困難である。そのため興味を持って取り組むほどに測定に大きな労力を伴ってしまう傾向にある。教師もそれは同じである。また、既設の百葉箱も通常1箇所であるうえ、老朽化のために使用できない、あるいは撤去されている場合も多い。

2. 研究の目的

IoT技術とクラウドを利用したセンサネットワークを応用して、即時構築可能な気象環境モニタリングネットワークシステムを開発する。測定ユニットを単に置くだけで屋内外の区別や電源線や通信線の有無を気にせず、いつでも任意の場所の環境を「容易に」「誰でも」「即座に」自動観測できる。サーバに集められたデータは簡単に操作でき、値の変動や傾向をわかりやすく可視化する手段を用意する。システムは複数の学校・地域のデータをボードレスかつ統合的に取り扱い、理科や環境問題に興味を持つ全国の児童らが気象や気候に関する現象や知恵、風土に新たな発見・気づきを持てるものとし、理科・環境教育への貢献を目指す。

3. 研究の方法

本研究は専門知識や設定が不要で、思いついた時に即座に任意の場所・要素の測定を開始でき、測定値も自動で観測者の手元で得られる「置くだけ」のシステムを構築して自由な環境測定への障壁をなくす。校庭や公園の気象要素だけでなく、廊下や教室、体育館の空間の上下など屋内環境も屋外と区別せず扱う。置くだけでネットワークにつながり、システムを利用している全国のあらゆる学校とデータが共有され、値を自由に参照できる。全国の児童らの測定がアメダスよりも細かい距離感でリンクし、センサネットワークを拡張し成長させ、成長に伴い教材として応用範囲が増していく。

以上を実現するため、以下の条件を満たすシステムの開発を目指す。

- ・容易かつ即座に自動観測を複数実施、データを蓄積・公開できる
- ・設置者が電源や通信線を用意しなくても測定ユニット(以降、測定点)は自立して動く
- ・測定点は自動でインターネットに繋がり自動で1つの情報ネットワークを形成する
- ・測定は気温・湿度・風向・風速・降水量・気圧を基本とし、値は自動でサーバに集められる
- ・測定値は、児童らがパソコンやタブレット端末を操作して容易に取り出して利用できる
- ・他校や他地域の児童らが設置した全国の測定点も相互に利用できる
- ・各地の測定点が増える毎に気象観測網が拡大・充実していく

本システムは、「測定点」「記録サーバ」「可視化サーバ」の3つから構成する。

「測定点」は、気象要素を測定できるセンサと、センサから得た測定値を記録サーバに送る小型計算機、通信を確保するためのモデム、そして電源からなる。測定要素は気温、相対湿度、風向、風速、雨量、気圧、可視画像等から選択できる。

「記録サーバ」は、測定点から測定値を受け取るWebサーバと、それを記録するデータベースからなる。データベースには測定値だけでなく、測定点の基本情報も保持する。

「可視化サーバ」は、ユーザ(児童ら)からのリクエストに応じて、記録サーバに蓄積された測定値から表や図を作成して提示する。Webサービスとして稼働するため、ユーザは一般的なWebブラウザを利用すればよく、専用のアプリケーションソフトなどは必要としない。

4. 研究成果

測定点

太陽電池とバッテリーを用いて電源を確保し、携帯電話網に直接接続することで通信線を確保する。そのため、設置する際に電源やインターネット接続の存在を意識する必要は無く、測定したい地点に自由に配置できる。また、もし商用電源や通信線を確保できるなら、それを利用してより安定した稼働を期待できる。

英国の財団が開発しているARMプロセッサを搭載したシングルボードコンピュータを中心に構成され、センサはI2C接続のチップ型センサ、シリアル通信接続による統合型気象センサ、小型環境データログ等に対応する。任意の1つ以上のセンサを接続するとそれらを自動で識別し、適切なコマンドで値を取得することができる。通信に関してはUSB接続のスティック型モデムでLTE網に常時接続して、定期的に測定値を測定日時や固有IDとともにサーバに送信する。

通信にエラーが発生した場合には、測定を継続しながら通信が回復するまですべての測定値を内部ストレージが許す限り保持し続ける。測定間隔は 60 の約数の中から分単位で任意に設定できる。ソフトウェアは Java で実装した。また、使用目的の特性上、測定点は比較的近接して設置されることが想定されるため、センサ類は精度の高い仕様のものを選定した(気温であれば±0.3℃等)。

測定点の形状は、百葉箱型、コンパクト型、可搬型の3のタイプを用意した(図1)。百葉箱とコンパクト型は、長期間の屋外測定を想定している。そのままで運用可能ではあるが、何らかの方法で筐体を大地等に固定するのが望ましい。可搬型は、測定機器一式を車輪付のBOXに納めたもので、キャリーバッグのように自由に移動でき、目的地点で展開して測定を行う。雨水や風への対策は施してあるが、基本的に数日から1年程度の比較的短期間の屋内外での連続測定を想定している。すべての測定点は百葉箱を備えており、統合型気象センサを除き、材木を加工して制作した。



図1. 測定点
(上段) 百葉箱型、コンパクト型 A、同 B
(下段) 可搬型運搬時、同展開時

記録サーバと可視化サーバ

測定値は測定点からの HTTP の POST リクエストでサーバに送られる。1時刻について要素名と値のペアの単純な羅列を送る形式と、複数時刻の複数の値を一気に XML で送る形式の両方に対応し、専用の PHP スクリプトにより処理されデータベースに保存される。1レコードは測定点 ID、日時、要素名、要素値を基本として扱う。

蓄積されたデータは、可視化スクリプトによりユーザに提供される。Web ブラウザで測定点・期間などを指定すると指定した内容の測定値が、一覧表やグラフとなって表示される(図2)。



図2. 可視化された1日分の測定値の例

稼働試験

予備研究時の仕様違いのものも含め、鹿児島県内外 10 箇所に測定点を配置した。電源を自立させているものと現地の商用電源を利用するもの、通信は LTE 網に接続するものと現地の LAN 設備に接続するもの、センサもチップセンサを複数接続したものと統合型気象センサを接続したものなど、測定点の統一はせずに年を超える連続測定を試みた。測定時間間隔は 5 分または 10 分である。測定は概ね問題なく行われ、ネットワークを通じたサーバへのデータ蓄積、データの照会なども正しく機能した。一方で、台風時の水濡れ、気圧測定用チップセンサの特定条件での誤差拡大、小・中学校の設備に接続する場合の教育委員会との事務的技術的調整に課題が見つかった。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 3 件)

1. 武田和大, 新田敦司

「理科教育等で利用できる環境測定・可視化システムの構築」,
コンピュータ利用教育学会 2018PC カンファレンス全国大会 2018. 8

2. 武田和大, 新田敦司, 原 崇, 田中佑実

「IoT による環境情報活用のためのセンサ無線化」
2017 年度情報文化学会九州支部研究会 2018. 2

3. 武田和大, 新田敦司

「学校教育のための成長型気象観測ネットワークシステム」
2016 年度情報文化学会九州支部研究会 2017. 2

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：新田 敦司

ローマ字氏名：NITTA Atsushi

所属研究機関名：鹿児島工業高等専門学校

部局名：電子制御工学科

職名：教授

研究者番号（8桁）：30551692

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。