

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号 : 57101
研究種目 : 奨励研究
研究期間 : 2019
課題番号 : 19H00219
研究課題名 : IoT を最大限活用した、学生のための全国横断仮想スマートグリッド実験システムの構築

研究代表者
屋並 陽仁 (YANAMI, Akihito)
久留米工業高等専門学校・技術職員

交付決定額 (研究期間全体) (直接経費) : 540,000 円

研究成果の概要 :

本研究では IoT 技術を活用し、卓上に設置可能な可搬式超小型風力発電装置を備えた、遠隔授業対応の工学実験装置を開発した。本装置では風力発電技術が備える種々の工学的要素を起点として、電気・電子・機械・制御など幅広い分野に関する学生実験を行うことが可能となった。また本装置は別途の機器や操作を必要とせずインターネット経由で自動的に実験状況を共有する機能を備え、インターネットに接続された全装置の実験データをスマートフォン等任意の情報端末から分析することが可能となった。

本研究成果により、遠隔地の教育現場や在宅学習中の家庭など各地をリアルタイムに結び、工学に関する専門的な学生実験を共同実施する事が可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果によれば、実験現場で通常同席し得ない遠隔地同士の教職員や学生が共同で実験に取り組むこととなる。これにより、各校の環境差の検証や学生同士のディスカッション等も含めて活用することで、実験の情報化による新たな教育効果が期待できる。幅広い工学分野を統合した実験範囲設定により、分野横断型人材の育成効果も期待できる。

また現在、感染症の流行に伴う教育機会の減少と内容の限定が社会問題化し、工学教育現場においても実験実習が実施できない状況が継続している。本研究成果の利用により、状況の大幅な改善が見込まれ、テレワークや遠隔授業が推進されるウィズコロナ社会においても教育機会と質の確保への貢献が期待できる。

研究分野 : 電気電子工学、工学教育

キーワード : 工学教育、遠隔授業、IoT

1. 研究の目的

本研究は、遠隔授業等により教育の情報化が進んでいることを念頭に、既存カリキュラムを電子化するだけではない、新たな実験実習の形態を提案することを目的として実施した。

本研究の目指すビジョンとして、本研究がもたらすべき効果を二点設定した。一点は電子黒板や仮想教室を活用した授業などと比較して旧態依然と見做されうる工学教育の実験実習について、新鮮で魅力的なものとして学習者に訴求することとした。もう一点は情報化された教育を受ける世代に対しても工学的実体験を得る機会を提供することとした。

2. 研究成果

本研究では、風力発電を題材とした実験装置を開発した。

題材選定にあたっては、分野横断的な実験教材として発展させることを念頭に、電気機器工学を中心とした電気・電子工学、機械・流体工学を中心とした機械工学、各種制御工学などの様々な工学分野を内包させることが可能となるよう考慮した。また社会的課題の解決に寄与する人材を育成する意図から、社会的課題を想起しやすく学習者の関心を喚起しやすい自然エネルギー利用に関連する内容を選択した。

実験装置は大きく四部分からなる構成とした。内訳は回転翼を備えた風力発電部、発電部に負荷をかけて電力を取り出し発電状態を計測する計測部、風速を計測する風速計部、計測データを取りまとめ、ネットワークに接続してサーバや端末と通信する処理部とした。いずれの部分も既存製品によらず本研究内で新規に開発した。

計測部と処理部は同一のユニット内に配置し、回転翼部と風速計部は単一のユニットとして統合した。実験装置には電源端子としてmicroUSB端子を備え、モバイルバッテリー等を活用することで野外等の実験室外でも実験が可能な仕様とした。

処理部の動作は計測値の取りまとめ、インターネット通信、イントラネット通信からなる3処理を並行して行う仕様とした。通信の概要を図1に示す。通信のうちインターネット通信動作では、事前にユーザが入力した設定に従って環境に既設のWi-Fiアクセスポイントに接続し、インターネットに接続することで、接続が確立されている期間の全体にわたってデータサーバに対し自動的に計測データを送出・記録し続ける動作とした。またイントラネット通信では処理部本体が独立した単一のWi-Fiアクセスポイントとして振る舞うことで、装置が発信するWi-FiにPCやスマートフォンなど任意の情報端末から直接接続することで、グラフ化されたリアルタイムな発電電力等をブラウザから確認可能な構成としたほか、画面上の操作で発電機に与える負荷量等のパラメータを調整可能な仕様とした。このイントラネット通信動作はインターネット環境を必要としないため、単機での動作確認や事前実験が可能となった。

データを取りまとめるサーバは、固定IPアドレスを付与した物理サーバを研究代表者の所属機関内に配置し、サーバ内にはデータベースソフトウェアとデータビジュアライゼーションウェア環境を整えた。実験装置は前述のインターネット通信動作によりこのサーバにアクセスし、サーバは装置から受信したデータを蓄積する構成とした。これにより、ユーザが任意の情報端末のブラウザを用いてインターネット経由でこのサーバにアクセスすることで、実験装置から蓄積されたデータをグラフ化して閲覧することが可能な構成となった。しかしこの物理サーバは学内ネットワークの都合により研究期間の途中より公開継続が難しくなったことから、データビジュアライゼーションウェアを備えた外部サービスを利用して実現することとした。

以上の部分からなる実験システムを連携して動作させ、実験装置としての機能確認を行った。機能確認では、発電機の電氣的負荷-機械的負荷の関係、電圧-電流特性、最大効率点の同定、簡易なMPPT制御、風車の機械的なピッチ角を変動した際の特性変化について実験が可能であることを確認した。

実験装置外観と機能確認の状況を図2に示す。図2右の実験装置はモバイルバッテリーで単独動作しており、インターネットに接続してサーバに発電量データを送信している。図2左のPCは、ブラウザを用いてインターネット経由でサーバにアクセスして実験データを閲覧している。

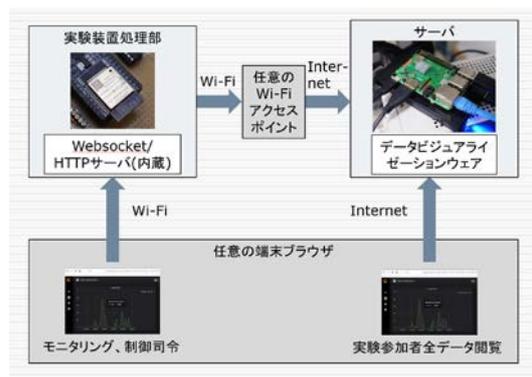


図1 通信構成

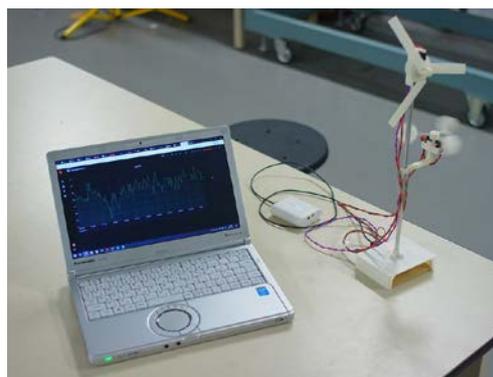


図2 実験装置外観と機能確認

研究計画段階で予定していた内容のうち、実施内容に変更が二点生じた。

うち一点は、実験データを取りまとめるサーバの仕様についてである。当初計画では研究代表者の所属機関内にデータサーバを設置して利用する予定であったが、当該機関内で発生したセキュリティインシデントの影響により機関内に設置して運用していたサーバの外部公開継続が難しくなった。このインシデントを受け、データの集約については前述の通り外部サービスを利用して行うとする方針変更を行い、設計変更を行った。この設計変更による装置の基本的な動作と実験の実施に影響はなかった。また、外部サービスのデータビジュアライゼーションウェアを利用することによりデータの可読性も向上した。しかし、実験データの長期間蓄積や一括書き出しが出来ないなど、データ利用の自由度に制約が生じている。

残る一点は、本装置の教育効果検証についてである。2020年2-3月に研究代表者の所属機関に属する学生を募り、課外での工学実験を予定していた。この実験には11人以上が参加予定であったが、新型コロナウイルス感染症流行による措置の影響を受け、課外での実験を実施することが不可能であった。

本研究の今後の展望として、装置の改良、実験内容の拡充、教育効果の確認を行う予定である。

装置の改良については、装置本体に液晶画面、操作ノブ、バッテリー等を備えることで、現状の機能を損なうことなく、情報端末の接続に依存せず単機で同等の実験が行える構成とする。実験内容の拡充については、発電機の損失計測などのより高度な実験が行えることを確認するほか、サーバサイドのユーザビリティ向上に関する検討を行う。教育効果の確認については、本装置を活用した学生実験を実施し教育効果の評価を行う。また、実験から得られたフィードバックを元に実験システム全体のユーザビリティを向上し、最終的に教育機関のカリキュラムに組み込むかたちでの社会実装を進めたいと考えている。

3. 主な発表論文等

なし

※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。