

Vysoké učení technické v Brně



Fakulta informačních technologií

Mikroprocesorové a vestavěné systémy Měření vzdálenosti ultrazvukovým senzorem

Mark Menzynski (xmenzy00)
21. prosince 2019

Úvod

Zadáním bylo implementovat program pro měření vzdálenosti ultrazvukovým senzorem na platformě FITkit 3 (Minerva) s mikrokontrolérem rodiny Kinetis K60. Pro měření je použit ultrazvukový měřič vzdálenost SRF05 a pro zobrazení vzdálenosti v centimetrech je použit 4 číslicový segmentový displej.

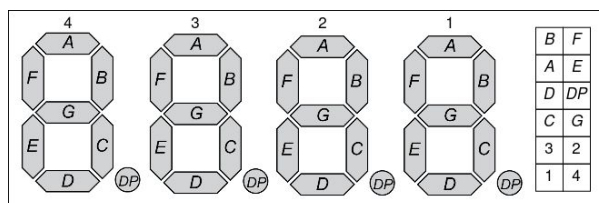
Měření probíhá a je zobrazováno nepřetržitě, z toho důvodu je také přidána funkce pro pozastavení měření, přístupná na tlačítku SW6.

Program je implementován v jazyce C ve vývojovém zařízení Kinetis Design Studio bez použití SDK.

Zapojení HW

Číslicový displej

Samotný číslicový displej je zapojen na plošném spoji s konektorem. Samotné zapojení tohoto spoje nešlo zjistit, proto po náhodném zkoušení různých kombinací jsem zjistil následující rozložení:



Pro rozsvícení vybraného segmentu musí být dotyčná číslice (1-4) být spojená se zemí (LOW), a na dotyčný segment A-G, DP přivedeno napětí (HIGH).

Zobrazování čtyřciferného čísla je možné střídáním číslic dostatečně velkou rychlostí, aby se lidskému oku zdálo blikání jako stále svícení.

Ultrazvukový senzor

Jedná se o modul s označením HY-SRF05. Po přijetí signálu o délce alespoň 10 mikrosekund na pinu TRIG senzor vyšle osm 40 kHz zvukových impulzů, a změří dobu, za kterou se zvuk odrazí od překážky zpět do senzoru. Výslednou odezvu lze naměřit na pinu ECHO, kde doba impulzu se rovná době odrazu zvuku. Pin OUT nebyl použit.

Vzdálenost v metrech se vypočítá podělením výsledné doby signálu rychlostí zvuku v sekundách, a protože se jedná o odezvu jak k vzdálenému předmětu tak i zpět, je ještě potřeba podělit 2. Tento výsledek by ale byl v metrech, proto je výpočet v kódu lehce odlišný.

Měření se dá více zpřesnit s pomocí teploměru, protože vlastnosti zvuku ve vzduchu se výrazně liší na základě teploty okolního vzduchu. Ale nebyl mi poskytnut teploměr, proto jsem nad tímto rozšířením neuvažoval.

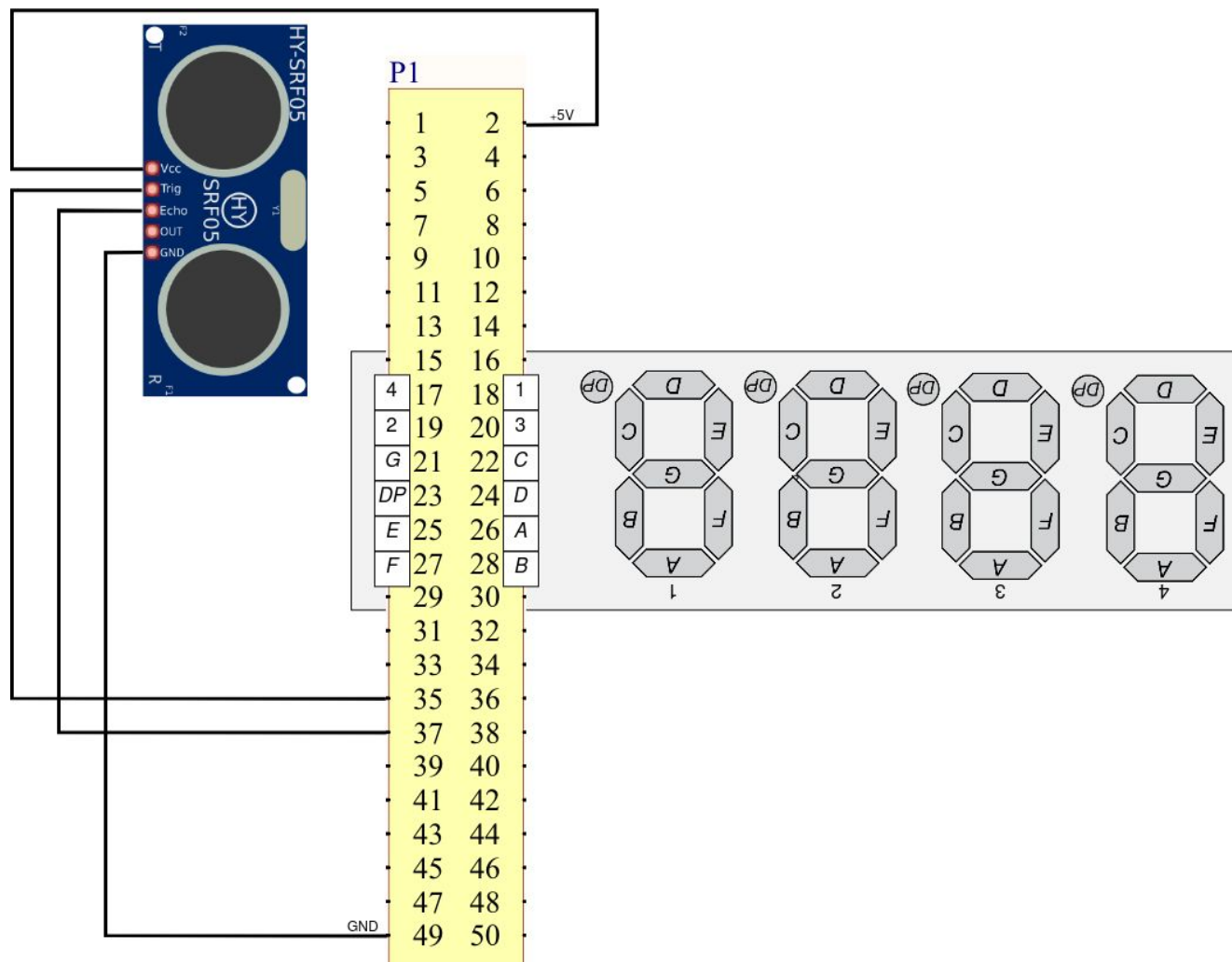
Senzor používá k napájení 5 voltů, poslední použitý pin GND je pro připojení země.



Rozvržení pinů

Pin	Zapojení na desce	Význam v MCU
Senz. VCC	P1-2	V5
Senz. TRIG	P1-34	PTA27
Senz. ECHO	P1-37	PTA26
Senz. GND	P1-49	GND
Disp. NUM_1	P1-18	I2C0_SDA
Disp. NUM_2	P1-19	SPI2_CLK
Disp. NUM_3	P1-20	SPI2_MOSI
Disp. NUM_4	P1-17	I2C0_SCL
Disp. SEG_A	P1-26	PTA11
Disp. SEG_B	P1-28	PTA9
Disp. SEG_C	P1-22	SPI2_MISO
Disp. SEG_D	P1-24	PTA10
Disp. SEG_E	P1-25	PTA6
Disp. SEG_F	P1-27	PTA11
Disp. SEG_G	P1-21	SPI2_CS1
Disp. SEG_DP	P1-23	PTA8

Schéma zapojení



Způsob řešení

Pro řešení projektu byly nastaveny a využívány následující moduly:

- **PORT** (Port control and interrupts) - Nastavení vstupních a výstupních portů.
- **GPIO** (General purpose input and output) - Ovládání vstupních a výstupních pinů. Použité pro ovládání displeje, ultrazvukového senzoru, následnou detekci ECHO signálu a tlačítko SW6.
- **LPTRM** (Low-power timer) - Použito pro detekci uvážnutí. Program čeká na ECHO impuls ultrazvukového modulu, ale ten nemusí nikdy přijít. Například proto, že impulz již byl poslán a program ho nezachytil.

Vstupním bodem programu je funkce main. První částí je inicializace. Ta se skládá ze 3 funkcí: MCUInit (inicializace mikrokontroléru), PortsInit (inicializace portů), LPTMR0Init (inicializace modulu časovače LPTRM). Následuje nekonečná smyčka.

Ta začíná funkcí `sonar_trigger`, která modulu zašle impuls pro začátek měření.

Následuje detekce a výpočet délky impulzu v mikrosekundách značící dobu cesty zvuku mezi zařízením a objektem skládající se z funkce `sonar_read_echo`. Tato délka se následně použije pro výpočet vzdálenosti, a to podělením délky impulzu rychlostí světla. Následuje zobrazení vzdálenosti pomocí funkce `disp_draw_number`. Pokud bylo naměřeno nesmyslné číslo, jako vzdálenost 0, nebo vzdálenost přes 10 metrů (minimální podporovaná vzdálenost senzoru je 1 centimetr, maximální kolem 4 metrů), zobrazí se na displeji čtyři pomlčky značící neúspěšné měření.

Samotné měření odezvy signálu je provedeno čítáním proměnné v programu. Použití časovače s vysokou frekvencí (alespoň větší než 1 MHz) by pravděpodobně většina lidí uvedlo jako lepší volbu, ale toto čítání mi pro tuto úlohu stačilo. Kvůli obavy z uvážnutí v případě, že signál ze senzoru nedorazí jsem použil časovač LPTMR a nastavil jsem dobu vypršení na 250 milisekund.

Měření probíhá neustále, a to přibližně 2 krát za sekundu. Z toho důvodu jsem přidal možnost pozastavení, přístupné na tlačítku SW6. Druhým stisknutím tohoto tlačítka měření plynule pokračuje.

Závěr

Myslím si, že se mi povedlo implementovat vše, co by se dalo vyžadovat při tématu “Měření vzdálenosti ultrazvukovým senzorem”. Funkce a způsob fungování aplikace jsem přizpůsobil přibližné náročnosti předmětu, aby nebylo řešení příliš triviální, jako například neustálé zobrazování, anebo tlačítko pro pozastavení měření.

Zdroje a literatura

- [1] Prezentace k demoviku FITkit 3
<https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php?file=%2Fcourse%2FIMP-IT%2Fexcs%2FFITkit3-demo.zip&cid=13324>
- [2] FITkit 3 schéma
<https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php.cs?file=%2Fcourse%2FIMP-IT%2Fexcs%2FFITkit3-schema.pdf&cid=13324>
- [3] K60 Sub-Family Reference Manual
http://cache.freescale.com/files/32bit/doc/ref_manual/K60P144M100SF2V2RM.pdf
- [4] SRF05 - Ultra-Sonic Ranger
Technical Specification
<https://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf05tech.htm>
- [5] Obrázek senzoru SRF05
<https://arduibots.wordpress.com/2015/10/12/component-hy-srf05-for-fritzing/>