Materiały do wykładu

11. Mikrokomputery jednoukładowe

Marcin Peczarski

Instytut Informatyki
Uniwersytet Warszawski

2 czerwca 2014

Podstawowe cechy (1)

- Inne nazwy
  - mikrokontroler
  - mikroprocesor do zastosowań wbudowanych (ang. *embedded*)
- Układ mikroprocesorowy mogący działać samodzielnie
- W jednym układzie scalonym przynajmniej
  - jednostka centralna
  - pamięć programu
  - pamięć danych
  - układy peryferyjne

Podstawowe cechy (2)

- Mała moc zasilania
  - typowo 1 mW do 1 W
  - „duży” mikroprocesor pobiera zwykle od 30 W do 100 W
  - poniżej 1 μW w stanie uśpienia
- „Mała” częstotliwość taktowania
  - typowo od 1 MHz do 200 MHz
- Powierzchnia układu
  - typowo 20 mm^2 do 40 mm^2
  - możliwe nawet 0,16 mm^2
  - „duży” mikroprocesor to ok. 300 mm^2

Podstawowe cechy (3)

- Szeroki dopuszczalny zakres temperatur pracy, zależnie od przeznaczenia, przykładowo
  - komercyjne wewnątrz budynków od 0°C do 70°C
  - komercyjne na zewnątrz budynków od −25°C do 85°C
  - przemysłowe od −25°C do 105°C
  - automotive od −40°C do 125°C
  - wojskowe od −55°C do 125°C

Zastosowania (1)

- Sterowniki mikroprocesorowe
  - układy automatyki
  - roboty
  - elektronika samochodowa
  - AGD
- Podzespoły dużych komputerów
  - sterownik klawiatury
  - mysz
  - inne układy peryferyjne

Zastosowania (2)

- Zabawki
  - kolejki elektryczne
- Urządzenia przenośne
  - telefony
  - odtwarzacze muzyki
- Systemy ochronne i alarmowe – znajdź przykład na MIM!
  - domofony
  - urządzenia do kontroli dostępu
  - centralki przeciwpożarowe

Zastosowania (3)

- Karty mikroprocesorowe (kontaktowe lub zbliżeniowe)
  - SIM
  - telefoniczne
  - bankowe (choć nadal w powszechnym użyciu są karty z paskiem magnetycznym)
  - medyczne – informacje o pacjencie
  - dokumenty tożsamości
  - kontrola dostępu
  - bilety komunikacji miejskiej
  - kontrola towarów w sklepach (nie należy mylić z powszechnie obecnie stosowanymi systemami analogowymi)

Zastosowania (4)

- Sieci sensorowe
  - zastosowania militarne
  - badania kosmiczne
  - badania meteorologiczne
  - kontrola towarów w sklepach

Jednostka centralna

- Architektury RISC i CISC
- Architektury **8**, 16, **32** a nawet 64-bitowe
- Często zaadaptowana architektura ogólnego przeznaczenia
- Często architektura harwardzka
- Szybka obsługa przerwań sprzętowych
  - mało rejestrów
  - przełączane banki rejestrów
- Brak lub słabe wsparcie dla wielozadaniowości
- W pełni przewidywalny czas wykonania instrukcji

Pamięć programu

- ROM przy bardzo dużych seriach produkcyjnych
- PROM, OTPROM przy średnich seriach produkcyjnych
- Flash przy małych seriach produkcyjnych i do układów prototypowych
- System operacyjny w ROM, aplikacja ładowana do Flash
- FRAM

Pamięć danych

- Robocza SRAM
  - blisko jednostki centralnej
  - często część widziana jako rejestry
- Sporadycznie zewnętrzna DRAM
- Nieulotna, zwykle EEPROM, ostatnio również FRAM
  - dane niemogące ulec skasowaniu
  - wolniejszy dostęp niż do pamięci roboczej
  - często dostęp przez interfejs szeregowy

Wejścia i wyjścia

- Wejścia binarne
  - czujniki dwustanowe – otwarty lub zamknięty
  - klawiatura
  - zgłaszanie przerwania przy zmianie poziomu na wejściu
- Wyjścia binarne
  - włączanie i wyłączanie różnych urządzeń
  - proste wyświetlacze

Wejścia i wyjścia

- Wejścia analogowe
  - przetwornik analogowo-cyfrowy
  - komparator
  - czujniki analogowe
- Wyjścia analogowe
  - przetwornik cyfrowo-analogowy
  - generowanie dźwięku
  - sterowanie układami analogowymi

Układy czasowe

- Ważne w zastosowaniach czasu rzeczywistego
- Cyfrowa kalibracja zegara systemowego
- Układy licznikowe
  - odmierzanie czasu między zdarzeniami
  - cykliczne zgłaszanie przerwań
  - generowanie przebiegów o zadanej częstotliwości i współczynniku wypełnienia (np. do sterowania silnikiem)
- Strażnik (ang. *watchdog*)
  - wyprowadzanie ze stanu zawieszenia
  - nie zwalnia z dbałości o poprawność programu!

Interfejsy

- Szeregowe
  - UART – Universal Asynchronous Receiver Transmitter
  - USART – Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
  - I^2C
  - 1-wire
  - USB
  - ...
- UART i USART umożliwiają realizację RS 232, RS 422, RS 485
- Sterowanie wyświetlaczem LCD
- Coraz częściej Ethernet

Tryby oszczędzania energii

- Ważne w układach zasilanych bateryjnie
- Zmniejszenie poboru mocy przez spowolnienie zegara
- Całkowite zatrzymanie zegara
- Budzenie zdarzeniem

Języki programowania

- Asembler
- C
- C++
- ...

Systemy operacyjne

- Embedded Linux
- Windows CE
- FreeRTOS
- TinyOS
- QNX
- ...

Najpopularniejsze architektury (1)

- 8-bitowe
  - AVR – Atmel
  - PIC – Microchip
- Nieco już archaiczne, legendarne architektury 8-bitowe
  - 8051 – Intel (1980), chyba najczęściej klonowany
  - Z80 – Zilog (1976), sporo klonów
  - 68HCxx – oryginalnie Motorola, obecnie Freescale
- 16-bitowe
  - MSP430 – Texas Instruments

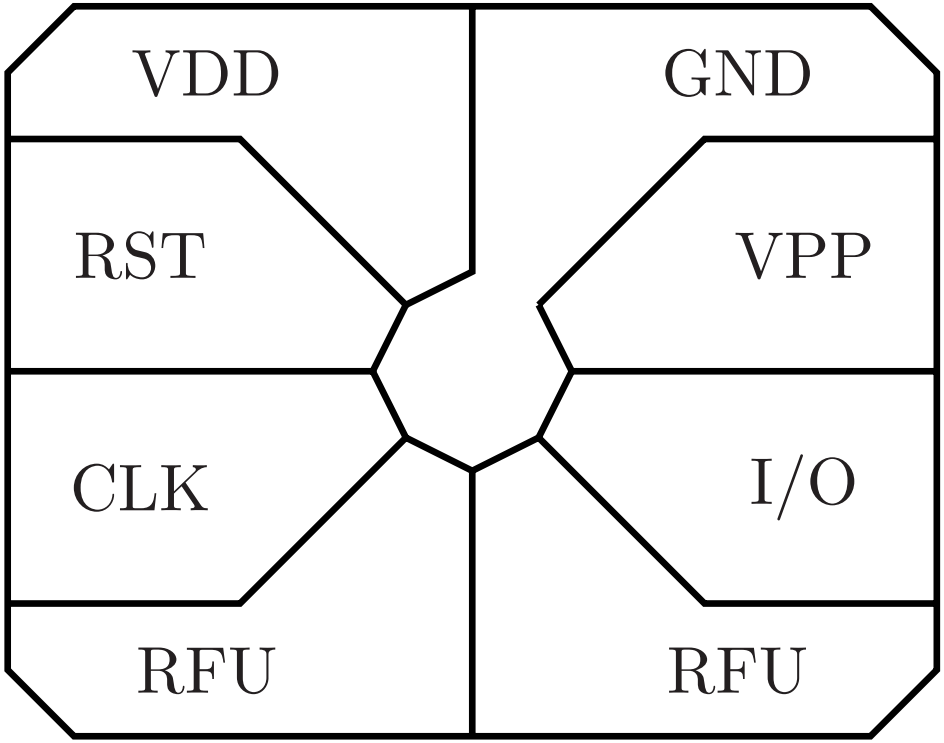
Najpopularniejsze architektury (2)

- 32-bitowe
  - ARM
  - MIPS
  - PowerPC
- 64-bitowe
  - PowerPC
  - MIPS

Karty czipowe

- Chip card, smart card
- Karty pamięciowe
  - ograniczone zastosowania
- Karty mikroprocesorowe
  - szerokie zastosowania

Karty mikroprocesorowe kontaktowe (1)



Karty mikroprocesorowe kontaktowe (2)

- Zasilanie z czytnika karty (telefon, bankomat itd.)
- Komunikacja przez interfejs szeregowy
  - ISO 7816
- Podstawowa częstotliwość taktowania 4,77 MHz
  - możliwe przełączenie do ok. 200 MHz

Karty mikroprocesorowe zbliżeniowe, RFID, NFC

- Zasilanie za pomocą zmiennego pola magnetycznego wytwarzanego przez czytnik
- Możliwe zasilanie autonomiczne
- Komunikacja za pomocą zmiennego pola magnetycznego
- Zasięg
  - do ok. 10 cm – ISO 14443
  - do ok. 50 cm – ISO 15693

Karty mikroprocesorowe

<table>
<tr><th></th><th>Producent półprzewodników</th><th>Producent kart</th><th>Wydawca karty</th><th>Użytkownik karty</th></tr>
<tr><td>1. generacja</td><td>system operacyjny
aplikacja</td><td>dane</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2. generacja</td><td>system operacyjny</td><td>aplikacja
dane</td><td colspan="2">dane</td></tr>
<tr><td>3. generacja</td><td>system operacyjny</td><td colspan="3">aplikacja
dane</td></tr>
</table>