
Przedmowa	9
Cele książki i sposoby ich realizacji	9
Podziękowania	10
1. Rozległość zastosowań i głębia problematyki DSP	11
Korzenie DSP.....	12
Telekomunikacja	14
Przetwarzanie sygnału fonicznego	15
Echolokacja	17
Przetwarzanie obrazów	18
2. Statystyka, rachunek prawdopodobieństwa i szumy	21
Terminologia sygnałów i wykresów	22
Wartość średnia i odchylenie standardowe	23
Sygnał a proces przezeń reprezentowany	26
Histogram, pmf, pdf	29
Rozkład normalny	35
Generacja szumu cyfrowego	38
Precyzja i dokładność.....	41
3. Przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe	43
Kwantyzacja.....	44
Twierdzenie o próbkowaniu	47
Przetwarzanie cyfrowo-analogowe	53
Filtry analogowe w przetwarzaniu danych	56
Wybór filtru antyaliasingowego	63
Przetwarzanie o wielu częstotliwościach próbkowania (<i>multirate</i>).....	66
Jednobitowe przetwarzanie danych.....	67
4. Oprogramowanie DSP	73
Liczby w komputerze.....	74
Zapis stałoprzecinkowy (liczby całkowite).....	74
Zapis zmiennoprzecinkowy (liczby rzeczywiste)	76
Dokładność liczb.....	78
Szybkość wykonania – język programowania	81
Szybkość wykonywania – sprzęt	85
Szybkość wykonywania – triki programowe	89
5. Systemy liniowe	91
Sygnały i systemy	92
Warunki liniowości	93
Liniowość statyczna i wierność odtwarzania sinusoidy.....	96
Przykłady systemów liniowych i nieliniowych.....	99
Specjalne cechy liniowości	99
Zasada superpozycji – podstawa DSP.....	101

Metody rozkładu	103
Alternatywy liniowości	108
6. Splot	109
Funkcja delta i odpowiedź impulsowa	110
Splot	111
Algorytm od strony wejścia	113
Algorytm od strony wyjścia	117
Suma wejść ważonych	122
7. Właściwości splotu	123
Typowe odpowiedzi impulsowe	124
Właściwości matematyczne	132
Szybkość	139
8. Dyskretne przekształcenie Fouriera	141
Rodzina przekształceń Fouriera	142
Zapis i format rzeczywistego DFT	147
Zmienna niezależna w dziedzinie częstotliwości	148
Funkcje bazowe DFT	150
Synteza, obliczanie odwrotnej transformaty DFT	152
Analiza, obliczanie transformaty DFT	156
Dualizm	159
Zapis we współrzędnych biegunowych	160
Niedogodności współrzędnych biegunowych	162
9. Zastosowania DFT	167
Analiza widmowa sygnałów	168
Odpowiedź częstotliwościowa systemów	175
Splot przez dziedzinę częstotliwości	177
10. Właściwości przekształcenia Fouriera	183
Liniowość przekształcenia Fouriera	184
Właściwości fazowe	186
Okresowy charakter DFT	192
Kompresja i ekspansja, przetwarzanie o wielu częstotliwościach próbkowania	197
Mnożenie sygnałów (modulacja amplitudy)	200
Dyskretne w czasie przekształcenie Fouriera	202
Zależność Parsewala	204
11. Pary transformat Fouriera	205
Para transformat funkcji delta	206
Funkcja $\sin(x)/x$	208
Inne pary transformat	211
Efekt Gibbsa	213

Harmoniczne	216
Sygnaly świergotowe	217
12. Szybkie przekształcenie Fouriera	219
Rzeczywiste DFT z zastosowaniem zespolonego DFT	220
Jak działa FFT	222
Programy FFT	227
Porównanie szybkości i dokładności	230
Dalszy wzrost szybkości	232
13. Przetwarzanie sygnałów ciągłych	237
Funkcja delta	238
Splot	240
Przekształcenie Fouriera	244
Szereg Fouriera	246
14. Wprowadzenie do filtrów cyfrowych	251
Podstawowe informacje o filtrach	252
Jak informacja jest reprezentowana w sygnałach	255
Parametry w dziedzinie czasu	255
Parametry w dziedzinie częstotliwości	256
Filtry górnoprzepustowe, pasmowoprzepustowe i pasmowozaporowe	260
Klasyfikacja filtrów	264
15. Filtry o zasadzie średniej kroczącej	265
Realizacja przez splot	266
Tłumienie szumu a odpowiedź skokowa	267
Odpowiedź częstotliwościowa	268
Filtry pokrewne filtrom o średniej kroczącej	269
Realizacja przez rekursję	271
16. Filtry okienkowane funkcją <i>sinc</i>	273
Sposób realizacji filtrów z okienkowaniem funkcją <i>sinc</i>	274
Projektowanie filtru	277
Przykłady filtrów okienkowanych funkcją <i>sinc</i>	280
Granice możliwości	283
17. Filtry dostosowane do szczególnych wymagań	285
Dowolna odpowiedź częstotliwościowa	286
Rozplot	290
Filtry optymalne	295
18. Splot FFT	299
Metoda nakładania z dodawaniem (<i>overlap-add</i>)	300
Splot FFT	302
Polepszenie szybkości	306

19. Filtry rekursywne	307
Metoda rekursywna	308
Jednobiegunowe filtry rekursywne	310
Filtry wąskopasmowe	314
Odpowiedź fazowa	316
Stosowanie liczb całkowitych	319
20. Filtry Czebyszewa	321
Odpowiedzi Czebyszewa i Butterwortha	322
Projektowanie filtru	323
Przerzut odpowiedzi skokowej	324
Stabilność	325
21. Porównanie filtrów	331
Pojedynyk 1: Filtry analogowe przeciw cyfrowym	332
Pojedynyk 2: Filtr okienkowy funkcją <i>sinc</i> przeciw filtrowi Czebyszewa	334
Pojedynyk 3: Filtr o średniej kroczącej przeciw filtrowi jednobiegunowemu	337
22. Przetwarzanie sygnałów fonicznych	339
Słuch ludzki	340
Barwa dźwięku	343
Zależność jakości dźwięku od przepływności bitowej	346
Technika audio o wysokiej wierności	347
Kompansja	350
Synteza i rozpoznawanie mowy	351
Nieliniowe przetwarzanie sygnałów fonicznych	355
23. Tworzenie i wyświetlanie obrazów	359
Struktura obrazu cyfrowego	360
Aparaty fotograficzne i oczy	362
Telewizyjne sygnały wideo	369
Akwizycja i wyświetlanie innych obrazów	372
Regulacja jaskrawości i kontrastu	372
Przekształcenia skali szarości	376
Odkształcanie obrazów (<i>warping</i>)	378
24. Liniowe przetwarzanie obrazów	381
Splot	382
Modyfikacja krawędzi 3×3	386
Splot przez rozłączność	388
Przykład dużej funkcji PSF – spłaszczanie oświetlenia	390
Fourierowska analiza obrazu	394
Splot FFT	398
Bliższe spojrzenie na splot obrazowy	401

25. Specjalne techniki obrazowe	405
Rozdzielczość przestrzenna	406
Odstęp i apertura próbkowania	412
Stosunek sygnału do szumu	414
Morfologiczne przetwarzanie obrazu.....	418
Tomografia komputerowa	422
26. Sieci neuronowe (i więcej!)	431
Wykrywanie celu.....	432
Architektura sieci neuronowych	438
Dlaczego to działa?	442
Trenowanie sieci neuronowych.....	444
Ocena wyników.....	451
Projektowanie filtra rekursywnego	454
27. Kompresja danych	459
Sposoby kompresji danych	460
Kodowanie ciągów	461
Kodowanie Huffmana	463
Kodowanie delta	465
Kompresja LZW.....	466
JPEG (kompresja transformatowa)	472
MPEG.....	479
28. Cyfrowe procesory sygnałowe	481
Czym cyfrowe procesory sygnałowe różnią się od innych mikroprocesorów	482
Buforowanie cykliczne.....	484
Architektura cyfrowego procesora sygnałowego.....	487
DSP stałoprzecinkowe a DSP zmiennoprzecinkowe	491
Język C a język asemblera	496
Jak szybkie są cyfrowe procesory sygnałowe?	502
Rynek cyfrowych procesorów sygnałowych (DSP).....	506
29. Rozpoczęcie pracy z DSP	509
Rodzina ADSP-2106x.....	510
Zestaw próbny SHARC EZ-KIT Lite	511
Przykład projektowania – filtr SOI do sygnałów fonicznych.....	513
Pomiary analogowe w systemie DSP.....	516
Inne spojrzenie na systemy stało- i zmiennoprzecinkowe	518
Zaawansowane narzędzia programowe.....	520
30. Liczby zespolone	527
System liczb zespolonych	528
Zapis we współrzędnych biegunowych	530
Stosowanie liczb zespolonych metodą zastępowania	533

Zespolona reprezentacja sinusoid	535
Zespolona reprezentacja systemów	536
Analiza obwodów elektrycznych	537
31. Zespolone przekształcenie Fouriera	541
Rzeczywiste DFT	542
Równoważność matematyczna	543
Zespolone DFT	544
Rodzina przekształceń Fouriera	548
Dlaczego stosuje się przekształcenie Fouriera	552
32. Przekształcenie Laplace'a	553
Właściwości dziedziny s	554
Metodyka przekształcenia Laplace'a	560
Analiza obwodów elektrycznych	564
Znaczenie zer i biegunów	567
Projektowanie filtrów w dziedzinie zmiennej zespolonej s	570
33. Przekształcenie Z	575
Właściwości dziedziny z	576
Analiza systemów rekursywnych	580
Stopnie kaskadowe i równoległe	584
Inwersja widmowa	587
Zmiany wzmocnienia	589
Projektowanie filtra Czebyszewa–Butterwortha	590
To, co najlepsze i najgorsze w DSP	596
Słownik pojęć	597
Indeks	613