

Spis treści

1. Wprowadzenie	15
2. Algorytmy poszukiwań losowych	22
2.1. Podstawowa idea	22
2.2. Rodzaje algorytmów	23
2.3. Przykładowy algorytm	26
2.4. Przykład obliczeniowy	27
2.5. Implementacja algorytmów w systemach wieloprocessorowych . . .	30
3. Faktoryzacja widmowa – modele liniowe	32
3.1. Ciąg czasowy	32
3.2. Gęstość widmowa mocy	35
3.3. Problem identyfikacji	38
3.4. Sformułowanie problemu optymalizacji	40
3.5. Przykłady faktoryzacji widmowej	41
3.5.1. Ciąg czasowy MA	41
3.5.2. Ciąg czasowy ARMA	43
3.5.3. Ciąg czasowy AR	43
3.5.4. Aproksymacja niewymiernej gęstości widmowej mocy	45
4. Faktoryzacja widmowa – modele nieliniowe	49
4.1. Nieliniowe modele ciągów czasowych	49
4.2. Problem identyfikacji	50
4.3. Sformułowanie problemu optymalizacji	51
4.4. Przykłady odzyskiwania modeli nieliniowych	53
4.4.1. Model Hammersteina	54
4.4.2. Model Wienera–Hammersteina	56
4.4.3. Model Hammersteina–Wienera	59
4.4.4. Model Wienera	65

5. Dekompozycja mieszanin ciągów czasowych	68
5.1. Problem dekompozycji	68
5.2. Sformułowanie problemu optymalizacji	70
5.3. Przykłady dekompozycji mieszanin ciągów czasowych	71
5.3.1. Znana gęstość widmowa mocy mieszaniny	72
5.3.2. Identyfikacja modeli ARMA na podstawie skwantowanych pomiarów	72
5.3.3. Identyfikacja modeli ARMA na podstawie binarnych pomia- rów	76
5.3.4. Częściowa ślepa identyfikacja modeli Wienera oraz Hammer- steina	79
6. Identyfikacja modeli ciągów czasowych – wybielanie błędu rów- naniowego	84
6.1. Problem identyfikacji	84
6.2. Sformułowanie problemu optymalizacji	86
6.3. Przykłady identyfikacji modeli ciągów czasowych	87
6.3.1. Ciąg czasowy AR	88
6.3.2. Ciąg czasowy MA	90
6.3.3. Ciąg czasowy ARMA	90
6.3.4. Model Wienera	92
6.3.5. Model Hammersteina	95
6.3.6. Model Hammersteina–Wienera	102
6.3.7. Model Wienera–Hammersteina	103
7. Identyfikacja modeli ciągów czasowych – minimalizacja energii błędu równaniowego	107
7.1. Problem identyfikacji	107
7.2. Sformułowanie problemu optymalizacji	108
7.3. Przykłady identyfikacji modeli ciągów czasowych	109
7.3.1. Ciąg czasowy AR	109
7.3.2. Ciąg czasowy MA	110
7.3.3. Ciąg czasowy ARMA	112
7.3.4. Model Wienera	115
7.3.5. Model Hammersteina	116
7.3.6. Model Hammersteina–Wienera	123
7.3.7. Model Wienera–Hammersteina	124

8. Identyfikacja modeli obiektów dynamicznych z czasem ciągłym na podstawie odpowiedzi skokowej	128
8.1. Obiekty dynamiczne z czasem ciągłym	128
8.2. Eksperyment identyfikacyjny	130
8.3. Problem identyfikacji	132
8.4. Sformułowanie problemu optymalizacji	132
8.5. Przykłady identyfikacji modeli dynamicznych	134
8.5.1. Liniowy obiekt dynamiczny	134
8.5.2. Obiekt nieliniowy – model Wienera	137
8.5.3. Obiekt nieliniowy – model Wienera–Hammersteina	139
8.5.4. Obiekt nieliniowy – model Hammersteina	141
8.5.5. Obiekt nieliniowy – model Hammersteina–Wienera	142
9. Identyfikacja modeli obiektów dynamicznych z czasem ciągłym w obecności zakłóceń	145
9.1. Obiekt identyfikacji	145
9.2. Wielosinusoidalny sygnał pobudzający	146
9.3. Eksperyment identyfikacyjny	147
9.4. Problem identyfikacji	150
9.5. Sformułowanie problemu optymalizacji	151
9.6. Przykłady identyfikacji modeli dynamicznych	153
9.6.1. Liniowy obiekt dynamiczny bez zakłóceń	153
9.6.2. Liniowy obiekt dynamiczny z zakłóceniami	155
9.6.3. Obiekt nieliniowy – model Hammersteina–Wienera bez zakłóceń	156
9.6.4. Obiekt nieliniowy – model Wienera z zakłóceniami	159
10. Odzyskiwanie modeli parametrycznych z charakterystyk amplitudowo–fazowych	163
10.1. Transmitancja operatorowa	163
10.2. Transmitancja widmowa i charakterystyka amplitudowo–fazowa	166
10.3. Problem identyfikacji	167
10.4. Sformułowanie problemu optymalizacji	169
10.5. Przykłady odzyskiwania modeli dynamicznych	170
10.5.1. Obiekt liniowy z czasem ciągłym: transmitancja wymierna	171
10.5.2. Obiekt liniowy z czasem ciągłym: transmitancja wymierna plus opóźnienie w sterowaniu	172

10.5.3. Obiekt liniowy z czasem ciągłym: transmitancja ułamkowego rzędu plus opóźnienie w sterowaniu	174
10.5.4. Model Hammersteina–Wienera z czasem ciągłym	176
10.5.5. Obiekt liniowy z czasem dyskretnym o transmitancji wymiernej	179
10.5.6. Model Wienera z czasem dyskretnym	181
11. Modele dynamiczne obiektów z czasem dyskretnym – rozdzielna identyfikacja modeli torów sterowania i zakłócenia	185
11.1. Obiekt identyfikacji	185
11.2. Eksperyment identyfikacyjny	186
11.3. Problem identyfikacji	187
11.4. Sformułowanie problemu optymalizacji	187
11.5. Przykłady identyfikacji modeli obiektów dynamicznych	188
11.5.1. Model ARX	188
11.5.2. Model Boxa–Jenkinsa	192
11.5.3. Obiekt nieliniowy – model Hammersteina z zakłóceniami .	201
11.5.4. Liniowy podsystem dynamiczny modelu Hammersteina . .	205
12. Modele dynamiczne obiektów z czasem dyskretnym – łączna identyfikacja modeli torów sterowania i zakłócenia	208
12.1. Obiekt identyfikacji	208
12.2. Eksperyment identyfikacyjny	209
12.3. Problem identyfikacji	210
12.4. Sformułowanie problemu optymalizacji	210
12.5. Przykłady identyfikacji modeli dynamicznych	211
12.5.1. Model ARX	211
12.5.2. Model ARMAX	213
12.5.3. Model Boxa–Jenkinsa	218
12.5.4. Model Output Error	221
12.5.5. Model Wienera z addytywnym zakłóceniem	224
13. Identyfikacja modeli wielowjęściowych obiektów dynamicznych	230
13.1. Obiekt identyfikacji	230
13.2. Wektorowy wielosinusoidalny sygnał pobudzający o składowych ortogonalnych	231

13.3. Nieliniowe transformacje wektorowych wielosinusoidalnych sygna- łów pobudzających o składowych ortogonalnych	233
13.3.1. Przykład 1: transformacja zbudowana z kwantyzatorów . .	235
13.3.2. Przykład 2: transformacja wielomianowa zachowująca orto- gonalność składowych	236
13.3.3. Przykład 3: transformacja trygonometryczna zachowująca ortogonalność składowych	236
13.3.4. Przykład 4: transformacja wielomianowa niezachowująca or- togonalności składowych	236
13.3.5. Przykład 5: nieliniowa transformacja dynamiczna zachowu- jąca ortogonalność składowych	237
13.4. Eksperyment identyfikacyjny	239
13.5. Dekompozycja wyjścia obiektu wielowejściowego	240
13.6. Problem identyfikacji	241
13.7. Sformułowanie problemu optymalizacji	242
13.8. Przykłady identyfikacji modeli obiektów wielowejściowych	243
13.8.1. Obiekt nieliniowy z czasem ciągłym – dekompozycja wyjścia obektu	244
13.8.2. Obiekt liniowy z czasem dyskretnym – dekompozycja wyj- ścia obiektu	245
13.8.3. Obiekt liniowy z czasem dyskretnym – łączna identyfikacja modeli torów sterowania i toru zakłócenia	248
13.8.4. Obiekt nieliniowy z czasem dyskretnym – rozłączna identy- fikacja modeli torów sterowania i toru zakłócenia	256
14. Zakończenie	262
Bibliografia	263
Streszczenie	276
Abstract	278