

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wprowadzenie</b>	<b>13</b>
1.1	Rys historyczny . . . . .	13
1.2	Dzisiejsza rzeczywistość . . . . .	14
1.3	Układ pracy . . . . .	15
<b>2</b>	<b>Podstawowe pojęcia</b>	<b>17</b>
2.1	Aktor . . . . .	17
2.2	Aktywny obiekt . . . . .	17
2.3	Aktywny komponent . . . . .	18
2.4	Agent . . . . .	18
2.5	System agentowy . . . . .	20
2.6	System wieloagentowy . . . . .	20
2.7	Modele oparte na agentach (ang. <i>agent-based models</i> ) . . . . .	21
2.8	Model Belief-Desire-Intention . . . . .	21
2.9	Holon . . . . .	22
2.10	Różnice . . . . .	22
2.11	Podsumowanie . . . . .	23
<b>I</b>	<b>Tworzenie systemów wieloagentowych</b>	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>Komunikacja</b>	<b>27</b>
3.1	Komunikat . . . . .	27
3.2	Teoria aktów mowy . . . . .	28
3.2.1	Akt mowy (lingwistycznie) . . . . .	28
3.2.2	Performatywa . . . . .	29
3.3	Struktura wiadomości . . . . .	30
3.4	Języki komunikacji agentów . . . . .	31
3.4.1	FIPA . . . . .	31
3.4.2	Język komunikacji FIPA-ACL . . . . .	33
3.4.3	Struktura wiadomości wg FIPA . . . . .	34

3.5	Języki treści . . . . .	35
3.5.1	Sposoby przekazywania treści . . . . .	35
3.6	Akty komunikacyjne . . . . .	39
3.7	Protokoły interakcji . . . . .	42
3.8	Podsumowanie . . . . .	44
<b>4</b>	<b>Metody służące do projektowania systemów agentowych</b>	<b>45</b>
4.1	Prometheus . . . . .	46
4.1.1	Specyfikacja systemu . . . . .	47
4.1.2	Projektowanie architektoniczne . . . . .	48
4.1.3	Projektowanie szczegółowe . . . . .	49
4.1.4	Diagramy . . . . .	49
4.2	Gaia . . . . .	51
4.2.1	Faza analizy . . . . .	53
4.2.2	Faza projektowania . . . . .	62
4.3	AUML . . . . .	66
4.3.1	Diagram protokołu . . . . .	66
4.3.2	Konektory . . . . .	67
4.3.3	Zagnieżdżona i przeplatana interakcja . . . . .	67
4.3.4	Rozszerzone znaczenie komunikatów . . . . .	69
4.4	AML . . . . .	70
4.4.1	Semi-encje AML . . . . .	70
4.4.2	Encje AML . . . . .	71
4.4.3	Modelowanie aspektów społecznych systemu wielo- agentowego . . . . .	72
4.4.4	Modelowanie interakcji . . . . .	74
4.4.5	Modelowanie zachowań i zdolności . . . . .	77
4.5	Tropos . . . . .	78
4.5.1	Modelowanie aktora . . . . .	80
4.5.2	Modelowanie zależności . . . . .	80
4.5.3	Modelowanie celów . . . . .	80
4.5.4	Modelowanie planów . . . . .	81
4.5.5	Modelowanie zdolności . . . . .	81
4.5.6	Graficzna reprezentacja modelu . . . . .	81
4.6	Podsumowanie . . . . .	81
<b>5</b>	<b>Platformy i języki agentowe</b>	<b>83</b>
5.1	Platformy agentowe ogólnego zastosowania . . . . .	83
5.1.1	Java Agent DEvelopment framework . . . . .	83
5.1.2	SPADE . . . . .	99
5.1.3	Eve . . . . .	102
5.2	Platformy i języki w podejściu BDI . . . . .	104

5.2.1	JACK Intelligent Agents . . . . .	104
5.2.2	Jadex . . . . .	106
5.2.3	Jason . . . . .	107
5.3	Platformy symulacyjne . . . . .	108
5.3.1	GAMA: agent-based, spatially explicit, modeling and simulation platform . . . . .	108
5.3.2	NetLogo . . . . .	110
5.3.3	Repast . . . . .	111
5.4	Język SARL i platforma holoniczna Janus . . . . .	111
5.4.1	SARL . . . . .	111
5.4.2	Janus . . . . .	115
5.5	Podsumowanie . . . . .	115
<b>II Zastosowanie systemów wieloagentowych</b>		<b>117</b>
<b>6</b>	<b>Komercyjne aplikacje agentowe</b>	<b>119</b>
6.1	Telecom Italia Group . . . . .	119
6.2	Agent Oriented Software Pty. Ltd. . . . .	120
6.2.1	Rational Information Broker . . . . .	120
6.2.2	Wsparcie dla handlu ropą naftową i zarządzaniem operacyjnym . . . . .	121
6.2.3	Surveillance Agent . . . . .	121
6.3	Magenta Technology . . . . .	122
6.4	Whitestein Technologies AG . . . . .	123
6.5	Eurobios . . . . .	124
<b>7</b>	<b>Aplikacje agentowe w projektach niekomercyjnych</b>	<b>125</b>
7.1	Aplikacje służące do układania planów . . . . .	125
7.2	Wsparcie transportu . . . . .	126
7.3	Wieloagentowa platforma handlowa . . . . .	126
7.3.1	Koncepcja wieloagentowej platformy wymiany towa- rowej . . . . .	127
7.3.2	Struktura agentów . . . . .	128
7.3.3	Mechanizm ofertowania . . . . .	129
7.3.4	Komunikacja międzyagentowa . . . . .	129
7.3.5	Protokół wymiany komunikatów . . . . .	129
7.3.6	Język komunikacji agentów . . . . .	131
7.4	Handel na rynku pozwoleniami na emisję gazów cieplarnianych	132
7.4.1	Role agentów i ich opis . . . . .	132
7.4.2	Implementacja w JADE . . . . .	134
7.5	Carpooling w warszawskim Mordorze . . . . .	136

7.5.1	Warszawski Mordor . . . . .	136
7.5.2	Agent ork . . . . .	138
7.5.3	Model przejść agenta . . . . .	139
7.5.4	Wyniki testów . . . . .	141
7.6	Bilansowanie niedoborów i nadmiarów energii w mikrosieci . .	145
7.6.1	Podział urządzeń w systemie . . . . .	145
7.6.2	Role agentów . . . . .	147
7.6.3	Diagram konwersacji systemu . . . . .	148
7.6.4	Diagram choreografii dla systemu . . . . .	149
7.6.5	Diagram kolaboracji . . . . .	150
7.6.6	Implementacja i przykładowe wyniki testów . . . . .	151

### III Algorytmy wspomaganie decyzji w systemach wieloagentowych 153

<b>8</b>	<b>Algorytmy stosowane w systemach wieloagentowych</b>	<b>155</b>
8.1	Rozproszone spełnianie ograniczeń . . . . .	156
8.1.1	Problem spełniania ograniczeń . . . . .	156
8.1.2	Algorytm z nawrotami . . . . .	158
8.1.3	Rozproszony problem spełniania ograniczeń . . . . .	160
8.1.4	Asynchroniczny algorytm z nawrotami (ang. <i>asynchronous backtracking</i> ) . . . . .	161
8.1.5	Zastosowania . . . . .	165
8.2	Algorytmy aukcyjne . . . . .	166
8.2.1	Problem przydziału – problem liniowy . . . . .	166
8.2.2	Zadanie szeregowania – problem całkowitoliczbowo-liniowy mieszany . . . . .	171
8.3	Protokół tworzenia sieci kontraktów (ang. <i>Contract Net Protocol</i> ) . . . . .	175
8.3.1	Etapy protokołu . . . . .	175
8.3.2	Tworzenie sieci wykonawców . . . . .	176
8.3.3	Wykorzystanie w procesach handlowych . . . . .	177
8.3.4	Zastosowania . . . . .	178
8.4	Algorytmy inteligencji stadnej . . . . .	178
8.4.1	Samoorganizacja społeczności . . . . .	180
8.4.2	Algorytm kolonii mrówek (ang. <i>ant colony optimization</i> )	180
8.4.3	Algorytm pszczej kolonii (ang. <i>artificial bee colony</i> ) .	181
8.4.4	Algorytm szarego wilka (ang. <i>gray wolf optimizer</i> ) . .	183
8.4.5	Model boida . . . . .	184
8.4.6	Metoda roju cząstek (ang. <i>particle swarm optimization</i> )	185
8.4.7	Zastosowania . . . . .	187

8.5	Podsumowanie . . . . .	187
<b>9</b>	<b>Wspomaganie decyzji przy wykorzystaniu agentów</b>	<b>189</b>
9.1	Preferencje i użyteczność . . . . .	189
9.1.1	Teoria preferencji . . . . .	189
9.1.2	Funkcja użyteczności . . . . .	192
9.2	Negocjacje . . . . .	193
9.2.1	Wybrane protokoły prowadzenia negocjacji . . . . .	194
9.2.2	Rodzaje ustępstw w negocjacjach wielostronnych . . . . .	195
9.2.3	Strategie negocjacyjne . . . . .	196
9.2.4	Zastosowanie negocjacji . . . . .	198
9.3	Głosowanie . . . . .	198
9.3.1	Głosowanie większościowe . . . . .	199
9.3.2	Kryterium Condorceta . . . . .	199
9.3.3	Głosowanie kumulatywne . . . . .	200
9.3.4	Głosowanie aprobujące . . . . .	200
9.3.5	Głosowanie większościowe z eliminacją . . . . .	200
9.3.6	Głosowanie Bordy . . . . .	200
9.3.7	Głosowanie Nansona . . . . .	200
9.3.8	Kryterium Smitha . . . . .	201
9.3.9	Głosowanie metodą Shulzego . . . . .	201
9.3.10	Zastosowania . . . . .	202
9.4	Gry niekooperacyjne . . . . .	202
9.4.1	Postacie gier . . . . .	203
9.4.2	Gry przeciwko naturze . . . . .	205
9.4.3	Gry dwuosobowe . . . . .	208
9.4.4	Gra o sumie niezerowej . . . . .	210
9.4.5	Rozwiązanie gry . . . . .	213
9.4.6	Zastosowania . . . . .	215
9.5	Gry kooperacyjne . . . . .	215
9.5.1	Formowanie koalicji . . . . .	217
9.5.2	Przeszukiwanie grafu struktur koalicji . . . . .	218
9.5.3	Wybrane własności gier koalicyjnych . . . . .	219
9.5.4	Rozdział wartości wewnątrz wielkiej koalicji . . . . .	220
9.5.5	Rdzeń . . . . .	221
9.5.6	Zastosowania . . . . .	224
9.6	Programowanie zorientowane rynkowo . . . . .	224
9.6.1	Model danych rynkowych $M^3$ . . . . .	225
9.6.2	Złożoność towarów wyrażanych w ofertach handlu wielotowarowego . . . . .	227
9.6.3	Programowanie zorientowane rynkowo z dodatkowymi ograniczeniami . . . . .	229

9.6.4	Zastosowania . . . . .	230
9.7	Mechanizmy rynkowe . . . . .	230
9.7.1	Teoria mechanizmów rynkowych . . . . .	231
9.7.2	Wybrane własności mechanizmu . . . . .	233
9.7.3	Zastosowania . . . . .	235
9.8	Podsumowanie . . . . .	236
<b>10</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>237</b>
	Skorowidz . . . . .	238
	Spis rysunków . . . . .	242
	Spis tabel . . . . .	246
	Bibliografia . . . . .	248