

可視光通信を用いた省電力照明システム — 教室での運用実験 —

星合 拓馬[†] 堀 弘昂[‡] 星野 聖仁[‡] 松林 勝志[‡]
東京高専 専攻科[†] 東京高専 情報工学科[‡]

1. はじめに

2011年に起きた東日本大震災により電力が逼迫し、計画停電が実施された。その影響から、節電に関する意識が高くなったが、今後もエネルギーリスクの低減を目指し更に省電力を推進していく必要がある。

数多くの節電方法の中で、照明による節電は取り組みやすく効果的である[1]。しかし、現在の照明システムでは、通常、手動操作であるため、節電する／しないは人の意識に依存する他、節電を行うにあたっていくつかの問題がある。例えば、大部屋の照明システムでは、照明は「列」等のグループで分けられ、調光の範囲や組み合わせ等の自由度が乏しい。高い自由度を得るためには、複雑な配線が必要となり、施工コストが高くなる。また、どこかが故障すればシステム全体が停止する恐れもある。

そこで本研究では、照明にLEDを利用し、照明自身の光で可視光通信(VLC: Visible Light Communication)ネットワークを構築する省電力照明システムを開発した[2][3]。各照明は、環境に応じて自立調光するとともにネットワークを用いて照明同士が協調することで省電力動作を行う。クラウドを利用することで、遠隔操作や節電状況の「見える化」も実現した。また、図書館等では、節電のため暗くしても、人がいるところだけは明るくしたいというニーズがある。そのため、スマートフォン(WP7: Windows Phone 7)を用いたピンポイント調光も実現している。先行研究[2][3]では、40W電球相当の可視光通信機能付きLED照明を開発し、実験用モデルによる動作検証を行った。本研究では、システムの改良を行うとともに、教室で使われている直管型蛍光灯照明器具(6000ルーメン)と同等の明るさのLED照明器具をチームで開発・設置し、運用実験を行う。本論文では、より汎用性を目指したシステムの改良について述べる。

2. システム概要

システムの概要をFig.1に示す。各LED照明は、照度センサを搭載し、照明下部の明るさを測定する。照明間では、照明自身の光を用いて可視光通信を行い、全ての照明は、点灯している明るさや各照明下部の明るさのデータを共有する。調光コントローラは、それらのデータを取得するとともに、各照明への適切な調光指示を行う。クラウドサーバを用いることで、スマートフォン(アプリ)やパソコン(Web)と節電状況に関するデータを共有し、節電の「見える化」及び遠隔操作を実現している。また、可視光通信モジュールにより、スマートフォンとLED照明間で可視光通信を行うことでピンポイント調光や、頭上の照明の位置から屋内での現在地を把握できる屋内GPS機能も実現している。

3. スマートフォンアプリの改良

3.1. Androidへの移植

本システムでは、スマートフォンアプリにより、節電の「見える化」、遠隔操作、照明のピンポイント調光、屋内GPSの4つの機能を実現

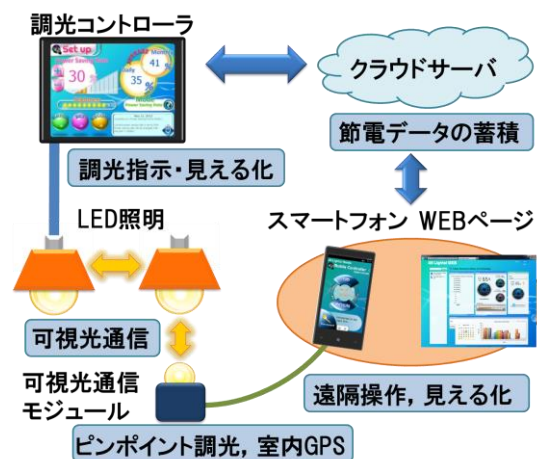


Fig.1 システム概要

LED Lighting System Saving Power Consumption with Visible Light Communication – Operational Experiment in a Classroom -

[†]Takuma HOSHIAI · Advanced Course, Tokyo National College of Technology

[‡]Hiroataka HORI, Seito Hoshino, Katsushi MATSUBAYASHI · Dept. of Computer Science, Tokyo National College of Technology

している。先行研究におけるスマートフォンアプリは、WP7 上で動作するよう開発された。しかし、WP7 はマイナーな OS であるため、シェアが最も大きい Android OS 上で同様に動作するアプリを新たに開発した(Fig.2)。



Fig.2 開発した Android アプリの画面

3.2. 可視光通信モジュールの改良

ピンポイント調光や屋内 GPS を行うための可視光通信モジュールとスマートフォンの接続は、ヘッドホン・マイク端子を利用した FSK 方式を用いている。しかし、FSK 方式では、ハード的な機種依存性がないものの、音声の振幅が大きすぎる場合や小さすぎる場合など、ボリュームの状態やマイク感度によって、正しく復調できない場合があり、接続が不安定になる可能性がある。また、Android OS では、USB ホスト機能のサポートが開始され、対応したスマートフォン・タブレットが普及してきている。そのため、可視光通信モジュールの接続方法を USB に変更したモジュール(Fig.3)を開発した。Android アプリも、USB 接続にも対応できるよう改良を行った。



Fig.3 USB 接続による可視光通信モジュール

4. 調光コントローラの改良

調光コントローラでは、室内の照明の調光制御や節電結果の記録のため VLC で通信し、クラウドにデータを蓄積する。クラウドに調光指示コマンドが届いていないかも確認しており、ユーザはどこにいても調光指示の変更や、各照明の現在の明るさの確認、過去の節電記録の閲覧をグラフィカルに確認することができる。

現在、調光コントローラは組み込み用 OS の一つである Windows Embedded Compact 7 (WEC7)が動作する超小型コンピュータ e-Box 上で開発され、タッチパネルディスプレイで操作している。しかし WEC7 はマイナーな OS であるため、タッチパネルと一体化している Android 端末上で動作するアプリを新たに開発した。調光コントローラは、一番近い照明と有線接続し、照明とのシリアル通信により各照明下部の明るさデータなどの取得、調光指示を行っている。そのため USB シリアルコンバーター REX-USB60MB と Android 用ライブラリ FTDriver を使用し、WEC7 を Android 端末に置き換えた。

調光コントローラは、3 秒周期で節電状況に関するデータをクラウドサーバ(Microsoft Azure)に送信・蓄積することで、節電の「見える化」等を実現している。しかし Microsoft Azure はマイナーかつ利用料金が高いため、無料で使用できる Google Drive へクラウドサーバを変更した。

5. まとめ

教室での省電力照明システムの汎用的な実用実験に向けて、システムの改良を行ってきた。現在、スマートフォンアプリの開発、USB 接続による可視光通信モジュールの製作が完了している。調光コントローラの開発もほぼ終わった。現在、6000 ルーメンの明るさを持つ VLC 照明を用いて運用実験を行い、問題点や改善点を洗い出して改良を続ける。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 24656194 (挑戦的萌芽研究) の助成を受けたものです。

参考文献

- [1]日経 BP, 照明の節電は取り組みやすく効果的, JSBC が提言, <http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/building/news/20110526/547640/>, 参照 2014/09/10
- [2]大川 水緒, 可視光通信による省電力照明システム, ISTS2012, 2012
- [3]田畑 愛実, 可視光通信を利用した省電力照明システムの開発, 情報処理学会, 2013