

Πρόλογος	xiii
Κεφ. 1 – Εισαγωγή	1
1.1. Τι είναι Τεχνητή Νοημοσύνη;	1
1.2. Η Εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης	6
1.3. Οι Βασικές Αρχές της Τεχνητής Νοημοσύνης	9
1.3.1. Κριτήρια Νοημοσύνης ενός Υπολογιστικού Συστήματος	13
1.4. Η Σύγχρονη Τεχνητή Νοημοσύνη	15
1.4.1. Ευφυείς Πράκτορες	15
1.4.2. Στατιστική Σχεσιακή Τεχνητή Νοημοσύνη	19
1.4.3. Δημιουργική Τεχνητή Νοημοσύνη και Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα	21
1.5. Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης	24
1.6. Η Προσέγγιση μας και τα Υπόλοιπα Κεφάλαια του Βιβλίου	26
1.6.1. Η Προσέγγιση του Βιβλίου	26
1.6.2. Σύνοψη των Υπόλοιπων Κεφαλαίων του Βιβλίου	30
1.7. Ασκήσεις	33
Κεφ. 2 – Επίλυση Προβλημάτων με Αναζήτηση σε Χώρο-Καταστάσεων	35
2.1. Αναπαράσταση Προβλημάτων	38
2.2. Αναζήτηση σε Χώρο – Καταστάσεων	46
2.2.1. Τυφλή Αναζήτηση σε Χώρο-Καταστάσεων	47
2.2.1.1. Αναζήτηση Πλάτος-Πρώτα	48
2.2.1.2. Αναζήτηση Βάθος-Πρώτα	52
2.2.1.3. Αναζήτηση Διπλής Κατεύθυνσης (Bidirectional)	56

2.2.2. Ευρετική Αναζήτηση σε Χώρο-Καταστάσεων	57
2.2.2.1. Αναρρίχηση Λόφου (Hill-Climbing)	59
2.2.2.2. Η Καλύτερη-Πρώτα και ο Αλγόριθμος A*	64
2.2.2.3. Επαναληπτική Εκβάθυνση.....	69
2.2.2.4. Ακτινωτή Αναζήτηση	69
2.3. Αναζήτηση σε Παίγνια Δύο Αντιπάλων.....	70
2.3.1. Η Συνάρτηση Υπολογισμών	72
2.3.2. Δέντρα Παιγνίων και ο Αλγόριθμος Minimax	73
2.3.2.1. Minimax Αλγόριθμος χωρίς α-β Κλάδεμα.....	74
2.3.3. α-β Κλάδεμα.....	78
2.4. Ασκήσεις	84
Κεφ. 3 – Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική	91
3.1. Βασικές Έννοιες σε Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική.....	91
3.1.1. Αναπαράσταση Γνώσης	91
3.1.2. Συμπερασμός και Συλλογιστική.....	94
3.1.2.1. Εξαγωγή Συμπερασμάτων	97
3.1.2.2. Συλλογιστική και Ταξινομήσεις της	98
3.1.3. Τα Βασικά Μέρη ενός Ευφυούς Συστήματος	103
3.1.4. Μονότονοι και μη – Μονότονοι Συλλογισμοί	104
3.1.5. Δηλωτική και Διαδικαστική Αναπαράσταση Γνώσης	105
3.2. Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική σε Λογική.....	106
3.2.1. Εισαγωγή.....	106
3.2.2. Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική σε Προτασιακή Λογική.....	108
3.2.2.1. Εισαγωγή.....	108
3.2.2.2. Τύποι και η Αλήθειά τους	109
3.2.2.3. Μετασηματισμοί Τύπων σε Προτασιακή Μορφή.....	116
3.2.2.4. Συνέπεια	125
3.2.2.5. Συμπερασματικοί Κανόνες και Εξαγωγή Συμπερασμάτων	127

3.2.3. Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική σε Κατηγορηματική Λογική.....	139
3.2.3.1. Εισαγωγή.....	139
3.2.3.2. Σύνταξη Κατηγορηματικής Λογικής.....	141
3.2.3.3. Λογική Ισοδυναμία και Σημασιολογική Συνέπεια Τύπων.....	146
3.2.3.4. Ερμηνείες.....	151
3.2.3.5. Τυπικά Αξιωματικά Συστήματα και Εξαγωγή Συμπερασμάτων.....	154
3.2.3.6. Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική στο Λογικό Προγραμματισμό.....	156
3.3. Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική σε Κανόνες.....	191
3.3.1. Ορθή ή προς τα Εμπρός Αλυσίδωση Κανόνων.....	195
3.3.2. Ανάστροφη ή προς τα Πίσω Αλυσίδωση Κανόνων.....	203
3.4. Δομημένες Μέθοδοι Αναπαράστασης Γνώσης.....	211
3.4.1. Σημασιολογικά Δίκτυα.....	211
3.4.2. Πλαίσια.....	213
3.4.3. Οντολογίες.....	216
3.4.4. Γράφοι Γνώσης.....	219
3.4.4.1. Εισαγωγή.....	219
3.4.4.2. Τι είναι οι Γράφοι Γνώσης;.....	220
3.4.4.3. Γράφοι Γνώσης και Ενοποίηση Δεδομένων.....	224
3.4.4.4. Εφαρμογές Γράφων Γνώσης.....	225
3.4.4.5. Σύγκριση Γράφων Γνώσης με Σημασιολογικά Δίκτυα.....	227
3.4.4.6. Συμπεράσματα και Ανοικτά Θέματα Εξέλιξης τους.....	229
3.5. Ασκήσεις.....	231
Κεφ. 4 – Αβεβαιότητα.....	247
4.1. Εισαγωγή.....	247
4.2. Πιθανότητες.....	256
4.2.1. Βασικές Έννοιες.....	257

4.2.1.1. Κατανομή Πιθανότητας	258
4.2.1.2. Το Πιθανοτικό Μοντέλο	259
4.2.1.3. Τυπική Θεωρία Πιθανοτήτων	260
4.2.1.4. Μέθοδοι Καταχώρησης Πιθανοτήτων	261
4.2.1.5. Πράξεις Ενδεχομένων	263
4.2.2. Μοντελοποίηση Αβεβαιότητας με Τυχαίες Μεταβλητές.....	264
4.2.2.1. Εισαγωγικές Έννοιες στις Τυχαίες Μεταβλητές.....	265
4.3. Η Μέθοδος Bayes.....	269
4.3.1. Ο Κανόνας του Bayes και η Χρήση του.	269
4.3.1.1 Κανόνας του Bayes για Πολλαπλά Υποθετικά Συμπεράσματα και Πολλαπλές Μαρτυρίες.	274
4.4. Η Προσέγγιση της Εύνοιας – Πιθανοφάνειας (odds – likelihood).....	276
4.5. Θεωρία Βεβαιότητας (Certainty Theory).....	281
4.6. Ασαφής Λογική.....	288
4.7. Ασκήσεις	289
Κεφ. 5 – Στατιστική και Σχεσιακή Μηχανική Μάθηση	295
5.1. Επισκόπηση Μηχανικής Μάθησης	296
5.1.1. Τι είναι η Μηχανική Μάθηση;.....	297
5.1.2. Η Διαδικασία Μηχανικής Μάθησης	299
5.1.2.1. Διαδικασία Μάθησης Ενσωματωμένη σε Ευφυή Πράκτορα.....	301
5.1.3. Τύποι Μηχανικής Μάθησης.....	303
5.1.3.1. Μάθηση με Επίβλεψη	303
5.1.3.2. Μάθηση χωρίς Επίβλεψη	306
5.1.3.3. Μάθηση με Ημιεπίβλεψη.....	307
5.1.3.4. Ενισχυτική Μάθηση.....	308
5.1.4. Αξιολόγηση της απόδοσης του μοντέλου	309
5.1.5. Θέματα Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Συστημάτων Μηχανικής Μάθησης.....	313
5.2. Στατιστική και Σχεσιακή Μάθηση	317

5.2.1. Στατιστική Σχεσιακή Τεχνητή Νοημοσύνη	317
5.2.1.1. Στατιστική Σχεσιακή ΤΝ και Γραφικά Μοντέλα	319
5.2.1.2. Εξαγωγή Συμπερασμάτων	321
5.2.1.3. Αντιστάθμιση Πιθανότητας - Εξειδίκευση.....	323
5.2.1.4. Μάθηση Παραμέτρων και Δομής	324
5.2.2. Εισαγωγή στη Στατιστική Σχεσιακή Μηχανική Μάθηση.....	324
5.2.3. Στατιστικές Σχεσιακές Γλώσσες	328
5.2.4. Μάθηση.....	331
5.2.4.1. Εκτίμηση Παραμέτρων	332
5.2.4.2. Μάθηση Δομής	335
5.2.4.3. Εφαρμογές.....	336
5.2.4.4. Μελλοντικές Ερευνητικές Κατευθύνσεις.....	336
5.3. Ασκήσεις	337
Κεφ. 6 – Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική	
σε Δυνατούς Κόσμους	339
6.1. Αναπαράσταση του Πεδίου Προβλήματος με Βάση τους	
Δυνατούς Κόσμους	339
6.2. Συλλογιστική σε Δυνατούς Κόσμους.....	341
6.2.1. Κοινή Κατανομή Πιθανοτήτων.....	343
6.2.2. Περιθώριος Κατανομή Πιθανότητας.....	344
6.2.3. Συμπερασμός σε υπό Συνθήκη Πιθανότητες	348
6.2.4. Συμπερασμός με Απαρίθμηση	352
6.2.5. Συμπερασμός με Ανεξαρτησία μεταξύ Τυχαίων Μεταβλητών.....	354
6.2.5.1. Περιθώριος Ανεξαρτησία.....	354
6.2.5.2. Υπό Συνθήκη Ανεξαρτησία	358
6.3. Πιθανοτικός Λογικός Προγραμματισμός.....	362
6.3.1. Εισαγωγή.....	362
6.3.2. Γλώσσες Πιθανοτικού Λογικού Προγραμματισμού	363
6.3.3. Δυνατοί Κόσμοι σε Πιθανοτικά Λογικά Προγράμματα.....	364

6.3.3.1. Πιθανοτικά Λογικά Προγράμματα με Σχολιασμένες Διαζεύξεις (LPAD)	364
6.4. Ασκήσεις	371
Κεφ. 7 – Πιθανοτικά Γραφικά Μοντέλα	373
7.1. Εισαγωγή	373
7.2. Bayesian Δίκτυα	375
7.2.1. Πιθανοτική Συλλογιστική σε Bayesian Δίκτυα.....	383
7.2.1.1. Τύποι Συμπερασμού στα Bayesian Δίκτυα	383
7.2.1.2. Πιθανοτικός Συμπερασμός σε Γενικά Bayesian Δίκτυα	385
7.3. Μαρκοβιανά Μοντέλα.....	401
7.3.1. Μαρκοβιανές Αλυσίδες.....	402
7.3.1.1. Εκτίμηση Παραμέτρων Μοντέλου Μαρκοβιανής Αλυσίδας....	407
7.3.2. Κρυφά Μαρκοβιανά Μοντέλα	409
7.3.2.1. Χρήσεις ενός Κρυφού Μαρκοβιανού Μοντέλου	412
7.4. Ασκήσεις	419
Κεφ. 8 – Εισαγωγή στο Σημασιολογικό Ιστό	425
8.1. Εισαγωγή.....	425
8.1.1. Ανάπτυξη του Τρέχοντος Παγκόσμιου Ιστού	425
8.1.2. Οι Περιορισμοί του Τρέχοντος Παγκόσμιου Ιστού	428
8.1.3. Ο Σημασιολογικός Ιστός ή Web3.0	430
8.2. Αρχιτεκτονική του Σημασιολογικού Ιστού	432
8.3. Αναπαράσταση Περιεχομένου – XML	436
8.4. Περιγραφή Πόρων και Αναπαράσταση Νοήματος – RDF & RDFS	444
8.4.1. Πλαίσιο Περιγραφής Πόρων RDF	444
8.4.1.1. Τρόποι Αναπαράστασης RDF Εγγράφων	445
8.4.2. Οντολογίες	450
8.4.3. RDF Schema	451
8.5. Περιγραφικές Λογικές.....	458

8.5.1. Βασικά Στοιχεία Περιγραφικών Λογικών.....	459
8.5.2. Αναπαράσταση Γνώσης	461
8.5.3. Μια Οικογένεια Γλωσσών	463
8.5.3.1. Attributive Language with Complement.....	465
8.6. Οντολογίες στην OWL.....	467
8.6.1 Κύρια Χαρακτηριστικά της OWL2.....	468
8.7. Ασκήσεις	476
Κεφ. 9 – Συστήματα Γνώσης	479
9.1. Εισαγωγή στα Συστήματα Γνώσης	479
9.1.1. Βασικές Έννοιες.....	480
9.2. Οργάνωση των Συστημάτων Γνώσης.....	486
9.2.1. Αρχιτεκτονική Συστημάτων Γνώσης	487
9.2.2. Χειρισμός Μεγάλου Όγκου Γνώσης	490
9.2.3. Απόκτηση Γνώσης και Επικύρωσή της.....	491
9.3. Εργαλεία για Κατασκευή Συστημάτων Γνώσης	493
9.3.1. Κελύφη Συστημάτων Γνώσης	494
9.3.2. Γλώσσες Προγραμματισμού Υψηλού Επιπέδου TN.....	495
9.3.3. Εργαλεία για Κατασκευή της Βάσης Γνώσης.....	495
9.3.4. Εργαλεία Συντήρησης και Εξήγησης Συλλογισμών Συστημάτων Γνώσης.....	496
9.4. Ανάπτυξη Συστημάτων Γνώσης.....	498
9.4.1. Φάσεις για Κατασκευή ενός Συστήματος Γνώσης.....	498
9.4.2. Φάσεις για Ανάπτυξη Εμπορεύσιμου Συστήματος Γνώσης.....	502
9.5. Παραδείγματα Κατασκευής Συστημάτων Γνώσης	503
9.5.1. Παράδειγμα 1: Σύστημα Γνώσης Διάγνωσης Σακχαρώδους Διαβήτη.....	503
9.5.2. Παράδειγμα 2: Σύστημα Γνώσης Διάγνωσης Καρκίνου του Μαστού.....	510
9.6. Ασκήσεις	518

Παράρτημα Α: Θέματα Πιθανοτήτων και Κατανομών Τυχαίων Μεταβλητών	521
11.1. Θέματα Πιθανοτήτων.....	521
11.1.1. Πιθανότητες σε Ανεξάρτητα Ενδεχόμενα.....	521
11.1.2. Διακριτά και Συνεχή Μοντέλα.....	524
11.1.3. Υπό Συνθήκη Πιθανότητα.....	526
11.1.4. Ανεξαρτησία και υπό Συνθήκη Ανεξαρτησία	531
11.1.5. Κανόνας Πολλαπλασιασμού για υπό Συνθήκη Πιθανότητα	533
11.1.6. Θεώρημα Ολικής Πιθανότητας.....	534
11.1.7. Θεώρημα του Bayes	536
11.2. Τυχαίες Μεταβλητές και οι Κατανομές τους	538
11.2.1. Κατανομές Διακριτών Τυχαίων Μεταβλητών	538
11.2.1.1. Κατανομή Πιθανοτήτων – Συνάρτηση Μάζας Πιθανότητας..	538
11.2.1.2. Αναμενόμενη Τιμή και Διακύμανση.....	541
11.2.1.3. Αθροιστική Συνάρτηση Πιθανότητας	543
11.2.1.4. Κοινή και Περιθώριος Πιθανότητα.....	545
11.2.1.5. Υπό Συνθήκη Πιθανότητα	550
11.2.1.6. Η Διωνυμική Κατανομή.....	552
11.2.1.7. Η Κατανομή Poisson.....	552
11.2.2. Κατανομές Συνεχών Τυχαίων Μεταβλητών	553
11.2.2.1. Η Κανονική Κατανομή	555
Παράρτημα Β: Γλώσσες Πιθανοτικού Λογικού Προγραμματισμού ...	557
12.1. Πιθανοτικός Λογικός Προγραμματισμός με ProbLog	557
12.1.1. Εισαγωγή στη ProbLog.....	557
12.1.1.1. Ερωτήσεις	562
12.1.2. Συμπερασμοί στη ProbLog	563
12.1.3. Bayesian Δίκτυα στη ProbLog	568
12.1.4. Μάθηση σε ProbLog	573
12.1.4.1. Εισαγωγικές Έννοιες στη Μάθηση Παραμέτρων	574

12.1.4.2. Μάθηση Παραμέτρων σε Bayesian Δίκτυα	576
12.1.4.3. Μάθηση Δομής	579
12.2. Πιθανοτικός Λογικός Προγραμματισμός με Crlint	581
12.2.1. Εισαγωγή.....	581
12.2.2. Σύνταξη και Σημασιολογία Λογικών Προγραμμάτων με Σχολιασμένες Διαζεύξεις	582
12.2.3. Συμπερασμοί σε Crlint	583
12.2.3.1. Ακριβείς Συμπερασμοί.....	584
12.2.3.2. Κατά Προσέγγιση Συμπερασμοί.....	590
12.2.3.3. Κατά Προσέγγιση Συμπερασμός: Ένα Παράδειγμα	593
12.2.4. Μάθηση σε Crlint	594
12.2.4.1. Μάθηση Παραμέτρων.....	595
12.2.4.2. Μάθηση Δομής	603
12.3. Κοινά Παραδείγματα σε ProbLog και Crlint.....	604
12.4. Υλοποίηση Μαρκοβιανών Μοντέλων και Κρυφών Μαρκοβιανών Μοντέλων σε Crlint.....	607
12.4.1. Υλοποίηση Μαρκοβιανού Μοντέλου σε Crlint.....	607
12.4.2. Υλοποίηση Κρυφού Μαρκοβιανού Μοντέλου σε Crlint.....	611
Παράρτημα Γ: XML Schema.....	615
Βιβλιογραφία	621
Ευρετήριο	635

