

# 施工現場における BLE 測距の安定性に関する検証 Verification of the Stability of BLE Ranging in Construction Sites

栗田航貴 中川雅史  
Kouki Kurita Masafumi Nakagawa  
芝浦工業大学  
Shibaura Institute of Technology

## 1. まえがき

都市土木の施工環境は、多様な地物や作業員、建機が近接する狭隘な空間であり、施工の安全性や効率性を向上のため、建機と作業員の協調作業の高度化が必要とされる。施工の安全性や効率性を改善する上で、建機周辺に存在する作業員の位置情報の実時間取得や危険行動の解析および予測が必須となる。既往研究では、施工空間の時系列点群を LiDAR により取得し、点群上の作業員と作業員が携帯する BLE ビーコンの測距機能を利用し、マッチングさせることで動体識別の安定化を試みた。BLE 受信機と発信機間の距離が 4m 以上の場合、RSSI 値の不安定さ、測距の欠損が顕著に見られ、動体識別に影響を及ぼした。LiDAR と BLE 測距のデータを組み合わせることで動体識別が安定化できるが、測距性能に大きく依存することがわかった。本研究では、作業員が業務中に携帯している BLE 測距が可能な汎用性の高いモバイルデバイスに着目し、BLE 発信機として利用することで、測距性能が改善されるかを検証した。

## 2. 実験

都市土木施工現場を想定した模擬環境を整備し、作業員を含む建機施工過程を計測した(図 1)。バックホー操縦席右側に搭載したノート PC(MacBook Air, Apple)を BLE 受信機とし、BLE 発信機を作業員 3 名に配布し、各自上着ポケットに携帯した。BLE 発信機は、実験 1(2020 年実施)では安価な BLE 発信機(MyBeacon MB004 Ac, Aplix)、実験 2(2021 年実施)ではモバイルデバイス(iPod touch, Apple)の 2 種類を用い、それぞれを携帯した場合の計測を行なった。データ取得は、JavaScript 環境である Node.js の bleacon ライブラリを用い、1Hz で取得した。また、予備実験として屋内で RSSI 値の定点観測を行い、任意の距離を設定して、測距の安定性を評価した(図 2)。

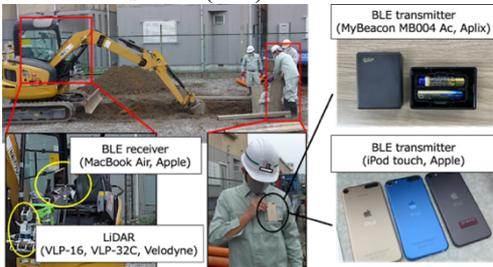


図 1. 都市土木施工現場における実験

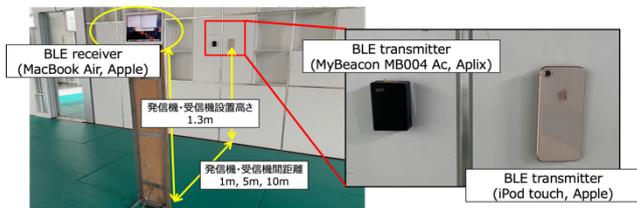


図 2. BLE 測距定点観測の予備実験

## 3. 結果

図 3 に実験 1 の測距結果、図 4 に実験 2 の測距結果、図 5 に予備実験の測距結果の一部を示す。縦軸は測距値、横軸は計測時間である。実験 1、実験 2 において測距値が途切れている区間は、作業員が建材等の陰にいる状態である。

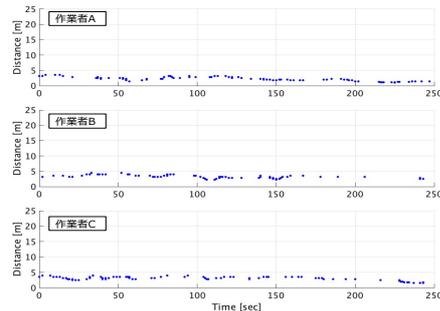


図 3. BLE 測距結果 (MyBeacon)

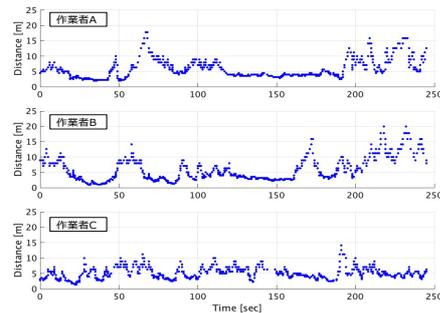


図 4. BLE 測距結果 (iPod touch)

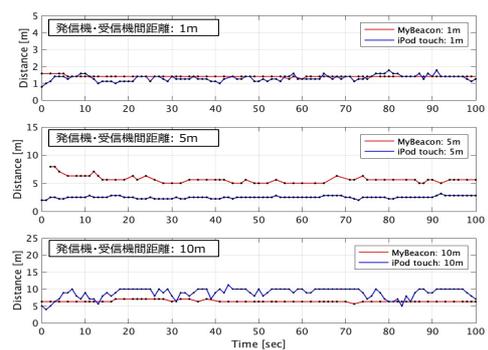


図 5. BLE 測距定点観測結果

## 4. まとめ

BLE 発信機に iPod touch を用いた場合、発信機と受信機間の距離が離れていてもデータ取得が可能であった。また、測距の欠損があるものの、比較的連続して安定的にデータ取得が可能であることが確認できた。測距精度に大きな差はないが、欠損が少ない連続したデータの取得により、LiDAR データとのマッチングを行う上で、リアルタイム処理と動体識別の安定化が見込める。