

学内温熱環境観測システムの再構築とオンライン化 データ管理システムに関する研究

Reconstruction and Online Integration of the On-Campus Thermal Environment Monitoring System Research on data management systems

桶谷 晃誠
指導教員 吉田 将司

サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 情報通信工学研究室

本校の学内温熱環境のデータを各所に設置した観測装置で全自動的に収集可能にすることに加え全データの一括管理をオンライン上で可能にし、ネット環境がある場所であればどこからでもデータ参照を可能とするシステムの構築をするものとする。

キーワード：Web,Database,API,Laravel,M5Stack

1. 諸言

近年の異常気象により、室内環境管理の重要性が増している[1]。快適な学習環境や施設管理の効率化には、正確な温熱環境データの収集が不可欠である[2]。本研究室では2017年から学内温熱環境観測システムを構築してきたが、第一システムの老朽化による通信不良でデータの信頼性が低下し、システム全体の信頼性低下が懸念されていた。昨年度からシステムの再構築を検討し、第二システムを考案したが不十分であった[3]。

本研究は信頼性の高いデータ収集システムの再構築を目的とし、通信インフラの改善、ハードウェア・ソフトウェアの更新、ノード配置の最適化を行う。これにより、データの即時性と可用性が向上し、迅速な意思決定や問題解決に寄与すると期待される。

2. 方法

本研究で構築したシステムの構成を図1に示す。再構築の方針として、先行研究で開発された第一および第二システムで使用されたノードは廃止せず、基地局のアンテナを強化して通信改善を図る。次に、第三システムとしてWi-Fiを直接使用できるノードを新規に開発した。

全システムのノード数は16機で、5分おきにデータ番号、ノードID、年月日、時分秒、室

温、湿度、不快度指数(第二システムのノードのみCO2濃度も収集)を収集する。第三システムで開発する装置には、M5Stack社のマイコンおよびセンサモジュールを使用し、装置本体にM5SickC Plus、温湿度の観測にはENV-IIIモジュールを採用した。測定データは、観測装置からLoRa通信またはWi-Fiを利用して基地局へ送信され、基地局内のシステムで配列化後、レンタルサーバ上のLaravel APIを経由してDatabaseに格納する。新規に開発した第三システムでは基地局を介さず観測装置本体から直接APIを呼び出し、データをDatabaseに代入する方式を採用した。データ管理はWebアプリを用い、フィルタリングやダウンロード、データ解析を可能としている。

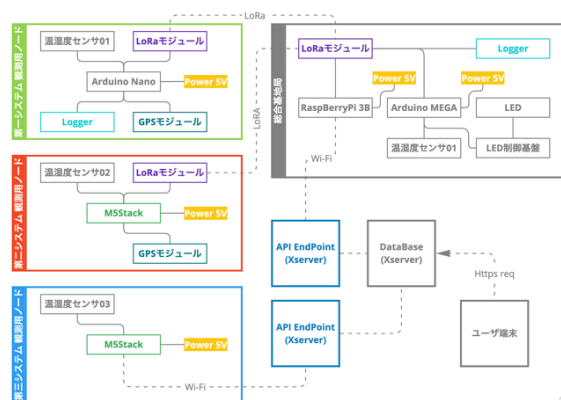


図1 学内温熱環境システムの全体構成図

3. 結果

先行研究で使用したノードと新規開発したノードを合わせた全 16 機を、2024 年 9 月 1 日から 9 月 29 日までの 29 日間稼働させた。図 2 は受信データ数の推移を示す。推定総収集データ数は 133,632 件であったのに対し、実測データは 90,397 件に留まり、その差は 43,235 件となった。これにより、データ損失率は約 32.35%と算出された。

9 月中で最も大きなデータ損失の要因は、9 月 1 日から 9 月 8 日の観測期間前に学内の特定部分で電源停止が発生したことに起因し、損失データの 85.26%がこの期間に発生したと考えられる。また、9 月 16 日および 9 月 25 日には、基地局を必要とするノードのデータが総合基地局の電源停止により収集不能となったことで、基地局を必要としない第三システム観測用ノード 8 機のデータのみが収集され、1 日の推定データ数の約半数に相当する 2,260 件が得られた。

2024 年 9 月 22 日に Wi-Fi 環境が 24 時間安定している状態で観測を行った。推定データ数は 4,608 件であったのに対し、実測データ数は 4,568 件であり、データ損失率は 0.87%に留まった。この誤差は、主に観測開始時の周期ずれによる推定データ数の変動が原因と考えられる。この結果から、Wi-Fi 環境が安定していればデータはほぼ 100%の精度で自動収集可能であることが確認された。

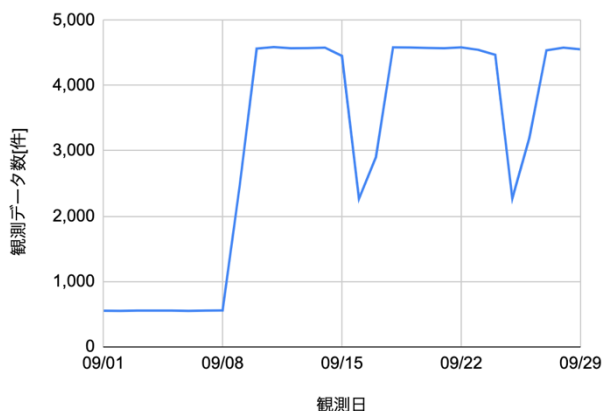


図 2 収集されたデータ数の推移(9 月中)

4. 結言

本研究では、通信不良の問題を解決し、信頼性の高いデータ収集とオンライン化を実現するために、学内温熱環境観測システムの再構築を行った。先行研究で使用された第一、第二システムのノードを活用しつつ、新規に開発した第三システムでは、M5Stack 社のマイコンおよびセンサモジュールを用いて観測装置を製作した。新たなシステムでは、観測装置から直接 API を介して Database にデータを送信する方式を採用し、基地局を介さないことでデータ伝送の効率化と信頼性の向上を図った。しかし、1 ヶ月の稼働実験では受信データ数が当初推定していた数値と大きな差異が生じた。原因を検討した結果、Wi-Fi 環境の不安定さや、長期休暇中の学内電源停止などが考えられる。

5. 今後の展望

今後のシステム運用においては、通信環境の安定化やエラーハンドリングの強化が必要である。本研究で構築した観測システムは、データのオンライン化とリアルタイムモニタリングを実現し、学内の温熱環境の把握に有用であることが示された。また、本研究の成果は他のシステムや教育機関の環境モニタリングにも応用できる。今後は、収集したデータを解析し、環境改善施策への応用を目指す。

参考文献

- [1] 気象庁, 「近年の異常気象について」, 気象庁ウェブサイト, 2021 年.
(<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/faq/faq26.html>)
- [2] 文部科学省, 「学校環境衛生基準」, 文部科学省告示第 59 号, 2018 年.
- [3] 谷川浩介, 「サレジオ高専南西側室内の条件別快適度評価」, 第 15 回大学コンソーシアム八王子学生発表会 E113, 2023.