



IMP 2023/24

Projektová dokumentace

ESP32: Měření srdečního tepu digitální senzor

15. prosince 2023

Matyáš Strelec xstre103

Obsah

1	Úvod	2
1.1	Zapojení	2
1.2	Spuštění	2
2	Implementace	3
2.1	Soubor <code>heartrate.cpp</code>	3
2.1.1	Funkce <code>setup</code>	3
2.1.2	Funkce <code>loop</code>	3
2.1.3	Funkce <code>printPlaceFinger</code>	3
2.1.4	Funkce <code>printHeartRate</code>	3
2.2	Soubor <code>images.h</code>	3
3	Ukázka	3
3.1	Video	3
4	Závěr	4
4.1	Autoevaluace	4

1 Úvod

Cílem projektu bylo vytvořit funkční sensor tepu se zobrazením hodnot na displeji pomocí desky ESP32.

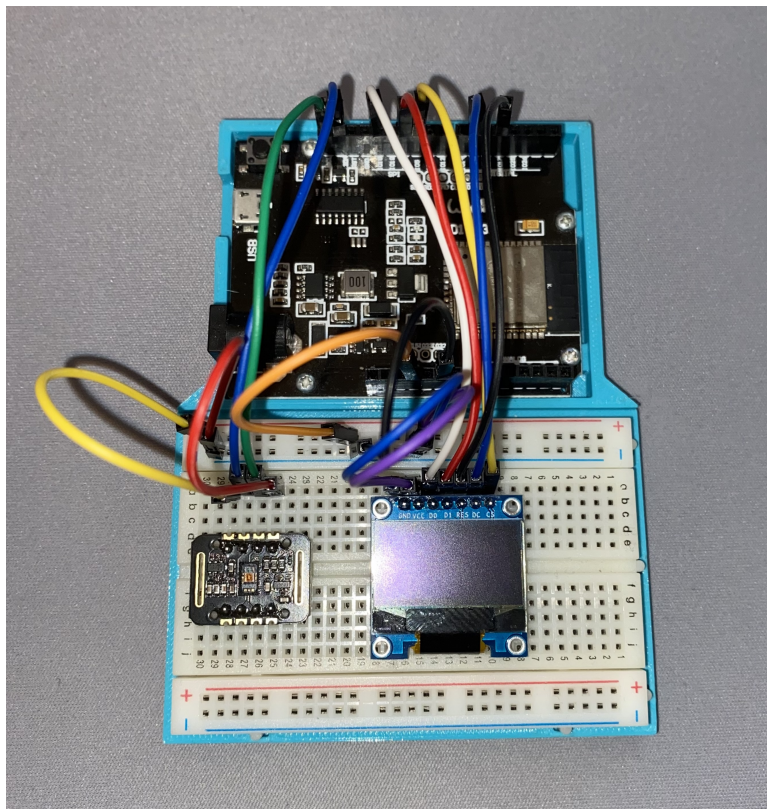
Projekt se založen na vývojové desce Wemos D1 s SoC ESP32, ke které je připojen sensor srdečního tepu MAX30102 [3] a OLED displej SSD1306 [6].

Projekt je implementován v jazyce C++, s pomocí editoru VS Code a jeho rozšíření PlatformIO. Pro práci se zařízeními je užito těchto knihoven:

- Adafruit_SSD1306 [2],
- Adafruit-GFX-Library [1]
- SparkFun_MAX3010x_Sensor_Library [5]

1.1 Zapojení

Na desku Wemos D1 založené na ESP32 je připojen displej SSD1306 přes rozhraní SPI a sensor tepu MAX30102 přes rozhraní SPI. Obě komponenty jsou napájeny napětím 3.3 V.



Obrázek 1: Detail zapojení desky

1.2 Spuštění

Projekt lze spustit ve Visual Studio Code s nainstalovaným rozšířením Platformio[4]. Stačí založit nový projekt, vybrat desku Wemos D1 a nainportovat knihovny a zdrojové soubory. Pro nahrání do zařízení a spuštění lze použít funkce Upload & Monitor.

2 Implementace

2.1 Soubor `heartrate.cpp`

Soubor obsahuje hlavní kód celého programu.

2.1.1 Funkce `setup`

Funkce se spustí poprvé, při zapnutí zařízení. Inicializuje výstup do konzole, sensor tepu a displej. Sensor je inicializován s výchozími hodnotami, kromě intenzity svitu LED diody, který je od výchozích slabší. Při moc silné intenzitě byl sensor méně přesný.

Je zde nastaven také font, kterým se tiskne na displej. Při spuštění se zobrazí text "Heart rate monitor" a přehraje se krátká animace tlukotu srdce.

2.1.2 Funkce `loop`

Hlavní smyčka programu, která se neustále opakuje. Z hodnoty přečtené z infračerveného sensoru se pomocí funkce `checkForBeat` zjistí, zda-li je validní hodnotou tepu.

Pokud ano, vypočte se delta Δt od posledního zachyceného tepu a pomocí vztahu $BPM = \frac{60}{\Delta t / 1000}$ se vypočte počet tepů za sekundu.

Do pole pro průměrné hodnoty se ukládají pouze reálné hodnoty, tedy ty mezi 40 a 200 tepy za minutu. Všechny tyto hodnoty se aritmeticky zprůměrují.

Pokud sensor přečte nízkou hodnotu, znamená to, že prst je moc daleko od sensoru, vyzve tedy k přiložení. V opačném případě vypíše hodnoty naměřené jak do konzole, tak na displej.

2.1.3 Funkce `printPlaceFinger`

Funkce periodicky na displeji zobrazuje text "Place finger on sensor" a ikonku otisku prstu. Tyto dvě obrázky se každou sekundu obmění.

2.1.4 Funkce `printHeartRate`

Funkce dostává parametrem hodnoty aktuálního a průměrného tepu, které má na displeji vykreslit. Kromě toho vedle hodnot tepu vykresluje animaci tlukoucího srdce.

2.2 Soubor `images.h`

Tento soubor obsahuje definice obrázků zobrazených na displeji, konkrétně 2 obrázky pro animace tepu srdce a 1 obrázek pro otisk prstu. Tyto obrázky byly nakresleny digitálně a převedeny do bajtů pomocí webového nástroje[7].

3 Ukázka

3.1 Video

Pro účely demonstrace funkčnosti projektu jsem nahrál krátké video, které lze shlédnout na YouTube na tomto odkaze: <https://www.youtube.com/watch?v=c5osdgcBpCA>.

4 Závěr

Projekt byl zajímavým exkurzem do programování desky ESP32. Zkoumáním knihoven a článků jsem na řešení přišel poměrně jednoduše, správné zapojení bylo také zvládnutelné. Získání přesných měření ze senzoru je trochu oříšek, protože požaduje velmi jemné zacházení a přesné držení prstu, ze kterého snímá tep, jinak z něj nejde přečíst smysluplná hodnota. Při úspěšném měření jsem jej validoval proti senzoru tepu na hodinkách Apple Watch SE, kde rozdíl v hodnotě byl v rámci 10 %, lze tedy říci, že má implementace měří přesně.

4.1 Autoevaluace

Celkové hodnocení (Σ) je dáno vztahem $\Sigma = (K_1 + K_2 \cdot F/5) \cdot (E + F + Q + P + D)$

Konstanta $K_1 = 0.25$

Konstanta $K_2 = 0.75$

Přístup $E = 1$

Na projektu jsem začal pracovat včas, měl jsem problém s nefunkčním dodaným senzorem, který jsem mohl včas vyřešit. Snažil jsem se o kvalitní projekt, implementace je funkční, zároveň jsem se snažil o hezkou vizuální stránku zobrazení dat s obrázky a animacemi ikon tepu nebo přiložení prstu.

Funkčnost $F = 5$

Cílem zadání je funkční snímač tepu senzoru se zobrazením na displeji. Má implementace toto splňuje, měří aktuální tep i počítá průměrný, tyto hodnoty zobrazuje na displeji.

Kvalita $Q = 3$

Uživatelská přívětivost je vysoká, stačí zapojit dle části 1.1, vytvořit nový projekt, kód nahrát do zařízení dle části 1.2 a projekt běží. Zdrojové kódy jsou přehledné, psané jednotně, naformátované a patřičně okomentované. Kód je v jednom souboru, jelikož mi nedává smysl takto krátký projekt rozdělovat. Je ale rozdělen na podproblémy, které řeší jednotlivé funkce.

Prezentace $P = 1$

Video zobrazuje veškerou funkcionalitu v co nejkompaktnějším podání.

Dokumentace $D = 4$

Dokumentace je graficky i typograficky kvalitně zpracovaná a vysázená, po informační stránce obsahuje vše, co by měla, jako úvod, popis implementace, ukázkou, a závěr.

Výsledek Σ

Celkové hodnocení dle autoevaluace je tedy $\Sigma = (0.25 + 0.75 \cdot 5/5) \cdot (1 + 5 + 3 + 1 + 4) = 14$.

Zdroje

- [1] *Adafruit-GFX-Library*. [vid. 2023-12-08]. Dostupné z: <https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library>.
- [2] *Adafruit_SSD1306*. [vid. 2023-12-08]. Dostupné z: https://github.com/adafruit/Adafruit_SSD1306.
- [3] *MAX30102*. [vid. 2023-12-08]. Dostupné z: <https://www.hwkitchen.cz/max30102-snimac-pro-srdecni-tep-a-pulzni-oxymetr/>.
- [4] *Platformio*. [vid. 2023-12-08]. Dostupné z: <https://platformio.org/>.
- [5] *SparkFun_MAX3010x_Sensor_Library*. [vid. 2023-12-08]. Dostupné z: https://github.com/sparkfun/SparkFun_MAX3010x_Sensor_Library.
- [6] *Ssd1306*. [vid. 2023-12-08]. Dostupné z: <https://www.hadex.cz/m508a-displej-oled-096-128x64-znaku-7pinu-bily/>.
- [7] *SSD1306 OLED Display: draw images, splash and animations*. [vid. 2023-12-08]. Dostupné z: <https://mischianti.org/ssd1306-oled-display-draw-images-splash-and-animations-2/>.