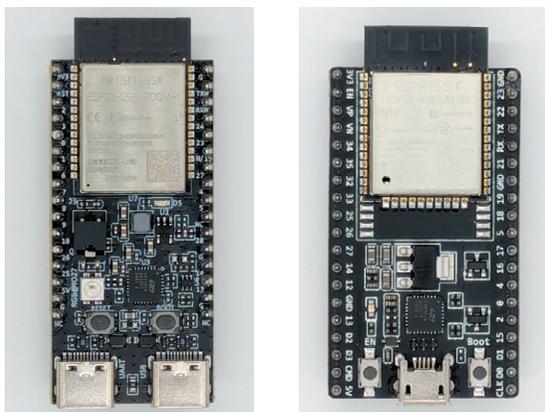


マルチパス伝搬の影響を反映した振幅および位相の変化を用いる「CSIセンシング」

ESP32のWi-Fi電波で侵入検知！ AIエッジ・デバイスの開発

第4回 侵入検知その1…まずは誰かが居ることを検知する

小池 誠



(a) ESP32-C5-WROOM-1
(2.4/5GHzのデュアル
バンド対応、今回はこれ
を2台使用)

(b) ESP32-WROOM-32E
(ニューラル・ネットワ
ーク学習済みモデルを使う
際に利用、次回)

写真1 ESP32のWi-Fi電波で侵入者検知

本連載では、Wi-Fiを搭載した低コストで省電力なIoT向けデバイスであるESP32モジュール(Espressif Systems, 写真1)を使用した侵入者検知AIエッジ・デバイスを作ります。Wi-Fiにおけるチャンネル状態情報(以降, CSI)に基づくWi-Fiセンシング技術と深層学習を活用し, Wi-Fi電波で侵入者検知を行う仕組みや実装方法について解説します。

● トライすること

今回は侵入者検知の実験として, 主成分分析(PCA)に基づく再構成誤差を用いた侵入検知手法を試みます。また, 周波数帯およびチャンネル幅の異なる条件下でCSIデータを取得し, それらが侵入検知性能に与える影響について比較検討を行います。

実験環境

侵入者検知実験のためのシステム構成を図1に示します。送信機と受信機は, ハウスの入り口の両側に, 腰よりも少し低い高さに設置しています。侵入者は,

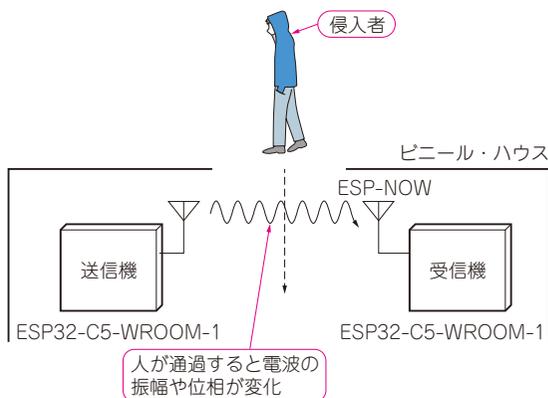


図1 誰かが居ることを検知するシステムの構成

ハウスの入り口から, 送信機と受信機の間を通過してハウス内へ進入することを想定しています。実際の実験環境を写真2に示します。

学習データの準備

● 周波数帯とチャンネル幅が異なるCSIデータを使う

本実験では, 事前に行ったCSIの可視化結果から侵入の有無を検出するだけであれば振幅情報のみで十分であると判断し, 取得したCSIデータの振幅のみを使用します。図2に, 侵入がない状態(正常時)の振幅データを示します。

CSIデータの取得は, 周波数帯とチャンネル幅を変えた次の4パターンで行います。

- 2.4GHz, チャンネル幅20MHz
(サブキャリア数 $k=52$)
- 2.4GHz, チャンネル幅40MHz ($k=108$)
- 5GHz, チャンネル幅20MHz ($k=52$)
- 5GHz, チャンネル幅40MHz ($k=108$)

サブキャリアはDCキャリアおよびパイロット・キャリアを除いたデータ・キャリアの振幅の平均値を用います。