

センサノードと通信経路の多重化による Beat Sensor を用いた省エネ照明システムの動作安定化

Stabilizing the Operation of Energy-Saving Lighting Systems Using Beat Sensors by Multiplexing Sensor Nodes and Communication Paths

小川 勇貴
Yuki Ogawa

石橋 孝一郎
Koichiro Ishibashi

安達 宏一
Koichi Adachi

電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター (AWCC)
Advanced Wireless & Communication Research Center, The University of Electro-Communications

1 まえがき

近年エネルギー問題が加速し、気候変動対策としての側面も相まって、とりわけ発電においてはエネルギーミックスやカーボンゼロエミッションの達成により化石燃料消費を削減するとともに、電力消費自体の削減が求められている [1]。なかでも、日本のオフィスビルにおいて全消費電力のうち3割超を占めている照明の消費電力削減は大きな社会的貢献をもたらすと見込まれる [2]。

本稿では、先行研究で開発・提案した照度 Beat Sensor を用いた多点省エネ照明制御システムについて、多経路伝送を用いた改良を行なったので、その結果を報告する。

2 照度 Beat Sensor と先行研究

照度 Beat Sensor は小型・軽量で可搬性に優れ、太陽電池とキャパシタを用いることで外部電源不要とした半永久動作が可能な Energy Harvesting 無線照度センサである。“Beat” と呼ばれるセンサとコントローラ対に割り当てられた固有の ID 信号をセンサが一定の時間間隔で送出し、受信側では受信信号から検出した時間間隔からその間の平均照度情報を得る。照明に付随させたコントローラが受信機となり、得られた照度情報をもとに外光量変動に追従して照明光量を制御・センサ点照度を一定に保つシステムが開発されている [3]。このシステムを3次元空間内に複数設置することで、外光の有無やその程度、制御対象空間中の位置や照明の目的ごとに照明光量の適切な制御・不要な照明の削減が可能となる [4]。

3 提案手法

本システムでは、WiFi 等で広く利用される 2.4GHz 帯を使用している。そのため、他システムからの干渉により、コントローラがセンサからの Beat 信号を正しく受信できないという問題があった [4]。

そこで本研究では、この照明システムが多点であることに着目し、多経路伝送を用いる照明光制御システムを提案する。ある ID i のコントローラの周辺のコントローラが、ID i のセンサから Beat 信号を受信した場合、ID i のコントローラに対して、Beat を受信した旨を通知する動作を追加した。コントローラはセンサより外部電源に接続されているため安定して信号を送信可能であり、エネルギーが尽きることがない。これにより、Beat が直接目標のコントローラに到達しない場合でも、他の隣接コントローラを経由して Beat を認識することが可能となり、全体としての Beat 認識率および制御の正確性を向上することが可能となる。

を向上することが可能となる。

4 確認実験

4.1 多経路伝送の導入による成功率向上の実験検証

照度を一定とし、3秒に1回の頻度で Beat を送出するように環境を設定して、Beat 送出ごとの欠落を判断することで提案する多経路伝送の効果を確認する実験を行った。センサから直接の Beat 受信に失敗しても、他コントローラ経由で Beat を認識することが可能となったことで、Beat を認識可能な回数が増える。図1に示すように、提案手法を用いることで多経路伝送を行わない場合に比べ Beat 認識回数を約21%向上できることを確認した。

4.2 9 照明同時自律分散制御の確認

図2のように、9 照明直下に各 ID に対応したセンサを配置し、各照明毎に異なる外光量、目標照度となるようにして、制御可能なことを確認した。

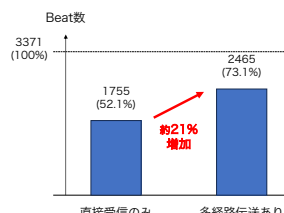


図1: 多経路伝送の導入による欠落改善



図2: 9 照明同時自律分散制御の様子

5 まとめと今後の展望

多経路伝送により、より実環境に適応した自律分散型照明制御システムを構築した。Beat 欠落数が削減され制御の正確性が向上したものの、依然として、空間全体におよぶ大きな干渉を受けた際には、どのコントローラも受信ができないために Beat が欠落してしまう問題点があり、さらなる改善が求められる。

参考文献

- [1] 資源エネルギー庁, “第6次エネルギー基本計画”
- [2] 資源エネルギー庁, “エネルギー消費統計 (令和3年度)”
- [3] K. Ishibashi and Y. Ogawa, “Energy Saving LED Lighting System using Illumination Beat Sensors,” in *Proc. 2023 IEEE ICCE*, 2023.
- [4] 小川勇貴, 石橋孝一郎, 安達宏一, “カード型 EH Beat Sensor を用いた省エネ照明制御システム,” 信学ソ大, B-15-3, 2023年9月