

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	11
1. SZTUCZNA INTELIGENCJA (SI).....	15
1.1. CHARAKTERYSTYKA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI I DEFINICJE	15
1.2. ROZWÓJ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI	18
1.3. WIEDZA I SPOSOBY JEJ REPREZENTACJI.....	22
Określenia i klasyfikacje wiedzy.....	22
Reprezentacja wiedzy symbolicznej	23
1.3.1. Rachunek zdań i rachunek predykatów	24
1.3.2. Fakty i reguły	25
1.3.3. Sieci semantyczne	28
1.3.4. Ramy	29
1.4. WNIOSKOWANIE	30
1.5. PRZESZUKIWANIE PRZESTRZENI PROBLEMOWEJ	33
1.6. DZIEDZINY WSPÓLCZESNEJ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI.....	44
1.6.1. Zakres współczesnej Sztucznej Inteligencji.....	44
1.6.2. Podstawowe właściwości poszczególnych dziedzin SI.....	45
Systemy ekspertowe (SE).....	46
Systemy rozmyte (SR)	47
Sztuczne sieci neuronowe (SSN)	47
Algorytmy genetyczne (AG).....	48
1.7. BIBLIOGRAFIA	50
2. SYMBOLICZNE SYSTEMY EKSPERTOWE.....	51
2.1. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH	51
2.2. SYSTEMY PRODUKCYJNE	54
2.3. ETAPY TWORZENIA SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH.....	56
2.4. STRUKTURA MODUŁOWA SYSTEMU EKSPERTOWEGO	59
2.4.1. Interfejs (sprzęg) użytkownika	59
2.4.2. Blok wyjaśniania	61
2.4.3. Blok akwizycji wiedzy	62
2.4.4. Baza wiedzy	63
2.4.5. Maszyna wnioskująca	64
2.5. RODZAJE DZIAŁANIA SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH	66
2.5.1. Działanie progresywne (sterowanie faktami).....	67
2.5.2. Działanie regresywne (sterowanie celem – hipotezą)	74
2.5.3. Działanie mieszane (progresywno – regresywne).....	78

2.6.	RODZAJE ZADAŃ WYKONYWANYCH PRZEZ SYSTEMY EKSPERTOWE	78
2.7.	OGRANICZENIA REGULOWYCH SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH	81
2.8.	BIBLIOGRAFIA	82
3.	ZBIORY I RELACJE ROZMYTE	84
3.1.	WPROWADZENIE	84
3.2.	PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI ZBIORÓW ROZMYTYCH	88
3.3.	PODSTAWOWE OPERACJE NA ZBIORACH ROZMYTYCH	96
3.4.	RELACJE ROZMYTE	101
3.5.	KOMPOZYCJE RELACJI ROZMYTYCH	110
3.6.	BIBLIOGRAFIA	116
4.	ROZMYTE SYSTEMY EKSPERTOWE	117
4.1.	WPROWADZENIE	117
4.2.	BAZA REGUŁ ROZMYTYCH	118
4.3.	ROZMYWANIE (FUZYFIKACJA) DANYCH WEJŚCIOWYCH	118
4.4.	WNOSKOWANIE ROZMYTE	121
4.5.	AGREGACJA (ZŁOŻENIE) KONKLUZJI REGUŁ ROZMYTYCH	131
4.6.	WYOSTRZANIE (DEFUZYFIKACJA) DANYCH WYJŚCIOWYCH	135
4.7.	PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW ROZMYTYCH STEROWANIA I REGULACJI	143
4.8.	WŁAŚCIWOŚCI SYSTEMÓW ROZMYTYCH	151
4.9.	PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ SYSTEMÓW ROZMYTYCH	159
4.9.1.	Zastosowania w automatyce	159
4.9.2.	Wspomaganie podejmowania decyzji	165
4.9.3.	Wspomaganie wydobywania informacji	170
4.9.4.	Rozpoznawanie i klasyfikacja obrazów	173
4.10.	BIBLIOGRAFIA	177
5.	PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH	178
5.1.	WPROWADZENIE	178
5.2.	CECHY OBLICZENIOWE I STRUKTURA SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH	183
5.2.1.	Rodzaje trenowania sieci	184
5.2.2.	Typy sieci	186
5.2.3.	Przykłady sprzętowej (układowej) realizacji komórki neuronowej	193
5.3.	TYPY JEDNOKIERUNKOWYCH SIECI NEURONOWYCH	197
5.3.1.	Perceptrony	197
5.3.2.	Sieci propagacji wstecznej	198
5.3.3.	Sieci o radialnych funkcjach i bazowych (aktywacji)	199

5.4.	PERCEPTRONOWE REALIZACJE FUNKCJI BOOLOWSKICH	202
5.4.1.	Jednokomórkowe funktry logiczne	205
5.4.2.	Funkcje liniowo nieseparowalne; modele funktra XOR (PAR–2) i funkcji parzystości PAR–n.	214
5.4.3.	Perceptronowe realizacje dowolnych funkcji boolowskich.	218
5.4.4.	Reprezentacja funkcji boolowskich przy użyciu neuronów z ciągłymi funkcjami aktywacji	219
5.5.	TRENOWANIE NADZOROWANE SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH	220
5.5.1.	Trenowanie perceptronów jednokomórkowych	221
	Trenowanie dla problemów separowalnych liniowo – algorytm perceptronowy.....	221
	Trenowanie dla problemów nieseparowalnych – algorytm kieszeniowy.....	227
	Algorytm kieszeniowy z zatraskiem	232
5.5.2.	Trenowanie gradientowe sieci wielowarstwowych – algorytm wstecznej propagacji błędu	233
	Algorytm Widrow’a–Hoff’a (LMS) i sieć neuronowa ADALINE.....	233
	Algorytm wstecznej propagacji błędu (ang. Error Back Propagation – EBP).....	237
5.5.3.	Trenowanie sieci o zmiennej architekturze – algorytmy konstrukcyjne	246
	Algorytm wieżowy.....	247
	Algorytm piramidowy.....	254
	Algorytm boczny.....	255
5.6.	ALGORYTM KASKADOWO–KORELACYJNY	260
5.7.	BIBLIOGRAFIA	261
6.	PRZYKŁADOWE ZASTOSOWANIA SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH.....	262
6.1.	KLASYFIKATORY NEURONOWE I GRUPY WYBORU	262
6.1.1.	Klasyfikacja i obszary decyzyjne.....	262
6.1.2.	Określenie hiperpłaszczyzny podziału; funkcje podziału	265
6.1.3.	Klasyfikatory z płaszczyzną podziału równoodległą od dwóch punktów (centrów grawitacyjnych).....	271
6.1.4.	Klasyfikatory oceniające minimalną odległość między wektorami sygnałów (selektory)	283
6.1.5.	Grupy wyboru	291
6.2.	NEURONOWE PAMIĘCI ASOCJACYJNE	295
6.2.1.	Pamięć liniowa	298
6.2.2.	Autoasocjacyjna pamięć (sieć Hopfielda).....	303

6.3.	REPREZENTACJA KONCEPCJI PRZEZ SIECI NEURONOWE	306
6.3.1.	Przestrzenie cech charakterystycznych (atrybutów).....	306
6.3.2.	Dyskretna reprezentacja funkcji zmiennych rzeczywistych (ciągłych).....	311
	Aproksymacja odcięciowa liczb rzeczywistych.....	313
	Aproksymacja punktowa (okienkowa) liczb rzeczywistych.....	315
	Aproksymacja z okienkiem relaksacyjnym “1–2”, “2–3” oraz “1–3”	316
	Aproksymacja za pomocą liczb binarnych.....	319
6.4.	NEURONOWE BAZY WIEDZY	320
6.5.	TWORZENIE NEURONOWYCH BAZ WIEDZY W OPARCIU O REGULY ..	333
6.6.	BIBLIOGRAFIA	337
7.	ALGORYTMY EWOLUCYJNE.....	338
7.1.	WSTĘP	338
7.2.	KLASYCZNY ALGORYTM GENETYCZNY (AG).....	339
7.3.	STRATEGIE EWOLUCYJNE (SE)	347
7.3.1.	Rodzaje technik SE	349
7.3.2.	Wielo populacyjne strategie ewolucyjne.....	353
7.3.3.	Rekombinacja genów	354
7.3.4.	Mutacja genów	356
7.3.5.	Algorytm SE.....	359
7.4.	PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ STRATEGII EWOLUCYJNYCH.....	360
7.5.	PORÓWNANIE ALGORYTMÓW GENETYCZNYCH I STRATEGII EWOLUCYJNYCH	363
	Reprezentacja osobników.....	363
	Funkcja przystosowania	364
	Podstawowe operacje genetyczne	364
	Krzyżowanie / rekombinacja.....	364
	Mutacja.....	364
	Selekcja	365
7.6.	BIBLIOGRAFIA	366
8.	HYBRYDOWE SYSTEMY EKSPERTOWE.....	368
8.1.	WPROWADZENIE	368
8.2.	ARCHITEKTURY SYSTEMÓW SYMBOLICZNO–NEURONOWYCH	369
8.3.	SYSTEM SYMBOLICZNO–NEURONOWY DO PROJEKTOWANIA FILTRÓW ELEKTRYCZNYCH.....	372
8.4.	ROZMYTO–NEURONOWE SYSTEMY EKSPERTOWE	377
8.5.	BIBLIOGRAFIA	388