

# Tartalomjegyzék

## I. kötet

### I. rész. Mesterséges intelligencia

<b>1. Bevezető</b>	<b>1</b>
1.1. Mi az MI? .....	1
1.2. A mesterséges intelligencia alapjai .....	7
1.3. A mesterséges intelligencia története .....	20
1.4. A mesterséges intelligencia jelenlegi helyzete .....	32
1.5. A mesterséges intelligencia kockázatai és előnyei .....	36
Összefoglaló .....	40
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	41
<b>2. Intelligens ágensek</b>	<b>43</b>
2.1. Ágensek és környezetek .....	43
2.2. Jó viselkedés: a racionalitás koncepciója .....	46
2.3. A környezetek természete .....	49
2.4. Az intelligens ágensek felépítése .....	56
Összefoglaló .....	70
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	70

### II. rész. Problémamegoldás

<b>3. Problémamegoldás kereséssel</b>	<b>73</b>
3.1. Problémamegoldó ágensek .....	73
3.2. Példaproblémák .....	77
3.3. Keresési algoritmusok .....	82
3.4. Neminformált keresési stratégiák .....	88
3.5. Informált (heurisztikus) keresési stratégiák .....	97
3.6. Heurisztikus függvények .....	113
Összefoglaló .....	121
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	123
<b>4. Keresés bonyolult környezetekben</b>	<b>127</b>
4.1. Lokális keresés és optimalizációs problémák .....	127
4.2. Lokális keresés folytonos terekben .....	138
4.3. Keresés nemdeterminisztikus cselekvésekkel .....	141
4.4. Keresés a részlegesen megfigyelhető környezetekben .....	145
4.5. Online kereső ágensek és ismeretlen környezetek .....	155
Összefoglaló .....	162
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	163

<b>5. Keresés ellenséges környezetben és kétszemélyes játékok</b>	<b>169</b>
5.1. Játékelmélet .....	169
5.2. Optimális döntések kétszemélyes játékokban .....	172
5.3. Heurisztikus alfa–béta fa keresés .....	180
5.4. Monte Carlo fa keresés .....	187
5.5. Sztochasztikus játékok .....	191
5.6. Részlegesen megfigyelhető játékok .....	195
5.7. Játékok keresési algoritmusainak korlátai .....	201
Összefoglaló .....	203
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	204
<b>6. Kényszerkielégítési problémák</b>	<b>211</b>
6.1. Kényszerkielégítési problémák definiálása .....	211
6.2. A kényszerek terjesztése: következtetés kényszerkielégítési problémákban .....	218
6.3. A visszalépéses keresés alkalmazása kényszerkielégítési problémákra	225
6.4. Lokális keresés kényszerkielégítési problémáknál .....	232
6.5. A problémák struktúrája .....	234
Összefoglaló .....	240
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	240

### III. rész. Tudás, következtetés és tervezés

<b>7. Logikai ágensek</b>	<b>245</b>
7.1. A tudásbázisú ágens .....	246
7.2. A wumpus világ .....	248
7.3. A logika .....	252
7.4. Az ítéletkalkulus: egy nagyon egyszerű logika .....	256
7.5. Tételbizonyítás az ítéletkalkulusban .....	261
7.6. Hatékony ítéletkalkulusbeli modellellenőrzés .....	273
7.7. Ítéletlogikát alkalmazó ágensek .....	279
Összefoglaló .....	289
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	290
<b>8. Elsőrendű logika</b>	<b>295</b>
8.1. Még egyszer a reprezentációról .....	295
8.2. Az elsőrendű logika szintaxisa és szemantikája .....	301
8.3. Az elsőrendű logika használata .....	312
8.4. Tudásmérnökség elsőrendű logikában .....	319
Összefoglaló .....	325
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	326
<b>9. Következtetés elsőrendű logikában</b>	<b>329</b>
9.1. Ítéletlogikai kontra elsőrendű logikai következtetés .....	329
9.2. Egyesítés és az elsőrendű logikai következtetés .....	332

9.3. Előrefelé láncolás .....	337
9.4. Hátrafelé láncolás .....	345
9.5. Rezolúció .....	352
Összefoglaló .....	364
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	365
<b>10. Tudásreprezentáció</b> .....	<b>371</b>
10.1. Ontológiaszervezés .....	371
10.2. Kategóriák és objektumok .....	374
10.3. Események .....	381
10.4. Mentális objektumok és modális logika .....	385
10.5. Következtető rendszerek kategóriák számára .....	388
10.6. Következtetés alapértelmezett információval .....	393
Összefoglaló .....	398
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	399
<b>11. Automatizált tervekészítés</b> .....	<b>407</b>
11.1. A klasszikus tervekészítés definíciója .....	407
11.2. A klasszikus tervekészítés algoritmusai .....	412
11.3. Heurisztikák tervekészítéshez .....	417
11.4. Hierarchikus tervekészítés .....	421
11.5. Tervekészítés és cselekvés nemdeterminisztikus problémakörökben ..	431
11.6. Idő, ütemezés és erőforrások .....	443
11.7. Tervekészítési megközelítések elemzése .....	447
Összefoglaló .....	448
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	449

## II. kötet

### IV. rész. Bizonytalan tudás és következtetés

<b>12. A bizonytalanság számszerűsítése</b> .....	<b>455</b>
12.1. Cselekvés bizonytalanság esetén .....	455
12.2. Alapvető valószínűségi jelölések .....	459
12.3. Teljes együttes eloszlásokon alapuló következtetés .....	467
12.4. Függetlenség .....	470
12.5. A Bayes-tétel és használata .....	471
12.6. Naiv Bayes-modellek .....	475
12.7. A wumpus világ újragondolása .....	477
Összefoglaló .....	481
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	482
<b>13. Valószínűségi következtetés</b> .....	<b>487</b>
13.1. A tudás reprezentálása bizonytalanság esetén .....	487
13.2. A Bayes-hálók szemantikája .....	490

13.3. Egzakt következtetés Bayes-hálókbán . . . . .	504
13.4. Közelítő következtetés Bayes-hálókbán . . . . .	513
13.5. Oksági hálók . . . . .	529
Összefoglaló . . . . .	534
Irodalmi és történelmi megjegyzések . . . . .	534
<b>14. Időbeli valószínűségi következtetés</b>	<b>543</b>
14.1. Idő és bizonytalanság . . . . .	544
14.2. Következtetés időbeli modellekben . . . . .	548
14.3. Rejtett Markov-modellek . . . . .	557
14.4. Kalman-szűrők . . . . .	563
14.5. Dinamikus Bayes-hálók . . . . .	570
Összefoglaló . . . . .	583
Irodalmi és történelmi megjegyzések . . . . .	583
<b>15. Valószínűségi programozás</b>	<b>587</b>
15.1. Relációs valószínűségi modellek . . . . .	588
15.2. Nyílt világ valószínűségi modellek . . . . .	595
15.3. Összetett világ követése . . . . .	603
15.4. Programok mint valószínűségi modellek . . . . .	608
Összefoglaló . . . . .	613
Irodalmi és történelmi megjegyzések . . . . .	613
<b>16. Egyszerű döntések meghozatala</b>	<b>619</b>
16.1. Meggyőződések és kívánságok összekapcsolása bizonytalanság esetén	620
16.2. A hasznosságelmélet alapjai . . . . .	621
16.3. Hasznosságfüggvények . . . . .	625
16.4. Több szempontú hasznosságfüggvények . . . . .	633
16.5. Döntési hálók . . . . .	639
16.6. Az információ értéke . . . . .	642
16.7. Ismeretlen preferenciák . . . . .	649
Összefoglaló . . . . .	653
Irodalmi és történelmi megjegyzések . . . . .	653
<b>17. Komplex döntések meghozatala</b>	<b>659</b>
17.1. Szekvenciális döntési problémák . . . . .	659
17.2. Algoritmusok MDF-ekhez . . . . .	671
17.3. Rablós problémák . . . . .	680
17.4. Részlegesen megfigyelhető Markov döntési folyamatok . . . . .	688
17.5. Algoritmusok RMMDF-ek megoldására . . . . .	691
Összefoglaló . . . . .	696
Irodalmi és történelmi megjegyzések . . . . .	697
<b>18. Többágenses döntéshozatal</b>	<b>701</b>
18.1. A többágenses környezetek tulajdonságai . . . . .	701
18.2. Nem-kooperatív játékelmélet . . . . .	708

18.3. Kooperatív játékelmélet .....	731
18.4. Közös döntéshozatal .....	738
Összefoglaló .....	753
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	754

## V. rész. Gépi tanulás

<b>19. Megfigyelések alapján történő tanulás</b>	<b>761</b>
19.1. A tanulás formái .....	762
19.2. Felügyelt tanulás .....	764
19.3. Döntési fák tanulása .....	768
19.4. Modellszelekció és optimalizálás .....	777
19.5. A tanulás elmélete .....	785
19.6. Lineáris regresszió és osztályozás .....	790
19.7. Nemparametrikus modellek .....	801
19.8. Együttes tanulás .....	811
19.9. Gépi tanuláson alapuló rendszerek fejlesztése .....	821
Összefoglaló .....	832
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	834
<b>20. Valószínűségi modellek tanulása</b>	<b>841</b>
20.1. Statisztikai tanulás .....	841
20.2. Teljes adatokkal történő tanulás .....	845
20.3. Tanulás rejtett változókkal: az EM-algoritmus .....	859
Összefoglaló .....	869
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	870
<b>21. Mélytanulás</b>	<b>873</b>
21.1. Egyszerű előrecsatolt hálózatok .....	874
21.2. Számítási gráfok a mélytanulásban .....	880
21.3. Konvolúciós hálózatok .....	883
21.4. Tanulóalgoritmusok .....	889
21.5. Általánosítóképesség .....	893
21.6. Visszacsatolt neurális hálózatok .....	898
21.7. Nemellenőrzött és transzfertanulás .....	901
21.8. Alkalmazások .....	908
Összefoglaló .....	911
Irodalmi és történelmi megjegyzések .....	911
<b>22. Megerősítéssel tanulás</b>	<b>917</b>
22.1. Tanulás jutalmak alapján .....	917
22.2. Passzív megerősítéssel tanulás .....	919
22.3. Aktív megerősítéssel tanulás .....	926
22.4. A megerősítéssel tanulás általánosító képessége .....	933
22.5. Eljárásmód-keresés .....	941

22.6. Gyakornoki tanulás és inverz megerősítéses tanulás . . . . .	944
22.7. A megerősítéses tanulás alkalmazása . . . . .	947
Összefoglaló . . . . .	950
Irodalmi és történelmi megjegyzések . . . . .	952

## VI. rész. Kommunikáció, érzékelés és cselekvés

<b>23. Természetesnyelv-feldolgozás</b> . . . . .	<b>957</b>
23.1. Nyelvi modellek . . . . .	958
23.2. Nyelvtan . . . . .	969
23.3. Szintaktikai elemzés . . . . .	971
23.4. Kiterjesztett nyelvtanok . . . . .	977
23.5. A valódi természetes nyelvek komplikációi . . . . .	982
23.6. Természetes nyelvi feladatok . . . . .	986
Összefoglaló . . . . .	988
Irodalmi és történelmi megjegyzések . . . . .	989
<b>24. Mélytanulás a természetesnyelv-feldolgozásban</b> . . . . .	<b>995</b>
24.1. Szóbeágyazások . . . . .	995
24.2. Rekurrens neurális hálók az NLP-ben . . . . .	1000
24.3. Szekvenciából szekvenciát modellek . . . . .	1004
24.4. A transzformer architektúra . . . . .	1008
24.5. Előtanítás és transzfertanulás . . . . .	1011
24.6. A legkorszerűbb módszerek . . . . .	1016
Összefoglaló . . . . .	1019
Irodalmi és történelmi megjegyzések . . . . .	1019
<b>25. Számítógépes látás</b> . . . . .	<b>1023</b>
25.1. Bevezetés . . . . .	1023
25.2. Képkalkotás . . . . .	1024
25.3. Egyszerű képjellemezők . . . . .	1031
25.4. Képek osztályozása . . . . .	1039
25.5. Objektumdetekció . . . . .	1043
25.6. A háromdimenziós világ . . . . .	1046
25.7. A számítógépes látás alkalmazása . . . . .	1051
Összefoglaló . . . . .	1066
Irodalmi és történelmi megjegyzések . . . . .	1067
<b>26. Robotika</b> . . . . .	<b>1073</b>
26.1. Robotok . . . . .	1073
26.2. Robot mint hardver . . . . .	1074
26.3. Milyen problémákat old meg a robotika? . . . . .	1079
26.4. Érzékelés a robotikában . . . . .	1080
26.5. Tervezés és vezérlés . . . . .	1088
26.6. Bizonytalan mozgások tervezése . . . . .	1107

26.7. Megerősítéses tanulás a robotikában.....	1110
26.8. Emberek és robotok.....	1112
26.9. Alternatív robotikai keretrendszerek.....	1121
26.10. Alkalmazási területek.....	1124
Összefoglaló.....	1127
Irodalmi és történelmi megjegyzések.....	1129

## VII. rész. Következtetések

<b>27. Filozófia, etika és az MI biztonsága</b>	<b>1135</b>
27.1. Az MI korlátai.....	1135
27.2. Tudnak-e a gépek tényleg gondolkodni?.....	1139
27.3. Az MI etikája.....	1141
Összefoglaló.....	1165
Irodalmi és történelmi megjegyzések.....	1165
<b>28. A mesterséges intelligencia jövője</b>	<b>1173</b>
28.1. A mesterséges intelligencia komponensei.....	1173
28.2. MI-architektúrák.....	1181

## Függelék

<b>A. Matematikai alapok</b>	<b>1187</b>
A.1. Bonyolultságanalízis és az $O()$ jelölés.....	1187
A.2. Vektorok, mátrixok és lineáris algebra.....	1190
A.3. Valószínűségi eloszlások.....	1191
Irodalmi és történelmi megjegyzések.....	1194
<b>B. Nyelvekről és algoritmusokról</b>	<b>1195</b>
B.1. Nyelvek definiálása Backus–Naur-formában (BNF).....	1195
B.2. Az algoritmusok leírása pszeudokóddal.....	1196
B.3. Online segítségnyújtás.....	1197

<b>Irodalomjegyzék</b>	<b>1199</b>
------------------------	-------------

<b>Tárgymutató</b>	<b>1261</b>
--------------------	-------------