



Mikroprocesorové a vestavěné systémy Projekt – Hra na displeji

Martin Zmitko (xzmitk01)
xzmitk01@stud.fit.vutbr.cz
12. prosince 2022

1 Úvod

Cílem tohoto projektu bylo vytvořit jednoduchou hru na displeji ovládanou analogovým joystickem. Vybral jsem si Pong – jednu z nejstarších her vůbec. Tato hra funguje na principu tenisového zápasu, hrají proti sobě dva hráči, kteří ovládají vertikální pohyb pálek na stranách obrazovky a snaží se odpálit míček protihráčovi.

1.1 Hardware

Projekt byl řešen s pomocí předem zadaných hardwarových prvků:

- Wemos D1 R32 – vývojová deska s čipem ESP32¹
- SSD1306² – jednobarevný OLED displej s rozlišením 128x64, komunikující přes rozhraní I^2C
- Analogový joystick – joystick s dvěma osami pohybu, využívající ke čtení polohy potenciometrů

Displej je napájený 5V, k vývojové desce je zapojený přes rozhraní I^2C , připojený k pinům SDA a SCL (GPIO 22 a 21). Joystick je napájen 3.3V (podle specifikace je stavěn na napájení 5V, ale ADC v ESP32 je schopný číst maximální napětí 3.3V, nebyl by tedy schopný přečíst celý rozsah joysticku) a k vývojové desce je připojený vývod osy X na pinu GPIO 36 (kanál 0 převodníku ADC1).

1.2 Software

K řešení projektu jsem použil rozhraní ESP-IDF³. Toto rozhraní poskytuje všechny potřebné nástroje a knihovny k překladu programů pro ESP32. K interakci s periferiemi jsem použil vestavěné knihovny – ADC one-shot driver pro čtení hodnot joysticku, I2C a LCD pro použití sběrnice a komunikaci s displejem. Pro samotné zobrazování na displeji jsem použil externí knihovnu LVGL⁴. LVGL je grafická knihovna pro vestavěné zařízení, umožňující snadné vykreslování, tvorbu uživatelských rozhraní s možnostmi stylování a zobrazování na základě stavů.

¹https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

²<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>

³<https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/index.html>

⁴<https://docs.lvgl.io/master/index.html>

2 Implementace

Jako první po spuštění programu se provede konfigurace periférií. Nastaví se rozhraní I2C pro správné piny s režimem master, poté se vytvoří nový handle pro LCD IO s parametry pro konkrétní displej – zejména adresa displeje, velikosti ovládacích příkazů a frekvence. Displej je poté inicializován a zapnut.

Další krok je inicializace LVGL – nastavení barevné hloubky (v tomto případě je to 1b), nastavení parametrů displeje, vytvoření vlastních vykreslovacích bufferů (používají se dva, naráz jsou do jednoho ukládány nové data pro vykreslení a z druhého se čte, po dokončení se prohodí) a nastavení pomocných funkcí pro vykreslování. Kód pro nastavení displeje a LVGL je převzatý z ESP-IDF ukázky⁵.

Pro čtení pozice joysticku je použit ADC modul v oneshot režimu, konkrétně jednotka ADC1 a kanál 0, který odpovídá GPIO 36. Je použita výchozí bitová šířka a atenuace 11dB – tedy rozsah čtení 0V-3.3V.

Samotný chod hry zajišťují 3 časovače periodicky spouštěcí obslužné funkce – `lvgl_tick` se spouští každé 2ms a dodává knihovně LVGL informace o uběhlém času pro vykreslování. `draw_tick` se spouští každých 10ms, obnoví pozice objektů na displeji na základě jejich nových souřadnic a změní text labelů se skórem, pokud se změnilo.

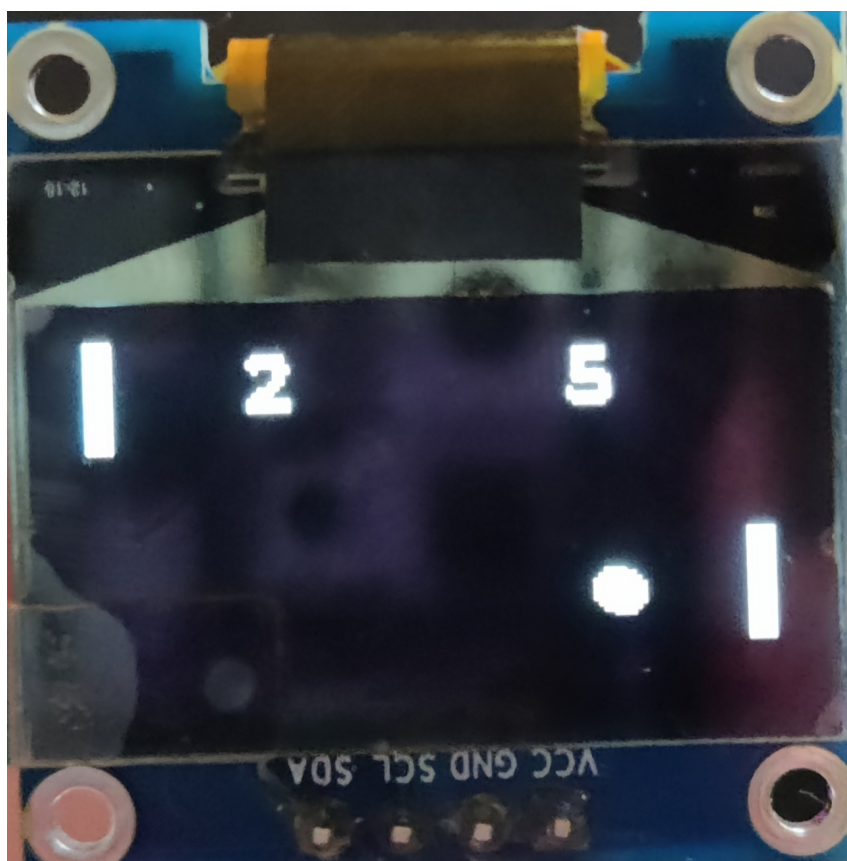
Herní logiku implementuje `game_tick`, spouštěný každých 25ms. Tato funkce nejdříve přečte napětí na joysticku jako raw hodnotu, kterou převede z původního intervalu $\langle 0, 4095 \rangle$ na interval $\langle -5, 5 \rangle$, což je hodnota, o kterou se hráčova pálka vertikálně posune. Pálka ovládaná počítačem se posune o 1, pokud je míček pod středem pálky, nebo o -1, pokud je míček nad středem pálky. Pohyb míčku je zajištěn proměnnými `ballDirectionX` a `ballDirectionY`, jejichž obsah se každý tick přičte k souřadnicím míčku. `ballDirectionX` určuje horizontální pohyb a je vždy 2 nebo -2, `ballDirectionY` určuje vertikální pohyb, na začátku hry je 1 a při trefení pálky se počítá podle následujícího vztahu: $ballDirectionY = (ballY + 4 - paddleY)/5 - 2$, pokud je výsledek 0, `ballDirectionY` se nezmění. Pokud míček trefí jednu ze stran hracího prostoru, korespondující hodnotě `direction` je změněno znaménko. Při strefení bočních stran hřiště proběhne kontrola, jestli míček zasáhl pálku, pokud ne, kolo se resetuje změněním polohy míčku do středu a přičtením jednoho bodu ke skóre druhého hráče.

3 Zhodnocení

Hra byla testována průběžným hraním a zkoušením, jak se bude chovat v různých situacích, např. při různých bodových stavech, různých polohách joysticku, nebo úhlech dopadu míčku na pálku. Hra jako taková je plně funkční, nejsou v ní ale žádné koncové podmínky, bude tedy pokračovat do nekonečna. Restartování hry taktéž není implementováno – musí se restartovat celá vývojová deska.

Má autoevaluace je následující: E=1, F=5, Q=3, P=1, D=3

⁵https://github.com/espressif/esp-idf/tree/master/examples/peripherals/lcd/i2c_oled



Obrázek 1: Ukázka hotové hry