

SPIS TREŚCI

Przedmowa 23

O autorach 27

1 Wprowadzenie 29

- 1.1. CZYM JEST SYSTEM OPERACYJNY? 31
 - 1.1.1. System operacyjny jako rozszerzona maszyna 32
 - 1.1.2. System operacyjny jako menedżer zasobów 33
- 1.2. HISTORIA SYSTEMÓW OPERACYJNYCH 34
 - 1.2.1. Pierwsza generacja (1945 – 1955) — lampy elektronowe 35
 - 1.2.2. Druga generacja (1955 – 1965) — tranzystory i systemy wsadowe 35
 - 1.2.3. Trzecia generacja (1965 – 1980) — układy scalone i wieloprogramowość 37
 - 1.2.4. Czwarta generacja (1980 – czasy współczesne) — komputery osobiste 42
 - 1.2.5. Piąta generacja (1990 – czasy współczesne) — komputery mobilne 46
- 1.3. SPRZĘT KOMPUTEROWY — PRZEGLĄD 47
 - 1.3.1. Procesory 47
 - 1.3.2. Pamięć 51
 - 1.3.3. Dyski 54

1.3.4.	Urządzenia wejścia-wyjścia	55
1.3.5.	Magistrale	58
1.3.6.	Uruchamianie komputera	61
1.4.	PRZEGLĄD SYSTEMÓW OPERACYJNYCH	61
1.4.1.	Systemy operacyjne komputerów mainframe	62
1.4.2.	Systemy operacyjne serwerów	62
1.4.3.	Wieloprocessorowe systemy operacyjne	62
1.4.4.	Systemy operacyjne komputerów osobistych	63
1.4.5.	Systemy operacyjne komputerów podręcznych	63
1.4.6.	Wbudowane systemy operacyjne	63
1.4.7.	Systemy operacyjne węzłów sensorowych	64
1.4.8.	Systemy operacyjne czasu rzeczywistego	64
1.4.9.	Systemy operacyjne kart elektronicznych	65
1.5.	POJĘCIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW OPERACYJNYCH	65
1.5.1.	Procesy	65
1.5.2.	Przestrzenie adresowe	67
1.5.3.	Pliki	68
1.5.4.	Wejście-wyjście	71
1.5.5.	Zabezpieczenia	71
1.5.6.	Powłoka	71
1.5.7.	Ontogeneza jest rekapitulacją filogenezy	73
1.6.	WYWOŁANIA SYSTEMOWE	76
1.6.1.	Wywołania systemowe do zarządzania procesami	79
1.6.2.	Wywołania systemowe do zarządzania plikami	82
1.6.3.	Wywołania systemowe do zarządzania katalogami	83
1.6.4.	Różne wywołania systemowe	85
1.6.5.	Interfejs Win32 API systemu Windows	85
1.7.	STRUKTURA SYSTEMÓW OPERACYJNYCH	88
1.7.1.	Systemy monolityczne	88
1.7.2.	Systemy warstwowe	89
1.7.3.	Mikrojądra	90
1.7.4.	Model klient-serwer	93
1.7.5.	Maszyny wirtualne	93
1.7.6.	Egzojądra	97
1.8.	ŚWIAT WEDŁUG JĘZYKA C	98
1.8.1.	Język C	98
1.8.2.	Pliki nagłówkowe	99

1.8.3.	Duże projekty programistyczne	100
1.8.4.	Model fazy działania	100
1.9.	BADANIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW OPERACYJNYCH	101
1.10.	PLAN POZOSTAŁEJ CZĘŚCI KSIĄŻKI	103
1.11.	JEDNOSTKI MIAR	104
1.12.	PODSUMOWANIE	104

2 Procesy i wątki 109

2.1.	PROCESY	109
2.1.1.	Model procesów	110
2.1.2.	Tworzenie procesów	112
2.1.3.	Kończenie działania procesów	114
2.1.4.	Hierarchie procesów	115
2.1.5.	Stany procesów	115
2.1.6.	Implementacja procesów	117
2.1.7.	Modelowanie wieloprogramowości	119
2.2.	WĄTKI	120
2.2.1.	Wykorzystanie wątków	121
2.2.2.	Klasyczny model wątków	125
2.2.3.	Wątki POSIX	129
2.2.4.	Implementacja wątków w przestrzeni użytkownika	131
2.2.5.	Implementacja wątków w jądrze	134
2.2.6.	Implementacje hybrydowe	135
2.2.7.	Mechanizm aktywacji zarządcy	135
2.2.8.	Wątki pop-up	137
2.2.9.	Przystosowywanie kodu jednowątkowego do obsługi wielu wątków	138
2.3.	KOMUNIKACJA MIĘDZY PROCESAMI	141
2.3.1.	Wyścig	141
2.3.2.	Regiony krytyczne	143
2.3.3.	Wzajemne wykluczanie z wykorzystaniem aktywnego oczekiwania	144
2.3.4.	Wywołania sleep i wakeup	149
2.3.5.	Semaforey	151
2.3.6.	Muteksy	154
2.3.7.	Monitory	159

2.3.8.	Przekazywanie komunikatów	164
2.3.9.	Bariera	167
2.3.10.	Unikanie blokad: odczyt-kopiowanie-aktualizacja	168
2.4.	SZEREGOWANIE	169
2.4.1.	Wprowadzenie do szeregowania	170
2.4.2.	Szeregowanie w systemach wsadowych	176
2.4.3.	Szeregowanie w systemach interaktywnych	178
2.4.4.	Szeregowanie w systemach czasu rzeczywistego	184
2.4.5.	Oddzielenie strategii od mechanizmu	185
2.4.6.	Szeregowanie wątków	185
2.5.	KLASYCZNE PROBLEMY KOMUNIKACJI MIĘDZY PROCESAMI	187
2.5.1.	Problem pięciu filozofów	187
2.5.2.	Problem czytelników i pisarzy	190
2.6.	PRACE BADAWCZE NAD PROCESAMI I WĄTKAMI	191
2.7.	PODSUMOWANIE	192

3 Zarządzanie pamięcią 201

3.1.	BRAK ABSTRAKCYJ PAMIĘCI	202
3.2.	ABSTRAKCYJA PAMIĘCI: PRZESTRZENIE ADRESOWE	205
3.2.1.	Pojęcie przestrzeni adresowej	205
3.2.2.	Wymiana pamięci	207
3.2.3.	Zarządzanie wolną pamięcią	210
3.3.	PAMIĘĆ WIRTUALNA	213
3.3.1.	Stronicowanie	214
3.3.2.	Tabele stron	217
3.3.3.	Przyspieszenie stronicowania	219
3.3.4.	Tabele stron dla pamięci o dużej objętości	223
3.4.	ALGORYTMY ZASTĘPOWANIA STRON	226
3.4.1.	Optymalny algorytm zastępowania stron	227
3.4.2.	Algorytm NRU	228
3.4.3.	Algorytm FIFO	229
3.4.4.	Algorytm drugiej szansy	229
3.4.5.	Algorytm zegarowy	230

3.4.6.	Algorytm LRU	231
3.4.7.	Programowa symulacja algorytmu LRU	231
3.4.8.	Algorytm bazujący na zbiorze roboczym	233
3.4.9.	Algorytm WSClock	236
3.4.10.	Podsumowanie algorytmów zastępowania stron	238
3.5.	PROBLEMY PROJEKTOWE SYSTEMÓW STRONICOWANIA	239
3.5.1.	Lokalne i globalne strategie alokacji pamięci	239
3.5.2.	Zarządzanie obciążeniem	241
3.5.3.	Rozmiar strony	242
3.5.4.	Osobne przestrzenie instrukcji i danych	243
3.5.5.	Strony współdzielone	244
3.5.6.	Biblioteki współdzielone	246
3.5.7.	Pliki odwzorowane w pamięci	248
3.5.8.	Strategia czyszczenia	248
3.5.9.	Interfejs pamięci wirtualnej	249
3.6.	PROBLEMY IMPLEMENTACJI	249
3.6.1.	Zadania systemu operacyjnego w zakresie stronicowania	250
3.6.2.	Obsługa błędów braku strony	250
3.6.3.	Archiwizowanie instrukcji	251
3.6.4.	Blokowanie stron w pamięci	253
3.6.5.	Magazyn stron	253
3.6.6.	Oddzielenie strategii od mechanizmu	255
3.7.	SEGMENTACJA	256
3.7.1.	Implementacja klasycznej segmentacji	259
3.7.2.	Segmentacja ze stronicowaniem: MULTICS	260
3.7.3.	Segmentacja ze stronicowaniem: Intel x86	263
3.8.	BADANIA DOTYCZĄCE ZARZĄDZANIA PAMIĘCIĄ	267
3.9.	PODSUMOWANIE	268

4 Systemy plików 279

4.1.	PLIKI	281
4.1.1.	Nazwy plików	281
4.1.2.	Struktura pliku	283
4.1.3.	Typy plików	284
4.1.4.	Dostęp do plików	286

4.1.5.	Atrybuty plików	286
4.1.6.	Operacje na plikach	288
4.1.7.	Przykładowy program wykorzystujący wywołania obsługi systemu plików	289
4.2.	KATALOGI	291
4.2.1.	Jednopoziomowe systemy katalogów	291
4.2.2.	Hierarchiczne systemy katalogów	292
4.2.3.	Nazwy ścieżek	292
4.2.4.	Operacje na katalogach	294
4.3.	IMPLEMENTACJA SYSTEMU PLIKÓW	296
4.3.1.	Układ systemu plików	296
4.3.2.	Implementacja plików	297
4.3.3.	Implementacja katalogów	302
4.3.4.	Pliki współdzielone	304
4.3.5.	Systemy plików o strukturze dziennika	306
4.3.6.	Księgujące systemy plików	308
4.3.7.	Wirtualne systemy plików	310
4.4.	ZARZĄDZANIE SYSTEMEM PLIKÓW I OPTYMALIZACJA	313
4.4.1.	Zarządzanie miejscem na dysku	313
4.4.2.	Kopie zapasowe systemu plików	319
4.4.3.	Spójność systemu plików	324
4.4.4.	Wydajność systemu plików	327
4.4.5.	Defragmentacja dysków	332
4.5.	PRZYKŁADOWY SYSTEM PLIKÓW	332
4.5.1.	System plików MS-DOS	333
4.5.2.	System plików V7 systemu UNIX	336
4.5.3.	Systemy plików na płytach CD-ROM	338
4.6.	BADANIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW PLIKÓW	343
4.7.	PODSUMOWANIE	344

5 Wejście-wyjście 349

5.1.	WARUNKI, JAKIE POWINIEN SPEŁNIAĆ SPRZĘT WEJŚCIA-WYJŚCIA	349
5.1.1.	Urządzenia wejścia-wyjścia	350
5.1.2.	Kontrolery urządzeń	351

5.1.3.	Urządzenia wejścia-wyjścia odwzorowane w pamięci	352
5.1.4.	Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA)	355
5.1.5.	O przerwaniach raz jeszcze	358
5.2.	WARUNKI, JAKIE POWINNO SPEŁNIAĆ OPROGRAMOWANIE WEJŚCIA-WYJŚCIA	362
5.2.1.	Cele oprogramowania wejścia-wyjścia	362
5.2.2.	Programowane wejście-wyjście	364
5.2.3.	Wejście-wyjście sterowane przerwaniami	365
5.2.4.	Wejście-wyjście z wykorzystaniem DMA	366
5.3.	WARSTWY OPROGRAMOWANIA WEJŚCIA-WYJŚCIA	367
5.3.1.	Procedury obsługi przerwań	367
5.3.2.	Sterowniki urządzeń	368
5.3.3.	Oprogramowanie wejścia-wyjścia niezależne od urządzeń	372
5.3.4.	Oprogramowanie wejścia-wyjścia w przestrzeni użytkownika	377
5.4.	DYSKI	379
5.4.1.	Sprzęt	379
5.4.2.	Formatowanie dysków	384
5.4.3.	Algorytmy szeregowania ramienia dysku	388
5.4.4.	Obsługa błędów	391
5.4.5.	Stabilna pamięć masowa	393
5.5.	ZEGARY	396
5.5.1.	Sprzęt obsługi zegara	397
5.5.2.	Oprogramowanie obsługi zegara	398
5.5.3.	Zegary programowe	400
5.6.	INTERFEJSY UŻYTKOWNIKÓW: KLAWIATURA, MYSZ, MONITOR	402
5.6.1.	Oprogramowanie do wprowadzania danych	402
5.6.2.	Oprogramowanie do generowania wyjścia	407
5.7.	CIENKIE KLIENTY	423
5.8.	ZARZĄDZANIE ENERGIĄ	424
5.8.1.	Problemy sprzętowe	425
5.8.2.	Problemy po stronie systemu operacyjnego	426
5.8.3.	Problemy do rozwiązania w programach aplikacyjnych	432
5.9.	BADANIA DOTYCZĄCE WEJŚCIA-WYJŚCIA	433
5.10.	PODSUMOWANIE	435

6 Zakleszczenia 443

- 6.1. ZASOBY 444
 - 6.1.1. Zasoby z możliwością wywłaszczania i bez niej 444
 - 6.1.2. Zdobywanie zasobu 445
- 6.2. WPROWADZENIE W TEMATYKĘ ZAKLESZCZEŃ 447
 - 6.2.1. Warunki powstawania zakleszczeń zasobów 447
 - 6.2.2. Modelowanie zakleszczeń 448
- 6.3. ALGORYTM STRUSIA 450
- 6.4. WYKRYWANIE ZAKLESZCZEŃ I ICH USUWANIE 451
 - 6.4.1. Wykrywanie zakleszczeń z jednym zasobem każdego typu 451
 - 6.4.2. Wykrywanie zakleszczeń dla przypadku wielu zasobów każdego typu 453
 - 6.4.3. Usuwanie zakleszczeń 455
- 6.5. UNIKANIE ZAKLESZCZEŃ 457
 - 6.5.1. Trajektorie zasobów 457
 - 6.5.2. Stany bezpieczne i niebezpieczne 458
 - 6.5.3. Algorytm bankiera dla pojedynczego zasobu 459
 - 6.5.4. Algorytm bankiera dla wielu zasobów 460
- 6.6. PRZECIWDZIAŁANIE ZAKLESZCZENIOM 462
 - 6.6.1. Atak na warunek wzajemnego wykluczania 462
 - 6.6.2. Atak na warunek wstrzymania i oczekiwania 463
 - 6.6.3. Atak na warunek braku wywłaszczania 463
 - 6.6.4. Atak na warunek cyklicznego oczekiwania 463
- 6.7. INNE PROBLEMY 464
 - 6.7.1. Blokowanie dwufazowe 465
 - 6.7.2. Zakleszczenia komunikacyjne 465
 - 6.7.3. Uwężenia 468
 - 6.7.4. Zagłodzenia 469
- 6.8. BADANIA NA TEMAT ZAKLESZCZEŃ 469
- 6.9. PODSUMOWANIE 470

7 Wirtualizacja i przetwarzanie w chmurze 477

- 7.1. HISTORIA 479
- 7.2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WIRTUALIZACJI 480
- 7.3. HIPERNADZORCY TYPU 1 I TYPU 2 483
- 7.4. TECHNIKI SKUTECZNEJ WIRTUALIZACJI 484
 - 7.4.1. Wirtualizacja systemów bez obsługi wirtualizacji 485
 - 7.4.2. Koszt wirtualizacji 487
- 7.5. CZY HIPERNADZORCY SĄ PRAWIDŁOWYMI MIKROJĄDRAMI? 488
- 7.6. WIRTUALIZACJA PAMIĘCI 491
- 7.7. WIRTUALIZACJA WEJŚCIA-WYJŚCIA 495
- 7.8. URZĄDZENIA WIRTUALNE 498
- 7.9. MASZYNY WIRTUALNE NA PROCESORACH WIELORDZENIOWYCH 498
- 7.10. PROBLEMY LICENCYJNE 499
- 7.11. CHMURY OBLICZENIOWE 500
 - 7.11.1. Chmury jako usługa 500
 - 7.11.2. Migracje maszyn wirtualnych 501
 - 7.11.3. Punkty kontrolne 502
- 7.12. STUDIUM PRZYPADKU: VMWARE 502
 - 7.12.1. Wczesna historia firmy VMware 503
 - 7.12.2. VMware Workstation 504
 - 7.12.3. Wyzwania podczas opracowywania warstwy wirtualizacji na platformie x86 505
 - 7.12.4. VMware Workstation: przegląd informacji o rozwiązaniu 506
 - 7.12.5. Ewolucja systemu VMware Workstation 515
 - 7.12.6. ESX Server: hipernadzorca typu 1 firmy VMware 515
- 7.13. BADANIA NAD WIRTUALIZACJĄ I CHMURĄ 517

8 Systemy wieloprocessorowe 521

- 8.1. SYSTEMY WIELOPROCESOROWE 523
 - 8.1.1. Sprzęt wieloprocessorowy 524
 - 8.1.2. Typy wieloprocessorowych systemów operacyjnych 534
 - 8.1.3. Synchronizacja w systemach wieloprocessorowych 538
 - 8.1.4. Szeregowanie w systemach wieloprocessorowych 542
- 8.2. WIELOKOMPUTERY 548
 - 8.2.1. Sprzęt wielokomputerów 548
 - 8.2.2. Niskopoziomowe oprogramowanie komunikacyjne 552
 - 8.2.3. Oprogramowanie komunikacyjne poziomu użytkownika 555
 - 8.2.4. Zdalne wywołania procedur 558
 - 8.2.5. Rozproszona współdzielona pamięć 560
 - 8.2.6. Szeregowanie systemów wielokomputerowych 565
 - 8.2.7. Równoważenie obciążenia 565
- 8.3. SYSTEMY ROZPROSZONE 568
 - 8.3.1. Sprzęt sieciowy 570
 - 8.3.2. Usługi i protokoły sieciowe 573
 - 8.3.3. Warstwa middleware bazująca na dokumentach 576
 - 8.3.4. Warstwa middleware bazująca na systemie plików 578
 - 8.3.5. Warstwa middleware bazująca na obiektach 582
 - 8.3.6. Warstwa middleware bazująca na koordynacji 584
- 8.4. BADANIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW WIELOPROCESOROWYCH 586
- 8.5. PODSUMOWANIE 587

9 Bezpieczeństwo 593

- 9.1. ŚRODOWISKO BEZPIECZEŃSTWA 595
 - 9.1.1. Zagrożenia 596
 - 9.1.2. Intruzi 598
- 9.2. BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW OPERACYJNYCH 599
 - 9.2.1. Czy możemy budować bezpieczne systemy? 600
 - 9.2.2. Zaufana baza obliczeniowa 601

9.3.	KONTROLOWANIE DOSTĘPU DO ZASOBÓW	602
9.3.1.	Domeny ochrony	602
9.3.2.	Listy kontroli dostępu	605
9.3.3.	Uprawnienia	607
9.4.	MODELE FORMALNE BEZPIECZNYCH SYSTEMÓW	610
9.4.1.	Bezpieczeństwo wielopoziomowe	612
9.4.2.	Ukryte kanały	614
9.5.	PODSTAWY KRYPTOGRAFII	619
9.5.1.	Kryptografia z kluczem tajnym	620
9.5.2.	Kryptografia z kluczem publicznym	621
9.5.3.	Funkcje jednokierunkowe	622
9.5.4.	Podpisy cyfrowe	622
9.5.5.	Moduły TPM	624
9.6.	UWIERZYTELNIANIE	626
9.6.1.	Uwierzytelnianie z wykorzystaniem obiektu fizycznego	633
9.6.2.	Uwierzytelnianie z wykorzystaniem technik biometrycznych	635
9.7.	WYKORZYSTYWANIE BŁĘDÓW W KODZIE	638
9.7.1.	Ataki z wykorzystaniem przepełnienia bufora	640
9.7.2.	Ataki z wykorzystaniem łańcuchów formatujących	648
9.7.3.	„Wiszące wskaźniki”	651
9.7.4.	Ataki bazujące na odwołaniach do pustego wskaźnika	652
9.7.5.	Ataki z wykorzystaniem przepełnień liczb całkowitych	653
9.7.6.	Ataki polegające na wstrzykiwaniu kodu	654
9.7.7.	Ataki TOCTOU	655
9.8.	ATAKI Z WEWNĄTRZ	656
9.8.1.	Bomby logiczne	656
9.8.2.	Tylne drzwi	656
9.8.3.	Podszywanie się pod ekran logowania	657
9.9.	ZŁOŚLIWE OPROGRAMOWANIE	658
9.9.1.	Konie trojańskie	661
9.9.2.	Wirusy	663
9.9.3.	Robaki	673
9.9.4.	Oprogramowanie szpiegujące	676
9.9.5.	Rootkity	680

9.10.	ŚRODKI OBRONY	684
9.10.1.	Firewall	685
9.10.2.	Techniki antywirusowe i antyantyvirusowe	687
9.10.3.	Podpisywanie kodu	693
9.10.4.	Wtrącanie do więzienia	695
9.10.5.	Wykrywanie włamań z użyciem modeli	695
9.10.6.	Izolowanie kodu mobilnego	697
9.10.7.	Bezpieczeństwo Javy	701
9.11.	BADANIA DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA	704
9.12.	PODSUMOWANIE	705

10 Pierwsze studium przypadku:

UNIX, Linux i Android 715

10.1.	HISTORIA SYSTEMÓW UNIX I LINUX	716
10.1.1.	UNICS	716
10.1.2.	PDP-11 UNIX	717
10.1.3.	Przenośny UNIX	718
10.1.4.	Berkeley UNIX	719
10.1.5.	Standard UNIX	720
10.1.6.	MINIX	721
10.1.7.	Linux	722
10.2.	PRZEGLĄD SYSTEMU LINUX	725
10.2.1.	Cele Linuksa	725
10.2.2.	Interfejsy systemu Linux	726
10.2.3.	Powłoka	728
10.2.4.	Programy użytkowe systemu Linux	731
10.2.5.	Struktura jądra	733
10.3.	PROCESY W SYSTEMIE LINUX	735
10.3.1.	Podstawowe pojęcia	735
10.3.2.	Wywołania systemowe Linuksa związane z zarządzaniem procesami	738
10.3.3.	Implementacja procesów i wątków w systemie Linux	742
10.3.4.	Szeregowanie w systemie Linux	748
10.3.5.	Uruchamianie systemu Linux	753

10.4.	ZARZĄDZANIE PAMIĘCIĄ W SYSTEMIE LINUX	755
10.4.1.	Podstawowe pojęcia	756
10.4.2.	Wywołania systemowe Linuksa odpowiedzialne za zarządzanie pamięcią	759
10.4.3.	Implementacja zarządzania pamięcią w systemie Linux	760
10.4.4.	Stronicowanie w systemie Linux	766
10.5.	OPERACJE WEJŚCIA-WYJŚCIA W SYSTEMIE LINUX	769
10.5.1.	Podstawowe pojęcia	769
10.5.2.	Obsługa sieci	771
10.5.3.	Wywołania systemowe wejścia-wyjścia w systemie Linux	772
10.5.4.	Implementacja wejścia-wyjścia w systemie Linux	773
10.5.5.	Moduły w systemie Linux	776
10.6.	SYSTEM PLIKÓW LINUXSA	777
10.6.1.	Podstawowe pojęcia	777
10.6.2.	Wywołania systemu plików w Linuksie	782
10.6.3.	Implementacja systemu plików Linuksa	785
10.6.4.	NFS — sieciowy system plików	794
10.7.	BEZPIECZEŃSTWO W SYSTEMIE LINUX	800
10.7.1.	Podstawowe pojęcia	800
10.7.2.	Wywołania systemowe Linuksa związane z bezpieczeństwem	802
10.7.3.	Implementacja bezpieczeństwa w systemie Linux	803
10.8.	ANDROID	804
10.8.1.	Android a Google	804
10.8.2.	Historia Androida	805
10.8.3.	Cele projektowe	808
10.8.4.	Architektura Androida	810
10.8.5.	Rozszerzenia Linuksa	811
10.8.6.	Dalvik	814
10.8.7.	Binder IPC	816
10.8.8.	Aplikacje Androida	824
10.8.9.	Zamiary	834
10.8.10.	Piaskownice aplikacji	835
10.8.11.	Bezpieczeństwo	836
10.8.12.	Model procesów	841
10.9.	PODSUMOWANIE	846



11 Drugie studium przypadku: Windows 8 855

- 11.1. HISTORIA SYSTEMU WINDOWS DO WYDANIA WINDOWS 8.1 855
 - 11.1.1. Lata osiemdziesiąte: MS-DOS 856
 - 11.1.2. Lata dziewięćdziesiąte: Windows na bazie MS-DOS-a 857
 - 11.1.3. Lata dwutysięczne: Windows na bazie NT 857
 - 11.1.4. Windows Vista 860
 - 11.1.5. Druga dekada lat dwutysięcznych: Modern Windows 861
- 11.2. PROGRAMOWANIE SYSTEMU WINDOWS 862
 - 11.2.1. Rdzenny interfejs programowania aplikacji (API) systemu NT 865
 - 11.2.2. Interfejs programowania aplikacji Win32 869
 - 11.2.3. Rejestr systemu Windows 872
- 11.3. STRUKTURA SYSTEMU 875
 - 11.3.1. Struktura systemu operacyjnego 875
 - 11.3.2. Uruchamianie systemu Windows 890
 - 11.3.3. Implementacja menedżera obiektów 891
 - 11.3.4. Podsystemy, biblioteki DLL i usługi trybu użytkownika 901
- 11.4. PROCESY I WĄTKI SYSTEMU WINDOWS 904
 - 11.4.1. Podstawowe pojęcia 904
 - 11.4.2. Wywołania API związane z zarządzaniem zadaniami, procesami, wątkami i włóknami 911
 - 11.4.3. Implementacja procesów i wątków 916
- 11.5. ZARZĄDZANIE PAMIĘCIĄ 924
 - 11.5.1. Podstawowe pojęcia 924
 - 11.5.2. Wywołania systemowe związane z zarządzaniem pamięcią 928
 - 11.5.3. Implementacja zarządzania pamięcią 929
- 11.6. PAMIĘĆ PODRĘCZNA SYSTEMU WINDOWS 939
- 11.7. OPERACJE WEJŚCIA-WYJŚCIA W SYSTEMIE WINDOWS 940
 - 11.7.1. Podstawowe pojęcia 940
 - 11.7.2. Wywołania API związane z operacjami wejścia-wyjścia 942
 - 11.7.3. Implementacja systemu wejścia-wyjścia 944
- 11.8. SYSTEM PLIKÓW NT SYSTEMU WINDOWS 949
 - 11.8.1. Podstawowe pojęcia 949
 - 11.8.2. Implementacja systemu plików NTFS 950

11.9.	ZARZĄDZANIE ENERGIĄ W SYSTEMIE WINDOWS	960
11.10.	BEZPIECZEŃSTWO W SYSTEMIE WINDOWS 8	963
11.10.1.	Podstawowe pojęcia	964
11.10.2.	Wywołania API związane z bezpieczeństwem	965
11.10.3.	Implementacja bezpieczeństwa	967
11.10.4.	Czynniki ograniczające zagrożenia bezpieczeństwa	969
11.11.	PODSUMOWANIE	972

12 Projekt systemu operacyjnego 979

12.1.	ISTOTA PROBLEMÓW ZWIĄZANYCH Z PROJEKTOWANIEM SYSTEMÓW	980
12.1.1.	Cele	980
12.1.2.	Dlaczego projektowanie systemów operacyjnych jest takie trudne?	981
12.2.	PROJEKT INTERFEJSU	983
12.2.1.	Zalecenia projektowe	983
12.2.2.	Paradygmaty	986
12.2.3.	Interfejs wywołań systemowych	989
12.3.	IMPLEMENTACJA	992
12.3.1.	Struktura systemu	992
12.3.2.	Mechanizm kontra strategia	996
12.3.3.	Ortogonalność	997
12.3.4.	Nazewnictwo	998
12.3.5.	Czas wiązania nazw	999
12.3.6.	Struktury statyczne kontra struktury dynamiczne	1000
12.3.7.	Implementacja góra-dół kontra implementacja dół-góra	1001
12.3.8.	Komunikacja synchroniczna kontra asynchroniczna	1002
12.3.9.	Przydatne techniki	1004
12.4.	WYDAJNOŚĆ	1009
12.4.1.	Dlaczego systemy operacyjne są powolne?	1009
12.4.2.	Co należy optymalizować?	1010
12.4.3.	Dylemat przestrzeń-czas	1011
12.4.4.	Buforowanie	1014
12.4.5.	Wskazówki	1015
12.4.6.	Wykorzystywanie efektu lokalności	1015
12.4.7.	Optymalizacja z myślą o typowych przypadkach	1016

12.5.	ZARZĄDZANIE PROJEKTEM	1017
12.5.1.	Mityczny osobomiesiąc	1017
12.5.2.	Struktura zespołu	1018
12.5.3.	Znaczenie doświadczenia	1020
12.5.4.	Nie istnieje jedno cudowne rozwiązanie	1021
12.6.	TRENDY W ŚWIECIE PROJEKTÓW SYSTEMÓW OPERACYJNYCH	1021
12.6.1.	Wirtualizacja i przetwarzanie w chmurze	1022
12.6.2.	Układy wielordzeniowe	1022
12.6.3.	Systemy operacyjne z wielkimi przestrzeniami adresowymi	1023
12.6.4.	Bezproblemowy dostęp do danych	1024
12.6.5.	Komputery zasilane bateriami	1024
12.6.6.	Systemy wbudowane	1025
12.7.	PODSUMOWANIE	1026

13 Lista publikacji i bibliografia 1031

13.1.	SUGEROWANE PUBLIKACJE DODATKOWE	1031
13.1.1.	Publikacje wprowadzające i ogólne	1032
13.1.2.	Procesy i wątki	1032
13.1.3.	Zarządzanie pamięcią	1033
13.1.4.	Systemy plików	1033
13.1.5.	Wejście-wyjście	1034
13.1.6.	Zakłeszczenia	1035
13.1.7.	Wirtualizacja i przetwarzanie w chmurze	1035
13.1.8.	Systemy wieloprocesorowe	1036
13.1.9.	Bezpieczeństwo	1037
13.1.10.	Pierwsze studium przypadku: UNIX, Linux i Android	1039
13.1.11.	Drugie studium przypadku: Windows 8	1039
13.1.12.	Zasady projektowe	1040
13.2.	BIBLIOGRAFIA W PORZĄDKU ALFABETYCZNYM	1041

A Multimedialne systemy operacyjne 1069

A.1.	WPROWADZENIE W TEMATYKĘ MULTIMEDIÓW	1070
A.2.	PLIKI MULTIMEDIALNE	1074

A.2.1. Kodowanie wideo	1075
A.2.2. Kodowanie audio	1078
A.3. KOMPRESJA WIDEO	1079
A.3.1. Standard JPEG	1080
A.3.2. Standard MPEG	1082
A.4. KOMPRESJA AUDIO	1085
A.5. SZEREGOWANIE PROCESÓW MULTIMEDIALNYCH	1088
A.5.1. Szeregowanie procesów homogenicznych	1088
A.5.2. Szeregowanie w czasie rzeczywistym — przypadek ogólny	1088
A.5.3. Szeregowanie monotoniczne w częstotliwości	1090
A.5.4. Algorytm szeregowania EDF	1091
A.6. PARADYGMATY DOTYCZĄCE MULTIMEDIALNYCH SYSTEMÓW PLIKÓW	1093
A.6.1. Funkcje sterujące VCR	1094
A.6.2. Wideo niemal na życzenie	1096
A.7. ROZMIESZCZENIE PLIKÓW	1097
A.7.1. Umieszczanie pliku na pojedynczym dysku	1097
A.7.2. Dwie alternatywne strategie organizacji plików	1098
A.7.3. Rozmieszczenie wielu plików na pojedynczym dysku	1102
A.7.4. Rozmieszczanie plików na wielu dyskach	1104
A.8. BUFOROWANIE	1106
A.8.1. Buforowanie bloków	1106
A.8.2. Buforowanie plików	1108
A.9. SZEREGOWANIE OPERACJI DYSKOWYCH W SYSTEMACH MULTIMEDIALNYCH	1108
A.9.1. Statyczne szeregowanie operacji dyskowych	1108
A.9.2. Dynamiczne szeregowanie operacji dyskowych	1110
A.10. BADANIA NA TEMAT MULTIMEDIÓW	1112
A.11. PODSUMOWANIE	1112

Skorowidz 1119