

ビーコン型知的照明システムにおいて 執務者がスマートフォンを携帯しない場合でも離席検知を行う手法の提案

新井 友輔

Yusuke ARAI

1 はじめに

標準的な知的照明システムでは、執務者が照度センサの在離席変更ボタンを押すことで在離席状態を変更する。または、Web UI 上で操作を行うことで、在離席状態を変更する。執務者の離席操作に応じて、知的照明システムは執務者付近の照明の減光または消灯を行う。知的照明システムの 1 つの手法にビーコン型知的照明システムがある¹⁾。ビーコン型知的照明システムは、執務者が携帯するスマートフォンと各席に設置したビーコンを使用し、執務者の在離席操作を自動化する。これにより、離席操作忘れによる照明の余分な点灯を防止し、省エネルギー性を向上する。しかし、執務者がスマートフォンを携帯せずに離席をすると、離席検知が行われない課題がある。そこで、執務者がスマートフォンを携帯せずに離席した場合においても、離席検知が行われる手法を提案する。

2 ビーコン型知的照明システム

ビーコン型知的照明システムは、執務者のスマートフォンと BLE ビーコンを用いて、執務者の在離席操作を自動化する知的照明システムである。ビーコン型知的照明システムの構成を Fig.1 に示す。

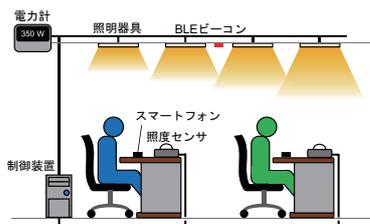


Fig. 1 ビーコン型知的照明システムの構成

BLE ビーコンと執務者のスマートフォンを使用し、入退室検知を行うことで、執務者の在離席操作を自動化する。在離席操作の自動化により、執務者の離席操作忘れを防止し、省エネルギー性を向上する。しかし、執務者がスマートフォンを机においたまま離席すると、スマートフォンがビーコンの電波を受信し続けるため、ビーコン型知的照明システムは離席検知を行わない。そこで、スマートフォンを携帯せず離席した場合においても、離席検知を行う方法を検討する必要がある。

3 座席ビーコン型知的照明システム

ビーコン電波は人体の影響によって減衰が生じる。スマートフォンが各席の椅子に設置された近接特化型ビーコン(以下、ビーコン)の電波を執務者が在席時には受信せず、離席時のみ受信するようにビーコンの電波出力を設定する。これを利用し、ビーコン型知的照明システムにおける執務者がスマートフォンを机の上においたまま離席すると、離席検知されないという課題を解決する。

座席ビーコン型知的照明システムは、制御 PC、調光可能な照明、電力計、および執務者が携帯するスマートフォンを 1 つのネットワークに接続する。そして、オフィスに汎用型ビーコンを、各椅子にビーコンを内蔵することで構成する。Fig.2 に座席ビーコン型知的照明システムの構成を示す。



Fig. 2 座席ビーコン型知的照明システムの構成

執務者はスマートフォンのアプリケーションで座席を登録する。スマートフォンは登録された座席番号を制御 PC に送信し、制御 PC は登録情報を基に執務者の在席処理を行う。執務者が着席すると、椅子の座面に設置されたビーコンの電波は人体による影響により減衰する。そのため、執務者が在席している間、スマートフォンはビーコンから電波を受信せず、汎用型ビーコンからの電波のみを受信し続ける。執務者がスマートフォンを携帯して退室すると、スマートフォンは汎用型ビーコンの電波を受信できなくなったことを検知し、制御 PC に退室情報を送信する。一方、執務者がスマートフォンを携帯せずに退室すると、スマートフォンは人体の影響によって減衰していたビーコン電波を受信する。スマートフォンが 2 種類の BLE ビーコン電波を受信することで、執務者が離席したことを検知し、制御 PC に退席情報を送信する。制御 PC はスマートフォンから受け取った退室情報を基に執務者の退席処理を行う。座席ビーコン型知

的照明システムは、執務者がスマートフォンを携帯して離席した場合だけでなく、机に置いたまま離席した場合においても離席検知する。

4 スマートフォン固定位置決定実験

システムを利用するにあたって、スマートフォンが各席に設置したビーコンの電波を執務者が離席した場合のみ受信する必要がある。そこで、この条件を満たすビーコンとスマートフォンの固定位置を検討する。本実験は、執務者4名の対向島型オフィスを想定した模擬環境で行った。Fig.3 に実験を行った模擬環境のレイアウトを示す。

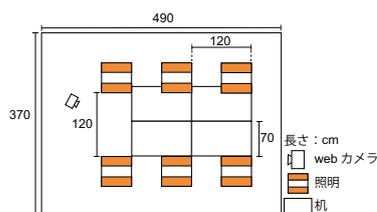


Fig. 3 小規模オフィスを想定した模擬環境の平面図

ビーコンはAplix社のMyBeacon近接特化型MB004 Atを使用し、電波出力は最大の0 dBmに設定した。ビーコン電波の受信機にはiPhone 7を使用した。使用したビーコンは電波を同心円状にして発信していると考えられる。そこで、ビーコンの電波に指向性を持たすためにアルミホイルで5面を覆い、アルミホイルから露出している面を座面上向きになるように、椅子の座面裏側中央に設置した。オフィス机を奥行方向3点、横幅方向5点の計15箇所のグリッドに分割し、各グリッド中央にスマートフォンを設置して30秒間ビーコン電波を測定した。執務者は椅子の位置を机の横向き方向右側、中央、左側の3箇所を着席して電波計測を行った。また離席時は、執務者が席を立ち上がった状態を想定して、椅子と机を15 cm 離れた場合と椅子をしまった場合で電波計測を行った。スマートフォンがビーコン電波を30秒間連続で受信した場合、スマートフォンがビーコン電波を安定して受信しているとした。Fig.4 に執務者が在席時にビーコンの電波を計測せず、離席時に安定して受信したグリッドの箇所を示す。

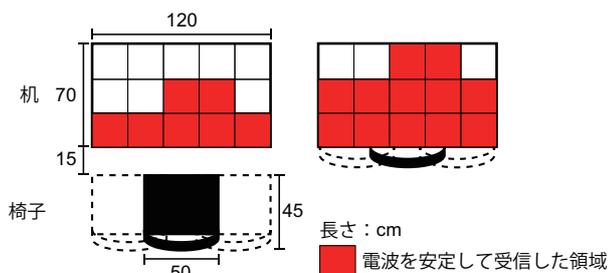


Fig. 4 スマートフォン固定位置候補

執務者が着席時、スマートフォンがビーコン電波を受信するグリッドはなかった。執務者が着席時し、執務者とビーコンが密着することで、ビーコン電波が減衰することを確認した。Fig.4 より、離席時全ての椅子の状態において電波を受信した右端手前側のグリッドをスマートフォンの固定位置に決定した。

5 提案手法の在離席検知実験

システムを利用するにあたって、執務者の服装や着席時の姿勢にかかわらず、在離席検知を行う必要がある。そこで、システムが執務者の在離席を正しく検知することを確認するため、在離席実験を行った。本実験は前章と同じ模擬環境で行った。ビーコンはAplix社のMyBeacon近接特化型MB004 At、汎用型ビーコンはAplix社のMyBeacon汎用型MB004 Acを使用し、受信機はiPhone 7を使用した。執務者は4名で行い、スマートフォンを携帯して離席した場合と、携帯せずに離席した場合それぞれ10回ずつ行った。実際の執務者の在離席状態をカメラで撮影し、録画した映像とシステム上での執務者の在離席状態履歴を比較することで、執務者の在離席をシステムが正しく検知できるか検証した。Fig.5 に執務者の在離席状態履歴の一例を示す。

執務者の在離席状態履歴の一例

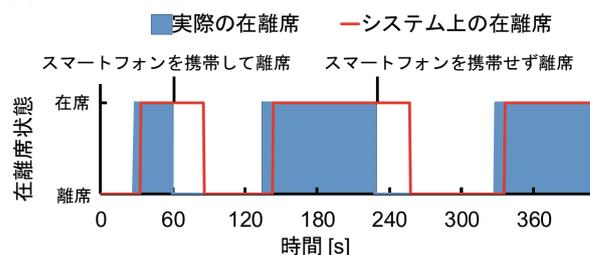


Fig. 5 在離席状態履歴

執務者が着席すると、誤検知防止のために設けた5秒の在席検知待ち時間の後に在席検知が行われた。また、離席後は、誤検知防止のために設けた30秒の離席検知待ち時間の後に離席検知が行われた。執務者がスマートフォンを携帯して離席した場合と、携帯せずに離席した場合それぞれにおいて、執務者全員の在離席状態をシステムが正しく検知することを確認した。提案手法を用いることでビーコン型知的照明システムにおける執務者がスマートフォンを携帯せずに離席した場合にも離席検知が行われないという課題を解決した。これにより、標準的なビーコン型知的照明システムと比較してシステムの省エネルギー性が向上すると考えられる。

参考文献

- 1) 中原 蒼太, 三木 光範, 山口 浩平, 提中 慎哉, 間 博人. BLE ビーコンを用いて在離席操作を自動化するビーコン型知的照明システムの提案, 人工知能学会全国大会第30回