

Testiranje funkcionalnosti prototipa projekta iz predmeta 32-bitni mikrokontroleri i primena

Opis projekta

Ideja projekta je ostvarivanje komunikacije između dva Cortex M mikrokontrolera. Na raspolaganju su dva Cortex M0+ mikrokontrolera, data na razvojnom okruženju NUCLEO-L053R8, a za potrebe lakšeg debug-ovanja korišćen je i Cortex M4, dat na NUCLEO-L476RG razvojnoj ploči. Komunikacija između dva mikrokontrolera se ostvaruje pomoću RF veze. Uspešnost komunikacije se validira pomoću Thumbstick click i 8x8 diode matrix click pločica. Pomeraj zadat Thumbstick click-om, se pomoću RF click-a, šalje na prijemni mikrokontroler, gde se pomeraj prikazuje na 8x8 diodnom displeju.

Spisak komponenata

- Cortex M4 (NUCLEO-L476RG)
- Cortex M0+ (NUCLEO-L053R8), dve pločice
- ccRF click (cc2500 mikroC on chip), dve pločice
- THUMBSTICK click (MCP3204 A/D converter on chip)
- 8x8 B click (MAX7219 mikroC on chip)

Idejno rešenje

Sistem za komunikaciju se sastoji od dva bloka, predajnog bloka i prijemnog bloka.

Predajni blok čine THUMBSTICK click, Cortex M0+ i jedan ccRF podešen za rad u transmitter modu. THUMBSTICK click je dat kao 12-bitni A/D konvertor, gde se vrednosti pomeraja po apscisi i ordinati dobijaju kao vrednosti konverzije sa kanala CH0 i CH1. Komunikacija sa THUMBSTICK click-om se vrši preko SPI-a, preko koga se dobijaju vrednosti pomeraja thumb-a, i spoljašnjeg prekida, kojim se signalizira da je thumb pritisnut. Informacija o položaju thumb-a i o pritisku se obrađuje na Cortex M0+ mikrokontroleru. Položaj thumb-a se preračunava u jedan od 49 mogućih položaja kvadrata na 8x8 diodnom displeju i ta vrednost se šalje prijemnom bloku, u vidu jednog bajta podataka. Ukoliko je thumb bio pritisnut, registrovaće se prekid, i biće poslat kod za prikaz specijalne vrednosti na 8x8 diodnom displeju. Podatak se šalje pomoću ccRF click-a, sa kojim se komunicira preko SPI periferije.

Prijemni blok čine ccRF podešen za rad u receiver modu, Cortex M0+ i 8x8 B click. Bajt podataka sa adresom RF prijemnika i kontrolnim bajtovima se prima od strane ccRF prijemnika. Po prijemu, preko spoljašnjeg prekida se signalizira da je podatak smešten u prijemni FIFO buffer ccRF click-a i pokreće se rutina za čitanje podatka sa ccRF na Cortex M0+. Čitanje podatka se vrši preko SPI. Podatak predstavlja segment koji je potrebno uključiti na 8x8 B click diodnom displeju. Komunikacija sa 8x8 B click-om se vrši pomoću SPI periferije.

Testiranje funkcionalnosti

Za testiranje funkcionalnosti projekta korišćeni su Keil uVision5, STM32CubeMX i SmartRF Studio 7. Pomoću STM32CubeMX izvršena je inicijalizacija periferija oba Cortex M0+ mikrokontrolera. SmartRF Studio 7 je korišćen za orđedivanje parametara RF komunikacije između dva cc2500 tranciever-a. Kod je kompajliran u Keil uVision5 razvojnom okruženju.

Sa predajne strane, komunikacija se vrši preko dva SPI-ja. SPI1 je konfigurisan za rad sa tri žice, u full duplex master modu, gde je CS pin softverski kontrolisan i mapiran je na PA4, koji je konfigurisan kao GPIO output pin. Podaci se šalju u paketima od 8 bita u TI modu, sa radnom učestanošću od 262.125 Kbit-s. Na SPI1 su povezane SPI linije pločice THUMBSTICK click. INT linija THUMBSTICK click-a, kojom se signalizira pritisak na thumb, je povezana na PA0, koji je konfigurisan kao EXTI pin. SPI2 je konfigurisan za rad sa tri žice, u full duplex master modu, gde je CS pin softverski kontrolisan i mapiran je na PB12, koji je konfigurisan kao GPIO output pin. Podaci se šalju u paketima od 8 bita u TI modu, sa radnom učestanošću od 262.125 Kbit-s. Na SPI2 su povezane SPI linije ccRF click-a. INT linija ccRF click-a nije povezana sa mikrokontrolerom, jer nije bilo potrebe za rekonfiguracijom ccRF-a iz transmitter u receiver mod rada.

Sa prijemne strane, komunikacija se vrši preko dva SPI-ja. SPI1 je konfigurisan za rad sa tri žice, u full duplex master modu, gde je CS pin softverski kontrolisan i mapiran je na PA4, koji je konfigurisan kao GPIO output pin. Podaci se šalju u paketima od 8 bita u TI modu, sa radnom učestanošću od 262.125 Kbit-s. Na SPI1 su povezane SPI linije pločice 8x8 B click. SPI2 je konfigurisan za rad sa tri žice, u full duplex master modu, gde je CS pin softverski kontrolisan i mapiran je na PB12, koji je konfigurisan kao GPIO output pin. Podaci se šalju u paketima od 8 bita u TI modu, sa radnom učestanošću od 262.125 Kbit-s. Na SPI2 su povezane SPI linije ccRF click-a. INT linija ccRF click-a, kojom se signalizira da je primljen novi podatak od strane ccRF prijemnika je povezana na PA0, koji je konfigurisan kao EXTI pin.

Funkcionalnost rešenja je validirana sledećim postupcima:

- na Cortex M4 je preko SPI2 ostvarena komunikacija sa 8x8 B click i napisani su test drajveri za 8x8 B click
- na Cortex M4 je preko SPI2 ostvarena komunikacija sa THUMBSTICK click i napisani su test drajveri za THUMBSTICK click
- na Cortex M0+ su preko SPI1 i SPI2 povezani THUMBSTICK i 8x8 click i proverena je njihova međusobna interakcija
- na Cortex M4 su preko SPI2 i SPI3 povezani dva ccRF, u transmit i receive modu, ostvarena je komunikacija između njih i napisani su test drajveri za ccRF
- na Cortex M0+ su realizovani prijemni i predajni blok i validirana je funkcionalnost projekta

Za korišćenje funkcionalnosti SPI, GPIO, IRQ i podešavanja Cortex M0+/M4 korišćene su HAL funkcije koje su generisane od strane STM32CubeMX.

TO DO

- Napisati svoj HAL za Cortex M0+, konkretno funkcionalnosti SPI, GPIO
- Napisati HAL za click pločice i bolje drajvere
- Odraditi debaunsiranje pritiska na thumb
- Srediti prekidne rutine i interakciju sa ostatkom koda
- Optimizovati parametre podešavanja ccRF
- Ubrzati komunikaciju preko SPI sa click pločicama
- Smanjiti potrošnju Cortex M0+, razmisliti o sleep režimima