

Procesory firmy ARM i MIPS

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

1

Architektura procesorów ARM

- Architektura **ARM** (**A**dvanced **R**ISC **M**achine, pierwotnie *Acorn RISC Machine*) jest 32-bitową architekturą (modelem programowym) procesorów typu RISC.
- Różne wersje rdzeni ARM są szeroko stosowane w systemach wbudowanych (ang. *embedded systems*) i systemach o niskim poborze mocy, ze względu na ich energooszczędną architekturę.
- Procesory z architekturą ARM są jednymi z najczęściej stosowanych procesorów na świecie. Używa się ich między innymi w dyskach twardej, telefonach komórkowych, routerach, kalkulatorach a nawet w zabawkach dziecięcych.
- Obecnie zajmują one ponad 75% rynku 32-bitowych CPU dla systemów wbudowanych.
- Najbardziej udanym projektem ARM był rdzeń ARM7TDMI szeroko stosowany w telefonach komórkowych.
- Moc obliczeniowa architektury ARM umożliwia instalacje na procesorze wykorzystującym tę technologię m.in. systemu operacyjnego, z zaimplementowanymi mechanizmami wielowątkowości, z możliwością wykorzystania zawartego w systemie stosu TCP/IP czy systemu plików (np. FAT32).
- Powstało wiele takich systemów: Windows CE, FreeBSD, NUTOS(Ethernut), Phoenix-RTOS i wiele dystrybucji Linuksa opatrzonym hasłem embedded (Embedded Debian, Embedded Ubuntu).

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

2

Architektura procesorów ARM

- Zgodnie z założeniami architektury RISC, rozkazy procesorów ARM są tak skonstruowane, aby wykonywały jedną określoną operację i były przetwarzane w jednym cyklu maszynowym.
- Interesującą zmianą w stosunku do innych architektur jest użycie 4-bitowego kodu warunkowego na początku każdej instrukcji. Dzięki temu każda instrukcja może być wykonana warunkowo.
- Ogranicza to przestrzeń dostępną, na przykład, dla instrukcji przeniesień w pamięci, ale z drugiej strony nie ma potrzeby stosowania instrukcji rozgałęzień dla kodu zawierającego wiele prostych instrukcji warunkowych.
- Inną unikatową cechą zestawu instrukcji procesora ARM jest łączenie operacji przesunięcia i obrotu bitów w rejestrze z instrukcjami arytmetycznymi, logicznymi, czy też przesłania danych z rejestru do rejestru.
- Dzięki temu wyrażenie języka C " $a += (j << 2);$ " może zostać przetłumaczone przez kompilator w pojedynczą instrukcję asemblera.
- Przedstawione cechy powodują, że typowy program zawiera mniej linii kodu niż w przypadku innych procesorów RISC. W rezultacie jest mniejsza liczba operacji pobrania/zapisania argumentów instrukcji, więc potokowość jest bardziej efektywna.
- Pomimo, że procesory ARM są taktowane zegarem o stosunkowo niskiej częstotliwości są konkurencyjne w stosunku do znacznie bardziej złożonych procesorów.

http://pl.wikipedia.org/wiki/Architektura_ARM

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

3

Historia firmy ARM

- Projektowanie pierwszego procesora ARM rozpoczęło się w 1983 roku, jako projekt rozwojowy angielskiej firmy Acorn Computers Ltd. Grupa inżynierów kierowana przez Rogera Wilsona i Steve'a Furbera rozpoczęła projektowanie jądra będącego ulepszoną wersją procesora MOS 6502 firmy MOS Technology. Acorn produkował w tym czasie komputery w oparciu o mikroprocesor MOS 6502, więc celem projektu było opracowanie nowego potężniejszego mikroprocesora programowalnego w podobny sposób.
- Pierwsza wersja testowa, nazywana **ARM1**, opracowana została w 1985 roku, a rok później ukończono wersję produkcyjną **ARM2**. ARM2 wyposażony był w 32-bitową szynę danych, 26-bitową przestrzeń adresową oraz w szesnaście 32-bitowych rejestrów. Był to w tym czasie najprostszy szeroko stosowany 32-bitowy mikroprocesor, zawierający tylko 30 tysięcy tranzystorów. Prostota wynikała głównie z braku mikrokodu i, jak w większości procesorów w tym czasie, braku *cache*. ARM2 miał z tego powodu bardzo niski pobór mocy i jednocześnie szybkość przetwarzania większą od procesora Intel 80286. Następną wersją **ARM3** produkowana była z 4KB cache, co jeszcze bardziej poprawiło wydajność.
- W późnych latach osiemdziesiątych firma Apple Computer rozpoczęła współpracę z Acorn Computers w projektowaniu nowszej wersji jądra ARM. Projekt był na tyle istotny, że Acorn wydzielił grupę projektową tworząc w 1990 roku nową firmę o nazwie Advanced RISC Machines (ARM Ltd.). Wynikiem tej współpracy był procesor **ARM6**, udostępniony w roku 1990. Firma Apple użyła opartego na ARM6 procesora ARM610 w palmtopie (PDA) o nazwie Apple Newton.
- Jądro procesora ARM6 zawiera około 35 tysięcy tranzystorów i jest tylko niewiele większe od jądra ARM2 (30 tysięcy tranzystorów). Dzięki swej prostocie jądro ARM może być łączone z dodatkowymi blokami funkcjonalnymi, tworząc w jednej obudowie, mikroprocesor dostosowany do konkretnych wymagań. Jest to możliwe, **gdź podstawa działalności ARM Ltd. jest sprzedaż licencji na zaprojektowane jądra**. Dzięki temu powstały także mikrokontrolery oparte na architekturze ARM.
- Firma DEC zakupiła licencję na architekturę ARM i na jej podstawie zaprojektowała procesor **StrongARM**. Przy częstotliwości 233MHz procesor ten pobierał tylko 1W mocy (najnowsze wersje StrongARM pobierają znacznie mniej). Projekt ten został następnie przejęty przez firmę Intel, na podstawie umowy procesowej między obiema firmami. Dla Intela była to szansa na zastąpienie przestarzałej architektury 1960 nową architekturą StrongARM. Na podstawie StrongARM Intel zaprojektował bardzo wydajny mikroprocesor o nazwie **XScale**.

http://pl.wikipedia.org/wiki/Architektura_ARM

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

4

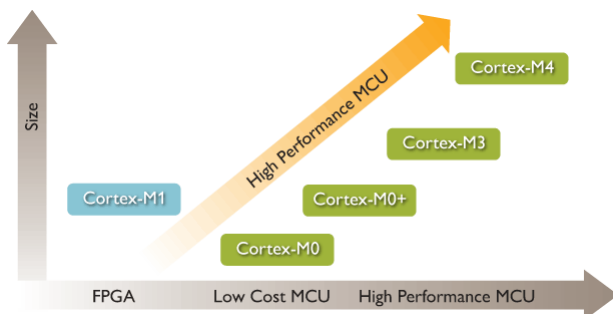
Rdzenie procesorów z firmy ARM (stan 05.11.2012)

- Processors**
- ^ ARM Architecture
 - ARMv8 Architecture
 - > Processor Selector
 - ^ Cortex-A50 Series
 - Cortex-A57 Processor
 - Cortex-A53 Processor
 - ^ Cortex-A Series
 - Cortex-A15 Processor
 - Cortex-A9 Processor
 - Cortex-A8 Processor
 - Cortex-A7 Processor
 - Cortex-A5 Processor
 - ^ Cortex-R Series
 - Cortex-R7 Processor
 - Cortex-R5 Processor
 - Cortex-R4 Processor
 - ^ Cortex-M Series
 - Cortex-M4 Processor
 - Cortex-M3 Processor
 - Cortex-M1 Processor
 - Cortex-M0+ Processor
 - Cortex-M0 Processor
 - CMSDK
 - CMSIS
 - ^ Classic Processors
 - ARM11 Processor Family
 - ARM9 Processor Family
 - ARM7 Processor Family

Architecture	Family
ARMv1	ARM1
ARMv2	ARM2, ARM3
ARMv3	ARM6, ARM7
ARMv4	StrongARM, ARM7TDMI, ARM9TDMI
ARMv5	ARM7EJ, ARM9E, ARM10E, XScale
ARMv6	ARM11, ARM Cortex-M
ARMv7	ARM Cortex-A, ARM Cortex-M, ARM Cortex-R
ARMv8	ARM Cortex-A50 ^[19]

Rdzeń Cortex M

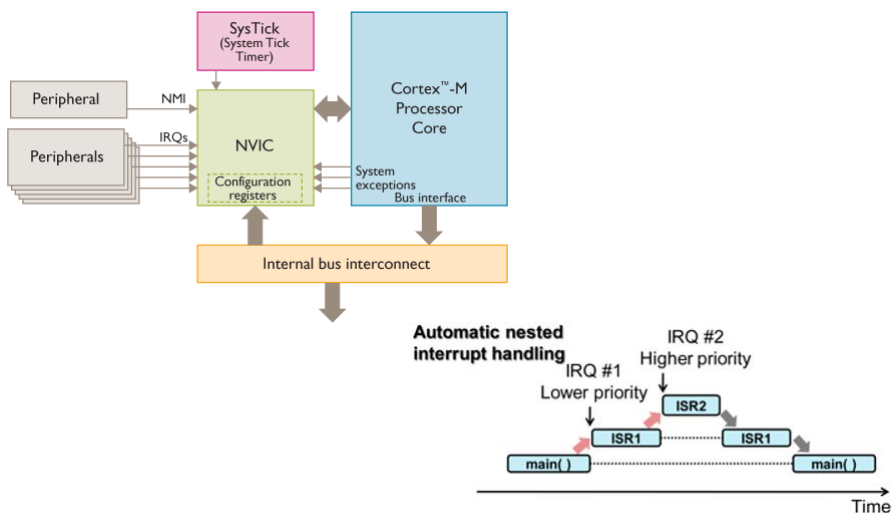
ARM Cortex-M0	ARM Cortex-M0+	ARM Cortex-M3	ARM Cortex-M4
"8/16-bit" applications	"8/16-bit" applications	"16/32-bit" applications	"32-bit/DSPC" applications
Low cost and simplicity	Low cost, best energy-efficiency	Performance, general purpose	Efficient digital signal control



Rdzeń Cortex M



Rdzeń Cortex M



Schemat blokowy systemu z rdzeniem Cortex-M
Obsługa przerwań

Liczba licencji na procesory ARM

(stan na 05.11.2012)

Rodzina procesorów	Liczba licencji
– Cortex-A	110
– Cortex-M	151
– Cortex-R	21
– ARM11™	79
– ARM9™	271
– ARM7™	17

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

9

Wybrane licencje na rdzeń Cortex

Processor	Selection of Public Licensees
Cortex-A15	Texas Instruments , ST-Ericsson , nVIDIA , Samsung Electronics
Cortex-A9	Broadcom Corporation , Freescale , NEC Electronics , nVIDIA , STMicroelectronics , Texas Instruments , Toshiba , Mindspeed Technologies , ZiiLABS , Open-Silicon , eSilicon
Cortex-A8	Broadcom Corporation , Freescale , Matsushita , Samsung Electronics , STMicroelectronics , Texas Instruments , PMC-Sierra , ZiiLABS
Cortex-A7	Broadcom , Freescale , Fujitsu , HiSilicon , LGE , Samsung , STEricsson , Texas Instruments
Cortex-A5	Cambridge Silicon Radio , Open-Silicon , eSilicon
Cortex-R4	Broadcom Corporation , Texas Instruments , Toshiba , Infineon , Open-Silicon , eSilicon
Cortex-M4	NXP , STMicroelectronics , Texas Instruments , Freescale , Open-Silicon , eSilicon
Cortex-M3	Accent Srl , Actel Corporation , Broadcom Corporation , Cypress Semiconductor , Ember , Energy Micro , Fujitsu , NXP , Fuzhou Rockchip Electronics CO. Ltd. , STMicroelectronics , Texas Instruments , Toshiba , Zilog , Open-Silicon , eSilicon
Cortex-M0	Austriamicrosystems , Chungbuk Technopark , NXP , Triad Semiconductor , Melfas , Open-Silicon , eSilicon
Cortex-M0+	Freescale , NXP

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

10

Licencje na rdzeń ARM9

ARM9 Processor Family

- Accent
- Alcatel
- [Alchip](#)
- All Winner Technology (Holding) Ltd
- [Altera](#)
- [Analog Devices Inc.](#)
- ARCA
- Atheros Communications
- [Atmel Corporation](#)
- [Austriamicrosystems](#)
- [Avago Technologies](#)
- Avalink Incorporated
- Beken Corporation
- [Broadcom Corporation](#)
- Cambridge Silicon Radio
- Capital Semiconductor Ltd
- [Chongqing Chongyou IT](#)
- [Cirrus Logic](#)
- [Conexant Systems Inc.](#)
- [Datang Microelectronics Technology](#)
- [eSilicon Corporation](#)
- [Faraday TechFocus Enhancements](#)
- [Freescale](#)
- [Fujitsu](#)
- GCT Semiconductor
- [Global Unichip Corporation](#)
- Huawei Technologies
- ICP
- [Infineon Technologies AG](#)
- Ironkey Incorporated
- [Kawasaki Microelectronics](#)
- Key ASIC
- Leadcore Technology Co Ltd
- [LSI Logic](#)
- [Marvell Semiconductor](#)
- Mediatek Inc
- Micrel
- [Mindspeed Technologies Inc.](#)
- Moschip Semiconductor
- Mtekvision
- NationZ Technologies Inc
- [NEC Electronics](#)
- Neo Magic Corporation
- [NXP](#)
- Nuvoton Technology Corporation
- [Nvidia Corporation](#)
- OKI
- Panasonic
- Parrot
- [Pixim](#)
- PulseLink
- Qualcomm
- Quanta Computer Inc
- [Renesas Technology](#)
- RF Micro Devices
- Rohm
- [Samsung Electronics](#)
- Sandisk
- Sanyo Electric Co Ltd
- [Shanghai Jade Technologies](#)
- Sharp Corporation
- Sierra Wireless SA
- Skyworks Solutions Inc.
- [Socle Technology Corp](#)
- Sony
- [STMicroelectronics](#)
- Standard Microsystems
- Teledips
- [Texas Instruments](#)
- [Toshiba](#)
- TSMC
- [Verisilicon](#)
- Wisair
- [Zoran Corporation](#)

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

11

Architektura MIPS

- **MIPS (Microprocessor without Interlocked Piped Stages)** jest to architektura komputerowa (w szczególności procesor typu RISC) rozwijana przez firmę MIPS Technologies. Istnieje zarówno w wersji 32- jak i 64-bitowej.
- Procesory MIPS stanowiły do roku 2007 jednostkę centralną komputerów firmy SGI. Ponadto są szeroko stosowane w systemach wbudowanych (ang. *embedded systems*), w szczególności w urządzeniach opartych na systemie operacyjnym Windows CE.
- Są używane w routerach firmy Cisco, oraz we współczesnych konsolach do gier takich jak Nintendo 64, Sony PlayStation, Sony PlayStation 2, Sony PSP.
- Szacuje się, że procesory MIPS stanowią jedną trzecią produkcji mikroprocesorów typu RISC.

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

12

Architektura MIPS

- W 1981 roku zespół kierowany przez Johna L. Hennessy'a na Uniwersytecie Stanforda rozpoczął pracę nad projektem, który dał w rezultacie pierwszą wersję procesora MIPS. Podstawowym założeniem projektu było zwiększenie wydajności poprzez wykorzystanie potokowego przetwarzania instrukcji, techniki znanej w tamtych latach, lecz trudnej w implementacji.
- Podstawowym problemem w implementacji potokowości jest potrzeba stosowania blokad (ang. *interlock*), aby zapewnić by instrukcje wymagające wielu cykli zegarowych powstrzymały ładowanie nowych danych do potoku. Ustawianie blokad może być bardzo czasochłonne, dlatego uważano, że stanowią one podstawową barierę dla szybkości przetwarzania.
- W architekturze MIPS wyeliminowano potrzebę stosowania blokad wymagając by każda instrukcja wykonywała się tylko w jednym cyklu zegarowym. Choć przy takim założeniu pomija się wiele użytecznych instrukcji (jak mnożenie i dzielenie, które wymagają wielu cykli) uważano, że wydajność może być znacznie poprawiona poprzez taktowanie zegarem o dużej częstotliwości.
- W roku 1984 Hennessy był przekonany o przyszłych komercyjnych możliwościach architektury, dlatego opuścił Uniwersytet Stanforda zakładając firmę MIPS Computer Systems. Pierwszym projektem firmy był procesor **R2000** ukończony w 1985 roku. Trzy lata później zakończono projektowanie ulepszonej wersji o oznaczeniu **R3000**.
- Były to procesory 32-bitowe różniące się od pierwszego akademickiego projektu dodaniem między innymi pełnych instrukcji mnożenia i dzielenia ze sprzętową implementacją większości blokad.

http://pl.wikipedia.org/wiki/Architektura_MIPS

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

13

Wybrane firmy korzystające z rdzeni MIPS



Customer Spotlight

Microchip Technology

A leading provider of 8- and 16-bit microcontroller and analog semiconductors, long-time MIPS licensee Microchip Technology is powering its new PIC32 family of 32-bit microcontrollers (MCUs) with the MIPS32® industry-standard embedded architecture. Microchip has integrated the low-power MIPS32 M4K® processor core into its new family of high-performance MCUs.

NXP Semiconductors

NXP is a top 10 semiconductor company founded by Philips more than 50 years ago. NXP creates semiconductors, system solutions and software that deliver better sensory experiences in mobile phones, personal media players, TVs, set-top boxes, identification applications, cars and a wide range of other electronic devices.



Realtek Semiconductor Corporation

Realtek, one of Taiwan's leading fabless semiconductor companies, has taken a license for a number of 32-bit cores from MIPS Technologies, including the 24Kc™ core, which is part of the industry's highest-performance family of synthesizable processor cores. Realtek is using its multi-core license to develop highly differentiated, low-cost solutions for the broadband market.



Renesas Electronics Corporation

Renesas Electronics Corporation is a premier supplier of advanced semiconductor solutions including microcontrollers, SoC solutions and a broad-range of analog and power devices.



Sharp Corporation

Sharp is a worldwide developer of core digital technologies which will combine its advanced high density 1M-byte flash memory with the industry's most secure, licensable, 32-bit cores, the 4KSc™ and 4KScd™ cores, to set new standards of security and performance for consumer products.



STMicroelectronics

STMicroelectronics is a global leader in developing and delivering semiconductor solutions across the spectrum of microelectronics applications. An unrivalled combination of silicon and system expertise, manufacturing strength, Intellectual Property (IP) portfolio and strategic partners positions the Company at the forefront of System-on-Chip (SoC) technology and its products play a key role in enabling today's convergence markets. ST has licensed MIPS Technologies' 64-bit architecture.



Altera, Ali, Asus, Broadcom, Cisco, IDT, Sony, SIS, Texas Instruments, Toshiba,

Semestr zimowy 2012/2013, E-3, WIEIK-PK

14