

Dokumentácia k projektu z IMP

Analógový senzor pre meranie srdcového tepu

autor: Juraj Mesík
login: xmesikj00

vedúci: Václav Šimek (simekv@fit.vutbr.cz)

odkaz na video:

<https://drive.google.com/file/d/1xBxmw2iXGKmmmj6m9H6iPEfRumpv9wNS/view?usp=sharing>

Úvod

Cieľom projektu bolo s využitím mikrokontroléru Espressif ESP32, pomocou OLED displeja a modulu so snímačom srdcového tepu vytvoriť systém pre meranie srdcového tepu. Implementácia bola realizovaná pomocou rozšírenia platformIO v rámci Arduino prostredia. Okrem spomínaných komponentov som v projekte využil aj modul s tlačítkami.

Príprava

Pred každým spustením je zavolaná funkcia *setup()*. V tej je zadefinované rozlíšenie pre analógový vstup na 12 bitov, teda rozsah možných získaných vzorkov bude 0-4095. Takýmto spôsobom je možné získavať (oproti predvolenému 10 bitovému nastaveniu a rozsahu 0-1023) pri meraní presnejšie údaje.

Ďalej nastavujem vstupný ADC prúd na rozmeďie 0-3.3 voltov, ktorým zaistím, že hodnoty, ktoré prijme senzor nebudú nijako orezané. V kombinácii s nastavením rozlíšenia mi to poskytne najpresnejšie možné výsledky.

Nastavené je tiež číslo a mód pinov pre LED diódu a pre tlačítkový modul, oba na výstup.

Kalibrácia

Počas merania som si všimol, že sa hodnoty kvôli vysokej citlivosti senzoru môžu od merania k meraniu veľmi líšiť, a teda je potrebná určitá kalibrácia. Tá je definovaná vo funkcií *calibration()*, ktorá je zavolaná buď zo *setup()*, alebo z hlavnej slucky *loop()*, keď užívateľ stlačí počas merania tlačítko na pine MID. Užívateľ je najprv vyzvaný, aby priložil na senzor prst. Následne sa na displeji objaví 10 sekundový časovač. Ten indikuje dobu, počas ktorej senzor načítava hodnoty, z ktorých je neskôr vypočítaná amplitúda (rozdiel najvyššej a najnižšej nameranej hodnoty) a priemerná hodnota signálu. Z týchto hodnôt je neskôr získaný horný a dolný prah, ktoré slúžia na detekciu jedného úderu srdca. Ak signál prekoná horný prah a následne prekoná dolný prah, znamená to že bol detekovaný jeden úder. Dolným prahom je v mojej implementácii priemerná hodnota signálu a horným súčet najnižšej nameranej hodnoty a 65% z amplitúdy.

Takýmto dvojitým prahovaním su zaistene doveryhodnejšie výsledky, než napr. pri len jednej hranici prahu a kalibracia spolahlivejšie urci prahove hranice, nez keby boli prahy definovane napevno.

Ak po úvodnej kalibrácii je stále signál príliš rušivý alebo nejasný, užívateľ môže kedykoľvek senzor rekalibrovať stlačením tlačítka na pozícii MID.

Meranie

Meranie je realizované v nekonečnej slučke v *loop()* s oneskorením 20 milisekúnd (50krát za sekundu). Každý cyklus kontroluje stlačenie tlačítka na kalibráciu a následne číta hodnotu so senzora. Táto hodnota sa prevedie na vertikálnu pozíciu na OLED displeji, kde sa spája s predchádzajúcim bodom do plynulej vlny, a vytvára živý graf pulzu, ktorý sa pomaly posúva zľava doprava. Ak signál prekoná horný prah rozsvieti sa LED dióda a po prekonaní spodného prahu opäť zhasne, čo má za následok efekt, kedy dióda bliká podľa úderov srdca. Po prekonaní spodného prahu je úder označený ako komplettný.

Ked' signál vystúpi nad horný prah, začne sa časovať interval a pri ďalšom prekročení horného prahu sa vypočíta tepová frekvencia delením 60000 milisekúnd nameraným intervalom medzi údermi. Výsledná hodnota BPM sa spolu s aktuálnou číselnou hodnotou senzora zobrazuje v spodnej časti OLED displeja, pričom systém automaticky ignoruje neprijateľné hodnoty mimo rozsahu 45-120 úderov za minútu.