Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Technika Mikroprocesorowa

Sprawozdanie z laboratorium nr 5 Formatowanie ciągów znaków przy użyciu mikrokontrolera z rodziny MSP430 z zastosowanie transmisji szeregowej

Jakub Sikora
Konrad Winnicki
Marcin Dolicher

Warszawa, 5 czerwca 2018

Spis treści

1. Zadanie laboratoryjne

1.1. Polecenie

Korzystając z pakietu z mikrokontrolerem MSP430 oraz innych modułów systemu SML-3 należy zrealizować system o funkcjonalności jak w ćwiczeniu 4, z zastąpieniem przycisków i wyświetlacza terminalem znakowym (klawiatura + ekran PC) dołączonym przez port RS-232.

Wybrane zadanie dodatkowe: 16. korygowanie linii tekstu zakończonych znakiem CR przez usuwanie powtórzonych znaków i zbędnych spacji oraz konwersję wielkich liter, np.: "ALA ma Kooota , 1123" -¿ "Ala ma kota, 123"

UWAGI - proszę przemyśleć funkcje systemu (i ewentualnie wzbogacić interakcję) oraz sposób jego uruchamiania; - w razie potrzeby proszę sformułować dodatkowe założenia zmieniające funkcjonalność z uwzględnieniem specyfiki transmisji szeregowej; - nadawanie i odbieranie danych należy realizować z największą dostępną szybkością, buforowaniem programowym i z użyciem przerwań; - w przypadku pomiarów należy oszacować użyteczny zakres i dokładność.

Realizacja zadania z puli dodatkowej umożliwia uzyskanie do 2 dodatkowych punktów. Użycie w rozwiązaniu sterownika DMA umożliwia uzyskanie do 2 dodatkowych punktów.

1.2. Szczegółowe uwagi

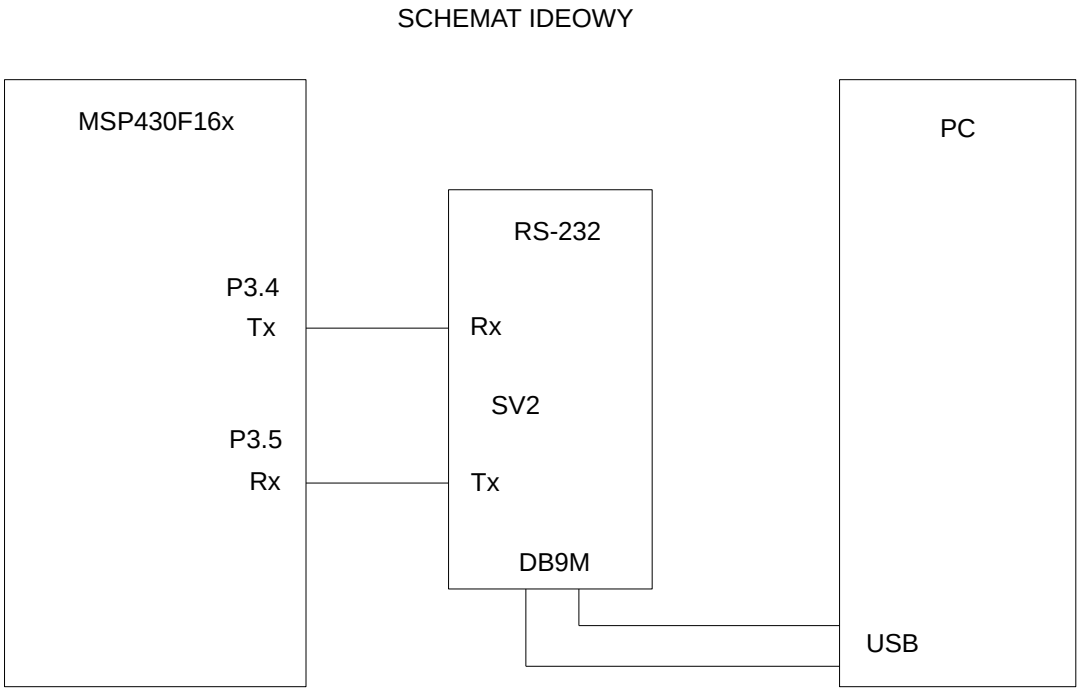
Należy przemyśleć funkcje systemu (i ewentualnie wzbogacić interakcję) oraz sposób jego uruchamiania. W razie potrzeby proszę sformułować dodatkowe założenia zmieniające funkcjonalność z uwzględnieniem specyfiki transmisji szeregowej. Nadawanie i odbieranie danych należy realizować z największą dostępną szybkością, buforowaniem programowym i z użyciem przerwań; W przypadku pomiarów należy oszacować użyteczny zakres i dokładność.

Realizacja zadania z puli dodatkowej umożliwia uzyskanie do 2 dodatkowych punktów. Użycie w rozwiązaniu sterownika DMA umożliwia uzyskanie do 2 dodatkowych punktów.

2. Projekt urządzenia

2.1. Komponenty sprzętowe

Dzięki strukturze mikrokontrolera MSP430F16x podłączenie urządzeń peryferyjnych nie było skomplikowanym zadaniem, jednak wymagało uwagi aby odpowiednio połączyć ze sobą porty na PC (Tx i Rx) i mikrokontrolerze odpowiadające za komunikację. Zgodnie z rysunkiem, bity transmitowane z rejestru nadawczego Tx mikrokontrolera powinny być odbierane w rejestrze odbiorczym Rx komputera PC i analogicznie rejestr Tx komputera PC powinnien być połączony z rejestrem Rx mikrokontrolera.



Rysunek 2.1. Schemat ideowy urządzenia realizującego zadanie projektowe

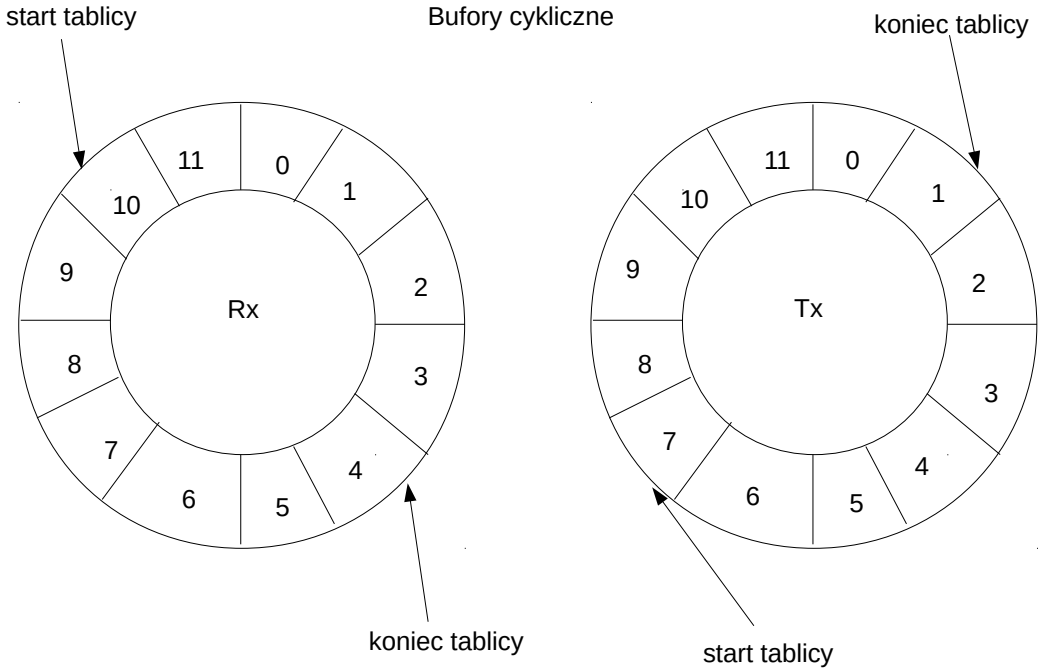
Do portów P3.4 – Tx, P3.5 – Rx w mikrokontrolerze podłączyliśmy sygnały Rx i Tx z linii SV2 pochodzącej z modułu łącza szeregowego RS232. Moduł ten łączy się z komputerem za pomocą złącza DB9M, które łaczy się z układem MAX238 który spełnia rolę sterownika transmisji który ustala poziomy napięć na szynach transmisyjnych na zgodne ze standardem RS-232.

2.2. Opis oprogramowania

Kod programu napisaliśmy w języku C, ale w porównaniu do zadań z poprzednich laboratoriów warstwa programowa była zdecydowanie bardziej rozbudowana. Po raz pierwszy zdecydowaliśmy się na podział kodu na kilka plików aby uczynić projekt czytelniejszym. Użycie języka C zamiast assemblera pozwoliło na lepsze uporządkowanie funkcjonalności i zadań do wykonania w naszym programie. Kod stał się bardziej przejrzysty i zrozumiały.

Bufory cykliczne i warstwa sprzętowa

Zgodnie z zaleceniem, zdecydowaliśmy się na podział oprogramowania na warstwę sprzętową i warstwę aplikacyjną. Warstwa sprzętowa zajmowała się obsługą przerwań, wysyłaniem bajtów do komputera i ich odbieraniem. Zadaniem warstwy aplikacyjnej było przetwarzanie zagregowanych wcześniej ciągów bajtów zgodnie z poleceniem. Komunikacja pomiędzy dwoma warstwami odbywała się za pomocą buforów cyklicznych.



Rysunek 2.2. Zasada działania buforów cyklicznych

Idea bufora cyklicznego polega na dwóch znacznikach - zapisu i odczytu, wskazujące kolejno na pozycję do zapisu i odczytu pojedynczej danej z tablicy bufora o ustalonym rozmiarze. Dane możliwe do odczytu znajdują się pomiędzy znacznikiem odczytu, a znacznikiem zapisu. Możliwa jest sytuacja gdy pozycja znacznika zapisu jest poniżej pozycji znacznika odczytu, taka sytuacja oznacza, że nastąpił cykl bufora – znacznik zapisu osiągnął koniec tablicy bufora i przeskoczył na początek tejże tablicy. Analogiczna sytuacja występuje w przypadku znacznika odczytu.

Opis implementacji:
Biblioteka bufora cyklicznego składa się z plików:
data_buffer.h – plik nagłówkowy
data_buffer.c – kody źródłowe bufora
Biblioteka w swym pliku nagłówkowym dostarcza metodę tworzenia bufora cyklicznego o podanym rozmiarze oraz nazwie:
#define RX_2BUFFER_INDEX 100 /* rozmiar tworzonego bufora¡=255 */
DATA_BUFFER_CREATE(rx_data_buffer_tab, RX_BUFFER_INDEX, rx_data_buffer) /* stworzenie bufora o podanych parametrach */

Bufory są osiągalne przy użyciu funkcji:
data_buffer_write – zapis danej do bufora
data_buffer_read – odczyt danej z bufora
data_buffer_number – ilość danych w buforze

Dostępne są również makra pozwalające ustalić stan bufora:
DATA_BUFFER_READY_TO_READ – czy bufor jest gotowy do odczytu
DATA_BUFFER_READY_TO_WRITE – czy bufor jest gotowy do zapisu

W momencie odebrania bajtu, bajt jest przesyłany z rejestru Rx do odpowiadającego bufora cyklicznego. W momencie gdy aplikacja potrzebuje pobrać pobrać dane, pobiera je z bufora cyklicznego a nie z rejestru Rx. To rozwiązanie jest uniwersalne i może być stosowane niezależnie od aplikacji. Obsługa rejestru nadawaczego Tx odbywa się w analogiczny sposób.

Warstwa aplikacja

Zadaniem warstwy aplikacyjnej jest sformatowanie tekstu poprzez:
- usunięcie powtarzających się znaków usunięcie nadmiarowych spacji
- spacja pomiędzy wyrazami oraz po przecinku i kropce korektę małych i wielkich liter
- tak aby wielka litera znajdowała się na początku każdego zdania

Brak rozpoznawania nazw własnych przez co po sformatowaniu rozpoczynają się one małą literą.

Implementacja aplikacji:
Biblioteka aplikacji składa się z plików:
format.h – deklaracje funkcji formatujących
format.c – implementacje funkcji formatujących
W skład aplikacji wchodzą funkcje:

toLowCases - konwersja tekstu na małe litery
formatCapitalLetter – wielkie litery na początku zdań
formatRepeatedLetters – usunięcie powtarzających się znaków
formatSpaces – formatowanie spacji
removeBlankLetters – finalne usunięcie z tablicy nadmiarowych znaków
Przykładowy przebieg procedury formatowania tekstu:

Tekst wejściowy:
” ALA ma KooOooota , „ 1123 . MMmmMMMAMA ma PsAA . ”
Sprowadzenie do małych znaków:
” ala ma koooooota , „ 1123 . mmmmmmmama ma psaa . ”
Usunięcie powtarzających się znaków (również powtarzające się spacje):
”ala ma kota , , 1123 . mama ma psa . ”
Formatowanie spacji przed i po przecinkach, kropkach oraz średnikach:
”ala ma kota„ 1123. mama ma psa. ”
Usunięcie powtarzających się znaków:

”ala ma kota, 1123. mama ma psa. ”
Wielkie litery na początku zdań:
”Ala ma kota, 1123. Mama ma psa. ”
Tekst wyjściowy:
”Ala ma kota, 1123. Mama ma psa. ”

2.3. Transmisja szeregowa

Transmisję obsługujemy za pomocą przerwań generowanych przez USART w trybie UART. W przerwaniu od USART0_TX, które informuje że urządzenie wysłało cały bajt i czeka na kolejny, dokonujemy kopiowania z bufora danych txBuf do rejestru TXBUF0. Zapisywanie danych do TXBUF0 inicjuje transmisję. Odbiór danych odbywa się w przerwaniu od USART0_RX. Kiedy dane zostaną odebrane są przypisywane z rejestru RXBUF0 do bufora cyklicznego rxBuf. Odbieranie danych z konsoli musi być zakończone znakiem nowej linii. Odebrany ciąg znaków jest poddawany obróbce w warstwie aplikacyjnej, w której to następuje m. in. zmiana dużych liter na małe lub usunięcie powtarzających się liter. Przetworzony ciąg znaków jest wysyłany do bufora txBuf, z którego bajty jeden po drugim są przesyłane do rejestru TXBUF0 i dalej do odbiornika znajdującego się po drugiej stronie połączenia.

Ważne jest aby zwracać uwagę na zapełnienie bufora transmisyjnego. Należy zwrócić uwagę czy wcześniej bufor był już pusty, ponieważ istnieje możliwość że nie pojawi się przerwanie od nadajnika. W naszym rozwiązaniu zdecydowaliśmy się na wpisywanie pierwszego bajtu bezpośrednio do rejestru TXBUF0.

W projekcie zastosowaliśmy maksymalną możliwą prędkość czyli 115200 $\frac{bit}{s}$. Taka prędkość pozwoliła nam na uzyskanie zadowalającej prędkości transmisji, która dodatkowo umożliwiła nam realizację funkcji echo, czyli wypisywania na terminal znaków które wprowadził użytkownik.

2.4. Kod programu