

STM32F7 (Cortex-M7) na pokładzie: nowy zestaw Discovery

W ostatnich dniach czerwca tego roku firma STMicroelectronics wprowadziła do sprzedaży kolejny zestaw startowy z rodziny DISCOVERY – 32F746GDISCOVERY – pierwszy wyposażony w mikrokontroler STM32F7 (rdzeń Cortex-M7). Zestaw jest rekordowy, zarówno ze względu na bogate wyposażenie jak i zastosowany mikrokontroler, który niemal wszystko ma mikroprocesorowe...

Mikrokontrolery STM32F7 łączą cechy mikrokontrolerów (m.in. wbudowane: pamięć programu i danych, bogaty zestaw wewnętrznych peryferii, duża liczba GPIO) i mikroprocesorów (szybkie CPU z pamięcią TCM-RAM, rozbudowane mechanizmy pipelineingu, wydajna magistrala komunikacyjna dla zewnętrznej pamięci SDRAM), co pogłębia „corteksowy” trend ostatnich lat. Producent deklaruje maksymalną częstotliwość taktowania CPU w STM32F7 do 216 MHz, co pozwala im uzyskać prawdziwie „mikroprocesorową” wydajność obliczeniową 1082 CoreMark i prędkość wykonywania

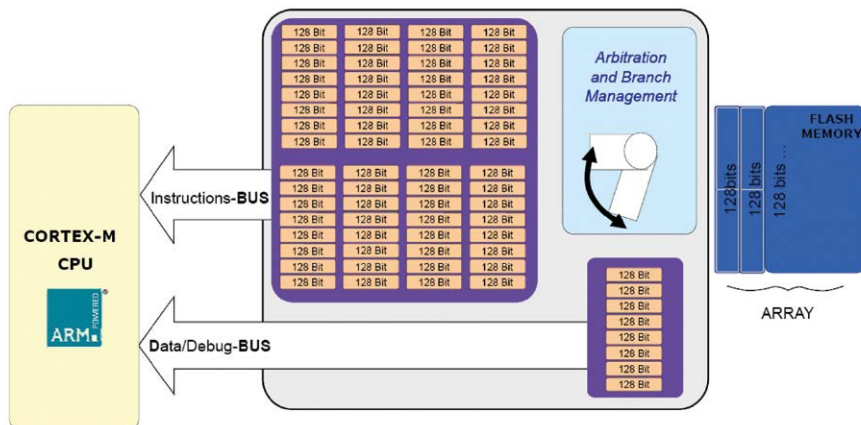
programu na poziomie 462 DMIPS. Pomimo kompleksowego wyposażenia mikrokontrolery STM32F7 pobierają prąd o relatywnie niewielkim natężeniu, w trybie normalnej pracy pobór prądu przez CPU nie przekracza 420 μ A/MHz.

Przy tak dużej częstotliwości taktowania CPU jak w STM32F7, konieczne jest zastosowanie rozwiązań minimalizujących opóźnienia w dostępie do wewnętrznej pamięci Flash, która bez sprzętowego wspomaganie, z powodu ograniczeń technologicznych, nie jest w stanie dostarczać danych w tempie wyższym niż 80...90 MHz. Firma

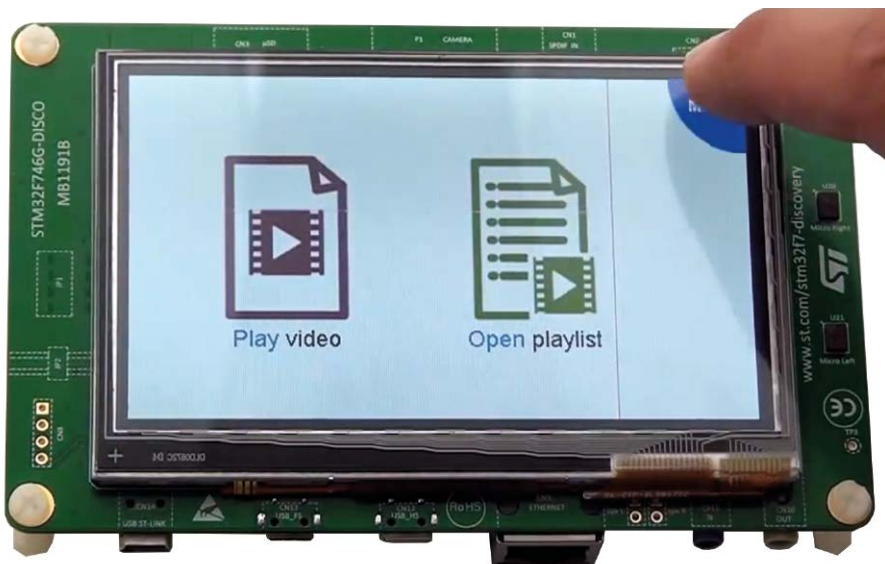
Cechy i wyposażenie zestawu 32F746GDISCOVERY

- Mikrokontroler STM32F746NGH6 (1 MB Flash, 320 kB SRAM, 216MHz, Cortex-M7).
- LCD-TFT WQVGA 480x272 pikseli z pojemnościowym touch-panelem.
- Kodek audio ze wzmacniaczem mocy (słuchawkowym i głośnikowym).
- Dwa mikrofony MEMS.
- Ethernet 10/100 Mb/s.
- 2x USB-OTG (FS i HS).
- Złącza zgodne z Arduino Rev. 3 (3,3 V).
- Złącze MicroSD.
- Złącze kamery CCD.
- Wejście S/PDIF.
- Pamięć SDRAM 64 Mb.
- Pamięć NOR Flash z QSPI 128 Mb.
- Programator-debugger ST-Link/V2-1.
- Zgodność z mbed.org.

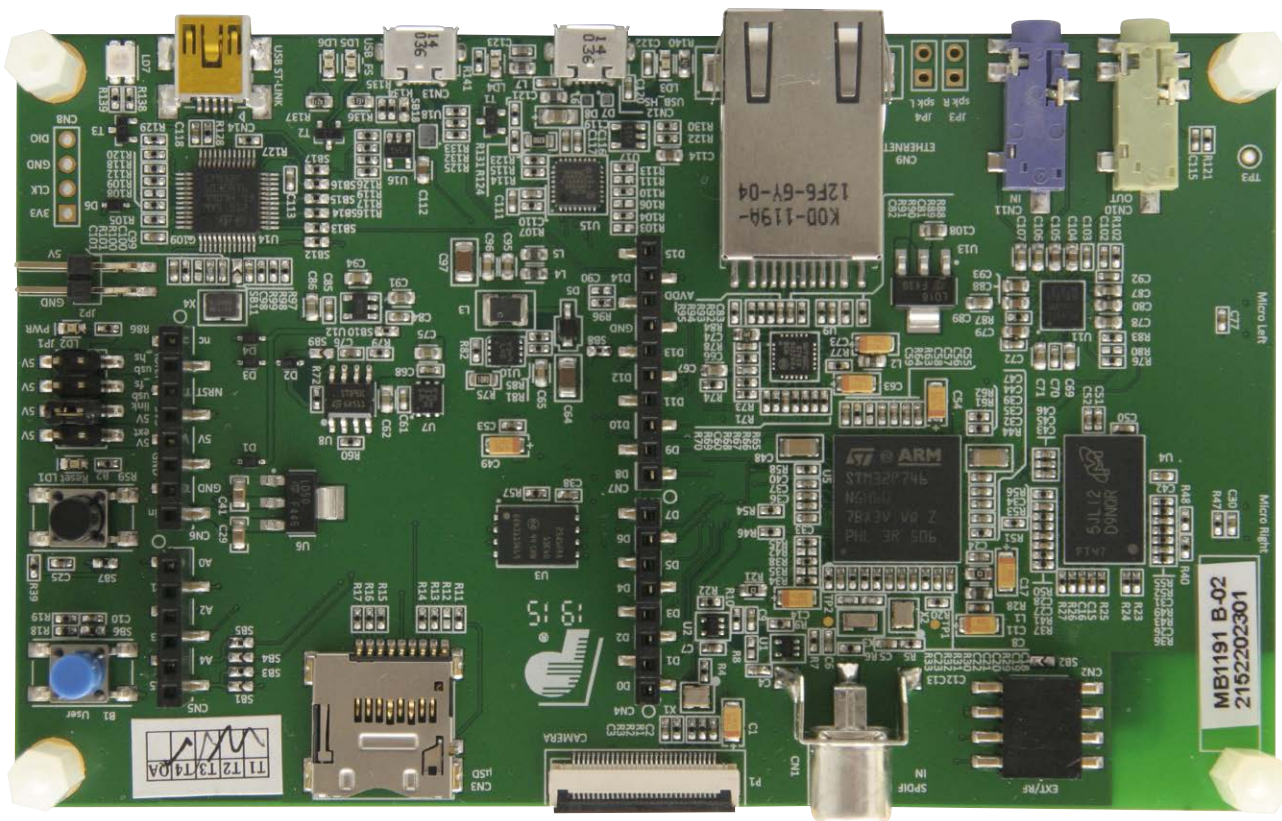
STMicroelectronics w celu minimalizacji wpływu „wąskiego gardła” Flash na prędkość pracy mikrokontrolera używa sprawdzonych we wcześniejszych rozwiązaniach sprzętowego akceleratora ART (*Adaptive Real-Time*). Jego działanie polega m.in. na dekompozycji 128-bitowych słów przechowywanych w pamięci Flash na słowa



Rysunek 1. Budowa i zasada działania akceleratora ART



Fotografia 2. Wygląd zestawu STM32F7-DISCOVERY od strony wyświetlacza LCD-TFT



Fotografia 3. Wygląd zestawu STM32F7-DISCOVERY od strony „elementów”

16- lub 32-bitowe (rysunek 1), które są kolejowane w lokalnej (wbudowanej w ART) pamięci cache. Producent twierdzi, że wspomaganie odczytu zawartości Flash za pomocą ART. powodują, że nie ma konieczności używania podczas odczytu *wait-state*’ów dotychczas istotnie zmniejszających realną prędkość transferu danych.

Mikrokontrolery STM32F7 wyposażono zarówno w zestaw klasycznych bloków peryferyjnych, znanych z wcześniejszych modeli mikrokontrolerów STM32 (w tym: 1×CEC; 1×SDIO; 2×CAN; 2×SAI; 2×USB OTG; 4×I²C; 4×UART; 4×USART; 6×SPI; 2×C/A 12-bitowy, 24 12-bitowe kanały A/C, w wybranych modelach Ethernet MAC), zastosowano także kilka nowych rozwiązań, w tym m.in.:

- Dwukanałowy transceiver I²S z obsługą S/PDIF oraz 3 półduplexowe kanały wejściowe S/PDIF.
- Interfejsy USB-OTG (HS i FS, w drugim przypadku wymagany zewnętrzny PHY) z wydzielonym zasilaniem, co pozwala korzystać z tego interfejsu także przy zasilaniu mikrokontrolera napięciem 1,8 V.
- Udoskonalony podsystem generacji sygnałów zegarowych, pozwalający na modyfikowanie częstotliwości taktowania bloków peryferyjnych bez konieczności zmiany ustawień taktowania CPU.
- Dwa interfejsy QSPI, które sprzętowo realizują transmisję danych z pamięciami wyposażonymi w 1-, 4- lub 8-bitowe interfejsy komunikacyjne.

W tabeli 1 zestawiono wybrane informacje o cechach i parametrach dostępnych typów mikrokontrolerów STM32F7. Przedstawione dane pochodzą z początku lipca 2015, w tym czasie dostępny było 19 typów mikrokontrolerów o statusie *active*, dostępnych w wielu różnych wersjach obudów – od BGA/CSP, po łatwe w montażu wersje LQFP.

Prawdziwy elektronik nie uwierzy, jeśli nie sprawdzi, zwłaszcza przy tak rekordowych obietnicach, jakie składają katalogowe parametry mikrokontrolerów STM32F7. Najnowszy w ofercie STMicroelectronics zestaw startowy z serii Discovery (STM32F746G-DISCOVERY, 32F746GDISCOVERY) umożliwia wygodne zweryfikowanie działania mikrokontrolera STM32F746NGH6 (1 MB Flash, 320 kB SRAM, 216 MHz, Cortex-M7) w wymagającym otoczeniu: z zewnętrzną pamięcią SDRAM, wyświetlaczem graficznym LCD-TFT WQVGA, interfejsem Ethernet i kodekiem audio. Wygląd zestawu od strony wyświetlacza pokazano na fotografii 2, znacznie bardziej interesujący dla praktyków widok – od strony elementów – pokazano na fotografii 3.

Fizyczne wymiary prezentowanego zestawu są większe niż dotychczasowych DISCOVERY z mikrokontrolerami STM32, co wynika przede wszystkim z użytego w nim dużego wyświetlacza LCD-TFT, który stanowi integralną część zestawu. Przekątna wyświetlacza wynosi 4,3 cala, wymiary matrycy 480×272 punktów, moduł wyświetlacza został wyposażony w zintegrowany, pojemnościowy panel dotykowy z kontrolerem na I²C.

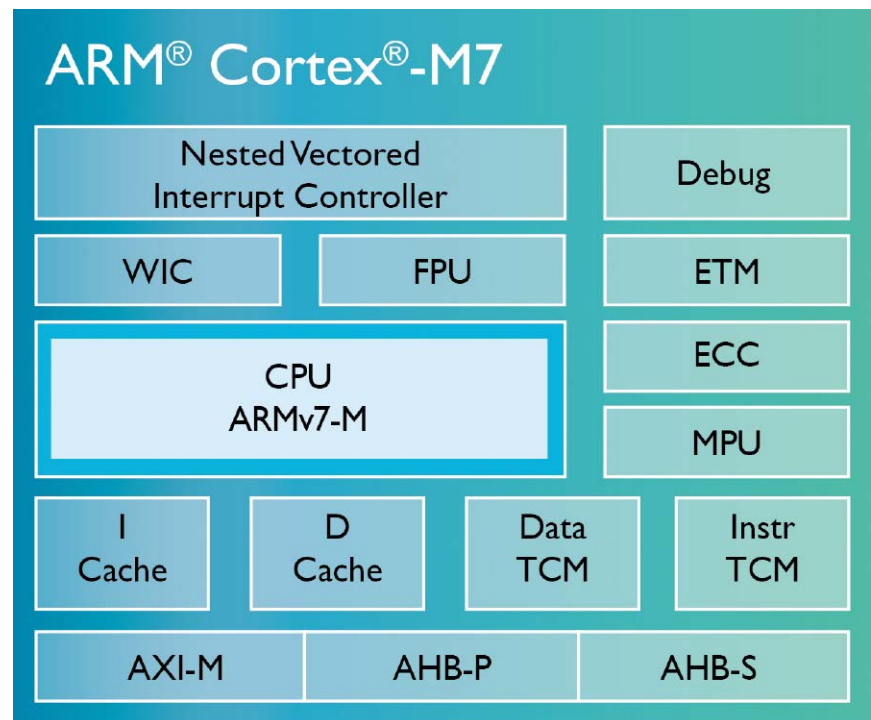
Wyposażenie prezentowanego zestawu należy do ponadstandardowych jak na tanie rozwiązanie mikrokontrolerowe, bowiem STM32F746G-DISCOVERY jest kompletnym komputerem sieciowym! W skład wyposażenia zestawu wchodzi:

- Pamięci NOR Flash z interfejsem QSPI (128 Mb).
- Pamięć SDRAM o pojemności 128 Mb (z czego mikrokontroler obsługuje 64 Mb).
- Kodek audio WM8994 ze stereofonicznymi: wyjściem słuchawkowym, wyjściami głośnikowymi i wejściem liniowym.
- Wejście cyfrowego audio SPDIF.
- Interfejs Ethernet 10/100 bazujący na zewnętrznym MAC, komunikującym się z mikrokontrolerem poprzez interfejs RMI.
- Złącza: kart MicroSD i kamery CCD (dołączony interfejs DCMI) oraz złącza Arduino Rev.3 (jak w zestawach STM32 NUCLEO), które umożliwiają montaż shieldów przystosowanych do zasilania napięciem 3,3 V.
- Interfejsy USB OTG w wersjach: FS (PHY wbudowany w mikrokontroler) oraz HS

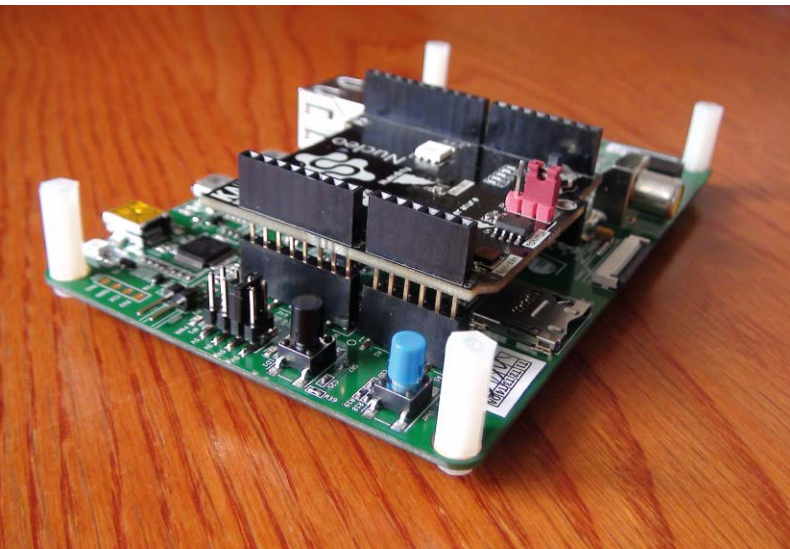
Tabela 1. Wybrane parametry dostępnych typów mikrokontrolerów STM32F7xx

Typ	Flash [kB]	SRAM [kB]	GPIO	Obudowy
STM32F745IE	512	320	140	BGA176 LQFP176
STM32F745IG	1024	320	140	BGA176 LQFP176
STM32F745VE	512	320	82	LQFP100
STM32F745VG	1024	320	82	LQFP100
STM32F745ZE	512	320	114	LQFP144
STM32F745ZG	1024	320	114	LQFP144
STM32F746BE	512	320	168	LQFP208
STM32F746BG	1024	320	168	LQFP208
STM32F746IE	512	320	140	BGA176 LQFP176
STM32F746IG	1024	320	140	BGA176 LQFP176
STM32F746NE	512	320	168	TFBGA216
STM32F746NG	1024	320	168	TFBGA216
STM32F746VE	512	320	82	LQFP100
STM32F746VG	1024	320	82	LQFP100
STM32F746ZE	512	320	114	LQFP144 WLCS143L
STM32F746ZG	1024	320	114	LQFP144 WLCS143
STM32F756BG	1024	320	168	LQFP208
STM32F756IG	1024	320	140	BGA176 LQFP176
STM32F756NG	1024	320	168	TFBGA216
STM32F756VG	1024	320	82	LQFP100
STM32F756ZG	1024	320	114	LQFP144 WLCS143

Przypomnijmy, że od strony technicznej Cortex-M7 to rozbudowana wersja rdzenia Cortex-M4, wyposażona w szybką pamięć SRAM TCM (dla danych i instrukcji programu) oraz cache dla danych i instrukcji. Dodatkowo, zastosowano w tym rdzeniu zaawansowany 6-poziomowy mechanizm przetwarzania potokowego z predykcją oraz sprzętowym wsparciem superskalarnej wykonywania programu. Ważnym udoskonaleniem wprowadzonym w rdzeniu Cortex-M7 w stosunku do starszych modeli rdzeni Cortex-M jest magistrala Master AXI (AXIM) zapewniająca komunikację CPU z blokami peryferyjnymi, która ma wpływ na wypadkową prędkość pracy mikrokontrolera. Zapewnia ona łączenie kilku kanałów magistrali AHB w jeden, szybki kanał dwukierunkowej komunikacji rdzenia z otoczeniem (w rdzeniach Cortex-M4 rdzeń komunikuje się z otoczeniem za pomocą „standardowych” interfejsów-magistral AHB).



W mikrokontrolerach STM32F7 zastosowano najnowszy rdzeń firmy ARM – Cortex-M7, którego schemat blokowy pokazano powyżej



Fotografia 4. STM32F7-DISCOVERY wyposażono w złącza zgodne z Arduino Rev.3

(z zewnętrznym PHY USB3320C, który komunikuje się z mikrokontrolerem za pomocą interfejsu ULPI).

Atutem prezentowanego zestawu są złącza zgodne z Arduino Rev. 3, w których można instalować *shields* przystosowane do zasilania napięciem I/O o wartości 3,3 V (fotografia 4). producent zachował dużą zgodność wyprowadzeń ze specyfikacją Arduino, bowiem zestaw można zasilac – jako jednego ze źródeł – także z napięcia zewnętrznego Vin.

Prezentowany w artykule zestaw STM32F7-DISCOVERY wyposażono – podobnie do starszych modeli DISCOVERY – w dwa mikroprzełączniki (w tym tylko jeden dla użytkownika), złącze dla ekspandera z pamięciami EEPROM NFC (M24SR/M24LR) oraz programator-debugger ST-Link/V2-1. Programator jest przystosowany do współpracy ze środowiskiem *mbed.org*. W chwili przygotowywania artykułu prezentowany zestaw nie znajdował się jeszcze na liście domyślnych platform sprzętowych obsługiwanych przez to środowisko, ale w najbliższych dniach ma trafić na tę listę.

Ułatwieniem dla konstruktorów chcących szybko rozpocząć testy nowej platformy sprzętowej jest efektowna aplikacja demonstracyjna, zapisana w pamięci Flash mikrokontrolera użytego w zestawie. Składa się ona z ośmiu części uruchamianych i sterowanych za pomocą interfejsu dotykowego i graficznego menu sterującego, wśród nich szczególną uwagę zwracają: odtwarzacz audio z 5-pasmowym korektorem graficznym i regulowanym filtrem loudness, odtwarzacz wideo, rejestrator audio z analizatorem widm, sterownik ogrodu, system alarmowy bazujący na kamerach wideo, jedna gra oraz serwer VNC (*Virtual Network Computing*). Aplikacja w testowanej wersji (1.0.0) ma drobne niedoskonałości, pomimo których można poczuć poziom zaawansowania platformy i jej dużą moc obliczeniową. Z pewnością pojawią się kolejne wersje firmware dla tego zestawu, oferowane przez producenta biblioteki w ramach środowiska STM32CUBE (zawierają m.in. sterowniki HAL, USB, stos Ethernet, system plików, RTOS oraz biblioteki i sterowniki graficzne) umożliwiają przygotowanie własnych aplikacji, dzięki zewnętrznej pamięci SDRAM także o dużym stopniu skomplikowania.

Znacznie większe niż w dotychczas dostępnych platformach sprzętowych, możliwości i bogatsze wyposażenie zestawu STM32F746G-DISCO zmusiły producenta do zaproponowania wyższej ceny sprzedaży, ale jest ona nadal bardzo atrakcyjna w odniesieniu do wyposażenia zawartego na płytce. Bez wątpienia warto poznać je bliżej.

Piotr Zbysiński, EP

Wydanie specjalne

„Raspberry Pi”

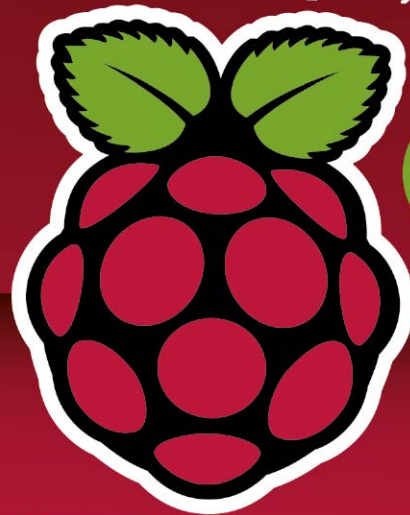
to polski przekład światowego bestsellera na temat słynnego minikomputera

WYDANIE SPECJALNE „MŁODEGO TECHNIKA” NR 1/2015

Raspberry Pi

Ależ to bardzo proste!

Jak w pełni wykorzystać możliwości minikomputera Raspberry Pi



196
pomysłów
i
porad

KOMPENDIUM DLA NIEELEKTRONIKÓW

ROZPOCZĘCIE PRACY

PODSTAWOWE UMIEJĘTNOŚCI

PROGRAMOWANIE

PROJEKTY

To kompendium wiedzy o konfiguracji i sposobach programowania tego uniwersalnego urządzenia oraz prawie dwieście pomysłów i sztuczek aplikacyjnych

Nie będziesz rozczarowany!

Nie musisz być elektronikiem, aby zaprzęgnąć Raspberry Pi do wykonywania niezliczonych rodzajów funkcji i aplikacji

Z tym poradnikiem możesz to osiągnąć!

Szukaj na
www.UlubionyKiosk.pl

(przesyłka GRATIS)