

カード型 EH Beat Sensor を用いた省エネ照明制御システム

Energy-Saving Lighting Control System using Card-Type Energy Harvesting Beat Sensor

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は加速し、その解決へ向けた議論が尽きない。気候変動対策としての側面も相まって、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実現により化石燃料消費の削減を目指すとともに、消費する電力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は、全消費電力のうち3割超を照明が占めており、照明の消費電力削減を達成することは大きな社会的貢献をもたらすと見込まれる。

本稿では、先行研究で開発・提案した照度 Beat Sensor を用いた省エネ照明制御システムの規模を拡大し、実環境に実装・観測を行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 は小型で軽量のため可搬性に優れ、太陽電池とキャパシタを用いるために外部電源不要で半永久動作可能な Energy Harvesting (EH) 無線センサである。

センサに搭載された太陽電池は照度に応じた速度でキャパシタを充電し、高閾値電圧 V_H に達すると RF モジュールがキャパシタのエネルギーを消費して ID 信号 (“Beat”) を送出する。低閾値電圧 V_L を下回ると、キャパシタの充電が再開され、以降照度に応じた時間間隔で Beat 送出を繰り返す。そのため、受信機は Beat の受信間隔からセンサ点の照度を算出することができる。

この照度情報を用いて、外光の変動に応じて照明光量を制御し、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。

3 提案手法と実装内容

3.1 大規模化および高信頼化

従来検討 [3] では、床面 $2\text{m} \times 2\text{m}$ であった実験環境を1辺約 6m の正方形の屋内空間に拡張し、約 70cm 間隔で 2×2 の4つであった照明を約 2m の等間隔で 3×3 の格子点上の9つに増加させた。

回路を PCB 実装し筐体へ格納したコントローラを用いて、電圧の安定した商用電源を接続したメーカー製照明器具を制御する方式としたことで、信頼性を向上させた。

3.2 カード型センサの導入

薄型軽量化のため、回路構成は維持したまま、RF モジュールやアンテナを含む全ての構成素子をクレジットカードサイズの基板表面に実装し、可搬性を向上させた。

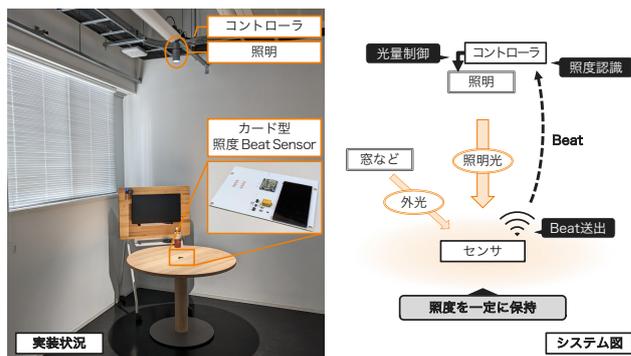


図 1: 照度 Beat Sensor を用いた省エネ照明制御システム

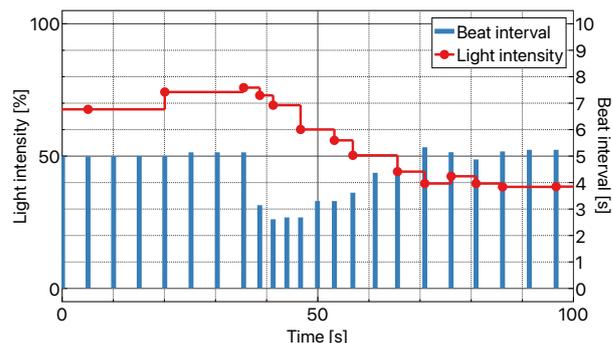


図 2: 外光増加時における照明制御の様子

4 動作確認実験とその結果

図 1 左の環境において、動作確認を行った。図 2 に示すように、部屋に外光を取り入れると、センサ点照度上昇に伴い Beat 間隔が短くなり、照度上昇を認識したコントローラにより余分な照明光量を下げるフィードバックがかかることで、目標値に復帰することを確認した。

5 まとめと今後の展望

実験室で構築した照明制御システムのいくつかの課題点を克服し、さらに実環境に適用した自律分散型照明制御システムを構築した。

システムが使用する 2.4GHz 帯は、ISM バンドであり Wi-Fi 等で広く利用されていることから、干渉が多く発生する。Beat Sensor は、送信待機をするとその間にキャパシタのエネルギーが尽き、送信に失敗する可能性があるため、システムの更なる高信頼化が必要である。

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.