



Technická zpráva

Principy a návrh IoT zařízení - Projekt 1

3. dubna 2024

Martin Zmitko (xzmitk01)

1 Úvod

Tato zpráva pojednává o řešení prvního projektu do předmětu TOI – implementaci systému s dvěma ESP32, kde jedno slouží jako senzorický uzel a druhé jako IoT brána, přeposílající informace na MQTT broker, který je dále vizualizuje.

2 Senzorický uzel

Jedná se o vývojový modul WEMOS D1 R32, ke kterému je připojeno teplotní čidlo DS18x20 a ultrazvukový senzor vzdálenosti značky Keyestudio. S teplotním čidlem ESP32 komunikuje pomocí sběrnice onewire, což je zajištěno knihovnou `esp-idf-lib`¹. Tato knihovna je taktéž použita pro měření a výpočet vzdálenosti na základě časování ultrazvukového pulzu. Uzel využívá platformu Platformio ESP-IDF.

Senzorický uzel posílá přeposílacímu uzlu data ze senzorů pomocí protokolu ESP-NOW, což je protokol vytvořený firmou Espressif pro blízkou, rychlou a bezstavovou komunikaci přímo mezi IoT zařízeními přes WiFi. Komunikace probíhá pouze jednostranně, uzel je adresován pomocí jeho mac adresy. Po inicializaci WiFi v režimu stanice se inicializuje ESP-NOW a přeposílací uzel se přidá jako protějšek na výchozím kanálu a bez enkrypcce. Následně se vytvoří RTOS task, ve kterém probíhá samotné měření a odeslání výsledku ve smyčce, každých 10 sekund.

Obsahem posílaných zpráv je struktura s dvěmi položkami – teplotou s datovým typem `float` a vzdáleností v centimetrech s datovým typem `uint8`. Při mém testování měl ultrazvukový senzor maximální dosah asi jeden metr, proto je tak malé číslo dostačující pro přenos této informace, přetečení je zabráněno omezením maximální vzdálenosti při měření hodnotou `UINT8_MAX`. Pro přenos teploty je `float` pro zachování rozsahu a přesnosti ideální. Funkce pro odeslání zprávy požaduje obsah jako pole bajtů, proto před odesláním proběhne přetypování kopií dat pomocí `memcpy`. Zpětné ověření úspěšnosti doručení zprávy neprobíhá, kvůli bezstavovému spojení není nutné.

3 Přeposílací uzel

Tento uzel tvoří vývojový modul Espressif ESP32 DevKit bez připojených periférií, využívá platformu Platformio Arduino. Jeho úkolem je přeposílání zpráv ze senzorického uzlu pomocí protokolu MQTT na broker ThingsBoard. Pro připojení k lokální wifi je využita knihovna `WiFiManager`². Pokud není žádná síť uložena, ESP se dočasně přepne do režimu vysílače a po připojení z jiného zařízení lze přes webovou bránu síť nastavit, poté se již po spuštění automaticky k této síti připojí.

Po úspěšném připojení se naváže spojení s MQTT brokerem, k čemuž je využita knihovna `PubSubClient`³. Při přijetí ESP-NOW správy proběhne kontrola velikosti, bajty jsou přetypovány na původní strukturu a obě hodnoty jsou ve formátu JSON (s klíči `temperature` a `distance`) publikovány s použitím protokolu MQTT na broker. Je využito ověření pomocí jména a hesla MQTT Basic. MQTT zprávy jsou adresovány konkrétním topicem, pro data ze senzorů jej ThingsBoard pevně stanovuje na `v1/devices/me/telemetry`.

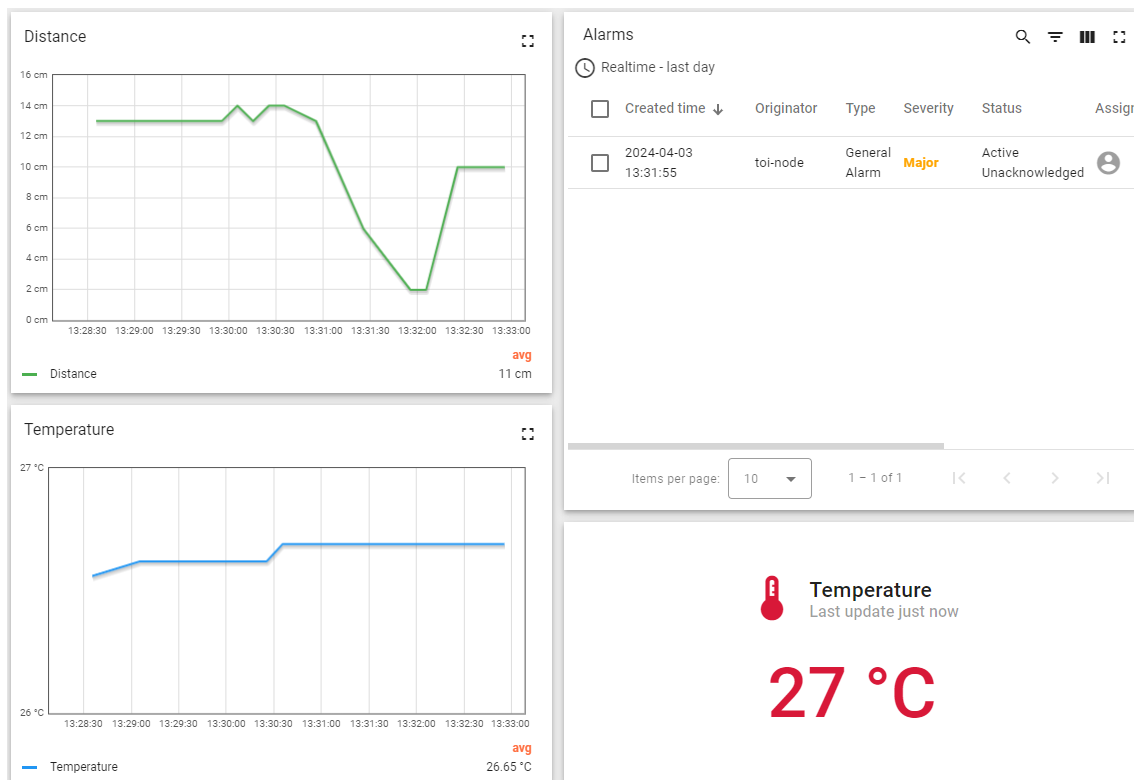
¹<https://github.com/UncleRus/esp-idf-lib>

²<https://github.com/tzapu/WiFiManager>

³<https://github.com/knolleary/pubsubclient>

4 MQTT broker

MQTT broker je server, který přijímá, zpracovává, vizualizuje a dále distribuuje data z IoT systému na základě Subscribe/Publish architektury. V rámci projektu jsou využity možnosti vizualizace dat brokeru ThingsBoard, vytvořil jsem jednoduchou nástěnku zobrazující nedávný průběh teploty a vzdálenosti. Nástěnka taktéž zobrazuje aktuální varování – zde jsem vytvořil nové pravidlo (Rule chain), kdy se vytvoří varování, pokud vzdálenost klesne pod 5 cm. Výslednou nástěnku ukazuje obrázek 1.



Obrázek 1: Snímek obrazovky zachycující vytvořenou nástěnku v nástroji ThingsBoard s průběhem vzdálenosti, teploty a varováním před poklesem vzdálenosti.