

# SPIS TREŚCI

<b>PRZEDMOWA</b>	<b>23</b>
<b>O AUTORZE</b>	<b>27</b>
<b>1 WPROWADZENIE</b>	<b>29</b>
1.1. CZYM JEST SYSTEM OPERACYJNY? 32	
1.1.1. System operacyjny jako rozszerzona maszyna 32	
1.1.2. System operacyjny jako menedżer zasobów 34	
1.2. HISTORIA SYSTEMÓW OPERACYJNYCH 36	
1.2.1. Pierwsza generacja (1945 – 1955) — lampy elektronowe 37	
1.2.2. Druga generacja (1955 – 1965) — tranzystory i systemy wsadowe 37	
1.2.3. Trzecia generacja (1965 – 1980) — układy scalone i wieloprogramowość 40	
1.2.4. Czwarta generacja (1980 – czasy współczesne) — komputery osobiste 45	
1.3. SPRZĘT KOMPUTEROWY — PRZEGLĄD 50	
1.3.1. Procesory 50	
1.3.2. Pamięć 54	
1.3.3. Dyski 58	
1.3.4. Taśmy 59	

- 1.3.5. Urządzenia wejścia-wyjścia 59
- 1.3.6. Magistrale 63
- 1.3.7. Uruchamianie komputera 66
- 1.4. PRZEGLĄD SYSTEMÓW OPERACYJNYCH 67
  - 1.4.1. Systemy operacyjne komputerów mainframe 67
  - 1.4.2. Systemy operacyjne serwerów 68
  - 1.4.3. Wieloprocesorowe systemy operacyjne 68
  - 1.4.4. Systemy operacyjne komputerów osobistych 68
  - 1.4.5. Systemy operacyjne komputerów podręcznych 69
  - 1.4.6. Wbudowane systemy operacyjne 69
  - 1.4.7. Systemy operacyjne węzłów sensorowych 70
  - 1.4.8. Systemy operacyjne czasu rzeczywistego 70
  - 1.4.9. Systemy operacyjne kart elektronicznych 71
- 1.5. POJĘCIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW OPERACYJNYCH 72
  - 1.5.1. Procesy 72
  - 1.5.2. Przestrzenie adresowe 74
  - 1.5.3. Pliki 75
  - 1.5.4. Wejście-wyjście 79
  - 1.5.5. Zabezpieczenia 79
  - 1.5.6. Powłoka 80
  - 1.5.7. Ontogeneza jest rekapitulacją filogenezy 81
- 1.6. WYWOŁANIA SYSTEMOWE 85
  - 1.6.1. Wywołania systemowe do zarządzania procesami 90
  - 1.6.2. Wywołania systemowe do zarządzania plikami 93
  - 1.6.3. Wywołania systemowe do zarządzania katalogami 94
  - 1.6.4. Różne wywołania systemowe 96
  - 1.6.5. Interfejs Win32 API systemu Windows 97
- 1.7. STRUKTURA SYSTEMÓW OPERACYJNYCH 99
  - 1.7.1. Systemy monolityczne 100
  - 1.7.2. Systemy warstwowe 101
  - 1.7.3. Mikrojądra 102
  - 1.7.4. Model klient-serwer 105
  - 1.7.5. Maszyny wirtualne 106
  - 1.7.6. Egzojądra 110
- 1.8. ŚWIAT WEDŁUG JĘZYKA C 111
  - 1.8.1. Język C 111
  - 1.8.2. Pliki nagłówkowe 112
  - 1.8.3. Duże projekty programistyczne 113
  - 1.8.4. Model fazy działania 114

- 1.9. BADANIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW OPERACYJNYCH 115
- 1.10. PLAN POZOSTAŁEJ CZĘŚCI KSIĄŻKI 117
- 1.11. JEDNOSTKI MIAR 118
- 1.12. PODSUMOWANIE 119

## **2 PROCESY I WĄTKI**

**123**

- 2.1. PROCESY 123
  - 2.1.1. Model procesów 124
  - 2.1.2. Tworzenie procesów 126
  - 2.1.3. Kończenie działania procesów 129
  - 2.1.4. Hierarchie procesów 130
  - 2.1.5. Stany procesów 131
  - 2.1.6. Implementacja procesów 133
  - 2.1.7. Modelowanie wieloprogramowości 135
- 2.2. WĄTKI 137
  - 2.2.1. Wykorzystanie wątków 137
  - 2.2.2. Klasyczny model wątków 143
  - 2.2.3. Wątki POSIX 147
  - 2.2.4. Implementacja wątków w przestrzeni użytkownika 150
  - 2.2.5. Implementacja wątków w jądrze 153
  - 2.2.6. Implementacje hybrydowe 154
  - 2.2.7. Mechanizm aktywacji zarządcy 155
  - 2.2.8. Wątki pop-up 157
  - 2.2.9. Przystosowywanie kodu jednowątkowego do obsługi wielu wątków 158
- 2.3. KOMUNIKACJA MIĘDZY PROCESAMI 161
  - 2.3.1. Wyścig 162
  - 2.3.2. Regiony krytyczne 163
  - 2.3.3. Wzajemne wykluczanie z wykorzystaniem aktywnego oczekiwania 165
  - 2.3.4. Wywołania sleep i wakeup 171
  - 2.3.5. Semaforzy 174
  - 2.3.6. Muteksy 177
  - 2.3.7. Monitory 182
  - 2.3.8. Przekazywanie komunikatów 188
  - 2.3.9. Bariery 191

- 2.4. SZEREGOWANIE 193
  - 2.4.1. Wprowadzenie do szeregowania 193
  - 2.4.2. Szeregowanie w systemach wsadowych 201
  - 2.4.3. Szeregowanie w systemach interaktywnych 203
  - 2.4.4. Szeregowanie w systemach czasu rzeczywistego 210
  - 2.4.5. Oddzielenie strategii od mechanizmu 212
  - 2.4.6. Szeregowanie wątków 212
- 2.5. KLASYCZNE PROBLEMY  
KOMUNIKACJI MIĘDZY PROCESAMI 214
  - 2.5.1. Problem pięciu filozofów 214
  - 2.5.2. Problem czytelników i pisarzy 218
- 2.6. PRACE BADAWCZE NAD PROCESAMI I WĄTKAMI 219
- 2.7. PODSUMOWANIE 220

### **3 ZARZĄDZANIE PAMIĘCIĄ 227**

- 3.1. BRAK ABSTRAKCJI PAMIĘCI 228
- 3.2. ABSTRAKCJA PAMIĘCI: PRZESTRZENIE ADRESOWE 232
  - 3.2.1. Pojęcie przestrzeni adresowej 232
  - 3.2.2. Wymiana pamięci 235
  - 3.2.3. Zarządzanie wolną pamięcią 237
- 3.3. PAMIĘĆ WIRTUALNA 241
  - 3.3.1. Stronicowanie 243
  - 3.3.2. Tabele stron 247
  - 3.3.3. Przyspieszenie stronicowania 249
  - 3.3.4. Tabele stron dla pamięci o dużej objętości 253
- 3.4. ALGORYTMY ZASTĘPOWANIA STRON 257
  - 3.4.1. Optymalny algorytm zastępowania stron 258
  - 3.4.2. Algorytm NRU 258
  - 3.4.3. Algorytm FIFO 260
  - 3.4.4. Algorytm drugiej szansy 260
  - 3.4.5. Algorytm zegarowy 261
  - 3.4.6. Algorytm LRU 262
  - 3.4.7. Programowa symulacja algorytmu LRU 263
  - 3.4.8. Algorytm bazujący na zbiorze roboczym 265

- 3.4.9. Algorytm WSClock 269
- 3.4.10. Podsumowanie algorytmów zastępowania stron 271
- 3.5. PROBLEMY PROJEKTOWE SYSTEMÓW STRONICOWANIA 273
  - 3.5.1. Lokalne i globalne strategie alokacji pamięci 273
  - 3.5.2. Zarządzanie obciążeniem 276
  - 3.5.3. Rozmiar strony 277
  - 3.5.4. Osobne przestrzenie instrukcji i danych 278
  - 3.5.5. Strony współdzielone 279
  - 3.5.6. Biblioteki współdzielone 281
  - 3.5.7. Pliki odwzorowane w pamięci 283
  - 3.5.8. Strategia czyszczenia 284
  - 3.5.9. Interfejs pamięci wirtualnej 284
- 3.6. PROBLEMY IMPLEMENTACJI 285
  - 3.6.1. Zadania systemu operacyjnego w zakresie stronicowania 286
  - 3.6.2. Obsługa błędów braku strony 287
  - 3.6.3. Wznawianie instrukcji 288
  - 3.6.4. Blokowanie stron w pamięci 289
  - 3.6.5. Magazyn stron 290
  - 3.6.6. Oddzielenie strategii od mechanizmu 292
- 3.7. SEGMENTACJA 294
  - 3.7.1. Implementacja klasycznej segmentacji 298
  - 3.7.2. Segmentacja ze stronicowaniem: MULTICS 298
  - 3.7.3. Segmentacja ze stronicowaniem: Intel Pentium 302
- 3.8. BADANIA NAD ZARZĄDZANIEM PAMIĘCIĄ 307
- 3.9. PODSUMOWANIE 308

## **4 SYSTEMY PLIKÓW**

**317**

- 4.1. PLIKI 319
  - 4.1.1. Nazwy plików 319
  - 4.1.2. Struktura pliku 321
  - 4.1.3. Typy plików 323
  - 4.1.4. Dostęp do plików 325
  - 4.1.5. Atrybuty plików 325

- 4.1.6. Operacje na plikach 327
- 4.1.7. Przykładowy program wykorzystujący wywołania obsługi systemu plików 328
- 4.2. KATALOGI 331
  - 4.2.1. Jednopoziomowe systemy katalogów 331
  - 4.2.2. Hierarchiczne systemy katalogów 332
  - 4.2.3. Nazwy ścieżek 333
  - 4.2.4. Operacje na katalogach 335
- 4.3. IMPLEMENTACJA SYSTEMU PLIKÓW 337
  - 4.3.1. Układ systemu plików 337
  - 4.3.2. Implementacja plików 338
  - 4.3.3. Implementacja katalogów 344
  - 4.3.4. Pliki współdzielone 347
  - 4.3.5. Systemy plików o strukturze dziennika 349
  - 4.3.6. Księgujące systemy plików 352
  - 4.3.7. Wirtualne systemy plików 354
- 4.4. ZARZĄDZANIE SYSTEMEM PLIKÓW I OPTYMALIZACJA 357
  - 4.4.1. Zarządzanie miejscem na dysku 357
  - 4.4.2. Kopie zapasowe systemu plików 365
  - 4.4.3. Spójność systemu plików 371
  - 4.4.4. Wydajność systemu plików 375
  - 4.4.5. Defragmentacja dysków 380
- 4.5. PRZYKŁADOWE SYSTEMY PLIKÓW 381
  - 4.5.1. Systemy plików na płytach CD-ROM 381
  - 4.5.2. System plików MS-DOS 387
  - 4.5.3. System plików V7 systemu UNIX 391
- 4.6. BADANIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW PLIKÓW 394
- 4.7. PODSUMOWANIE 394

## **5 WEJŚCIE-WYJŚCIE**

**399**

- 5.1. WARUNKI, JAKIE POWINIEN SPEŁNIAĆ SPRZĘT WEJŚCIA-WYJŚCIA 400
  - 5.1.1. Urządzenia wejścia-wyjścia 400
  - 5.1.2. Kontrolery urządzeń 402

- 5.1.3. Urządzenia wejścia-wyjścia odwzorowane w pamięci 403
- 5.1.4. Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA) 407
- 5.1.5. O przerwaniach raz jeszcze 410
- 5.2. WARUNKI, JAKIE POWINNO SPEŁNIAĆ  
OPROGRAMOWANIE WEJŚCIA-WYJŚCIA 415
  - 5.2.1. Cele oprogramowania wejścia-wyjścia 415
  - 5.2.2. Programowane wejście-wyjście 417
  - 5.2.3. Wejście-wyjście sterowane przerwaniami 419
  - 5.2.4. Wejście-wyjście z wykorzystaniem DMA 420
- 5.3. WARSTWY OPROGRAMOWANIA WEJŚCIA-WYJŚCIA 420
  - 5.3.1. Procedury obsługi przerwań 421
  - 5.3.2. Sterowniki urządzeń 422
  - 5.3.3. Oprogramowanie wejścia-wyjścia niezależne od urządzeń 426
  - 5.3.4. Oprogramowanie wejścia-wyjścia w przestrzeni użytkownika 432
- 5.4. DYSKI 435
  - 5.4.1. Sprzęt 435
  - 5.4.2. Formatowanie dysków 452
  - 5.4.3. Algorytmy szeregowania żądań dostępu do dysku 456
  - 5.4.4. Obsługa błędów 459
  - 5.4.5. Stabilna pamięć masowa 462
- 5.5. ZEGARY 466
  - 5.5.1. Sprzęt obsługi zegara 466
  - 5.5.2. Oprogramowanie obsługi zegara 468
  - 5.5.3. Zegary programowe 471
- 5.6. INTERFEJSY UŻYTKOWNIKÓW:  
KLAWIATURA, MYSZ, MONITOR 473
  - 5.6.1. Oprogramowanie do wprowadzania danych 473
  - 5.6.2. Oprogramowanie do generowania wyjścia 479
- 5.7. CIENKIE KLIENTY 496
- 5.8. ZARZĄDZANIE ENERGIĄ 499
  - 5.8.1. Problemy sprzętowe 500
  - 5.8.2. Problemy po stronie systemu operacyjnego 501
  - 5.8.3. Problemy do rozwiązania w programach aplikacyjnych 507

- 5.9. BADANIA DOTYCZĄCE WEJŚCIA-WYJŚCIA 509
- 5.10. PODSUMOWANIE 510

## 6 Zakleszczenia

517

- 6.1. ZASOBY 518
  - 6.1.1. Zasoby z możliwością wyłączenia i bez niej 518
  - 6.1.2. Zdobywanie zasobu 520
- 6.2. WPROWADZENIE W TEMATYKĘ ZAKLESZCZEŃ 521
  - 6.2.1. Warunki powstawania zakleszczeń zasobów 522
  - 6.2.2. Modelowanie zakleszczeń 523
- 6.3. ALGORYTM STRUSIA 526
- 6.4. WYKRYWANIE ZAKLESZCZEŃ I ICH USUWANIE 526
  - 6.4.1. Wykrywanie zakleszczeń z jednym zasobem każdego typu 527
  - 6.4.2. Wykrywanie zakleszczeń dla przypadku wielu zasobów każdego typu 529
  - 6.4.3. Usuwanie zakleszczeń 532
- 6.5. UNIKANIE ZAKLESZCZEŃ 534
  - 6.5.1. Trajektorie zasobów 534
  - 6.5.2. Stany bezpieczne i niebezpieczne 535
  - 6.5.3. Algorytm bankiera dla pojedynczego zasobu 537
  - 6.5.4. Algorytm bankiera dla wielu zasobów 538
- 6.6. PRZECIWDZIAŁANIE ZAKLESZCZENIOM 540
  - 6.6.1. Atak na warunek wzajemnego wykluczania 540
  - 6.6.2. Atak na warunek wstrzymania i oczekiwania 541
  - 6.6.3. Atak na warunek braku wyłączenia 541
  - 6.6.4. Atak na warunek cyklicznego oczekiwania 542
- 6.7. INNE PROBLEMY 543
  - 6.7.1. Blokowanie dwufazowe 543
  - 6.7.2. Zakleszczenia komunikacyjne 544
  - 6.7.3. Uwięzienia 546
  - 6.7.4. Zagłodzenia 548

- 6.8. BADANIA NA TEMAT ZAKLESZCZEŃ 548
- 6.9. PODSUMOWANIE 549

## **7 MULTIMEDIALNE SYSTEMY OPERACYJNE 555**

- 7.1. WPROWADZENIE W TEMATYKĘ MULTIMEDIÓW 556
- 7.2. PLIKI MULTIMEDIALNE 561
  - 7.2.1. Kodowanie wideo 562
  - 7.2.2. Kodowanie audio 565
- 7.3. KOMPRESJA WIDEO 567
  - 7.3.1. Standard JPEG 568
  - 7.3.2. Standard MPEG 571
- 7.4. KOMPRESJA AUDIO 574
- 7.5. SZEREGOWANIE PROCESÓW MULTIMEDIALNYCH 577
  - 7.5.1. Szeregowanie procesów homogenicznych 577
  - 7.5.2. Szeregowanie w czasie rzeczywistym — przypadek ogólny 578
  - 7.5.3. Szeregowanie monotoniczne w częstotliwości 580
  - 7.5.4. Algorytm szeregowania EDF 581
- 7.6. WZORCE MULTIMEDIALNYCH SYSTEMÓW PLIKÓW 584
  - 7.6.1. Funkcje sterujące VCR 585
  - 7.6.2. Wideo niemal na życzenie 587
  - 7.6.3. Usługa wideo niemal na życzenie z funkcjami magnetowidu 589
- 7.7. ROZMIESZCZENIE PLIKÓW 591
  - 7.7.1. Umieszczanie pliku na pojedynczym dysku 591
  - 7.7.2. Dwie alternatywne strategie organizacji plików 592
  - 7.7.3. Rozmieszczenie plików w usłudze wideo niemal na życzenie 596
  - 7.7.4. Rozmieszczenie wielu plików na jednym dysku 598
  - 7.7.5. Rozmieszczanie plików na wielu dyskach 600

- 7.8. BUFOROWANIE 603
  - 7.8.1. Buforowanie bloków 603
  - 7.8.2. Buforowanie plików 605
- 7.9. SZEREGOWANIE OPERACJI DYSKOWYCH  
W SYSTEMACH MULTIMEDIALNYCH 606
  - 7.9.1. Statyczne szeregowanie operacji dyskowych 606
  - 7.9.2. Dynamiczne szeregowanie operacji dyskowych 608
- 7.10. BADANIA NA TEMAT MULTIMEDIÓW 610
- 7.11. PODSUMOWANIE 610

## **8 SYSTEMY WIELOPROCESOROWE 617**

- 8.1. SYSTEMY WIELOPROCESOROWE 620
  - 8.1.1. Sprzęt wieloprocesorowy 620
  - 8.1.2. Typy wieloprocesorowych systemów operacyjnych 630
  - 8.1.3. Synchronizacja w systemach wieloprocesorowych 634
  - 8.1.4. Szeregowanie w systemach wieloprocesorowych 640
- 8.2. WIELOKOMPUTERY 646
  - 8.2.1. Sprzęt wielokomputerów 647
  - 8.2.2. Niskopoziomowe oprogramowanie komunikacyjne 651
  - 8.2.3. Oprogramowanie komunikacyjne  
poziomu użytkownika 654
  - 8.2.4. Zdalne wywołania procedur 657
  - 8.2.5. Rozproszona współdzielona pamięć 660
  - 8.2.6. Szeregowanie systemów wielokomputerowych 665
  - 8.2.7. Równoważenie obciążenia 666
- 8.3. WIRTUALIZACJA 669
  - 8.3.1. Wymagania dla wirtualizacji 671
  - 8.3.2. Hipernadzorcy typu 1 672
  - 8.3.3. Hipernadzorcy typu 2 673
  - 8.3.4. Parawirtualizacja 675
  - 8.3.5. Wirtualizacja pamięci 678
  - 8.3.6. Wirtualizacja wejścia-wyjścia 679
  - 8.3.7. Urządzenia wirtualne 681
  - 8.3.8. Maszyny wirtualne na procesorach wielordzeniowych 681
  - 8.3.9. Problemy licencji 682

- 8.4. SYSTEMY ROZPROSZONE 683
  - 8.4.1. Sprzęt sieciowy 685
  - 8.4.2. Usługi i protokoły sieciowe 689
  - 8.4.3. Warstwa middleware bazująca na dokumentach 693
  - 8.4.4. Warstwa middleware bazująca na systemie plików 694
  - 8.4.5. Warstwa middleware bazująca na obiektach 700
  - 8.4.6. Warstwa middleware bazująca na koordynacji 701
  - 8.4.7. Siatki 707
- 8.5. BADANIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW WIELOPROCESOROWYCH 708
- 8.6. PODSUMOWANIE 710

## **9 Bezpieczeństwo**

**717**

- 9.1. ŚRODOWISKO BEZPIECZEŃSTWA 719
  - 9.1.1. Zagrożenia 720
  - 9.1.2. Intruzi 721
  - 9.1.3. Przypadkowa utrata danych 723
- 9.2. PODSTAWY KRYPTOGRAFII 723
  - 9.2.1. Kryptografia z kluczem tajnym 725
  - 9.2.2. Kryptografia z kluczem publicznym 726
  - 9.2.3. Funkcje jednokierunkowe 727
  - 9.2.4. Podpisy cyfrowe 727
  - 9.2.5. Moduł TPM 729
- 9.3. MECHANIZMY OCHRONY 730
  - 9.3.1. Domeny ochrony 730
  - 9.3.2. Listy kontroli dostępu 733
  - 9.3.3. Uprawnienia 736
  - 9.3.4. Systemy zaufane 740
  - 9.3.5. Zaufana baza obliczeniowa 742
  - 9.3.6. Modele formalne bezpiecznych systemów 743
  - 9.3.7. Bezpieczeństwo wielopoziomowe 745
  - 9.3.8. Ukryte kanały 748
- 9.4. UWIERZYTELNIANIE 753
  - 9.4.1. Uwierzytelnianie z wykorzystaniem haseł 755

- 9.4.2. Uwierzytelnianie z wykorzystaniem obiektu fizycznego 765
- 9.4.3. Uwierzytelnianie z wykorzystaniem technik biometrycznych 769
- 9.5. ATAKI Z WEWNĄTRZ 772
  - 9.5.1. Bomby logiczne 773
  - 9.5.2. Tylne drzwi 773
  - 9.5.3. Podszywanie się pod ekran logowania 774
- 9.6. WYKORZYSTYWANIE BŁĘDÓW W KODZIE 776
  - 9.6.1. Ataki z wykorzystaniem przepełnienia bufora 777
  - 9.6.2. Ataki z wykorzystaniem łańcuchów formatujących 780
  - 9.6.3. Ataki powrotu do biblioteki libc 782
  - 9.6.4. Ataki z wykorzystaniem przepełnień liczb całkowitych 783
  - 9.6.5. Ataki polegające na wstrzykiwaniu kodu 784
  - 9.6.6. Ataki polegające na rozszerzaniu uprawnień 786
- 9.7. ZŁOŚLIWE OPROGRAMOWANIE 786
  - 9.7.1. Konie trojańskie 790
  - 9.7.2. Wirusy 793
  - 9.7.3. Robaki 805
  - 9.7.4. Oprogramowanie szpiegujące 808
  - 9.7.5. Rootkity 813
- 9.8. ŚRODKI OBRONY 819
  - 9.8.1. Firewalle 820
  - 9.8.2. Techniki antywirusowe i antyantywirusowe 822
  - 9.8.3. Podpisywanie kodu 830
  - 9.8.4. Wtrącanie do więzienia 832
  - 9.8.5. Wykrywanie włamań z użyciem modeli 833
  - 9.8.6. Izolowanie kodu mobilnego 835
  - 9.8.7. Bezpieczeństwo Javy 840
- 9.9. BADANIA DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA 843
- 9.10. PODSUMOWANIE 844

## 10 Pierwsze studium przypadku: Linux 851

- 10.1. HISTORIA SYSTEMÓW UNIX I LINUX 852
  - 10.1.1. UNICS 852
  - 10.1.2. PDP-11 UNIX 853
  - 10.1.3. Przenośny UNIX 855
  - 10.1.4. Berkeley UNIX 856
  - 10.1.5. Standard UNIX 857
  - 10.1.6. MINIX 858
  - 10.1.7. Linux 860
  
- 10.2. PRZEGLĄD SYSTEMU LINUX 863
  - 10.2.1. Cele Linuksa 863
  - 10.2.2. Interfejsy systemu Linux 865
  - 10.2.3. Powłoka 867
  - 10.2.4. Programy użytkowe systemu Linux 870
  - 10.2.5. Struktura jądra 872
  
- 10.3. PROCESY W SYSTEMIE LINUX 876
  - 10.3.1. Podstawowe pojęcia 876
  - 10.3.2. Wywołania systemowe Linuksa związane z zarządzaniem procesami 879
  - 10.3.3. Implementacja procesów i wątków w systemie Linux 884
  - 10.3.4. Szeregowanie w systemie Linux 892
  - 10.3.5. Uruchamianie systemu Linux 896
  
- 10.4. ZARZĄDZANIE PAMIĘCIĄ W SYSTEMIE LINUX 899
  - 10.4.1. Podstawowe pojęcia 899
  - 10.4.2. Wywołania systemowe Linuksa odpowiedzialne za zarządzanie pamięcią 903
  - 10.4.3. Implementacja zarządzania pamięcią w systemie Linux 904
  - 10.4.4. Stronicowanie w systemie Linux 911
  
- 10.5. OPERACJE WEJŚCIA-WYJŚCIA W SYSTEMIE LINUX 916
  - 10.5.1. Podstawowe pojęcia 916
  - 10.5.2. Obsługa sieci 917
  - 10.5.3. Wywołania systemowe wejścia-wyjścia w systemie Linux 919
  - 10.5.4. Implementacja wejścia-wyjścia w systemie Linux 921
  - 10.5.5. Moduły w systemie Linux 925

10.6. SYSTEM PLIKÓW LINUKSA	925
10.6.1. Podstawowe pojęcia	926
10.6.2. Wywołania systemu plików w Linuksie	931
10.6.3. Implementacja systemu plików Linuksa	936
10.6.4. NFS — sieciowy system plików	945
10.7. BEZPIECZEŃSTWO W SYSTEMIE LINUX	953
10.7.1. Podstawowe pojęcia	953
10.7.2. Wywołania systemowe Linuksa związane z bezpieczeństwem	956
10.7.3. Implementacja bezpieczeństwa w systemie Linux	957
10.8. PODSUMOWANIE	958

## **11 Drugie studium przypadku: Windows Vista 965**

11.1. HISTORIA SYSTEMU WINDOWS VISTA	965
11.1.1. Lata osiemdziesiąte: MS-DOS	966
11.1.2. Lata dziewięćdziesiąte: Windows na bazie MS-DOS-a	967
11.1.3. Lata dwutysięczne: Windows na bazie NT	967
11.1.4. Windows Vista	971
11.2. PROGRAMOWANIE SYSTEMU WINDOWS VISTA	972
11.2.1. Rdzenny interfejs programowania aplikacji (API) systemu NT	975
11.2.2. Interfejs programowania aplikacji Win32	980
11.2.3. Rejestr systemu Windows	984
11.3. STRUKTURA SYSTEMU	987
11.3.1. Struktura systemu operacyjnego	988
11.3.2. Uruchamianie systemu Windows Vista	1006
11.3.3. Implementacja menedżera obiektów	1007
11.3.4. Podsystemy, biblioteki DLL i usługi trybu użytkownika	1019
11.4. PROCESY I WĄTKI SYSTEMU WINDOWS VISTA	1023
11.4.1. Podstawowe pojęcia	1023
11.4.2. Wywołania API związane z zarządzaniem zadaniami, procesami, wątkami i włóknami	1029
11.4.3. Implementacja procesów i wątków	1036

- 11.5. ZARZĄDZANIE PAMIĘCIĄ 1045
  - 11.5.1. Podstawowe pojęcia 1045
  - 11.5.2. Wywołania systemowe związane z zarządzaniem pamięcią 1051
  - 11.5.3. Implementacja zarządzania pamięcią 1052
- 11.6. PAMIĘĆ PODRĘCZNA SYSTEMU WINDOWS VISTA 1063
- 11.7. OPERACJE WEJŚCIA-WYJŚCIA W SYSTEMIE WINDOWS VISTA 1066
  - 11.7.1. Podstawowe pojęcia 1067
  - 11.7.2. Wywołania API związane z operacjami wejścia-wyjścia 1069
  - 11.7.3. Implementacja systemu wejścia-wyjścia 1072
- 11.8. SYSTEM PLIKÓW NT SYSTEMU WINDOWS 1079
  - 11.8.1. Podstawowe pojęcia 1079
  - 11.8.2. Implementacja systemu plików NTFS 1081
- 11.9. BEZPIECZEŃSTWO W SYSTEMIE WINDOWS VISTA 1093
  - 11.9.1. Podstawowe pojęcia 1095
  - 11.9.2. Wywołania API związane z bezpieczeństwem 1097
  - 11.9.3. Implementacja bezpieczeństwa 1098
- 11.10. PODSUMOWANIE 1102

## **12 Trzecie studium przypadku: Symbian OS**

**1107**

- 12.1. HISTORIA SYSTEMU SYMBIAN OS 1108
  - 12.1.1. Korzenie systemu operacyjnego Symbian OS: Psion i EPOC 1108
  - 12.1.2. Symbian OS 6 1110
  - 12.1.3. Symbian OS 7 1111
  - 12.1.4. Współczesna wersja systemu operacyjnego Symbian OS 1111
- 12.2. PRZEGLĄD SYSTEMU SYMBIAN OS 1111
  - 12.2.1. Obiektość 1112
  - 12.2.2. Projekt mikrojądra 1113
  - 12.2.3. Nanojądro systemu Symbian OS 1114
  - 12.2.4. Dostęp do zasobów w trybie klient-serwer 1115

12.2.5.	Funkcje znane z większych systemów operacyjnych	1116
12.2.6.	Komunikacja i multimedia	1117
12.3.	PROCESY I WĄTKI W SYSTEMIE SYMBIAN OS	1117
12.3.1.	Wątki i nanowątki	1118
12.3.2.	Procesy	1119
12.3.3.	Obiekty aktywne	1120
12.3.4.	Komunikacja międzyprocesowa	1121
12.4.	ZARZĄDZANIE PAMIĘCIĄ	1121
12.4.1.	Systemy pozbawione pamięci wirtualnej	1122
12.4.2.	Adresowanie pamięci w systemie Symbian OS	1124
12.5.	WEJŚCIE I WYJŚCIE	1127
12.5.1.	Sterowniki urządzeń	1127
12.5.2.	Rozszerzenia jądra	1128
12.5.3.	Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA)	1128
12.5.4.	Przypadek specjalny: nośniki pamięci	1129
12.5.5.	Blokujące operacje wejścia-wyjścia	1129
12.5.6.	Nośniki wymienne	1130
12.6.	SYSTEMY PRZECHOWYWANIA DANYCH	1130
12.6.1.	Systemy plików dla urządzeń mobilnych	1131
12.6.2.	Systemy plików systemu operacyjnego Symbian OS	1132
12.6.3.	Bezpieczeństwo i ochrona systemu plików	1132
12.7.	BEZPIECZEŃSTWO W SYSTEMIE SYMBIAN OS	1133
12.8.	KOMUNIKACJA W SYSTEMIE SYMBIAN OS	1136
12.8.1.	Podstawowa infrastruktura	1136
12.8.2.	Bardziej szczegółowa analiza infrastruktury komunikacji	1137
12.9.	PODSUMOWANIE	1141

## **13 Projekt systemu operacyjnego**

**1143**

13.1.	ISTOTA PROBLEMÓW ZWIĄZANYCH Z PROJEKTOWANIEM SYSTEMÓW	1144
13.1.1.	Cele	1144
13.1.2.	Dlaczego projektowanie systemów operacyjnych jest takie trudne?	1146

- 13.2. PROJEKT INTERFEJSU 1148
  - 13.2.1. Zalecenia projektowe 1148
  - 13.2.2. Paradygmaty 1150
  - 13.2.3. Interfejs wywołań systemowych 1155
  
- 13.3. IMPLEMENTACJA 1158
  - 13.3.1. Struktura systemu 1158
  - 13.3.2. Mechanizm kontra strategia 1163
  - 13.3.3. Ortogonalność 1164
  - 13.3.4. Nazewnictwo 1165
  - 13.3.5. Czas kojarzenia nazw 1167
  - 13.3.6. Struktury statyczne kontra struktury dynamiczne 1168
  - 13.3.7. Implementacja z góry na dół  
kontra implementacja z dołu do góry 1170
  - 13.3.8. Przydatne techniki 1171
  
- 13.4. WYDAJNOŚĆ 1177
  - 13.4.1. Dlaczego systemy operacyjne są powolne? 1177
  - 13.4.2. Co należy optymalizować? 1179
  - 13.4.3. Dylemat przestrzeń – czas 1180
  - 13.4.4. Buforowanie 1183
  - 13.4.5. Wskazówki 1185
  - 13.4.6. Wykorzystywanie efektu lokalności 1185
  - 13.4.7. Optymalizacja z myślą o typowych przypadkach 1186
  
- 13.5. ZARZĄDZANIE PROJEKTEM 1186
  - 13.5.1. Mityczny osobomiesiąc 1187
  - 13.5.2. Struktura zespołu 1189
  - 13.5.3. Znaczenie doświadczenia 1191
  - 13.5.4. Nie istnieje jedno cudowne rozwiązanie 1192
  
- 13.6. TRENDY W ŚWIECIE PROJEKTÓW  
SYSTEMÓW OPERACYJNYCH 1192
  - 13.6.1. Wirtualizacja 1193
  - 13.6.2. Układy wielordzeniowe 1193
  - 13.6.3. Systemy operacyjne  
z wielkimi przestrzeniami adresowymi 1194
  - 13.6.4. Komunikacja sieciowa 1195
  - 13.6.5. Systemy równoległe i rozproszone 1196
  - 13.6.6. Multimedia 1196
  - 13.6.7. Komputery zasilane bateriami 1197

13.6.8. Systemy wbudowane 1197

13.6.9. Węzły czujników 1198

13.7. PODSUMOWANIE 1198

## **14 Lista publikacji i bibliografia 1203**

14.1. SUGEROWANE PUBLIKACJE DODATKOWE 1203

14.1.1. Publikacje wprowadzające i ogólne 1204

14.1.2. Procesy i wątki 1204

14.1.3. Zarządzanie pamięcią 1205

14.1.4. Wejście-wyjście 1205

14.1.5. Systemy plików 1206

14.1.6. Zakleszczenia 1206

14.1.7. Multimedialne systemy operacyjne 1207

14.1.8. Systemy wieloprocesorowe 1208

14.1.9. Bezpieczeństwo 1209

14.1.10. System Linux 1211

14.1.11. System Windows Vista 1212

14.1.12. System Symbian OS 1213

14.1.13. Zasady projektowe 1213

14.2. BIBLIOGRAFIA W PORZĄDKU ALFABETYCZNYM 1214

## **Skorowidz 1247**