



ASAON – Inteligentny asystent świadomości akustycznej dla osób niesłyszących

Alternatywny zmysł słuchu

Autorzy projektu: Studenckie Koło Naukowe „FOKS”

Aleksander Łoszakow, Bartłomiej Myszyński, Filip Ludzia, Julian Minasiewicz, Jakub Cukierski, Michał Kłós

Opiekun koła: mgr inż. Wojciech Skurzak

Akademia WIT w Warszawie

Ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa



ASAON (Inteligentny Asystent Świadomości Akustycznej dla Osób Niesłyszących) – to inteligentny system, który rozpoznaje ważne dźwięki otoczenia w domu i poza nim. Wykorzystuje rozproszone czujniki, technologie IoT oraz algorytmy uczenia maszynowego, a następnie przekazuje użytkownikowi informacje przez światło, wibracje, ikony lub komunikaty tekstowe.

Przeciwdziałanie wykluczeniu

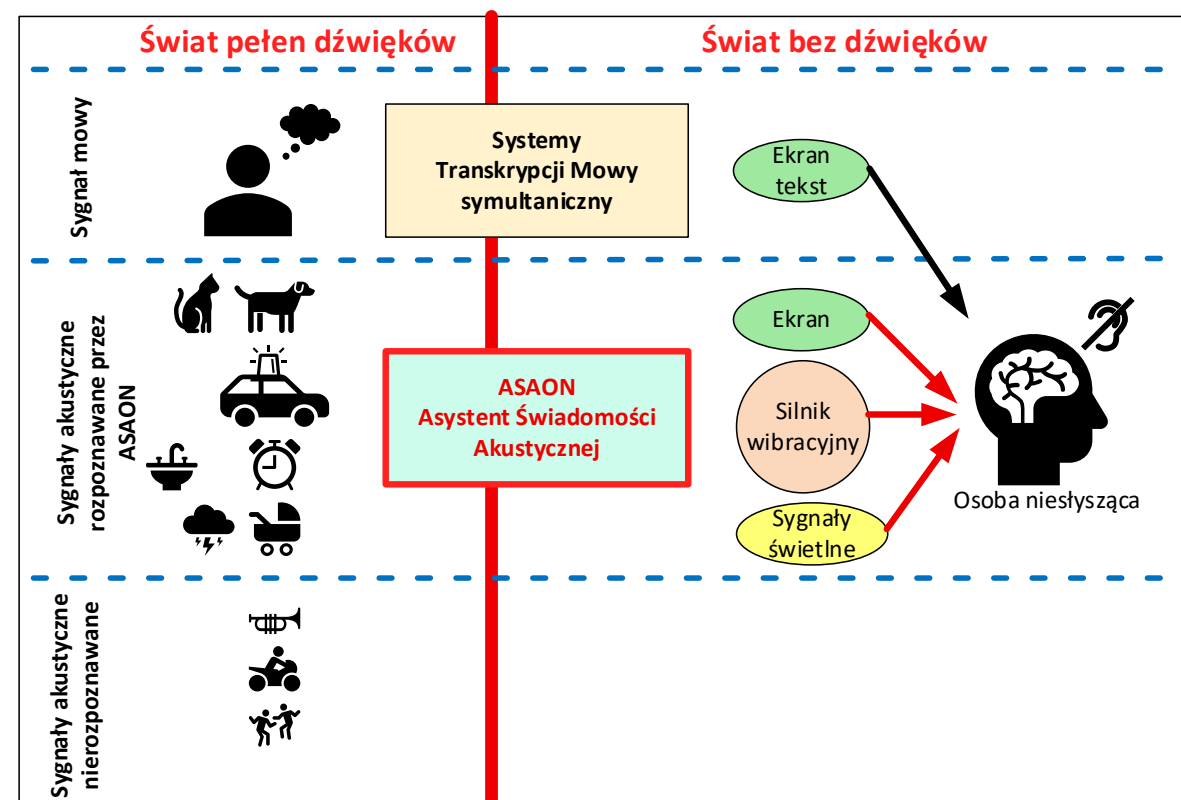
ASAON zmniejsza wykluczenie informacyjne i społeczne osób niesłyszących, przekazując informacje o ważnych zdarzeniach dźwiękowych za pomocą wibracji, światła, ikon i komunikatów tekstowych.

Bezpieczeństwo i samodzielność

System ułatwia szybką reakcję na alarmy, dzwonek, pukanie, syreny i sygnały urządzeń domowych, wspierając samodzielne funkcjonowanie użytkownika w domu i poza nim.

Innowacyjność i technologia

- Połączenie uczenia maszynowego na urządzeniach brzegowych (Edge AI) z architekturą IoT.
- Rozproszona sieć czujników: mikrofon, mikrokontroler i lokalne sieci neuronowe rozpoznające dźwięki właściwe dla danego otoczenia.
- Personalizacja systemu do potrzeb użytkownika i dźwięków występujących w jego otoczeniu.



Architektura techniczna systemu ASAON

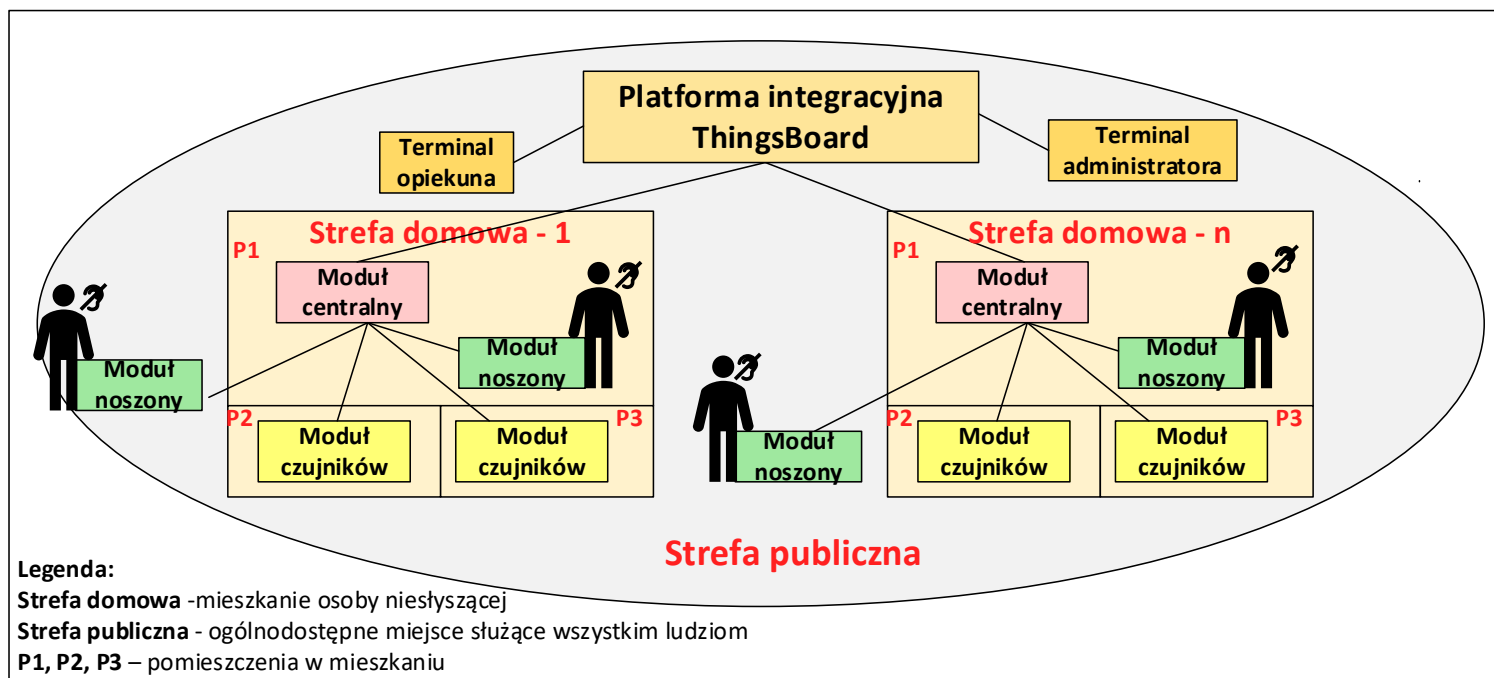
Przyjęty model architektury systemu ASAON wg wzorca Edge-Fog-Cloud Computing (Przetwarzanie na krawędzi, w mgle sieciowej i w chmurze)

1. Moduły czujników

- Budowa** – Seeed Studio XIAO ESP32S3 Sense z mikrofonem PDM.
- Działanie** – mikrofon próbuje dźwięk, a uruchomiona lokalnie sieć neuronowa TinyML klasyfikuje zdarzenia akustyczne.
- Komunikacja** - po wykryciu zdarzenia moduł wysyła do modułu centralnego krótki komunikat JSON przez MQTT.

2. Moduł noszony

- Budowa** – XIAO ESP32S3 Sense, dodatkowy XIAO ESP32S3, ekran OLED 1,3 cala i silnik wibracyjny.
- Działanie** – pracuje w domu i poza nim; lokalnie rozpoznaje dźwięki, uruchamia wibrację i wyświetla piktogram na ekranie OLED.
- Komunikacja** – realizuje komunikację taką jak Moduł czujników dodatkowo przyjmuje komunikaty z Modułu centralnego dla sygnalizacji rozpoznanych dźwięków z innych modułów.



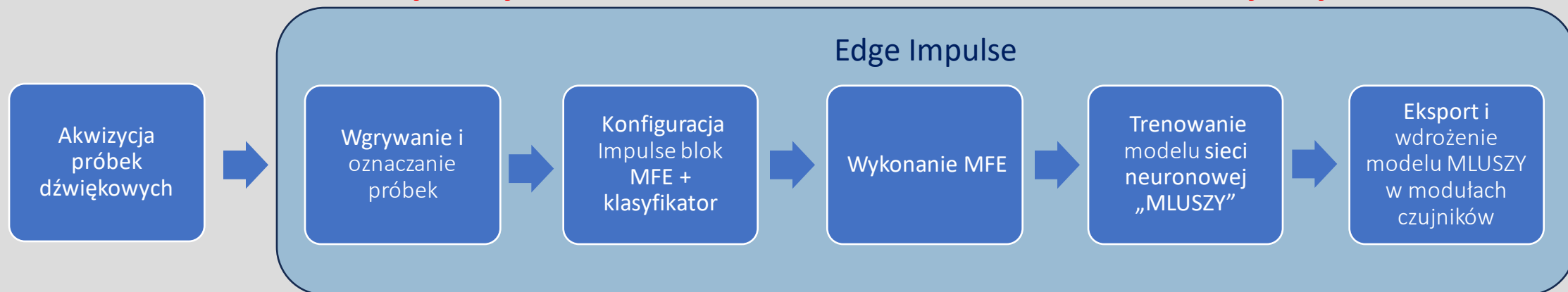
3. Moduł centralny

- Budowa** – Zbudowany na bazie Raspberry Pi, ekran dotykowy 17 cali i żarówka Smart LED Wi-Fi.
- Działanie** – agreguje komunikaty, określa priorytet zdarzeń i steruje lokalną sygnalizacją.

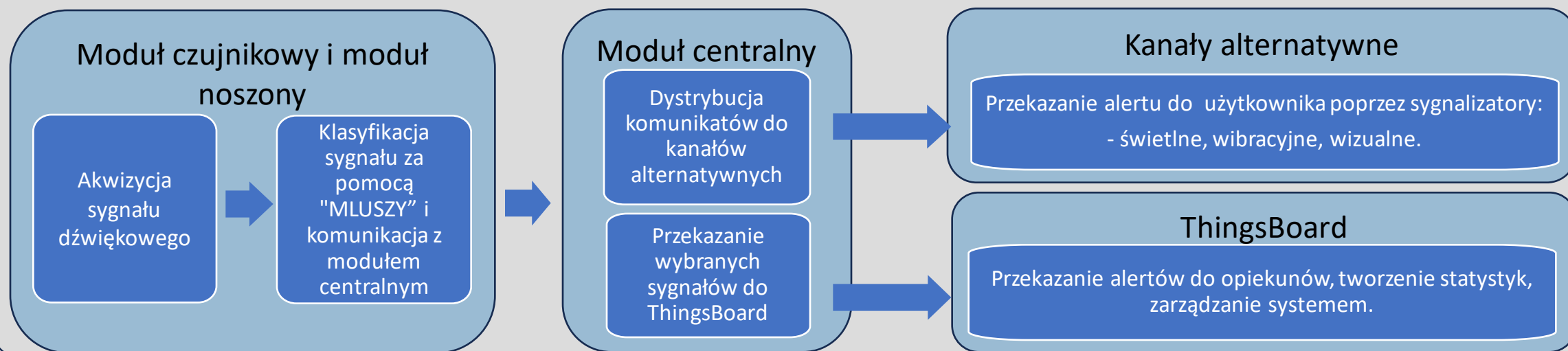
4. Platforma integracyjna ThingsBoard

- Budowa** – Budowa – Raspberry Pi z platformą ThingsBoard oraz brokerem MQTT
- Działanie** - umożliwia zdalną konfigurację, monitorowanie systemu, historia zdarzeń i udostępnianie wybranych komunikatów opiekunom.

FAZA I – Rejestacja, uczenie i wdrożenie modelu sieci neuronowej TinyML

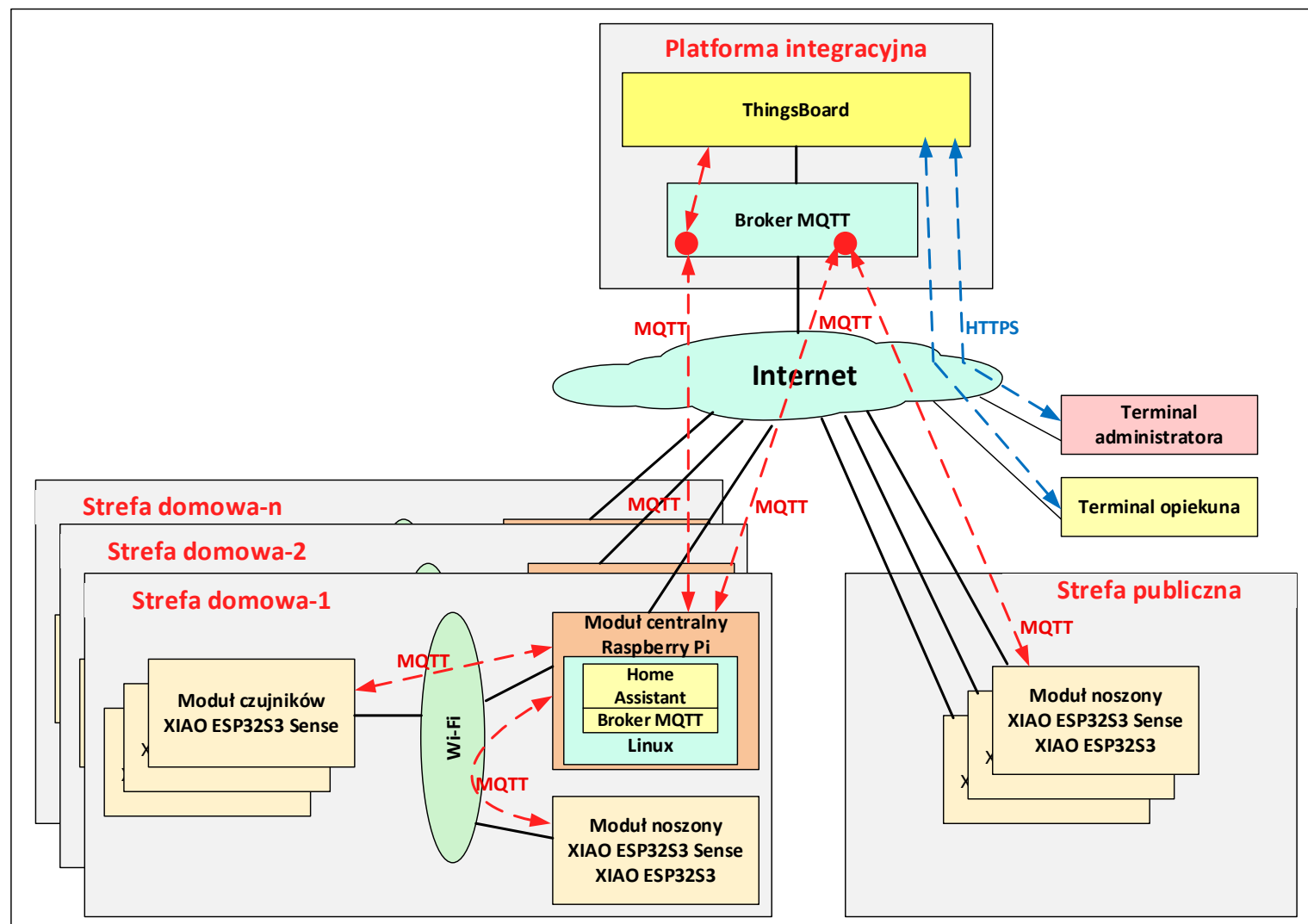


FAZA II – Działanie systemu



Wymiana danych w systemie ASAON

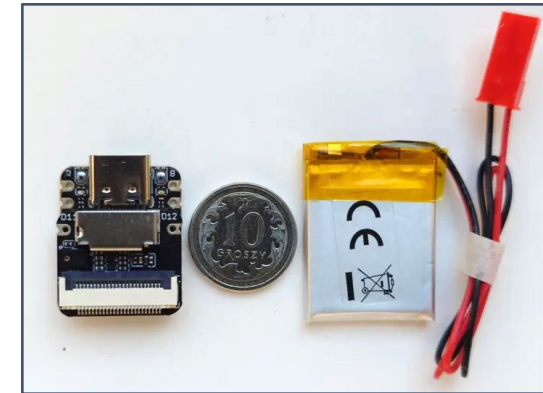
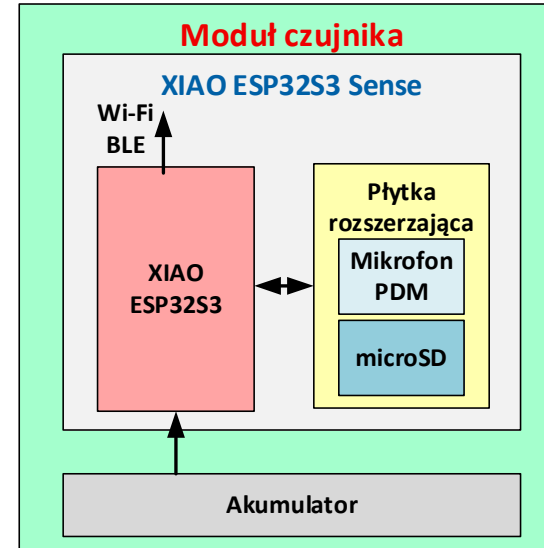
1. Wymiana danych pomiędzy modułami systemu realizowana jest poprzez Brokery MQTT.
2. W systemie zainstalowane są następujące Brokery:
 - a. Na platformie integracyjnej działa centralny broker MQTT, który umożliwia wymianę danych:
 - i. Modułami centralnymi a ThingsBoard,
 - ii. między modułami noszonymi w strefie publicznej a modułami centralnymi,
 - b. W każdym mieszkaniu osoby niesłyszące zainstalowany jest lokalny Broker MQTT umożliwiający wymianę danych pomiędzy modułami w ramach mieszkania.
 - c. Centralny Broker MQTT połączony jest z lokalnymi brokerami MQTT.
3. Terminale opiekunów osób niesłyszących oraz administrator systemu połączeni są z ThingsBoardem poprzez Internet połączeniem z protokołem HTTPS.



Specyfikacja modułu czujnikowego i modułu noszonego

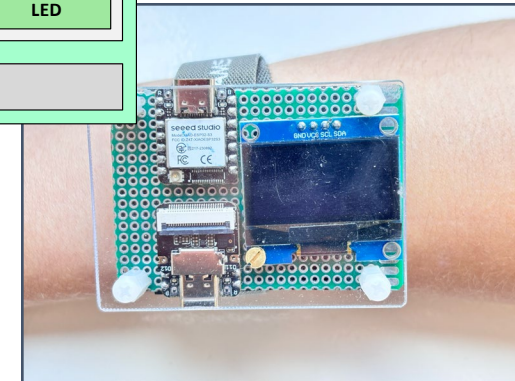
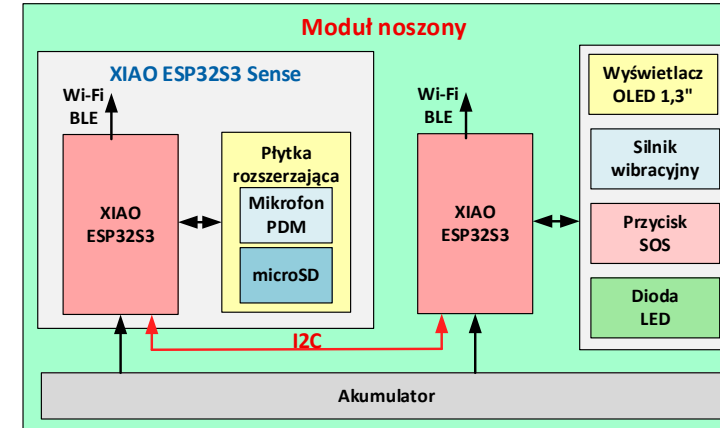
Specyfikacja Modułu czujnika

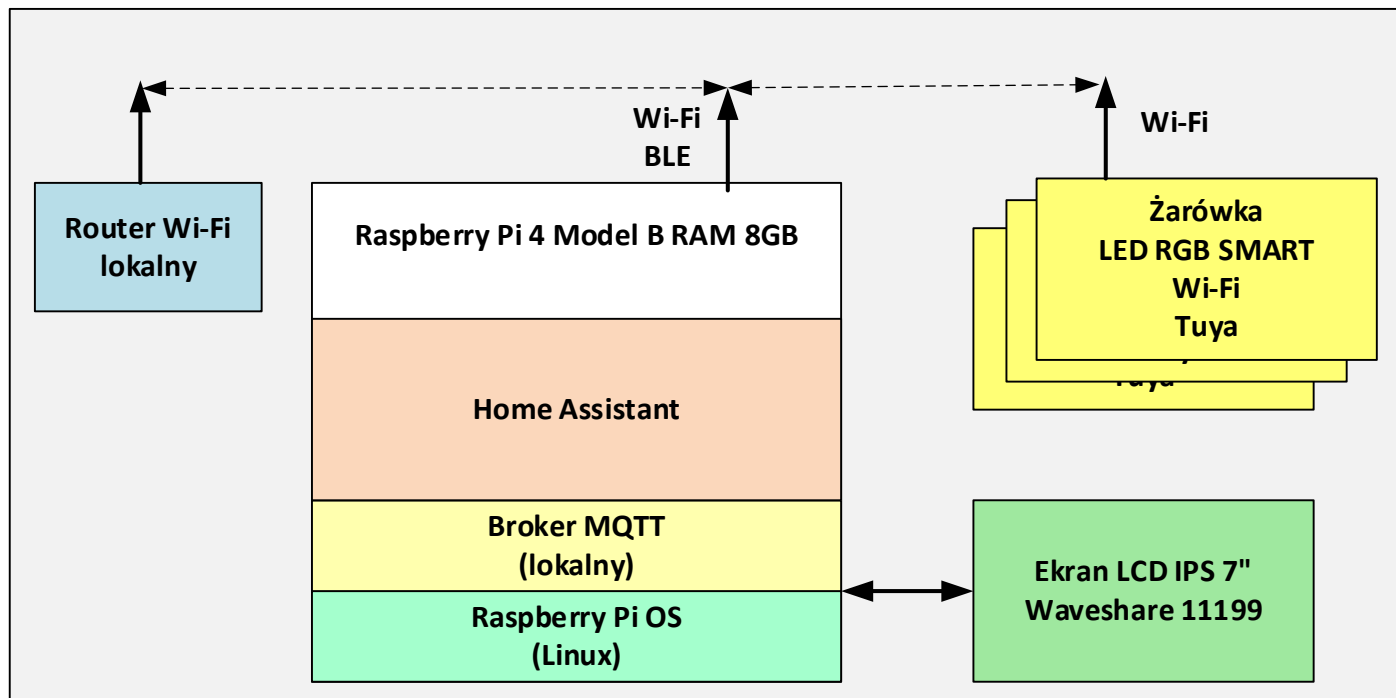
- Jednostka obliczeniowa: ESP32-S3 (Xtensa LX7, 2 rdzenie, do 240 MHz) z instrukcjami wektorowymi wspierającymi lokalne obliczenia TinyML.
- Cyfrowy mikrofon PDM oraz slot kart microSD.
- Oprogramowanie aplikacyjne w języku C++ z modelem sieci neuronowej,
- Zasilanie: Akumulator Li-Po.



Specyfikacja Modułu noszonego

- Podstawa sprzętowa: XIAO ESP32S3 Sense oraz dodatkowy moduł XIAO ESP32S3.
- Elementy wejściowe: cyfrowy mikrofon PDM MSM261D4030H1AP, Cechuje się wysokim stosunkiem sygnału do szumu (SNR) oraz dookólną charakterystyką i slot kart microSD.
- Miniaturowy silnik wibracyjny: Generuje zróżnicowane wzorce haptyczne.
- Interfejs użytkownika: ekran OLED 1,3" I2C, silnik wibracyjny, przycisk SOS i dioda LED.
- Oprogramowanie aplikacyjne w języku C++ z modelem sieci neuronowej,
- Zasilanie: akumulator Li-Po.

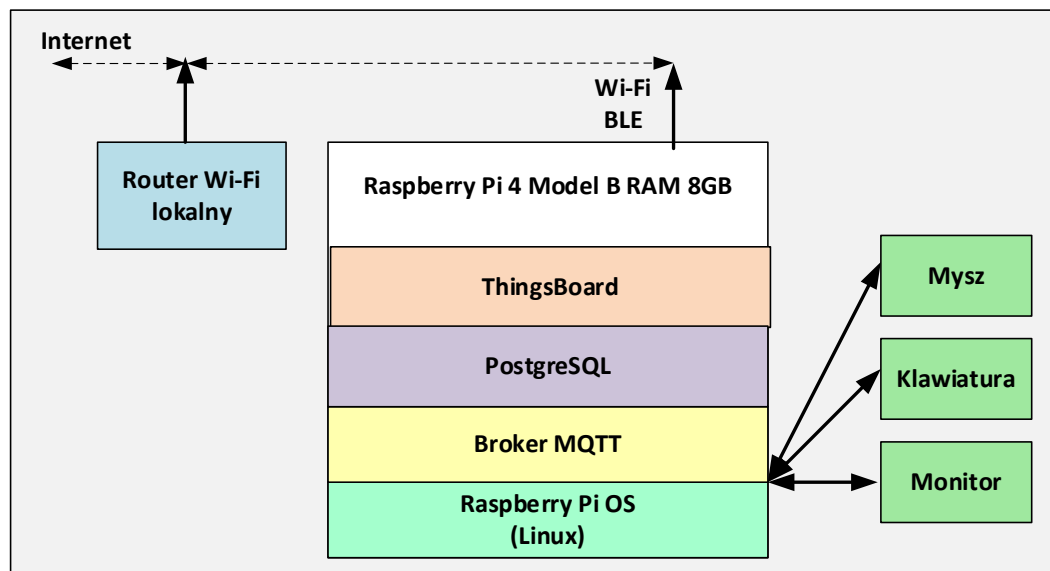




Specyfikacja Modułu centralnego

- Komputer jednopłytkowy: Raspberry Pi 4 Model B, 8GB RAM
 - Ekran dotykowy LCD 7", Waveshare 11199
 - Lokalny broker MQTT Eclipse Mosquitto
 - System operacyjny: Raspberry Pi OS (Linux)
 - Home Assistant z komponentami integrującymi pozostałe moduły systemu
- Sygnalizacja: żarówki Smart LED RGB Wi-Fi Tuya
- Funkcja: odbiór i agregacja komunikatów, określanie priorytetu zdarzeń oraz sterowanie lokalną sygnalizacją.



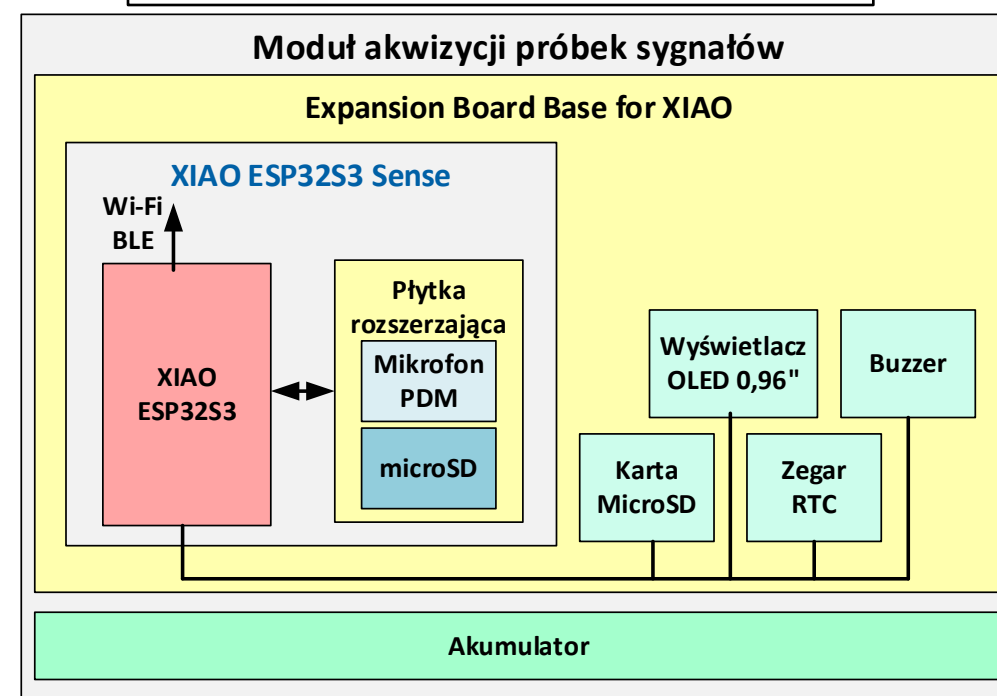
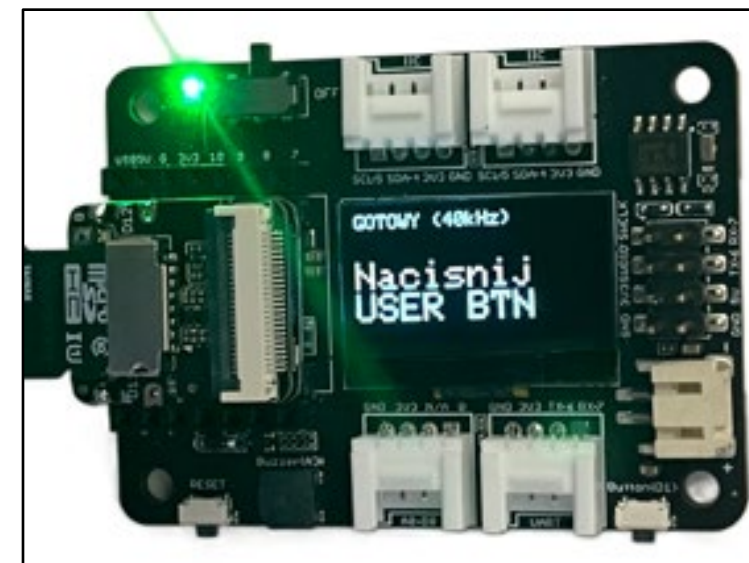


Specyfikacja Platformy integracyjnej

- Komputer jednopłytkowy: Raspberry Pi 4 Model B, 8 GB RAM
- Monitor, klawiatura i mysz,
- Oprogramowanie:
 - system operacyjny Raspberry PI OS (Linux),
 - broker MQTT Eclipse Mosquitto,
 - baza danych PostgreSQL,
 - platforma IoT ThingsBoard.
- Funkcje: zdalna konfiguracja i monitorowanie systemu, rejestracja zdarzeń, tworzenie statystyk oraz udostępnianie wybranych alertów opiekunom.



1. **Budowa** – moduł zbudowany jest na bazie:
 - a. XIAO ESP32S3 Sense, z wykorzystaniem mikrofonu PDM,
 - b. Expansion Board Base dla XIAO firmy Seeed Studio, wyposażonej w:
 - i. gniazdo dla modułu XIAO ESP32S3 Sense,
 - ii. gniazdo kart microSD,
 - iii. wyświetlacz OLED 0,96",
 - iv. wbudowany brezeczyk pasywny,
 - v. zegar czasu rzeczywistego (RTC),
 - vi. układ zasilania z akumulatora.
2. **Działanie** – Moduł służy do rejestracji próbek dźwiękowych wykorzystywanych do uczenia sieci neuronowej „MLUSZY”. Nagrania z mikrofonu są zapisywane jako oddzielne pliki na karcie microSD. Po zgromadzeniu i oznaczeniu zestawu próbek dane są przenoszone do komputera i importowane do projektu w platformie Edge Impulse, gdzie przygotowywany jest model sieci neuronowej.



Dziękujemy za uwagę!



Kontakt: sknfoks@wit.edu.pl

