

Spis treści

Przedmowa	13
------------------------	----

CZĘŚĆ I: WPROWADZENIE

1. Komputer	23
1.1. Kółko i krzyżyk	23
1.2. Kodowanie	24
1.3. Odrobina fantazji	25
1.4. Komputer z pudełek	26
1.5. Programowanie w języku maszynowym	27
1.6. Architektura von Neumanna	29
1.7. System binarny	30
1.8. Programowanie w języku wyższego rzędu	30
1.9. Praktyczne możliwości komputera	31
2. Wizja Turinga	33
2.1. Przedmiot badań	33
2.2. Test Turinga	35
2.3. Czy komputer może myśleć?	37
2.4. Sukces czy porażka?	38
2.5. Silna AI i słaba AI	39
3. Pół wieku sztucznej inteligencji	41
3.1. Entuzjastyczne początki	41
3.2. Doza realizmu	44
3.3. Inżynieria wiedzy	46
3.4. Piąta Generacja	48
3.5. Rok 2001	51

3.6.	Kierunki badań	53
3.7.	Stan badań po roku 2010	56
3.8.	Inteligencja obliczeniowa	58
3.9.	HLAI i GAI — sztuczna inteligencja na ludzkim poziomie ..	61
4.	Techniki rozwiązywania problemów	64
4.1.	Kombinatoryczna eksplozja	64
4.2.	Problemy logiczne	66
4.3.	Ogólne metody rozwiązywania problemów	68
4.4.	Algorytm	70
4.5.	Problemy przeszukiwania	71
4.6.	Reprezentacje graficzne problemów	73
4.7.	Przeszukiwanie grafu	75
4.8.	Przeszukiwanie kierowane informacją	76
4.9.	Heurystyki	78
4.10.	Naśladowanie natury	80
5.	Mechaniczny szachista	83
5.1.	Szachy	83
5.2.	Minimax i strategię gry	86
5.3.	Funkcja ewaluacyjna	87
5.4.	Algorytm alfa-beta	88
5.5.	Sukces	91
5.6.	Warcaby	93
5.7.	Go	93
5.8.	Dalsze perspektywy	95
6.	Dwa tysiące lat logiki	97
6.1.	Arystoteles	97
6.2.	Piąty postulat	98
6.3.	Wizje Leibniza	99
6.4.	Obalenie Euklidesa	100
6.5.	Matematyzacja logiki	102
6.6.	Światowy kongres matematyczny	103
6.7.	Antynomie	105
6.8.	Program Hilberta	106
6.9.	Nierozstrzygalność	107
6.10.	Istota obliczania	108
7.	Idee współczesnej matematyki	111
7.1.	Odkrycie liczby niewymiernej	111
7.2.	Rachunek prawdopodobieństwa	113
7.3.	Wzór Bayesa	114
7.4.	Wielkie twierdzenie Fermata	116

7.5.	Problem czterech barw	117
7.6.	Matematyka dyskretna	118
7.7.	Zawodna intuicja	120
7.8.	Ciała i grupy	121
7.9.	Teoria zbiorów	123
7.10.	Co to jest liczba?	125
7.11.	Paradoksy nieskończoności	126
7.12.	Argument przekątniowy	128
7.13.	Twierdzenie Cantora	129
7.14.	Zbiór wszystkich słów	130

CZĘŚĆ II: LOGIKA

8.	Klasyczny rachunek zdań	135
8.1.	Sylogistyka	135
8.2.	Rachunek zdań	136
8.3.	Koniunkcja i alternatywa	137
8.4.	Implikacja	138
8.5.	Negacja	139
8.6.	Inne spójniki	140
8.7.	Metoda zero-jedynkowa	141
8.8.	Schematy wnioskowań	142
8.9.	Inne ujęcia	143
9.	Pełna formalizacja	145
9.1.	Kwantyfikatory	145
9.2.	Relacje	146
9.3.	Aksjomatyzacja	147
9.4.	Teorie	148
9.5.	Formalizacja języka matematyki	149
9.6.	Hipoteza o liczbach pierwszych bliźniaczych	150
9.7.	Język formalny	152
9.8.	Termy	153
9.9.	Formuły	154
9.10.	Zmienne	156
9.11.	Aksjomaty logiczne	157
9.12.	Reguły wnioskowania	158
9.13.	Arytmetyka elementarna	158
9.14.	Twierdzenia i dowody	159
10.	Metamatematyka	161
10.1.	Semantyka	161
10.2.	Definicja prawdy	162

10.3.	Twierdzenie Gödla o pełności	164
10.4.	Twierdzenie o niesprzeczności	165
10.5.	Redukcja pojęć	166
10.6.	Redukcja matematyki do logiki	169
10.7.	Antynomie	170
10.8.	Aksjomatyzacja teorii zbiorów	170
10.9.	System ZF	171
10.10.	Aksjomatyzacja matematyki	173
10.11.	Aksjomat wyboru	175
10.12.	Program Hilberta	176
10.13.	Półrozstrzygalność	177
11.	Twierdzenie Gödla	180
11.1.	Formalizacja metamatematyki	180
11.2.	Dowód	183
11.3.	Immanentna niezupełność	185
11.4.	Nieudowodnialność niesprzeczności	186
11.5.	Nierozstrzygalność logiki	187
11.6.	Metateoria	189
12.	Teoria obliczeń	191
12.1.	Wyrażenia i terminy	192
12.2.	Algorytm	194
12.3.	Efektywne rozstrzygnięcie	196
12.4.	Kodowanie	197
12.5.	Kodowanie binarne	198
12.6.	Funkcje rekurencyjne	200
13.	Maszyny Turinga	203
13.1.	Definicja maszyny Turinga	203
13.2.	Przykład I	205
13.3.	Obliczanie funkcji	206
13.4.	Przykład II	206
13.5.	Równoważność definicji	207
13.6.	Maszyna RAM	208
13.7.	Teza Churcha	209
13.8.	Rozstrzygalność	210
13.9.	Języki formalne	211
13.10.	Rozumowanie	212
13.11.	Klasy rekurencyjności	213
13.12.	Argument z teorii mnogości	213
13.13.	Problem stopu	215
13.14.	Inne problemy nierozstrzygalne	216

14. Praktyka obliczeń	219
14.1. Teoria i praktyka	219
14.2. Algorytmy praktyczne	220
14.3. Czas wielomianowy	221
14.4. Złożoność obliczeniowa	223
14.5. Klasa NP	224
14.6. $P \neq NP$	225
14.7. Szyfrowanie	226
15. Logiki nieklasyczne i metodolgia nauk	228
15.1. Logiki wielowartościowe	228
15.2. Logiki modalne	230
15.3. Logika intuicjonistyczna	231
15.4. Logiki dopuszczające sprzeczność	231
15.5. Logika rozmyta	233
15.6. Logika indukcji	234
15.7. Wiedza analityczna i syntetyczna	236
15.8. Bayesianizm	237
15.9. Zakład holenderski	238
15.10. Logika prawdopodobieństwa	239
15.11. Logika nieformalna	240
15.12. Dedukcjonizm	242
15.13. Metodologia nauk	244
15.14. Definicje	246
15.15. Braki logiki formalnej	248

CZĘŚĆ III: SZTUCZNA INTELIGENCJA

16. Inżynieria wiedzy	253
16.1. Bazy wiedzy	253
16.2. Mechanizm wnioskowania	255
16.3. Rezolucja	256
16.4. Koniunkcyjna postać normalna	257
16.5. Eliminacja kwantyfikatorów	258
16.6. Unifikacja	259
16.7. W kierunku praktyki	260
16.8. Walka z kombinatoryczną eksplozją	261
16.9. Automatyczne dowodzenie twierdzeń	262
16.10. Hipoteza Robbinsa	263
16.11. Programowanie logiczne	264
16.12. Systemy ekspertowe	266

17. Rozumowania zdroworozsądkowe	269
17.1. Formalizacja wiedzy zdroworozsądkowej	269
17.2. Ontologia	271
17.3. CYC	273
17.4. Ramy i sieci semantyczne	274
17.5. Logiki deskrypcji	275
17.6. Kłopoty z logiką pierwszego rzędu	276
17.7. Niepewność wiedzy	278
17.8. Sieci bayesowskie	279
17.9. Logiki niemonotoniczne	281
17.10. Logika domniemań	282
17.11. Perspektywy	283
18. Inteligencja obliczeniowa	286
18.1. Obliczeniowy model mózgu	286
18.2. Perceptron	287
18.3. Uczenie neuronu	288
18.4. Sztuczne sieci neuronowe	290
18.5. Perspektywy sieci neuronowych	293
18.6. Mózg i komputer	294
18.7. Algorytmy genetyczne	296
18.8. Obliczenia ewolucyjne	297
18.9. Inteligencja rojowiska	298
18.10. Inteligencja obliczeniowa	299
18.11. Perspektywy inteligencji obliczeniowej	301
19. Maszyny uczące się	303
19.1. Drzewa decyzyjne	303
19.2. Funkcje boolowskie i hipotezy	305
19.3. Uczące się programy	306
19.4. Uczenie gier logicznych	308
19.5. Teoria uczenia się	308
19.6. Uczenie obliczeniowe	309
19.7. Ogólna teoria wnioskowania indukcyjnego	311
19.8. Prawdopodobieństwo algorytmiczne	313
19.9. Maszyna Gödla	314
20. Przetwarzanie języka naturalnego	317
20.1. Trzy problemy	317
20.2. Rozpoznawanie mowy	318
20.3. Struktura gramatyczna	320
20.4. Analiza znaczenia	322
20.5. Znaczenie zdania	323

20.6.	NLP	325
20.7.	Tłumaczenie maszynowe	325
20.8.	Mówiące bazy danych	327
20.9.	Komputer rozumny	328
20.10.	Wyszukiwanie informacji	329
20.11.	Chatboty i inne	330
21.	Sztuczna inteligencja i otoczenie	331
21.1.	Automatyczne planowanie	331
21.2.	Robotyka	332
21.3.	Komputerowe widzenie	334
21.4.	Kognitywistyka	336
21.5.	Prawo Moore'a	337
21.6.	Futurologia	339
22.	Perspektywy	341
22.1.	Problem badań interdyscyplinarnych	341
22.2.	Problemy z logiką	344
22.3.	Rozpoznanie klęski poznawczej	346
22.4.	Logika formalna i sztuczna inteligencja	347
22.5.	Metoda naukowa	349
22.6.	Podjęcie inżynierskie	350
22.7.	Sceptycyzm i optymizm	352
22.8.	Sztuczna inteligencja w matematyce	353
22.9.	Wiedza nieformalna	355
22.10.	Realne perspektywy	357
22.11.	Ograniczone dziedziny	359
22.12.	W kierunku rozumienia języka naturalnego	361
Bibliografia		365
Skorowidz		372