



# Systemy operacyjne III

Jan Kazimirski



## Opis zajęć

- Prezentacja budowy i zasad działania współczesnego systemu operacyjnego
- Prezentacja podstawowych elementów systemów operacyjnych i zasad ich implementacji
- Przedstawienie problemów i wyzwań stojących przed projektantami współczesnych systemów operacyjnych



## Literatura

- William Stallings, *“Systemy operacyjne. Struktura i zasady budowy”*, WNT, 2006
- A. Silberschatz, J.L. Peterson, G. Gagne, *“Podstawy systemów operacyjnych”*. WNT, 2005
- Maurice J. Bach *“Budowa systemu operacyjnego UNIX”*, WNT, 1995
- U. Vahalia, *Jądro systemu UNIX®. Nowe horyzonty*. WNT, Warszawa 2001.



## Warunki zaliczenia

- Egzamin pisemny 50%
- Projekt zespołowy 50%
- Szczegóły dotyczące projektu zostaną umieszczone na platformie e-learningowej.



## System operacyjny

Program sterujący wykonywaniem aplikacji i działający jako interfejs pomiędzy aplikacjami a sprzętem komputerowym.



# System operacyjny c.d.

**UŻYTKOWNIK**

**APLIKACJE UŻYTKOWE**

**SYSTEM OPERACYJNY**

**SPRZĘT**



## Zadania systemu operacyjnego

- Zapewnienie środowiska do uruchamiania programów użytkowych (użytkownik końcowy)
- Środowisko do tworzenia oprogramowania (programista)
- Zarządzanie zasobami i kontrola dostępu do zasobów (pamięć, dysk, i/o)
- Wykrywanie i obsługa błędów oraz zbieranie statystyk.



## Wykonywanie programów

- Wykonywanie czynności związanych z załadowaniem wykonywanego programu
- Przydział odpowiednich zasobów
- Kontrola błędów, śledzenie wykonywania programu
- Dodatkowe programy narzędziowe związane z obróbką danych





## Rozwój oprogramowania

- Programy narzędziowe ułatwiające tworzenie i testowanie oprogramowania
- Warstwa abstrakcyjna oddzielająca programistę od szczegółów sprzętowych komputera
- Gotowe wysokopoziomowe interfejsy obsługi niektórych usług (system plików, podsystem sieci itp.)



## Obsługa urządzeń we/wy

- Ukrywanie przed użytkownikiem szczegółów zarządzania poszczególnymi urządzeniami wejścia/wyjścia (sterowniki urządzeń)
- Przydział i kontrola dostępu poszczególnych procesów do odpowiednich urządzeń we/wy.



## Dostęp do plików

- Ukrywanie przed użytkownikiem szczegółów sprzętowych pamięci masowej
- Ukrywanie przed użytkownikiem szczegółów implementacji systemu plików
- Kontrola dostępu do danych na dysku (ochrona danych przed niepowołanym dostępem)



## Dostęp do systemu

- Kontrola dostępu do systemu – autoryzacja użytkowników
- Kontrola dostępu do poszczególnych zasobów systemu
- Rozwiązywanie konfliktów związanych z rywalizacją procesów o zasoby



## Wykrywanie i obsługa błędów

- Śledzenie wykonywanych procesów pod kątem sytuacji awaryjnych
- Wykrywanie i minimalizacja skutków błędów sprzętowych – awaria pamięci, dysków itp.
- Obsługa błędów programowych – np. dzielenie przez zero, błędy ochrony pamięci itp.



## Statystyki

- Bieżąca kontrola pracy systemu
- Zbieranie informacji statystycznych w celu poprawiania wydajności pracy systemu.
- Zbieranie danych statystycznych w celach rozliczeniowych (systemy komercyjne obsługujące wielu użytkowników)



## Ewolucja systemów operacyjnych



## „Komputery” mechaniczne

- „Maszyna analityczna” (Charles Babbage 1792-1871)
- Projekt mechaniczny – nie zakładał obecności systemu operacyjnego
- Pierwsza koncepcja programu komputerowego (Ada Lovelace).





## I generacja komputerów (1945-55)

- Pierwsze komputery – oparte na lampach, duże, bardzo wolne (jak na obecne standardy)
- Programowanie na poziomie maszyny – przełączniki lub karty perforowane
- Komputery wykorzystywali zwykle tylko ich twórcy
- Brak systemu operacyjnego



## II generacja komputerów (1955-65)

- Wprowadzenie tranzystorów – zmniejszenie awaryjności.
- Produkcja i sprzedaż na większą skalę.
- Pojawienie się grupy „użytkowników” komputerów oraz „administratorów”.
- Komputery typu mainframe.



## Systemy wsadowe

- Obsługa „ręczna” komputera powodowała przestoje (oczekiwanie na zadania).
- **Praca wsadowa** – do komputera wprowadzano kilka zadań jednocześnie. Po zakończeniu jednego przechodził do następnego.
- Przygotowywanie zadań i drukowanie wyników było osobnym procesem wykonywanym na innej (tańszej) maszynie.



## Monitor

- Program zarządzający systemem wsadowym
  - Programy narzędziowe i funkcje biblioteczne
  - Mechanizmy ochrony pamięci monitora
  - Zegar kontrolujący czas wykonania programu
  - Rozkazy uprzywilejowane i kontrola ich użycia
  - System przerwań
- Tryby wykonywania programu: tryb jądra i tryb użytkownika



## III generacja komputerów (1965-80)

- Produkcja na dużą skalę.
- Komputery ogólnego przeznaczenia (IBM S/360).
- Pierwsze złożone systemy operacyjne (OS/360).
- Wzrost złożoności sprzętu i tym samym systemu operacyjnego.



## Systemy wsadowe wielozadaniowe

- Ładowanie zadań do systemu było procesem wolnym i powodowało przestoje.
- Rozwiązanie problemu: możliwość wykonywania innego zadania w trakcie operacji we/wy.
- Dalszy wzrost złożoności systemu operacyjnego – ochrona pamięci, system przerwań.



## Systemy z podziałem czasu

- Stosowanie systemów wsadowych prowadziło do małej efektywności programistów
- System z podziałem czasu – jednoczesny dostęp wielu użytkowników (terminale).
- Dalszy wzrost wymagań co do systemu operacyjnego – ochrona zasobów, szeregowanie zadań.



## MULTICS

- Propozycja systemu operacyjnego z podziałem czasu:
- Możliwość obsługi wielu użytkowników na jednej maszynie
- Bardzo interesujące rozwiązania, problemy z realizacją
- Niektóre instalacje pracowały jeszcze do lat 90-tych





## Minikomputery i UNIX

- 1961 – komputer DEC PDP-1 rozpoczyna serię tanich minikomputerów
- Na komputerze PDP-7 Ken Thompson stworzył pierwszą wersję UNIX-a (uproszczony MULTICS).
- Gwałtowny rozwój UNIX-a (dostępny kod źródłowy)
- Wprowadzenie standardu POSIX.



## IV generacja komputerów (1980- )

- Mikrokomputery – rozwój komputerów osobistych.
- Mikroprocesor 8080 i system CP/M.
- Lata 80-te – komputer IBM PC i system DOS
- Pojawienie się systemów z graficznym interfejsem użytkownika (GUI).
- MS Windows – początkowo nakładka na DOS.



## Klasyfikacja systemów operacyjnych



## Klasyfikacja SO

- Systemy interaktywne
  - bezpośrednia komunikacja z użytkownikiem
  - natychmiastowa realizacja zadania
- Systemy wsadowe
  - rozdzielenie procesów przygotowania i przetwarzania zadania
  - ograniczona kontrola użytkownika nad przetwarzaniem zadania



## Klasyfikacja SO c.d.

- Systemy jednozadaniowe
  - Zadania realizowane są kolejno
  - Kolejne zadanie rozpoczynane jest dopiero po zakończeniu poprzedniego
- Systemy wielozadaniowe
  - W systemie istnieje jednocześnie wiele zadań
  - Zadania otrzymują dostęp do procesora zgodnie określoną strategią



## Klasyfikacja SO c.d.

- Systemy dla jednego użytkownika
  - zasoby przeznaczone są dla jednego użytkownika
  - ograniczona ochrona zasobów
- Systemy wielodostępne
  - dostęp dla wielu użytkowników jednocześnie
  - ochrona zasobów przed nieautoryzowanym dostępem



## Klasyfikacja SO c.d.

- Systemy czasu rzeczywistego
  - zapewniające zachowanie czasu zakończenia zadań tzw. linii krytycznej.
- Systemy rozproszone
  - wykorzystywanie wielu systemów komputerowych i rozproszonych zasobów
- Systemy urządzeń mobilnych
  - znaczne ograniczenie zasobów



## Systemy rozproszone

- Wykorzystanie środowiska złożonego z wielu komputerów do realizacji obliczeń
  - architektura klient-serwer i zdalne wykonywanie procedur (RPC)
  - lokalne klastry komputerowe
  - środowiska gridowe





## Podstawowe elementy komputera

- Procesor  
*„Mózg” komputera. Wykonuje program.*
- Pamięć  
*Przechowuje program i dane.*
- Urządzenia wejścia-wyjścia  
*Kontakt komputera z użytkownikiem i światem zewnętrznym.*



## Procesor

- Pobiera i wykonuje instrukcje z pamięci.
- Pobiera i umieszcza dane w pamięci
- Steruje komunikacją z urządzeniami we/wy
- Posiada określoną listę rozkazów
- Współczesne procesory: superskalarność, potoki wykonawcze, pamięć podręczna.



## Pamięć

- Przechowuje dane i program do wykonania
- Pamięć główna
- Wielopoziomowa pamięć podręczna
- Pamięć masowa
- Pamięci RAM i ROM
- Organizacja pamięci – mechanizmy ochrony, segmentacja, stronicowanie.



## Urządzenia wejścia/wyjścia

- Zaawansowane sterowniki urządzeń.
- System przerwań.
- Mechanizmy DMA.
- Duża różnorodność urządzeń, różne wymagania i szybkość
- Programy obsługi urządzeń.



# Projektowanie SO

## Kluczowe zagadnienia

- Procesy
- Zarządzanie pamięcią
- Ochrona danych
- Zarządzanie i ochrona zasobów
- Struktura systemu



## Procesy

- Proces – instancja programu uruchomionego w komputerze.
- Zagadnienia projektowe:
  - Synchronizacja procesów
  - Błędy wzajemnego wykluczania
  - Nieokreślone zachowanie programu
  - Impas



## Zarządzanie pamięcią

- Izolacja procesów
- Automatyczny przydział i zwalnianie pamięci dla procesów
- Dynamiczne zarządzanie pamięcią
- Ochrona dostępu do pamięci
- Długoterminowe przechowywanie danych



## Bezpieczeństwo i ochrona danych

- Dostępność systemu – ochrona przed przerwami w pracy
- Poufność danych użytkowników
- Integralność danych – ochrona przed nieautoryzowanymi zmianami danych
- Weryfikacja – autoryzacja użytkowników, kontrola poprawności danych i komunikatów





## Zarządzanie zasobami

- Szeregowanie procesów – przydział czasu procesora.
- Zróżnicowany czas reakcji – priorytet procesów
- Optymalizacja szeregowania procesów pod kątem maksymalnego wykorzystania zasobów.



## Struktura SO

- Wzrost złożoności systemu operacyjnego
  - 1963 system CTSS – 32k słów po 36 bitów
  - 1964 OS/360 – ponad milion rozkazów
  - 1975 Multics – ponad 20 milionów rozkazów
  - Windows NT 4.0 ~16 milionów wierszy kodu
  - Windows 2000 ~32 miliony wierszy kodu



## Struktura systemu c.d.

- Modularność kodu systemu operacyjnego
- Struktura hierarchiczna
- Izolacja poszczególnych elementów (architektura mikrojądra i jądra wielowątkowe)
- Abstrakcyjne poziomy realizujące różne podzbiory funkcji



## Współczesny SO

- Architektura mikrojądra
- Wielowątkowość
- Wielozadaniowość symetryczna
- Rozproszone systemy operacyjne
- Projektowanie obiektowe