

セルラーセンシングの実証実験の取り組み Experimental Initiatives for Cellular Sensing

小川 将克

Masakatsu OGAWA

上智大学理工学部

概要

無線通信の電波をセンサとして利用する技術の標準化が進展しており、無線 LAN では IEEE 802.11bf (WLAN Sensing) が 2025 年に承認され、セルラーシステムでは 3GPP において ISAC (Integrated Sensing and Communication) の検討が進められている。ISAC は、通信とセンシングを一つのシステムに統合し、同一の周波数・時間・空間資源を共有する技術である。ただし、セルラーシステムはビル屋上に設置された基地局との長距離通信であり、近距離通信の無線 LAN と比べてマルチパスによる外的要因の影響を受けやすい。本稿では、商用の LTE/5G 基地局を利用した ISAC の実証実験を紹介する。

はじめに、商用 LTE 基地局を利用して、受信アンテナ高の影響を評価した。指向性アンテナを高さ 120 cm と 28 cm に設置して RSRP (Reference Signal Received Power) を測定した結果、被験者が受信アンテナから遠ざかるに伴い、RSRP の分散は段階的に低下した。また、受信アンテナ高が低いほど人体遮蔽の影響を受けやすく、人を検出しやすいことを確認した。

次に、商用 LTE 基地局からの RSRP を利用して、屋外の観測エリア内の歩行者数を推定した。RSRP の移動分散を説明変数、カメラ映像に対する YOLO の歩行者検出数を目的変数として、CatBoost の回帰モデルを構築した。推定値を 10 秒間の中央値により平滑化した結果、絶対誤差の 80% CDF 値は 1.35 人であった。

さらに、商用 5G 基地局を利用して、公道を走行する車両数を推定した。同様に、RSRP の移動分散を説明変数、YOLO の車両検出数を目的変数として、CatBoost の回帰モデルを構築した。推定値の 5 秒間の中央値による評価では、絶対誤差の 80% CDF 値は 0.7 台程度であった。また、車両の有無の推定では、教師あり学習 (CatBoost) と教師なし学習 (k-means) のいずれにおいても識別精度 0.88 が得られた。

これらの実証実験により、基地局がビル屋上に設置されるセルラーシステムにおいても、地上の人や車の動きに伴う電波変動を利用したセンシングが実現可能であることを確認した。

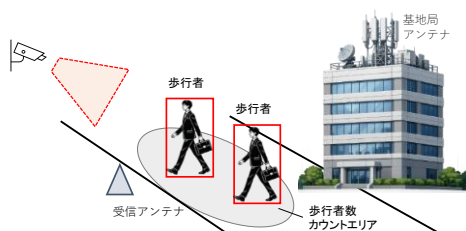


図 1 歩行者数推定の実証実験環境

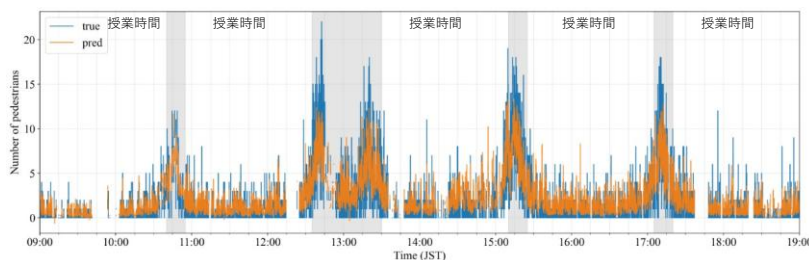


図 2 歩行者数の推定結果

Abstract

Standardization of sensing using radio waves for wireless communication is progressing, and 3GPP is studying Integrated Sensing and Communication (ISAC) for cellular systems. This paper presents field trials of ISAC using commercial LTE and 5G base stations, examining the effect of receiving antenna height on human detection and estimating the number of pedestrians and vehicles from the moving variance of RSRP. The results confirm that sensing is feasible even when the base station is installed on a building rooftop.