

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2回 開発環境の構築 & CSI送受信機のセットアップ

ご購入はこちら

小池 誠

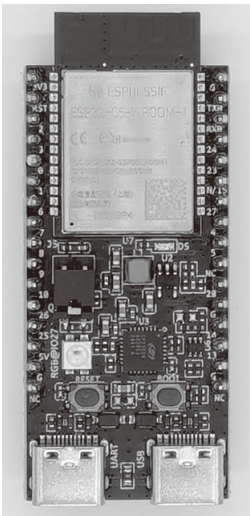
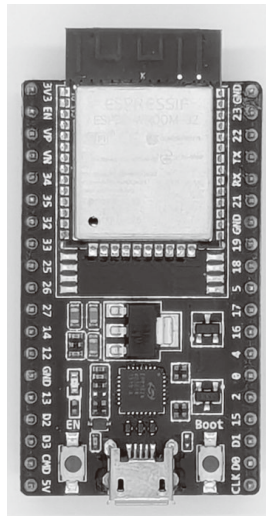
(a) ESP32-C5-WROOM-1
(2.4/5GHzのデュアル
バンド対応)(b) ESP32-WROOM-32E(深
層学習モデルの実行に使用)

写真1 本連載でやること…Wi-Fi電波で侵入者検知
使うのはESP32-C5-WROOM-1とESP32-WROOM-32E

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。

CSIは電波環境の変化を細かく観測できる重要なデータですが、多くの無線モジュールでは取得できません。ESP32シリーズは、ユーザがCSIを取得できる数少ないデバイスであり、Espressif Systemsが提供するESP-CSIライブラリを用いることで、比較的容易に開発を始められます。

● トライすること

今回は、CSI取得に対応したESP32ボードの概要、開発環境の構築、実際にESP-CSIを用いてCSIを取得するまでのボード設定を解説します。

ESP32のCSI取得機能

● 電波の細かい動きも見える

ESP32はCSIが取得可能な数少ないモジュールの1つです。一般的に、CSIは無線チップ内部でのみ使用される物理層の情報であるため、ユーザが直接アクセスできるように設計されていない場合が多いです。表1にCSIの取得に対応した代表的な無線モジュール

表1 CSIを取得可能な主な無線モジュールとツール

無線モジュール	規格	対応ツール	URL	備考
Intel 5300 NIC	802.11n	Linux 802.11n CSI Tool	https://dhalperi.github.io/linux-80211n-csitool/	研究でよく使用されている
AR9580/AR9590	802.11n	Atheros CSI Tool	https://github.com/xieyaxiongfly/Atheros-CSI-Tool	-
bcm43455c0	802.11b/g/n/ac	nexmon	https://github.com/seemoo-lab/nexmon	ラズベリー・パイ3B+/4/5に搭載
bcm43436b0	802.11b/g/n			ラズベリー・パイ Zero 2 Wに搭載
CYW34349a0	802.11n (2.4GHz)		https://github.com/seemoo-lab/pico-nexmon	ラズベリー・パイ Pico Wに搭載
ESP32/ ESP32-S2/ ESP32-C3/ ESP32-S3/ ESP32-C6	802.11n (2.4GHz)	ESP-CSI	https://github.com/espressif/esp-csi	nexmonのようなモニタ・モードはなし