

SPIS TREŚCI

Wstęp	9
-------------	---

Rozdział I. Podstawowe elementy teorii prawdopodobieństwa i procesów stochastycznych..... 11

I.1. Miara, prawdopodobieństwo, zmienne losowe.....	11
I.1.1. Zdarzenia elementarne.....	11
I.1.1.1. Aksjomatyczne ujęcie prawdopodobieństwa	11
I.1.1.2. Prawdopodobieństwo warunkowe zdarzeń	12
I.1.1.3. Przestrzeń probabilistyczna.....	14
I.1.2. Zmienne losowe	14
I.1.2.1. Rozkłady prawdopodobieństwa zmiennych losowych.....	14
I.1.2.2. Wartości średnie i momenty wyższych rzędów	15
I.1.2.3. Zmienne losowe wielowymiarowe.....	17
I.1.2.4. Rozkłady empiryczne zmiennych losowych	19
I.2. Procesy stochastyczne	20
I.2.1. Łańcuchy Markowa – modele zdarzeń zależnych	20
I.2.2. Procesy stochastyczne – pojęcia podstawowe.....	23
I.2.2.1. Funkcje momentów procesu stochastycznego	24
I.2.2.2. Stacjonarność procesów stochastycznych	24
I.2.2.3. Ergodyczność procesów stochastycznych.....	25
I.2.3. Procesy Markowa	26
I.2.4. Procesy sygnałowe	28
I.2.4.1. Proces Poissona.....	29
I.2.4.2. Proces narodzin	29
I.2.4.3. Proces ginięcia	31
I.2.4.4. Proces narodzin i ginięcia	32
Literatura do rozdziału I	33

Rozdział II. Wybrane elementy teorii systemów rozmytych 35

II.1. Teoria zbiorów rozmytych	35
II.1.1. Definicje i własności zbiorów rozmytych	35
II.1.2. Operacje na zbiorach rozmytych	38
II.1.3. t-normy i s-normy	39
II.1.4. Zasada rozszerzania	44
II.1.5. Liczby rozmyte	45
II.1.5.1. Definicje	45
II.1.5.2. Działania arytmetyczne na liczbach rozmytych	46

II.1.6. Relacje rozmyte	50
II.1.6.1. Podstawowe definicje	50
II.1.6.2. Złożenie relacji rozmytych.....	52
II.1.7. Zmienna lingwistyczna.....	53
II.2. Wnioskowanie przybliżone wykorzystujące zbiory rozmyte	54
II.2.1. Elementy wnioskowania przybliżonego	54
II.2.2. Schematy wnioskowania przybliżonego.....	58
II.2.3. Realizacje implikacji rozmytej	60
II.2.4. Rozdzielność implikacji względem operacji sumy i przecięcia	66
II.2.5. Wnioskowanie w świetle teorii możliwości	67
Literatura do rozdziału II	68
Rozdział III. Zdarzenia rozmyte, lingwistyczna zmienna losowa, procesy stochastyczne o stanach rozmytych	69
III.1. Zdarzenia rozmyte i prawdopodobieństwo	69
III.1.1. Prawdopodobieństwo zdarzeń rozmytych w ujęciu Zadeha i Yagera.....	69
III.1.2. Prawdopodobieństwo jako element teorii uogólnionych ograniczeń.....	72
III.2. Lingwistyczna zmienna losowa	73
III.2.1. Rozkład prawdopodobieństwa zbioru wartości lingwistycznych, rozmyta wartość średnia	73
III.2.2. Łączny rozkład prawdopodobieństwa dwóch lingwistycznych zmiennych losowych.....	77
III.2.2.1. Definicja lingwistycznej wektorowej zmiennej losowej.....	77
III.2.2.2. Rozkłady brzegowe i warunkowe w łącznym rozkładzie prawdopodobieństwa lingwistycznej wektorowej zmiennej losowej	80
III.2.2.3. Rozmyta warunkowa wartość oczekiwana i rozmyta kowariancja.....	81
III.2.3. Rozkłady n-wymiarowych lingwistycznych zmiennych losowych ...	82
III.3. Proces stochastyczny o wartościach rozmytych	83
III.3.1. Jednowymiarowy rozkład prawdopodobieństwa wartości rozmytych procesu stochastycznego	83
III.3.2. Rozkłady n-wymiarowe prawdopodobieństwa rozmytych wartości procesu stochastycznego	84
III.3.3. Proces Markowa o stanach rozmytych.....	89
III.4. Regresja rozmyta i rozmyte modele stochastycznych ciągów czasowych	94
III.4.1. Przedziały niepewności w rozmytych modelach regresji	94
III.4.1.1. Równanie regresji rozmytej jednej zmiennej rzeczywistej.....	95
III.4.1.2. Liniowe równanie regresji rozmytej wielu zmiennych rzeczywistych.....	97

III.4.1.3. Rozmyte równanie regresji z rozmytą zmienną wejściową	98
III.4.1.4. Estymacja parametrów regresji rozmytej w oparciu o dane doświadczalne.....	100
III.4.2. Modele rozmyte stochastycznych ciągów czasowych	102
III.4.2.1. Modele dyskretnych procesów stochastycznych	102
III.4.2.2. Liniowe modele rozmyte ciągów czasowych	104
Literatura do Rozdziału III	105
Rozdział IV. Rozmyte bazy wiedzy i wnioskowanie w środowisku stochastycznym.....	107
IV.1. Systemy rozmyte.....	107
IV.1.1. Wprowadzenie	107
IV.1.2. Ogólne postaci modeli rozmytych systemów MIMO, MISO i SISO...	108
IV.1.3. Wnioskowanie w modelach Mamdaniego i Assiliana	110
IV.1.4. Uogólnione modele typu Mamdaniego i Assiliana.....	113
IV.1.5. Modele rozmyte typu logicznego	115
IV.1.6. Modele Takagi-Sugeno-Kanga	117
IV.1.7. Modelowanie szablonowe	118
IV.2. Rozmyte modele regułowe systemów stochastycznych	120
IV.2.1. Modele rozmyte probabilistycznych systemów SISO i MISO	120
IV.2.1.1. Model systemu SISO opisanego lingwistycznymi zmiennymi losowymi.....	120
IV.2.1.2. Wnioskowanie i agregacja w systemie rozmytym SISO opisanym lingwistycznymi zmiennymi losowymi.....	122
IV.2.1.3. Model systemu MISO opisanego lingwistycznymi zmiennymi losowymi.....	124
IV.2.1.4. Wnioskowanie i agregacja w rozmytym systemie MISO opisanym lingwistycznymi zmiennymi losowymi.....	127
IV.2.2. Modele rozmyte systemów stochastycznych	129
IV.2.2.1. Model rozmyty procesu stochastycznego w postaci systemu SISO	129
IV.2.2.2. Model rozmyty MISO procesu stochastycznego o długiej pamięci.....	130
IV.2.2.3. Modele rozmyte MISO procesów Markowa.....	133
IV.2.3. Modele regułowe z rozmytym równaniem w następniku	136
IV.2.3.1. Modele z rozmytym równaniem regresji w następniku	136
IV.2.3.2. Modele z rozmytym równaniem szeregu czasowego w następniku	138
Literatura do rozdziału IV	139
Zakończenie	143
Streszczenie	145
Summary.....	147