

Architektura komputerów

Przegląd architektur

prof. dr hab. inż. Joanna Józefowska

Poznań, rok akademicki 2009/2010

Plan wykładu

- 1 Systemy komputerowe
 - Podstawowe pojęcia
 - Typy komputerów
- 2 Zasady budowy komputera
 - Maszyna von Neumanna
 - Organizacja pamięci w maszynie von Neumanna
 - Klasyfikacja Flynna
- 3 Struktura komputera
 - Architektura pamięciocentryczna
 - Architektury szynowe
 - Architektury z połączeniem punkt-punkt
- 4 Pytania

System komputerowy



KOMPUTER

+



OPROGRAMOWANIE

Komputer



KOMPUTER

Co to jest?
Komputer (z ang. computer od łac. computare – obliczać, dawne nazwy: mózg elektroniczny, elektroniczna maszyna cyfrowa, maszyna matematyczna) - urządzenie elektroniczne służące do przetwarzania wszelkich informacji, które da się zapisać w formie ciągu cyfr albo sygnału ciągłego.

Typy komputerów

- Superkomputery - stosowane w nauce (astronomia, bioinformatyka).
- Duże komputery (ang. mainframe) - stosowane np. w bankowości.
- Minikomputery - stosowane jako serwery do obsługi mniejszych firm, sieci komputerowych.
- Mikrokomputery - przeznaczone dla pojedynczego użytkownika (PC)
 - desktop,
 - laptop,
 - palmtop.
- Komputery wbudowane (ang. embedded) - komputery będące integralną częścią obsługiwanego przez nie sprzętu.

Superkomputer



Columbia - superkomputer NASA, wykorzystujący moc 10240 procesorów Intel® Itanium® 2.

Superkomputer - komputer o bardzo wielkiej mocy obliczeniowej. Postęp technologiczny w dziedzinie informatyki jest tak wielki, że zaliczane jeszcze kilkanaście lat temu do klasy superkomputerów dziś ledwie mogą pod względem wydajności konkurować z komputerami osobistymi. Dla przykładu, moc obliczeniowa jednego z najbardziej wydajnych superkomputerów lat osiemdziesiątych Cray-2 wynosiła około 4 gigaflopsów czyli jest porównywalna z mocą stacji graficznej.

Mainframe



Honeywell-Bull DPS 7 mainframe, 1990.

Mainframe - komputery używane głównie przez duże organizacje dla krytycznych aplikacji (np. finansowych, statystycznych).

- duża wydajność przetwarzania danych,
- większe możliwości niż PC,
- świadczenie usług dużej liczbie użytkowników,
- moc obliczeniowa mniejsza niż superkomputera,
- specjalizuje się w wydajnych operacjach I/O,
- wysokie współczynniki wielozadaniowości,
- może z powodzeniem obsługiwać dziesiątki tysięcy równoległe pracujących użytkowników zachowując równocześnie cały czas rozsądne czasy reakcji (poniżej 1 sekundy).

Minikomputer



HP 9000 D230 - często wykorzystywany jako serwer.

Minikomputer to powstały pod koniec lat 50. odpowiednik komputera osobistego wykonany na tranzystorach lub układach scalonych małej (SSI) i średniej (MSI) skali integracji. Często był wykonywany jako komputer specjalizowany np. automat obrachunkowy, analizator widma. Początkowo jednostanowiskowy, w miarę wzrostu mocy obliczeniowej przejmował rolę mniejszych maszyn mainframe. Aktualnie rzadko stosowany plasuje się między komputerem osobistym a mainframe.

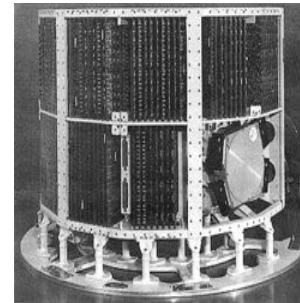
Mikrokomputer



Mikrokomputer- komputer zbudowany na mikroprocesorze. Komputer osobisty (ang. Personal Computer, stąd skrót PC i powszechne polskie określenie pecet) – następca minikomputera przeznaczony przede wszystkim do użytku osobistego, domowego i biurowego, może być:

- stacjonarny (desktop)
- przenośny (laptop, tablet, palmtop)

Komputer (system) wbudowany (embedded)



System wbudowany w pocisku balistycznym Minuteman I

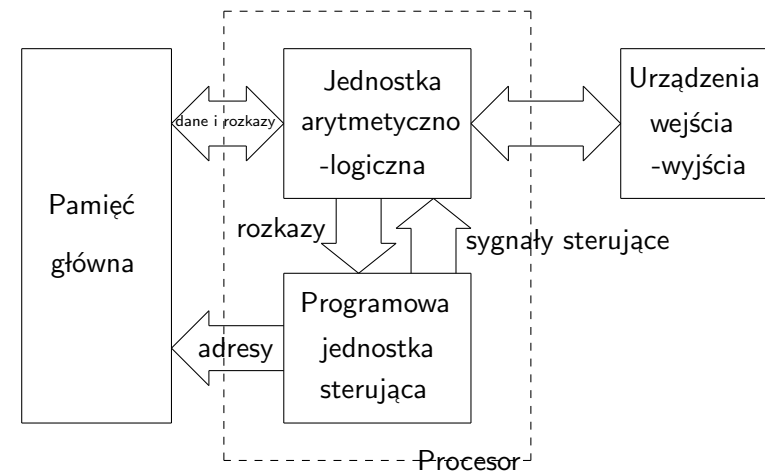
Oparty jest na mikroprocesorze (lub mikrokontrolerze), zaprogramowanym do wykonywania ograniczonej liczby zadań (nawet do jednego). Może zawierać oprogramowanie dedykowane wyłącznie temu urządzeniu (firmware), lub system operacyjny wraz ze specjalizowanym oprogramowaniem. Ogólna zasada jest, iż im mniej złożone i specjalizowane jest oprogramowanie, tym bardziej system jest niezawodny, oraz może szybciej reagować na zdarzenia krytyczne. Za pierwszy komputer wbudowany uznaje się ten, który sterował amerykańskim statkiem kosmicznym Apollo.

Maszyna von Neumanna

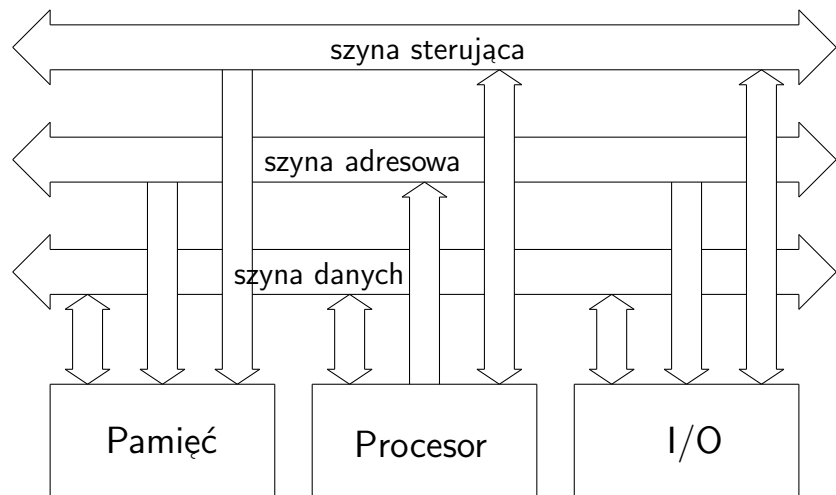
Maszyna zaproponowana przez von Neumanna w 1946 r. posiada następujące cechy:

- wykorzystuje model obliczeń zaproponowany przez Turinga,
- wykonuje obliczenia zgodnie z programem,
- program jest przechowywany w pamięci razem z danymi,
- pamięć składa się z pewnej liczby ponumerowanych komórek,
- dostęp do pamięci następuje poprzez podanie numeru komórki, czyli **adresu**,
- adres jest przechowywany i inkrementowany w specjalnym rejestrze procesora, zwanym liczniku instrukcji (PC - Program Counter).

Architektura maszyny von Neumanna



Architektura współczesnego komputera



Organizacja pamięci w maszynie von Neumanna

Dwa warianty architektury von Neumanna różnią się sposobem przechowywania instrukcji i danych:

- Architektura Harvard - oddzielne hierarchie pamięci danych i rozkazów,
- Architektura Princeton - wspólna hierarchia pamięci danych i rozkazów.

Architektura harwardzka

- charakteryzuje się oddzieleniem pamięci danych od pamięci rozkazów,
- z tego względu czasami jest uważana za niezgodną z koncepcją von Neumanna,
- jest szybsza od klasycznej architektury von Neumanna, bo można równocześnie pobierać dane i rozkazy,
- nie ma możliwości programowania, bo nie ma możliwości zapisu instrukcji do pamięci instrukcji - komputer jest dostarczany ze stałym programem,
- była podstawową architekturą komputerów zerowej generacji i w początkach pierwszej generacji,
- jest wykorzystywana w procesorach sygnałowych oraz mikrokomputerach jednoukładowych (pojedynczy układ scalony).

Architektura Princeton

- charakteryzuje się wspólną pamięcią danych i rozkazów,
- jest wzorcową realizacją koncepcji von Neumanna,
- nie można równocześnie pobierać danych i rozkazów - von Neumann bottleneck,
- nieograniczone możliwości modyfikacji programu,
- obiekt zapisany jako dana może być pobrany jako instrukcja,
- wykorzystywana w komputerach uniwersalnych.

Założenia

- zaproponowana przez Michaela J. Flynna ok. 1968 r.,
- zakłada, że komputer jest urządzeniem przetwarzającym strumienie danych na podstawie strumieni instrukcji,
- klasyfikuje komputery ze względu na liczbę strumieni instrukcji i danych,
- liczba strumieni może wynosić 1 lub n (więcej niż 1).

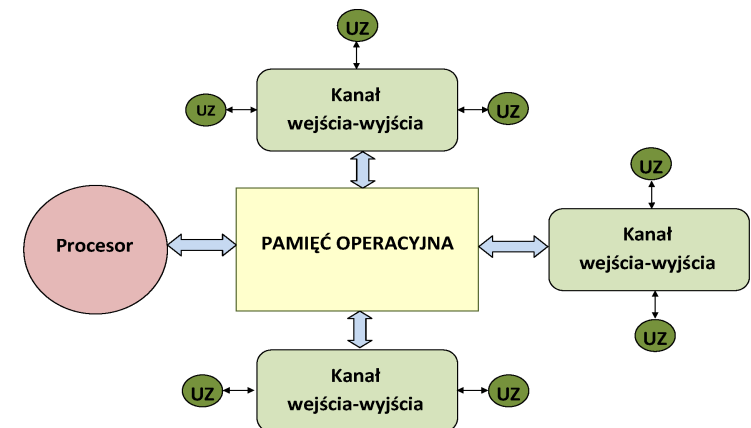
Klasyfikacja

		Liczba strumieni danych	
		1	n
Liczba strumieni instrukcji	1	SISD Single Instruction stream Single Data stream	SIMD Single Instruction stream Multiple Data streams
	n	MISD Multiple Instruction stream Single Data stream	MIMD Multiple Instruction stream Multiple Data streams

Opis architektur Flynna

- SISD
 - pojedynczy strumień danych i instrukcji,
 - klasyczny komputer von Neumanna,
 - najbardziej rozpowszechniony typ architektury.
- SIMD
 - pojedynczy strumień instrukcji i wiele strumieni danych,
 - jedna instrukcja powoduje wykonanie tej samej operacji na wielu kompletach danych,
 - np. procesor wektorowy lub macierzowy.
- MISD
 - pojedynczy strumień danych ale wiele instrukcji,
 - nie bardzo wiadomo co to jest (procesor potokowy).
- MIMD
 - wiele strumieni danych i instrukcji,
 - np. wieloprocesor, wielokomputer.

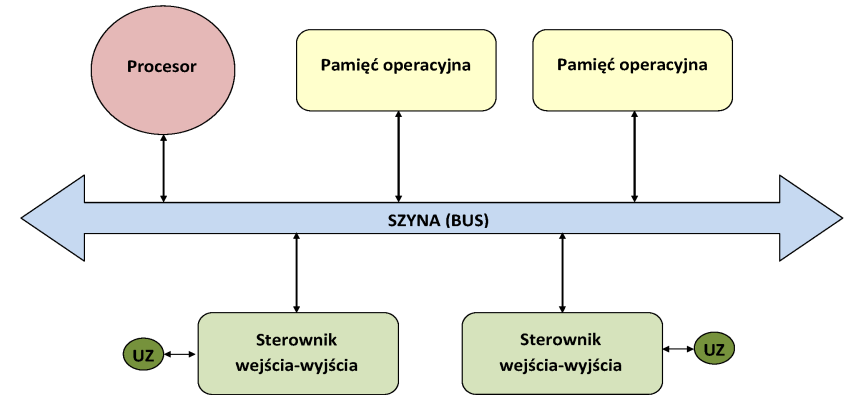
Architektura pamięciocentryczna (lata 1960)



Architektura pamięciocentryczna

- centrum komputera stanowi pamięć wyposażona w kilka portów, umożliwiających połączenie jej z kilkoma urządzeniami,
- do pamięci są dołączone:
 - procesor,
 - kanały wejścia-wyjścia (specjalizowane procesory transmitujące dane pomiędzy urządzeniami zewnętrznymi i pamięcią komputera),
- każde z urządzeń miało wówczas rozmiar pokaźnej szafy,
- szybka wymiana danych z urządzeniami zewnętrznymi (bezpośredni dostęp do pamięci),
- mała elastyczność konfiguracji wynikająca z liczby interfejsów pamięci,
- wysoki koszt

Architektura szynowa (lata 1970)



Architektura szynowa

- wprowadzona na szeroką skalę w mikrokomputerach (PDP-9 PDP-11),
- podstawowym elementem komputera jest szyna, czyli zespół przewodów połączonych gniazdami,
- komputer składa się z modułów dołączonych do szyny: jednego lub kilku procesorów, bloków pamięci i sterowników wejścia-wyjścia,
- pamięci i sterowniki urządzeń są widziane przez procesor w podobny sposób – jako lokacje w przestrzeni adresowej,
- komputer ma postać kasy lub szafy z wymiennymi modułami - szufladami

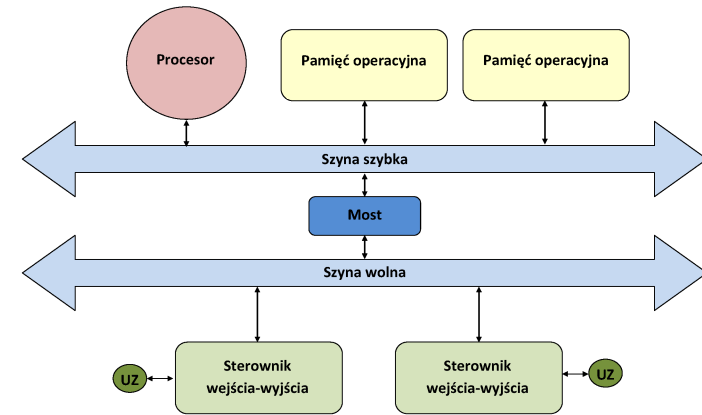
Architektura szynowa - własności

- łatwa rekonfiguracja i rozbudowa komputera,
- stosunkowo niska cena,
- sterowniki urządzeń wejścia-wyjścia widziane przez procesor tak samo jak pamięć,
- wygodny model logiczny, niezależnie od fizycznej implementacji - wszystkie współczesne komputery mają model logiczny bazujący na modelu szynowym,
- jest typowa dla mikrokomputerów i systemów mikroprocesorowych (w komputerach osobistych była stosowana do ok. 1994 r.)

Architektura szynowa - problemy

- długość i struktura połączeń ogranicza szybkość transmisji (zjawiska falowe, indukcja),
- dysproporcja wydajności procesora i pamięci jest pogłębiana przez wolną transmisję danych na szynie,
- krytyczna jest szybkość dostępu procesora do pamięci - komunikacja z urządzeniami wejścia - wyjścia zachodzi dużo rzadziej,
- może być stosowana przy częstotliwościach transmisji nie przekraczających kilku - kilkunastu MHz,
- długość szyny wynika z konieczności dołączenia wielu urządzeń

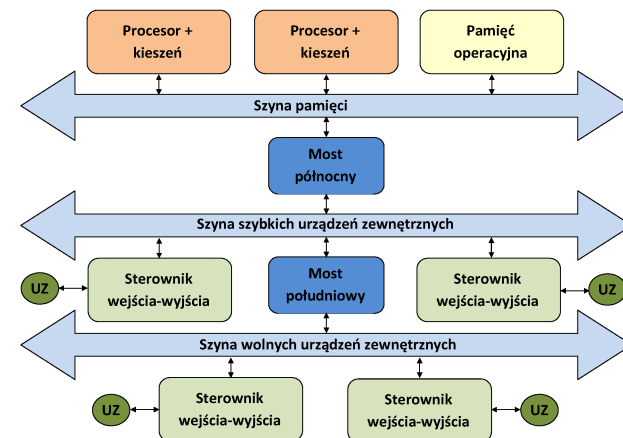
Architektura dwuszynowa (lata 1994-98)



Architektura dwuszynowa

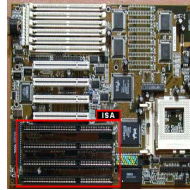
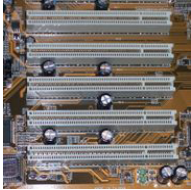
- szybka, krótka szyna o dużej wydajności łączy procesor (lub procesory) z pamięcią (i ew. kieszeniami),
- do dłuższej, wolniejszej szyny są dołączone sterowniki urządzeń wejścia - wyjścia,
- obie szyny są połączone układem tzw. mostu,
- logicznie obie szyny są widziane przez procesor jak jedna szyna (różnią się parametrami elektrycznymi i wydajnością),
- architektura stosowana w komputerach typu PC w latach 1994-1998,
- problem: niektóre urządzenia wejścia - wyjścia wymagają bardzo szybkiej transmisji

Architektura trójszynowa (lata 1999-2002)



Architektura trójszynowa

- trzy szyny:
 - pamięci i procesora,
 - szybkich urządzeń zewnętrznych (PCI),
 - wolnych urządzeń zewnętrznych (ISA),



Gniazda: Peripheral Component Interconnect

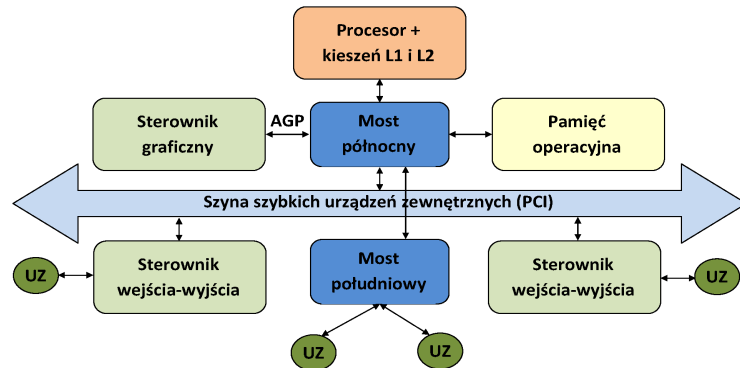
Industry Standard Architecture

- dwa mosty:
 - północny - łączy szynę procesora z szyną szybkich urządzeń,
 - południowy - łączy szynę szybkich urządzeń z szyną wolnych urządzeń,

Architektura trójszynowa

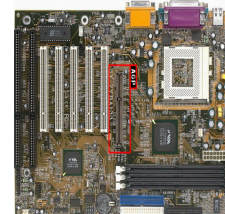
- stosowana w komputerach typu PC w latach 1999-2002,
- problemy:
 - szybka szyna zbyt wolna dla podsystemu graficznego,
 - wobec rosnącej integracji wolna szyna staje się zbędna

Architektura komputera PC (2004)



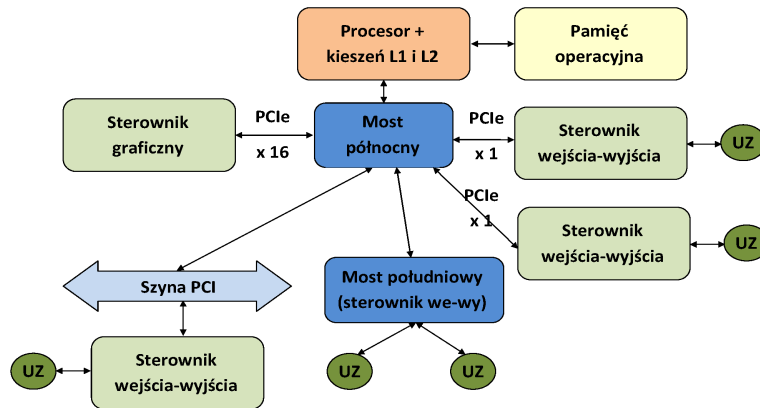
Architektura z połączeniem punkt-punkt

- nie ma szyny wolnych urządzeń wejścia-wyjścia,
- część połączeń szynowych zastąpiono połączeniami typu punkt-punkt, o dużo większej przepustowości,
- most północny zawiera sterownik pamięci,
- układ nazywany "mostem południowym" nie pełni roli mostu pomiędzy szynami, lecz zawiera sterowniki większości niezbędnych w komputerze PC urządzeń zewnętrznych



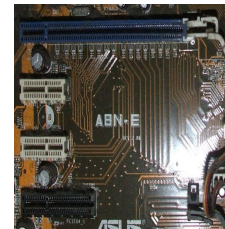
Accelerated Graphics Port (AGP, czasem nazywany Advanced Graphics Port) to rodzaj zmodyfikowanej magistrali PCI opracowanej przez firmę Intel. Jest to 32-bitowa magistrala PCI zoptymalizowana do szybkiego przesyłania dużych ilości danych pomiędzy pamięcią operacyjną a kartą graficzną. Rysunek przedstawia położenie AGP na płycie głównej PC.

Architektura komputera PC (2006)



Architektura z połączeniem punkt-punkt

- wzrost wydajności procesora wymusza zwiększenie szybkości wymiany danych z pamięcią,
- sterownik pamięci umieszczony jest w procesorze,
- most północny jest wyposażony w indywidualne łącza dla sterowników urządzeń zewnętrznych, zrealizowane w standardzie PCI express,



PCI-s (PCIe, PCI-E), znana również jako 3GIO (od 3rd Generation I/O), jest pionową magistralą służącą do podłączania urządzeń do płyty głównej. Przepustowość jednej linii wynosi 250 MB/s. Występuje kilka wariantów tej magistrali - z 1, 2, 4, 8, 12, 16 lub 32 liniami. Gniazdo 1x ma 18 pinów z każdej strony, gniazdo x4 - 32, gniazdo x8 - 49, zaś gniazdo x16 - 82 piny z każdej strony.

Architektura z połączeniem punkt-punkt

- most południowy jest zintegrowanym sterownikiem urządzeń zewnętrznych,
- wszystkie połączenia są realizowane jako punkt-punkt
- szyna PCI została zachowana w celu umożliwienia podłączenia starszych sterowników urządzeń, jest ona przeznaczona do usunięcia.

Pytania

- 1 Omówić typy komputerów.
- 2 Narysować i omówić architekturę von Neumanna.
- 3 Czym się różni architektura Harvard od architektury Princeton?
- 4 Objaśnić klasyfikację Flynna.
- 5 Narysować i omówić architekturę szynową i jej warianty.
- 6 Co to jest kanał wejścia-wyjścia?
- 7 Co to jest AGP?
- 8 Co to jest PCI express?