

Przedmowa 9

Przedmowa do drugiego wydania 10

1. Wstępna charakterystyka systemów sterowania 11

- 1.1. Przedmiot i zakres teorii sterowania 11
- 1.2. Pojęcia podstawowe 12
 - 1.2.1. Obiekt sterowania 13
 - 1.2.2. Urządzenie sterujące 15
- 1.3. Klasyfikacja systemów sterowania 17
 - 1.3.1. Podział ze względu na sposób zdobywania informacji o obiekcie w czasie sterowania 17
 - 1.3.2. Podział ze względu na cel sterowania 18
 - 1.3.3. Inne przypadki 20
- 1.4. Etapy projektowania systemu sterowania 21
- 1.5. Miejsce problematyki sterowania w nauce i technice 22
- 1.6. Charakter, zakres i układ książki 25

2. Modele formalne systemów sterowania 25

- 2.1. Opis sygnału 25
- 2.2. Obiekt statyczny 26
- 2.3. Obiekt dynamiczny ciągły 27
 - 2.3.1. Opis za pomocą wektora stanu 28
 - 2.3.2. Opis „wejście-wyjście” za pomocą równania różniczkowego 31
 - 2.3.3. Opis „wejście-wyjście” w formie operatorowej 32
- 2.4. Obiekt dynamiczny dyskretny 35
- 2.5. Algorytm sterowania 36
- 2.6. Wstęp do analizy systemu sterowania 38
 - 2.6.1. System ciągły 39
 - 2.6.2. System dyskretny 41

3. Sterowanie przy zadanym stanie (wyjściu) 44

- 3.1. Sterowanie obiektem statycznym 44
- 3.2. Sterowanie obiektem dynamicznym. Sterowalność 47
- 3.3. Sterowanie obiektem mierzalnym w systemie zamkniętym 49
- 3.4. Obserwowalność 51
- 3.5. Sterowanie w systemie zamkniętym z obserwatorem 55
- 3.6. Ujęcie strukturalne 58
- 3.7. Uwagi dodatkowe 61

4. Sterowanie optymalne z pełną informacją o obiekcie 63

- 4.1. Sterowanie obiektem statycznym 63
- 4.2. Problemy sterowania optymalnego dla obiektów dynamicznych 66
 - 4.2.1. Obiekt dyskretny 66
 - 4.2.2. Obiekt ciągły 68
- 4.3. Zasada optymalności i programowanie dynamiczne 69
- 4.4. Równanie Bellmana 73
- 4.5. Zasada maksimum 78

- 4.6. Problem liniowo-kwadratowy **84**
- 5. Optymalizacja parametryczna 87**
 - 5.1. Charakterystyka ogólna **87**
 - 5.2. Ciągły liniowy system regulacji **89**
 - 5.3. Dyskretny liniowy system regulacji **94**
 - 5.4. System z pomiarem zakłóceń **95**
 - 5.5. Typowe formy algorytmów sterowania w systemie zamkniętym **97**
 - 5.5.1. Regulator liniowy **98**
 - 5.5.2. Regulator dwupołożeniowy **98**
 - 5.5.3. Regulator *neuropodobny* **99**
 - 5.5.4. Regulator *rozmyty* **99**
- 6. Zastosowanie relacyjnego opisu niepewności 102**
 - 6.1. Niepewność i relacyjna reprezentacja wiedzy **102**
 - 6.2. Problem analizy **106**
 - 6.3. Problem podejmowania decyzji **110**
 - 6.4. Relacyjny obiekt dynamiczny **112**
 - 6.5. Determinizacja **116**
- 7. Zastosowanie probabilistycznych opisów niepewności 121**
 - 7.1. Problemy podstawowe dla obiektu statycznego i niepewności parametrycznej **121**
 - 7.2. Problemy podstawowe dla obiektu statycznego i niepewności nieparametrycznej **128**
 - 7.3. Sterowanie obiektem statycznym z wykorzystaniem wyników obserwacji **131**
 - 7.3.1. Podejście pośrednie **132**
 - 7.3.2. Podejście bezpośrednie **136**
 - 7.4. Zastosowanie teorii gier **137**
 - 7.5. Problem podstawowy dla obiektu dynamicznego **142**
 - 7.6. Proces stochastyczny stacjonarny **144**
 - 7.7. Analiza i optymalizacja parametryczna liniowego systemu regulacji przy zaburzeniach stochastycznych stacjonarnych **147**
 - 7.8. Optymalizacja nieparametryczna liniowego systemu regulacji przy zaburzeniach stochastycznych stacjonarnych **151**
 - 7.9. Obiekt relacyjny z losowym parametrem **155**
- 8. Zastosowanie nieprobabilistycznych opisów niepewności 158**
 - 8.1. Zmienne niepewne **158**
 - 8.2. Zastosowanie zmiennych niepewnych do analizy i podejmowania decyzji (sterowania) dla obiektu statycznego **163**
 - 8.2.1. Niepewność parametryczna **164**
 - 8.2.2. Niepewność nieparametryczna **166**
 - 8.2.3. Obiekt relacyjny z niepewnym parametrem **168**
 - 8.3. Sterowanie dla obiektów dynamicznych. Regulator niepewny **173**
 - 8.4. Zbiory i liczby rozmyte **177**
 - 8.5. Zastosowanie opisu rozmytego do podejmowania decyzji (sterowania) dla obiektu statycznego **181**
 - 8.6. Sterowanie dla obiektów dynamicznych. Regulator rozmyty **184**
 - 8.7. Zestawienie i porównanie różnych opisów niepewności **187**

9. Sterowanie w systemie zamkniętym. Stabilność 192

- 9.1. Charakterystyka ogólna **192**
- 9.2. Warunki stabilności dla systemu liniowego stacjonarnego **196**
 - 9.2.1. System ciągły **196**
 - 9.2.2. System dyskretny **198**
- 9.3. Stabilność nieliniowych i niestacjonarnych systemów dyskretnych **201**
- 9.4. Stabilność nieliniowych i niestacjonarnych systemów ciągłych **206**
- 9.5. Szczególny przypadek. Metoda funkcji opisującej **207**
- 9.6. Stabilność systemów niepewnych. Odporność **210**
- 9.7. Zbieżność procesu szukania ekstremum **215**

10. Adaptacyjne i uczące się systemy sterowania 217

- 10.1. Podstawowe koncepcje adaptacji **217**
- 10.2. Adaptacja poprzez identyfikację dla obiektu statycznego **221**
- 10.3. Adaptacja poprzez identyfikację dla obiektu dynamicznego **225**
- 10.4. Adaptacja poprzez strojenie **227**
- 10.5. Uczący się system sterowania z reprezentacją wiedzy o obiekcie **229**
- 10.6. Uczący się system sterowania z reprezentacją wiedzy o sterowaniu **233**

11. Inteligentne i złożone systemy sterowania 238

- 11.1. Wstępna charakterystyka sztucznej inteligencji **238**
- 11.2. Logiczna reprezentacja wiedzy **239**
- 11.3. Problem analizy z logiczną reprezentacją wiedzy **242**
- 11.4. Problem podejmowania decyzji z logiczną reprezentacją wiedzy **245**
- 11.5. Sieci neuronalne **248**
- 11.6. Zastosowanie sieci neuronalnych w systemach sterowania **252**
 - 11.6.1. Sieć neuronalna jako urządzenie sterujące **253**
 - 11.6.2. Sieć neuronalna w systemie adaptacyjnym **254**
- 11.7. Dekompozycja i sterowanie dwupoziomowe **255**
- 11.8. Sterowanie obiektem złożonym w strukturze szeregowej **259**
- 11.9. Sterowanie obiektem z dwupoziomową reprezentacją wiedzy **262**

12. Sterowanie kompleksami operacji 265

- 12.1. Charakterystyka ogólna **265**
- 12.2. Sterowanie rozdziałem zadań **267**
- 12.3. Sterowanie rozdziałem zasobów **271**
- 12.4. Sterowanie przydziałem i szeregowaniem zadań **274**
- 12.5. Sterowanie alokacją z uwzględnieniem transportu **280**
- 12.6. Sterowanie procesem montażu **284**
- 12.7. Zastosowanie zmiennych niepewnych i sieci neuronalnej **287**

Zakończenie 290

Dodatek. Transformacje operatorowe 293

Literatura 297

Skorowidz 300