

Programowanie mikrokontrolerów 2.0

Propozycje dużego zadania zaliczeniowego

Marcin Engel Marcin Peczarski

Instytut Informatyki Uniwersytetu Warszawskiego

23 listopada 2021

Kryteria oceniania

- ▶ Warunkiem zaliczenia jest wykonywanie na bieżąco małych zadań na zajęciach laboratoryjnych oraz zrealizowanie dużego zadania zaliczeniowego
- ▶ Na ocenę bardzo dobrą:
 - ▶ trzeba zaliczyć minimum dwa małe zadania
 - ▶ duże zadanie powinno korzystać przynajmniej z dwóch przerw i DMA (jeśli to ma sens)
 - ▶ tekst źródłowy powinien być elegancki i dobrze skomentowany
- ▶ Na ocenę dobrą
 - ▶ trzeba zaliczyć minimum jedno małe zadanie
 - ▶ duże zadanie powinno korzystać z przerw
 - ▶ tekst źródłowy powinien być elegancki
- ▶ Obsługa przerw nie może zawierać czasochłonnych operacji i nie może być blokująca – nie może zawierać aktywnego oczekiwania

Zadanie A1 – sterowanie kursorem na LCD za pomocą akcelerometru

- ▶ Na tle wyświetlanym na LCD nanieść kursor (w postaci znaku „+”), poruszany wychyleniami płytki
- ▶ Wyświetlanie ma działać w trybie graficznym – środek kursora musi się dać ustawić na dowolnym pikselu ekranu
- ▶ Oczekujemy starannej implementacji stanów, gdy kursor dochodzi do brzegu ekranu – środek kursora powinien dosuwać się do samego brzegu
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ komunikacja po I²C za pomocą przerw
 - ▶ zgłaszanie zakończenia pomiaru przez akcelerometr za pomocą przerwania zewnętrznego
 - ▶ LCD obsługiwany z aktywnym oczekiwaniem

Zadanie A2 – sterowanie LED-ami za pomocą pojedynczego i podwójnego kliknięcia akcelerometru

- ▶ Pojedyncze kliknięcie powoduje włączenie czerwonej diody na 3 sekundy, a jeśli jest już włączona, to przedłuża czas jej świecenia o kolejne 3 sekundy
- ▶ Podwójne kliknięcie powoduje włączenie zielonej diody na 3 sekundy, a jeśli jest już włączona, to przedłuża czas jej świecenia o kolejne 3 sekundy
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ komunikacja po I²C za pomocą przerw
 - ▶ zgłaszanie zdarzenia pojedynczego lub podwójnego kliknięcia za pomocą przerwania zewnętrznego
 - ▶ odmierzenie czasu za pomocą przerwania licznika

Zadanie A3 – sterowanie kursorem myszy za pomocą akcelerometru

- ▶ Zaimplementować sterowanie kursorem myszy na ekranie komputera za pomocą wychyleń płytki
- ▶ Położenie płytki jest ustalane za pomocą akcelerometru
- ▶ Odczyt wyniku z akcelerometru jest inicjowany za pomocą licznika
- ▶ Informacja o zmianie położenia kursora jest wysyłana do komputera za pomocą interfejsu szeregowego (UART)
- ▶ Po stronie komputera działa prosty skrypt zmieniający położenie kursora myszy na podstawie danych odczytanych z portu szeregowego
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ komunikacja po I²C za pomocą przerwań
 - ▶ licznik zgłaszający przerwanie
 - ▶ obsługa UART-u za pomocą DMA i związanego z nim przerwania

Zadanie ADC – podsłuch

- ▶ Zaimplementować nagrywanie dźwięku z podłączonego modułu z mikrofonem
- ▶ Próbkowanie:
 - ▶ rozdzielczość minimum 8 bitów
 - ▶ kodowanie ze znakiem
 - ▶ częstotliwość 8 kHz
- ▶ Próbki wysyłane do komputera za pomocą portu szeregowego i zapisywane do pliku w surowym formacie (ang. *raw*)
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ zastosować 12 bitowe przetwarzanie i kompresję A-law
 - ▶ do automatycznego wyzwalania ADC z zadaną częstotliwością wykorzystać licznik
 - ▶ do zapisania wyniku przetwarzania w pamięci wykorzystać przerwanie ADC informujące o jego zakończeniu
 - ▶ do transmisji za pomocą [USART2](#) wykorzystać DMA i przerwanie informujące o jej zakończeniu

Zadanie ADC – podsłuch, cd.

- ▶ Wskazówki:
 - ▶ skonfigurować taktowanie procesora na więcej niż początkowe 16 MHz
 - ▶ skonfigurować **USART2** na 115200 b/s
 - ▶ odtwarzanie pliku na komputerze w laboratorium

```
play -r 8k -e signed -b 8 -c 1 plik
play -r 8k -e a-law plik
```

Zadanie BT1 – konsola do gier

- ▶ Zaimplementować komunikację Bluetooth z komputerem osobistym lub telefonem
- ▶ Zaimplementować odbieranie komunikatów sterujących diodami świecącymi
- ▶ Zaimplementować wysyłanie komunikatów o użyciu dżojstika (każde wciśnięcie i puszczenie przycisku)
- ▶ Napisać bardzo prostą aplikację demonstracyjną na telefon komórkowy lub komputer osobisty
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ obsługa transmisji między mikrokontrolerem a modułem BT za pomocą DMA i przerw
 - ▶ wykrywanie użycia dżojstika za pomocą przerw zewnętrznych
 - ▶ likwidowanie drgania styków przycisków z wykorzystaniem licznika i jego przerwania

Zadanie BT2 – konsola do gier

- ▶ Zaimplementować komunikację Bluetooth z komputerem osobistym lub telefonem
- ▶ Zaimplementować odbieranie komunikatów sterujących diodami świecącymi
- ▶ Zaimplementować wysyłanie komunikatów o użyciu enkodera obrotowego
- ▶ Napisać bardzo prostą aplikację demonstracyjną na telefon komórkowy lub komputer osobisty
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ obsługa transmisji między mikrokontrolerem a modułem BT za pomocą DMA i przerw
 - ▶ wykrywanie użycia enkodera za pomocą przerw zewnętrznych
 - ▶ obsługa enkodera za pomocą licznika

Zadanie BT3 – sterowanie gestem

- ▶ Zaimplementować komunikację Bluetooth z komputerem osobistym lub telefonem
- ▶ Zaimplementować prototyp urządzenia pozwalającego sterować aplikacjami za pomocą gestów
- ▶ Należy sobie wyobrazić, że urządzenie ma być montowane w rękawicy, którą użytkownik zakłada, aby sterować aplikacją za pomocą ruchów ręki
- ▶ Jako czujnik ruchu należy wykorzystać akcelerometr
- ▶ Napisać bardzo prostą aplikację demonstracyjną na telefon komórkowy lub komputer osobisty
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ obsługa transmisji między mikrokontrolerem a modułem BT za pomocą DMA i przerwań
 - ▶ komunikacja po I²C za pomocą przerwań
 - ▶ zgłaszanie zakończenia pomiaru przez akcelerometr za pomocą przerwania zewnętrznego

Zadanie DAC – odtwarzacz muzyki

- ▶ Zaimplementować symulację przetwornika cyfrowo-analogowego za pomocą licznika
- ▶ Odtwarzany plik umieścić w pamięci Flash
- ▶ Sterowanie odtwarzaniem (start, stop, przewijanie) zrealizować za pomocą dżojstika
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ generowanie przebiegu wyjściowego z wykorzystaniem trybu PWM licznika i przerwania licznika
 - ▶ wykrywanie użycia dżojstika za pomocą przerwania zewnętrznych
 - ▶ likwidowanie drgania styków przycisków z wykorzystaniem licznika i jego przerwania

Zadanie DAC – odtwarzacz muzyki, cd.

- ▶ Wskazówki:

- ▶ można wykorzystać

TIM1 CH4 PA11

TIM2 CH1 PA15

TIM3 CH4 PB1

TIM4 CH2 PB7

TIM3 CH1 PC6

TIM3 CH2 PC7

TIM3 CH3 PC8

TIM3 CH4 PC9

Zadanie IR1 – odbiornik podczerwieni

- ▶ Zaimplementować sterowanie kolorem diody RGB za pomocą pilota do rzutnika
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ odbiór odporny na zakłócenia
 - ▶ odbiór oparty na przerwaniu zewnętrznym i licznikowym
 - ▶ sterowanie diodą RGB za pomocą trybu PWM licznika

Zadanie IR2 – nadajnik podczerwieni

- ▶ Zaimplementować pilot sterujący rzutnikiem w laboratorium
- ▶ Wystarczy zaimplementować jego włączanie i wyłączenie, ale należy zaimplementować pełny protokół z wysyłaniem *repeat code* przy przytrzymaniu wciśniętego przycisku
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ wykorzystanie pracy zależnej liczników oraz DMA
 - ▶ wykorzystanie przerwania licznika i przerwania DMA
 - ▶ wykorzystanie przerwania do obsługi przycisków
 - ▶ eliminowanie drgań przycisku z wykorzystaniem licznika
- ▶ Wskazówki:
 - ▶ opis protokołu pilota:
<https://www.sbprojects.net/knowledge/ir/nec.php>
 - ▶ adres rzutnika: 0xE918
 - ▶ polecenie *power-on*: 0x08
 - ▶ polecenie *power-off*: 0x14

Zadanie KAL – kalkulator

- ▶ Zaimplementować kalkulator czterodziałaniowy na liczbach całkowitych z zakresu -2^{31} do $2^{31} - 1$, wyświetlanych w postaci dziesiętnej
- ▶ Wykorzystać klawiaturę 4×4 i LCD
- ▶ Zaimplementować obsługę powtarzania zdarzenia przy przytrzymaniu klawisza
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ obsługa wykrywania naciśnięcia przycisku za pomocą przerwania zewnętrznego
 - ▶ likwidowanie drgania styków przycisków z wykorzystaniem licznika i jego przerwania
 - ▶ obsługa LCD z aktywnym oczekiwaniem

Zadanie LCD – animacja

- ▶ Zaimplementować wyświetlanie prostej animacji
- ▶ Sterowanie odtwarzaniem zrealizować za pomocą enkodera obrotowego – kręcenie enkoderem popycha animację do przodu lub cofa ją
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ sterowanie LCD za pomocą układu **SPI3** z wykorzystaniem DMA i przerwania informującego o zakończeniu transmisji
 - ▶ wykrywanie użycia enkodera za pomocą przerw z zewnątrz
 - ▶ obsługa enkodera za pomocą licznika

Zadanie RTC – sterownik czasowy

- ▶ Zaimplementować sterownik umożliwiający programowanie włączania i wyłączania co najmniej dwóch urządzeń, np. LED
- ▶ Momenty włączania i wyłączania mają być sterowane zegarem czasu rzeczywistego
- ▶ Powinna być możliwość ustawienia włączania i wyłączania:
 - ▶ jednokrotnego
 - ▶ zależnie od dnia tygodnia
 - ▶ o określonych godzinach
 - ▶ o losowo zaburzonym czasie
- ▶ Sterownik ma mieć prosty i intuicyjny interfejs użytkownika zrealizowany za pomocą LCD i dżojstika
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ zdarzenia sygnalizowane przerwaniem RTC
 - ▶ obsługa wykrywania naciśnięcia przycisku za pomocą przerwania zewnętrznego
 - ▶ likwidowanie drgania styków przycisków z wykorzystaniem licznika i jego przerwania
 - ▶ obsługa LCD z aktywnym oczekiwaniem

Zadanie SMS – edytor SMS-ów

- ▶ Zaimplementować edytor SMS-ów działający jak w starym telefonie komórkowym bez klawiatury alfanumerycznej
- ▶ Wykorzystać klawiaturę 4×4 i LCD
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ obsługa wykrywania naciśnięcia przycisku za pomocą przerwania zewnętrznego
 - ▶ likwidowanie drgania styków przycisków z wykorzystaniem licznika i jego przerwania
 - ▶ obsługa LCD z aktywnym oczekiwaniem

Zadanie STF – stoper z fotokomórką

- ▶ Zaimplementować stoper startowany i zatrzymywany fotokomórką
- ▶ Odmierzany czas pokazywać na wyświetlaczu 7-segmentowym
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ obsługa wyświetlacza 7-segmentowego i pomiar czasu z wykorzystaniem przerwania licznika
 - ▶ konfigurowanie czujnika odległości podłączonego do szyny I²C z aktywnym oczekiwaniem lub z wykorzystaniem przerw
 - ▶ sygnalizowanie przecięcia linii światła za pomocą przerwania zewnętrznego

Zadanie TER – termostat

- ▶ Zaimplementować sterowanie diodą świecącą lub wiatraczkiem zależnie od temperatury otoczenia
- ▶ Do pomiaru temperatury wykorzystać termometr analogowy
- ▶ Na LCD wyświetlać temperaturę aktualną oraz temperatury włączenia i wyłączenia
- ▶ Menu modyfikujące ustawienia i sterowane dżojstikiem:
 - ▶ FIRE – wejście w tryb edycji
 - ▶ LEFT, RIGH – wybór temperatury włączenia lub wyłączenia
 - ▶ DOWN, UP – zmiana wartości
 - ▶ FIRE – wyjście z trybu edycji
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ cykliczny pomiar temperatury za pomocą przetwornika analogowo-cyfrowego sterowanego licznikiem
 - ▶ zakończenie pomiaru sygnalizowane przerwaniem
 - ▶ obsługa wykrywania naciśnięcia przycisku za pomocą przerwania zewnętrznego
 - ▶ likwidowanie drgania styków przycisków z wykorzystaniem licznika i jego przerwania
 - ▶ obsługa LCD z aktywnym oczekiwaniem

Zadanie WEA1 – pogodynka

- ▶ Zaimplementować wyświetlanie na LCD aktualnej pogody:
 - ▶ temperatura
 - ▶ wilgotność
 - ▶ ciśnienie
 - ▶ oświetlenie
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ komunikacja z czujnikami po I²C z wykorzystaniem przerw
 - ▶ wyzwalanie kompletu pomiarów w regularnych odstępach czasu (np. co sekundę) za pomocą przerwania licznika
 - ▶ obsługa LCD z aktywnym oczekiwaniem

Zadanie WEA2 – mała stacja meteorologiczna

- ▶ Zaimplementować prototyp małej stacji meteorologicznej zbierającej następujące dane:
 - ▶ temperatura
 - ▶ wilgotność
 - ▶ ciśnienie
 - ▶ oświetlenie
- ▶ Harmonogram pomiarów ma być sterowany za pomocą RTC
- ▶ Konfigurowanie i odbieranie zebranych danych ma się odbywać przez port szeregowy (UART – RS-232)
- ▶ Pomiędzy pomiarami urządzenie powinno wchodzić w stan uśpienia
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ komunikacja z czujnikami po I²C z wykorzystaniem przerwań
 - ▶ zdarzenia sygnalizowane przerwaniem RTC
 - ▶ do obsługi transmisji szeregowej wykorzystać DMA i przerwanie informujące o jej zakończeniu

Zadanie 1W – konwerter 1-wire – UART

- ▶ Zaimplementować obsługę kilku urządzeń (termometr, EEPROM) 1-wire połączonych na wspólnej szynie
- ▶ Zaprojektować i zaimplementować tekstowy protokół do komunikacji szeregowej (UART – RS-232)
- ▶ Na ocenę maksymalną:
 - ▶ odmierzenie czasu na potrzeby komunikacji 1-wire za pomocą przerwań licznika
 - ▶ obsługa protokołów nieblokująca, tj. między kolejnymi zdarzeniami procesor może wykonywać inne zadania
 - ▶ obsługa transmisji szeregowej za pomocą DMA i przerwań

Ewentualnie pomysły własne

- ▶ Po uzgodnieniu z prowadzącym – najpóźniej do połowy grudnia
- ▶ Jeśli na własnym sprzęcie, to wymagane jest przedstawienie dokumentacji użytego sprzętu