

Περιεχόμενα

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Εισαγωγή | 31 |
| 1.1 | Τι Είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη..... | 31 |
| | Ανθρώπινη δράση: Η προσέγγιση με τη δοκιμασία Turing | 32 |
| | Ανθρώπινη σκέψη: Η προσέγγιση με γνωστικά μοντέλα..... | 33 |
| | Ορθολογική σκέψη: Η προσέγγιση με τους “νόμους της σκέψης” | 34 |
| | Ορθολογική δράση: Η προσέγγιση με ορθολογικούς πράκτορες | 34 |
| 1.2 | Βασικές Αρχές της Τεχνητής Νοημοσύνης | 36 |
| | Φιλοσοφία (428 π.Χ. – σήμερα)..... | 36 |
| | Μαθηματικά (περ. 800 – σήμερα)..... | 38 |
| | Οικονομικά (1776 – σήμερα) | 40 |
| | Νευροεπιστήμες (1861 – σήμερα) | 41 |
| | Ψυχολογία (1879 – σήμερα)..... | 43 |
| | Τεχνολογία υπολογιστών (1940 – σήμερα)..... | 44 |
| | Θεωρία ελέγχου και κυβερνητική (1948 – σήμερα)..... | 46 |
| | Γλωσσολογία (1957 – σήμερα)..... | 46 |
| 1.3 | Ιστορία της Τεχνητής Νοημοσύνης..... | 47 |
| | Η κυοφορία της τεχνητής νοημοσύνης (1943 – 1955)..... | 47 |
| | Η γέννηση της τεχνητής νοημοσύνης (1956)..... | 48 |
| | Πρώιμος ενθουσιασμός, μεγάλες προσδοκίες (1952 – 1969) | 49 |
| | Μια δόση ρεαλισμού (1966 – 1973) | 52 |
| | Συστήματα βασισμένα στη γνώση: Το κλειδί της επιτυχίας; (1969 – 1979)..... | 53 |
| | Η τεχνητή νοημοσύνη γίνεται βιομηχανία (1980 – σήμερα) | 55 |
| | Η επιστροφή των νευρωνικών δικτύων (1986 – σήμερα)..... | 56 |
| | Η τεχνητή νοημοσύνη γίνεται επιστήμη (1987 – σήμερα)..... | 56 |
| | Η εμφάνιση των ευφύων πρακτόρων (1995 – σήμερα) | 58 |
| 1.4 | Σύγχρονη Τεχνολογία..... | 58 |
| 1.5 | Σύνοψη | 60 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 61 |
| | Ασκήσεις..... | 61 |
| 2 | Ευφυείς Πράκτορες | 64 |
| 2.1 | Πράκτορες και Περιβάλλοντα..... | 64 |
| 2.2 | Καλή Συμπεριφορά: Η Έννοια της Ορθολογικότητας | 67 |
| | Μέτρα της απόδοσης..... | 67 |
| | Ορθολογικότητα | 68 |
| | Παντογνωσία, μάθηση και αυτονομία..... | 69 |
| 2.3 | Φύση των Περιβαλλόντων | 70 |
| | Καθορισμός του περιβάλλοντος εργασιών..... | 70 |
| | Ιδιότητες των περιβαλλόντων εργασιών | 73 |
| 2.4 | Η Δομή των Πρακτόρων | 77 |
| | Προγράμματα πρακτόρων..... | 77 |
| | Απλοί αντανακλαστικοί πράκτορες..... | 79 |
| | Αντανακλαστικοί πράκτορες βασισμένοι σε μοντέλο..... | 81 |
| | Πράκτορες βασισμένοι στους στόχους..... | 82 |
| | Πράκτορες βασισμένοι στη χρησιμότητα | 84 |
| | Πράκτορες που μαθαίνουν | 84 |
| 2.5 | Σύνοψη | 87 |

| | | |
|----------|--|------------|
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 88 |
| | Ασκήσεις..... | 89 |
| 3 | Επίλυση Προβλημάτων με Αναζήτηση..... | 92 |
| 3.1 | Πράκτορες Επίλυσης Προβλημάτων..... | 92 |
| | Καλά ορισμένα προβλήματα και λύσεις..... | 95 |
| | Διατύπωση προβλημάτων | 96 |
| 3.2 | Παραδείγματα Προβλημάτων | 97 |
| | Προβλήματα-παιχνίδια..... | 97 |
| | Προβλήματα του πραγματικού κόσμου..... | 100 |
| 3.3 | Αναζήτηση Λύσεων | 102 |
| | Μέτρηση της απόδοσης στην επίλυση προβλημάτων..... | 106 |
| 3.4 | Στρατηγικές Απληροφόρητης Αναζήτησης | 107 |
| | Αναζήτηση πρώτα κατά πλάτος | 107 |
| | Αναζήτηση πρώτα κατά βάθος | 110 |
| | Αναζήτηση περιορισμένου βάθους..... | 111 |
| | Αναζήτηση πρώτα κατά βάθος με επαναληπτική εκβάθυνση | 112 |
| | Αμφίδρομη αναζήτηση..... | 114 |
| | Σύγκριση στρατηγικών απληροφόρητης αναζήτησης..... | 116 |
| 3.5 | Αποφυγή Επαναλαμβανόμενων Καταστάσεων..... | 116 |
| 3.6 | Αναζήτηση με Μερική Πληροφόρηση | 118 |
| | Προβλήματα χωρίς αισθητήρες..... | 119 |
| | Προβλήματα ενδεχομένων | 121 |
| 3.7 | Σύνοψη..... | 122 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 123 |
| | Ασκήσεις..... | 125 |
| 4 | Πληροφορημένη αναζήτηση και εξερεύνηση | 131 |
| 4.1 | Στρατηγικές Πληροφορημένης (Ευρετικής) Αναζήτησης | 131 |
| | Άπληστη αναζήτηση πρώτα στο καλύτερο | 132 |
| | Αναζήτηση A*: Ελαχιστοποίηση του ολικού εκτιμώμενου κόστους λύσης | 134 |
| | Ευρετική αναζήτηση περιορισμένης μνήμης | 139 |
| | Εκμάθηση καλύτερων τρόπων αναζήτησης..... | 143 |
| 4.2 | Ευρετικές Συναρτήσεις | 143 |
| | Επίδραση της ευρετικής ακρίβειας στην απόδοση..... | 144 |
| | Επινόηση παραδεκτών ευρετικών συναρτήσεων | 145 |
| | Εκμάθηση ευρετικών μηχανισμών από την εμπειρία..... | 148 |
| 4.3 | Αλγόριθμοι Τοπικής Αναζήτησης και Προβλήματα Βελτιστοποίησης | 149 |
| | Αναζήτηση με αναρρίχηση λόφων | 150 |
| | Αναζήτηση με προσομοιωμένη απόπτηση | 154 |
| | Τοπική ακτινική αναζήτηση | 155 |
| | Γενετικοί αλγόριθμοι..... | 156 |
| 4.4 | Τοπική Αναζήτηση σε Συνεχείς Χώρους | 160 |
| 4.5 | Πράκτορες Online Αναζήτησης και Άγνωστα Περιβάλλοντα | 162 |
| | Προβλήματα online αναζήτησης..... | 163 |
| | Πράκτορες online αναζήτησης..... | 165 |
| | Τοπική online αναζήτηση..... | 166 |
| | Μάθηση στην online αναζήτηση..... | 169 |
| 4.6 | Σύνοψη..... | 169 |

| | | |
|----------|---|------------|
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 170 |
| | Ασκήσεις..... | 175 |
| 5 | Προβλήματα Ικανοποίησης Περιορισμών | 179 |
| 5.1 | Προβλήματα Ικανοποίησης Περιορισμών | 179 |
| 5.2 | Αναζήτηση με Υπαναχώρηση στα Προβλήματα Ικανοποίησης Περιορισμών | 184 |
| | Προτεραιότητα μεταβλητών και τιμών | 186 |
| | Διάδοση πληροφοριών μέσω περιορισμών | 187 |
| | Ευφυής υπαναχώρηση: Κοιτάζοντας πίσω..... | 192 |
| 5.3 | Τοπική Αναζήτηση στα Προβλήματα Ικανοποίησης Περιορισμών..... | 193 |
| 5.4 | Η Δομή των Προβλημάτων | 195 |
| 5.5 | Σύνοψη..... | 199 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 200 |
| | Ασκήσεις..... | 202 |
| 6 | Αναζήτηση με Αντιπαλότητα..... | 205 |
| 6.1 | Παιχνίδια | 205 |
| 6.2 | Βέλτιστες Αποφάσεις στα Παιχνίδια..... | 206 |
| | Βέλτιστες στρατηγικές | 207 |
| | Ο αλγόριθμος minimax | 209 |
| | Βέλτιστες αποφάσεις στα παιχνίδια πολλών παικτών..... | 210 |
| 6.3 | Κλάδεμα Άλφα–Βήτα..... | 211 |
| 6.4 | Ατελείς Αποφάσεις σε Πραγματικό Χρόνο..... | 215 |
| | Συναρτήσεις αξιολόγησης..... | 216 |
| | Αποκοπή αναζήτησης..... | 218 |
| 6.5 | Παιχνίδια που Εμπεριέχουν Στοιχείο Τύχης..... | 220 |
| | Αξιολόγηση θέσης σε παιχνίδια με κόμβους τύχης..... | 222 |
| | Πολυπλοκότητα της expectiminimax | 223 |
| | Παιχνίδια με τραπουλόχαρτα | 224 |
| 6.6 | Προηγμένα Προγράμματα Παιχνιδιών..... | 226 |
| 6.7 | Συζήτηση | 229 |
| 6.8 | Σύνοψη..... | 231 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 231 |
| | Ασκήσεις..... | 235 |
| 7 | Λογικοί Πράκτορες | 240 |
| 7.1 | Πράκτορες Βασισμένοι στη Γνώση | 241 |
| 7.2 | Ο Κόσμος του Wumpus | 243 |
| 7.3 | Λογική..... | 247 |
| 7.4 | Προτασιακή Λογική: Μια Πολύ Απλή Λογική | 251 |
| | Σύνταξη | 251 |
| | Σημασιολογία | 252 |
| | Μια απλή βάση γνώσης..... | 254 |
| | Συμπερασμός..... | 255 |
| | Ισοδυναμία, εγκυρότητα και ικανοποιησιμότητα..... | 257 |
| 7.5 | Πρότυπα Συλλογιστικής στην Προτασιακή Λογική..... | 258 |
| | Ανάλυση | 260 |
| | Αλυσίδα εκτέλεσης προς τα εμπρός και προς τα πίσω..... | 265 |
| 7.6 | Αποτελεσματικός Προτασιακός Συμπερασμός | 269 |
| | Ένας πλήρης αλγόριθμος υπαναχώρησης | 269 |

| | | |
|----------|---|------------|
| | Αλγόριθμοι τοπικής αναζήτησης..... | 271 |
| | Δύσκολα προβλήματα ικανοποιησιμότητας..... | 272 |
| 7.7 | Πράκτορες Βασισμένοι στην Προτασιακή Λογική..... | 273 |
| | Εύρεση γουβών και wumpus με τη χρήση λογικού συμπερασμού..... | 274 |
| | Παρακολούθηση της θέσης και του προσανατολισμού..... | 275 |
| | Πράκτορες βασισμένοι σε κύκλωμα..... | 276 |
| | Μια σύγκριση..... | 280 |
| 7.8 | Σύνοψη..... | 281 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 282 |
| | Ασκήσεις..... | 285 |
| 8 | Λογική Πρώτης Τάξης..... | 289 |
| 8.1 | Μια Δεύτερη Ματιά στην Αναπαράσταση..... | 289 |
| 8.2 | Σύνταξη και Σημασιολογία της Λογικής Πρώτης Τάξης..... | 294 |
| | Μοντέλα για τη λογική πρώτης τάξης..... | 294 |
| | Σύμβολα και ερμηνείες..... | 295 |
| | Όροι..... | 297 |
| | Ατομικές προτάσεις..... | 298 |
| | Σύνθετες προτάσεις..... | 298 |
| | Ποσοδείκτες..... | 298 |
| | Ισότητα..... | 302 |
| 8.3 | Χρήση της Λογικής Πρώτης Τάξης..... | 303 |
| | Ισχυρισμοί και ερωτήματα στη λογική πρώτης τάξης..... | 303 |
| | Το πεδίο των συγγενειών..... | 304 |
| | Αριθμοί, σύνολα και λίστες..... | 306 |
| | Ο κόσμος του wumpus..... | 308 |
| 8.4 | Μηχανική Γνώσης στη Λογική Πρώτης Τάξης..... | 311 |
| | Η διαδικασία της μηχανικής της γνώσης..... | 311 |
| | Το πεδίο των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων..... | 313 |
| 8.5 | Σύνοψη..... | 317 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 317 |
| | Ασκήσεις..... | 318 |
| 9 | Συμπερασμός στη Λογική Πρώτης Τάξης..... | 322 |
| 9.1 | Προτασιακός Συμπερασμός και Συμπερασμός Πρώτης Τάξης..... | 322 |
| | Κανόνες συμπερασμού για ποσοδείκτες..... | 323 |
| | Αναγωγή στον προτασιακό συμπερασμό..... | 324 |
| 9.2 | Ενοποίηση και Ανύψωση..... | 325 |
| | Ένας κανόνας συμπερασμού πρώτης τάξης..... | 325 |
| | Ενοποίηση..... | 327 |
| | Αποθήκευση και ανάκτηση..... | 329 |
| 9.3 | Προς τα Εμπρός Αλυσίδα Εκτέλεσης..... | 330 |
| | Οριστικές προτάσεις πρώτης τάξης..... | 331 |
| | Ένας απλός αλγόριθμος προς τα εμπρός αλυσίδας εκτέλεσης..... | 332 |
| | Αποδοτική προς τα εμπρός αλυσίδα εκτέλεσης..... | 334 |
| | Αυξητική προς τα εμπρός αλυσίδα εκτέλεσης..... | 336 |
| 9.4 | Προς τα Πίσω Αλυσίδα Εκτέλεσης..... | 339 |
| | Ένας αλγόριθμος προς τα πίσω αλυσίδας εκτέλεσης..... | 339 |
| | Λογικός προγραμματισμός..... | 340 |
| | Αποδοτική υλοποίηση λογικών προγραμμάτων..... | 342 |
| | Πλεονάζων συμπερασμός και ατέρμονες βρόχοι..... | 344 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| | Λογικός προγραμματισμός με περιορισμούς | 346 |
| 9.5 | Ανάλυση | 347 |
| | Συζευκτική κανονική μορφή για τη λογική πρώτης τάξης..... | 348 |
| | Ο κανόνας συμπερασμού για την ανάλυση..... | 349 |
| | Παραδείγματα απόδειξης | 350 |
| | Πληρότητα ανάλυσης..... | 352 |
| | Χειρισμός της ισότητας..... | 355 |
| | Στρατηγικές ανάλυσης | 357 |
| | Προτίμηση μοναδιαίων προτάσεων | 357 |
| | Σύνολο υποστήριξης | 358 |
| | Ανάλυση εισόδου | 358 |
| | Υπαγωγή..... | 359 |
| | Αποδείκτες θεωρημάτων..... | 359 |
| | Επέκταση της Prolog..... | 360 |
| 9.6 | Σύνοψη | 363 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 364 |
| | Ασκήσεις..... | 369 |
| 10 | Αναπαράσταση της Γνώσης | 374 |
| 10.1 | Οντολογική Μηχανική | 374 |
| 10.2 | Κατηγορίες και Αντικείμενα..... | 377 |
| | Φυσική σύνθεση..... | 378 |
| | Μετρήσεις | 380 |
| | Ουσίες και αντικείμενα | 382 |
| 10.3 | Ενέργειες, Καταστάσεις, και Συμβάντα | 383 |
| | Η οντολογία του λογισμού καταστάσεων | 383 |
| | Περιγραφή ενεργειών στο λογισμό καταστάσεων | 385 |
| | Επίλυση του προβλήματος πλαισίου αναπαράστασης | 387 |
| | Επίλυση του προβλήματος πλαισίου συμπερασμού..... | 388 |
| | Χρόνος και λογισμός συμβάντων..... | 389 |
| | Γενικευμένα συμβάντα..... | 390 |
| | Διαδικασίες..... | 392 |
| | Διαστήματα | 394 |
| | Ρευστά και αντικείμενα..... | 395 |
| 10.4 | Διανοητικά Συμβάντα και Διανοητικά Αντικείμενα..... | 396 |
| | Μια τυπική θεωρία πεποιθήσεων | 397 |
| | Γνώση και πεποίθηση..... | 399 |
| | Γνώση, χρόνος, και δράση | 399 |
| 10.5 | Ο Κόσμος Των Διαδικτυακών Αγορών | 400 |
| | Σύγκριση προσφορών..... | 404 |
| 10.6 | Συστήματα Συλλογιστικής για τις Κατηγορίες | 406 |
| | Σημασιολογικά δίκτυα | 406 |
| | Περιγραφικές λογικές..... | 409 |
| 10.7 | Συλλογιστική με Πληροφορίες Προεπιλογών | 411 |
| | Ανοικτοί και κλειστοί κόσμοι..... | 411 |
| | Η άρνηση ως αποτυχία και η σημασιολογία ευσταθούς μοντέλου | 413 |
| | Οροθέτηση και λογική προεπιλογών..... | 415 |
| 10.8 | Συστήματα Διατήρησης Αλήθειας..... | 417 |
| 10.9 | Σύνοψη | 419 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 420 |
| | Ασκήσεις..... | 427 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 11 | Σχεδιασμός..... | 433 |
| 11.1 | Το Πρόβλημα του Σχεδιασμού..... | 433 |
| | Η γλώσσα των προβλημάτων σχεδιασμού..... | 435 |
| | Εκφραστικότητα και επεκτάσεις..... | 437 |
| | Παράδειγμα: Αερομεταφορά φορτίων..... | 439 |
| | Παράδειγμα: Το πρόβλημα της ρεζέρβας..... | 439 |
| | Παράδειγμα: Ο κόσμος των κύβων..... | 440 |
| 11.2 | Σχεδιασμός με Αναζήτηση στο Χώρο Καταστάσεων..... | 441 |
| | Προς τα εμπρός αναζήτηση στο χώρο καταστάσεων..... | 441 |
| | Προς τα πίσω αναζήτηση στο χώρο καταστάσεων..... | 443 |
| | Ευρετικές συναρτήσεις για προς τα πίσω αναζήτηση στο χώρο καταστάσεων..... | 445 |
| 11.3 | Σχεδιασμός Μερικής Διάταξης..... | 446 |
| | Ένα παράδειγμα προβλήματος σχεδιασμού μερικής διάταξης..... | 451 |
| | Σχεδιασμός μερικής διάταξης με μη δεσμευμένες μεταβλητές..... | 453 |
| | Ευρετικές συναρτήσεις για το σχεδιασμό μερικής διάταξης..... | 454 |
| 11.4 | Γραφήματα Σχεδιασμού..... | 455 |
| | Γραφήματα σχεδιασμού για εκτίμηση ευρετικού μηχανισμού..... | 457 |
| | Ο αλγόριθμος GRAPHPLAN..... | 459 |
| | Τερματισμός του GRAPHPLAN..... | 461 |
| 11.5 | Σχεδιασμός με Προτασιακή Λογική..... | 462 |
| | Περιγραφή προβλημάτων σχεδιασμού με προτασιακή λογική..... | 463 |
| | Πολυπλοκότητα των προτασιακών κωδικοποιήσεων..... | 466 |
| 11.6 | Ανάλυση των Προσεγγίσεων Σχεδιασμού..... | 468 |
| 11.7 | Σύνοψη..... | 469 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 470 |
| | Ασκήσεις..... | 474 |
| 12 | Σχεδιασμός και Δράση στον Πραγματικό κόσμο..... | 479 |
| 12.1 | Χρόνος, Χρονοδιαγράμματα, και Πόροι..... | 479 |
| | Χρονοπρογραμματισμός με περιορισμούς πόρων..... | 482 |
| 12.2 | Σχεδιασμός με Ιεραρχικά Δίκτυα Εργασιών..... | 484 |
| | Αναπαράσταση των αποσυνθέσεων ενεργειών..... | 485 |
| | Τροποποίηση του πράκτορα σχεδιασμού για τις αποσυνθέσεις..... | 488 |
| | Συζήτηση..... | 490 |
| 12.3 | Σχεδιασμός και Ενέργειες σε μη Αιτιοκρατικά Πεδία..... | 493 |
| 12.4 | Σχεδιασμός Υπό Συνθήκη..... | 496 |
| | Σχεδιασμός υπό συνθήκη σε πλήρως παρατηρήσιμα περιβάλλοντα..... | 496 |
| | Σχεδιασμός υπό συνθήκη σε μερικώς παρατηρήσιμα περιβάλλοντα..... | 500 |
| 12.5 | Παρακολούθηση Εκτέλεσης και Επανασχεδιασμός..... | 505 |
| 12.6 | Συνεχής Σχεδιασμός..... | 510 |
| 12.7 | Πολυπρακτορικός Σχεδιασμός..... | 514 |
| | Συνεργασία: συνδυασμένοι στόχοι και πλάνα..... | 515 |
| | Πολυσωματικός σχεδιασμός..... | 516 |
| | Μηχανισμοί συντονισμού..... | 518 |
| | Ανταγωνισμός..... | 519 |
| 12.8 | Σύνοψη..... | 520 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 521 |
| | Ασκήσεις..... | 525 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 13 | Αβεβαιότητα..... | 529 |
| 13.1 | Δράση Υπό Αβεβαιότητα | 529 |
| | Χειρισμός της αβέβαιης γνώσης | 530 |
| | Αβεβαιότητα και ορθολογικές αποφάσεις..... | 532 |
| | Σχεδίαση για έναν πράκτορα που χρησιμοποιεί τη θεωρία αποφάσεων..... | 533 |
| 13.2 | Βασική Σημειογραφία Πιθανοτήτων..... | 534 |
| | Προτάσεις..... | 534 |
| | Ατομικά συμβάντα | 535 |
| | Εκ των προτέρων πιθανότητα | 536 |
| | Υπό συνθήκη πιθανότητα..... | 537 |
| 13.3 | Τα Αξιώματα των Πιθανοτήτων | 539 |
| | Χρήση των αξιωμάτων των πιθανοτήτων | 541 |
| | Γιατί είναι εύλογα τα αξιώματα των πιθανοτήτων..... | 541 |
| 13.4 | Συμπερασμοί Με Πλήρεις Συνδυασμένες Κατανομές Πιθανότητας | 543 |
| 13.5 | Ανεξαρτησία | 546 |
| 13.6 | Ο Κανόνας του Bayes και η Χρήση του..... | 548 |
| | Εφαρμογή του κανόνα του Bayes: Η απλή περίπτωση | 548 |
| | Χρήση του κανόνα του Bayes: Συνδυασμός μαρτυριών..... | 549 |
| 13.7 | Εκ Νέου Επίσκεψη στον Κόσμο του Wumpus | 552 |
| 13.8 | Σύνοψη | 555 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 556 |
| | Ασκήσεις..... | 558 |
| 14 | Πιθανοτική Συλλογιστική | 561 |
| 14.1 | Αναπαράσταση Γνώσης σε ένα Αβέβαιο Πεδίο | 561 |
| 14.2 | Η Σημασιολογία των Δικτύων Bayes | 564 |
| | Αναπαράσταση της πλήρους συνδυασμένης κατανομής..... | 564 |
| | Μια μέθοδος για την κατασκευή δικτύων Bayes | 565 |
| | Συμπαγής αναπαράσταση και διάταξη κόμβων | 566 |
| | Σχέσεις υπό συνθήκη ανεξαρτησίας σε δίκτυα Bayes..... | 568 |
| 14.3 | Αποδοτική Αναπαράσταση Για Υπό Συνθήκη Κατανομές..... | 569 |
| | Δίκτυα Bayes με συνεχείς μεταβλητές..... | 571 |
| 14.4 | Ακριβής Συμπερασμός σε Δίκτυα Bayes | 574 |
| | Συμπερασμός με απαρίθμηση | 574 |
| | Ο αλγόριθμος απαλοιφής μεταβλητών | 577 |
| | Η πολυπλοκότητα του ακριβούς συμπερασμού | 579 |
| | Αλγόριθμοι ομαδοποίησης..... | 580 |
| 14.5 | Προσεγγιστικός Συμπερασμός σε Δίκτυα Bayes | 581 |
| | Μέθοδοι άμεσης δειγματοληψίας..... | 581 |
| | Απορριπτική δειγματοληψία σε δίκτυα Bayes | 583 |
| | Στάθμιση πιθανότητας..... | 584 |
| | Συμπερασμός με προσομοίωση αλυσίδας Markov | 587 |
| 14.6 | Επέκταση των Πιθανοτήτων σε Αναπαραστάσεις Πρώτης Τάξης | 590 |
| 14.7 | Άλλες Προσεγγίσεις στην Αβέβαιη Συλλογιστική..... | 594 |
| | Μέθοδοι βασισμένες σε κανόνες για την αβέβαιη συλλογιστική | 595 |
| | Αναπαράσταση της άγνοιας: Η θεωρία Dempster–Shafer | 597 |
| | Αναπαράσταση της αοριστίας: Ασαφή σύνολα και ασαφής λογική..... | 598 |
| 14.8 | Σύνοψη | 600 |
| | Βιβλιογραφικές και ιστορικές σημειώσεις..... | 601 |
| | Ασκήσεις..... | 605 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 15 | Πιθανοτική Συλλογιστική στο Χρόνο | 610 |
| 15.1 | Χρόνος και Αβεβαιότητα | 610 |
| | Καταστάσεις και παρατηρήσεις | 611 |
| | Στάσιμες διαδικασίες και η υπόθεση Markov | 612 |
| 15.2 | Συμπερασμός σε Χρονικά Μοντέλα | 615 |
| | Φιλτράρισμα και πρόβλεψη | 616 |
| | Εξομάλυνση..... | 618 |
| | Εύρεση της πλέον πιθανής ακολουθίας..... | 621 |
| 15.3 | Κρυφά Μοντέλα Markov | 623 |
| | Απλοποιημένοι αλγόριθμοι πίνακα | 623 |
| 15.4 | Φίλτρα Kalman..... | 626 |
| | Ενημέρωση κατανομών Gauss | 627 |
| | Ένα απλό μονοδιάστατο παράδειγμα | 628 |
| | Η γενική περίπτωση | 631 |
| | Εφαρμοσιμότητα του φιλτραρίσματος Kalman | 632 |
| 15.5 | Δυναμικά Δίκτυα Bayes | 634 |
| | Κατασκευή δικτύων DBN..... | 635 |
| | Ακριβής συμπερασμός στα δίκτυα DBN | 639 |
| | Προσεγγιστικός συμπερασμός στα δίκτυα DBN | 640 |
| 15.6 | Αναγνώριση Ομιλίας | 643 |
| | Ήχοι ομιλίας..... | 645 |
| | Λέξεις..... | 648 |
| | Προτάσεις..... | 650 |
| | Δημιουργία ενός συστήματος αναγνώρισης ομιλίας..... | 653 |
| 15.7 | Σύνοψη | 654 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 654 |
| | Ασκήσεις..... | 657 |
| 16 | Λήψη Απλών Αποφάσεων..... | 660 |
| 16.1 | Συνδυασμός Πεποιθήσεων και Επιθυμιών υπό Αβεβαιότητα..... | 660 |
| 16.2 | Η Βάση της Θεωρίας Χρησιμότητας..... | 662 |
| | Περιορισμοί ως προς τις ορθολογικές προτιμήσεις | 662 |
| | Και εγένετο Χρησιμότητα | 664 |
| 16.3 | Συναρτήσεις Χρησιμότητας | 665 |
| | Η χρησιμότητα των χρημάτων | 665 |
| | Κλίμακες χρησιμότητας και αποτίμηση χρησιμότητας..... | 668 |
| 16.4 | Πολυκριτηριακές Συναρτήσεις Χρησιμότητας | 670 |
| | Κυριαρχία..... | 670 |
| | Δομή προτίμησης και πολυκριτηριακή χρησιμότητα..... | 673 |
| | Προτιμήσεις χωρίς αβεβαιότητα | 673 |
| | Προτιμήσεις με αβεβαιότητα | 674 |
| 16.5 | Δίκτυα Αποφάσεων | 675 |
| | Αναπαράσταση ενός προβλήματος απόφασης με ένα δίκτυο αποφάσεων..... | 675 |
| | Αξιολόγηση δικτύων αποφάσεων | 677 |
| 16.6 | Η Αξία των Πληροφοριών..... | 677 |
| | Ένα απλό παράδειγμα | 678 |
| | Ένας γενικός τύπος..... | 678 |
| | Ιδιότητες της αξίας των πληροφοριών | 680 |
| | Υλοποίηση ενός πράκτορα συλλογής πληροφοριών..... | 681 |
| 16.7 | Έμπειρα Συστήματα της Θεωρίας Αποφάσεων..... | 682 |
| 16.8 | Σύνοψη | 685 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 685 |
| | Ασκήσεις..... | 687 |
| 17 | Λήψη Σύνθετων Αποφάσεων | 691 |
| 17.1 | Ακολουθιακά Προβλήματα Αποφάσεων | 691 |
| | Ένα παράδειγμα | 691 |
| | Βέλτιστη συμπεριφορά στα ακολουθιακά προβλήματα αποφάσεων | 694 |
| 17.2 | Επανάληψη Αξιών..... | 697 |
| | Χρησιμότητες καταστάσεων | 697 |
| | Ο αλγόριθμος επανάληψης αξιών | 699 |
| | Σύγκλιση της επανάληψης αξιών | 699 |
| 17.3 | Επανάληψη Πολιτικών..... | 703 |
| 17.4 | Μερικώς Παρατηρήσιμες Διαδικασίες Απόφασης Markov | 705 |
| 17.5 | Πράκτορες της Θεωρίας Αποφάσεων | 709 |
| 17.6 | Αποφάσεις με Πολλούς Πράκτορες: Θεωρία Παγνίων..... | 711 |
| 17.7 | Σχεδίαση Μηχανισμών..... | 721 |
| 17.8 | Σύνοψη..... | 724 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 725 |
| | Ασκήσεις..... | 728 |
| 18 | Μάθηση από Παρατηρήσεις | 731 |
| 18.1 | Μορφές Μάθησης | 731 |
| 18.2 | Επαγωγική Μάθηση | 733 |
| 18.3 | Μάθηση Δένδρων Αποφάσεων | 735 |
| | Δένδρα αποφάσεων ως στοιχεία εκτέλεσης | 736 |
| | Εκφραστικότητα των δένδρων αποφάσεων | 737 |
| | Επαγωγή δένδρων αποφάσεων από παραδείγματα | 738 |
| | Επιλογή χαρακτηριστικών ελέγχου..... | 742 |
| | Αξιολόγηση της απόδοσης του αλγόριθμου μάθησης..... | 743 |
| | Θόρυβος και υπερπροσαρμογή | 745 |
| | Επέκταση της εφαρμοσιμότητας των δένδρων αποφάσεων..... | 747 |
| 18.4 | Συλλογική Μάθηση..... | 748 |
| 18.5 | Γιατί Αποδίδει η Μάθηση: Θεωρία Υπολογιστικής Μάθησης..... | 752 |
| | Πόσα παραδείγματα χρειάζονται; | 752 |
| | Μάθηση λίστας αποφάσεων..... | 754 |
| | Συζήτηση..... | 756 |
| 18.6 | Σύνοψη..... | 757 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 758 |
| | Ασκήσεις..... | 760 |
| 19 | Η Γνώση στη Μάθηση..... | 763 |
| 19.1 | Μια Λογική Διατύπωση της Μάθησης..... | 763 |
| | Παραδείγματα και υποθέσεις | 764 |
| | Αναζήτηση της τρέχουσας βέλτιστης υπόθεσης..... | 765 |
| | Αναζήτηση ελάχιστης δέσμευσης..... | 768 |
| 19.2 | Η Γνώση στη Μάθηση | 772 |
| | Μερικά απλά παραδείγματα..... | 773 |
| | Μερικά γενικά σχήματα | 773 |
| 19.3 | Μάθηση Βασισμένη στις Εξηγήσεις..... | 775 |
| | Εξαγωγή γενικών κανόνων από παραδείγματα | 776 |
| | Βελτίωση της αποδοτικότητας | 778 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 19.4 | Μάθηση με Χρήση Πληροφοριών Συνάφειας | 780 |
| | Προσδιορισμός του χώρου υποθέσεων | 780 |
| | Μάθηση και χρήση των πληροφοριών συνάφειας | 781 |
| 19.5 | Επαγωγικός Λογικός Προγραμματισμός | 783 |
| | Παράδειγμα | 785 |
| | Μέθοδοι επαγωγικής μάθησης από επάνω προς τα κάτω | 786 |
| | Επαγωγική μάθηση με αντίστροφη παραγωγή..... | 789 |
| | Πραγματοποίηση ανακαλύψεων με τον επαγωγικό λογικό προγραμματισμό | 791 |
| 19.6 | Σύνοψη | 793 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 794 |
| | Ασκήσεις..... | 796 |
| 20 | Στατιστικές Μέθοδοι Μάθησης..... | 798 |
| 20.1 | Στατιστική Μάθηση | 798 |
| 20.2 | Μάθηση με Πλήρη Δεδομένα..... | 802 |
| | Μάθηση παραμέτρων μέγιστης πιθανότητας: Διακριτά μοντέλα | 802 |
| | Απλοϊκά μοντέλα Bayes..... | 805 |
| | Μάθηση παραμέτρων μέγιστης πιθανότητας: Συνεχή μοντέλα | 806 |
| | Μάθηση παραμέτρων κατά Bayes | 807 |
| | Μάθηση των δομών για δίκτυα Bayes | 809 |
| 20.3 | Μάθηση με Κρυφές Μεταβλητές: Ο Αλγόριθμος EM..... | 811 |
| | Μη επιβλεπόμενη ομαδοποίηση: Μάθηση μειγμάτων Gauss | 812 |
| | Μάθηση δικτύων Bayes με κρυφές μεταβλητές | 814 |
| | Μάθηση κρυφών μοντέλων Markov | 817 |
| | Η γενική μορφή του αλγόριθμου EM..... | 818 |
| | Μάθηση δομών δικτύων Bayes με κρυφές μεταβλητές | 819 |
| 20.4 | Μάθηση Βασισμένη σε Στιγμιότυπα..... | 820 |
| | Μοντέλα πλησιέστερου γείτονα..... | 820 |
| | Μοντέλα πυρήνα | 823 |
| 20.5 | Νευρωνικά Δίκτυα..... | 824 |
| | Μονάδες στα νευρωνικά δίκτυα..... | 824 |
| | Δομές δικτύου | 826 |
| | Νευρωνικά δίκτυα ενός επιπέδου με προς τα εμπρός τροφοδότηση σήματος (perceptrons) | 827 |
| | Νευρωνικά δίκτυα πολλών επιπέδων με προς τα εμπρός τροφοδότηση του σήματος..... | 832 |
| | Μάθηση δομών νευρωνικών δικτύων | 836 |
| 20.6 | Μηχανές Πυρήνα | 837 |
| 20.7 | Μελέτη Περίπτωσης: Αναγνώριση Χειρόγραφων Ψηφίων..... | 840 |
| 20.8 | Σύνοψη | 843 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 844 |
| | Ασκήσεις..... | 848 |
| 21 | Ενισχυτική Μάθηση | 852 |
| 21.1 | Εισαγωγή..... | 852 |
| 21.2 | Παθητική Ενισχυτική Μάθηση | 854 |
| | Άμεση εκτίμηση χρησιμότητας..... | 855 |
| | Προσαρμόσιμος δυναμικός προγραμματισμός | 856 |
| | Μάθηση χρονικών διαφορών | 857 |
| 21.3 | Ενεργητική Ενισχυτική Μάθηση | 860 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| | Εξερεύνηση | 861 |
| | Μάθηση μιας συνάρτησης αξίας ενεργειών | 865 |
| 21.4 | Γενίκευση στην Ενισχυτική Μάθηση..... | 866 |
| | Εφαρμογές στα παιχνίδια | 870 |
| | Εφαρμογή στον έλεγχο ρομπότ | 870 |
| 21.5 | Αναζήτηση Πολιτικής..... | 871 |
| 21.6 | Σύνοψη | 874 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 875 |
| | Ασκήσεις..... | 878 |
| 22 | Επικοινωνία | 881 |
| 22.1 | Η Επικοινωνία ως Ενέργεια | 882 |
| | Θεμελιώδεις αρχές της γλώσσας..... | 883 |
| | Τα συνιστώντα βήματα της επικοινωνίας..... | 884 |
| 22.2 | Τυπική Γραμματική για ένα Τμήμα της Αγγλικής Γλώσσας..... | 887 |
| | Το Λεξικό της ϵ_0 | 887 |
| | Η γραμματική της ϵ_0 | 888 |
| 22.3 | Συντακτική Ανάλυση..... | 889 |
| | Αποδοτική συντακτική ανάλυση..... | 891 |
| 22.4 | Επαυξημένη Γραμματική | 897 |
| | Υποκατηγοριοποίηση ρημάτων..... | 900 |
| | Παραγωγική ικανότητα των επαυξημένων γραμματικών | 901 |
| 22.5 | Σημασιολογική Ερμηνεία..... | 902 |
| | Η σημασιολογία ενός αποσπάσματος σε Αγγλική γλώσσα | 904 |
| | Χρόνος και ρηματικοί χρόνοι..... | 904 |
| | Ποσοτικοποίηση..... | 905 |
| | Πραγματολογική Ερμηνεία | 907 |
| | Παραγωγή γλώσσας με γραμματικές DCG..... | 910 |
| 22.6 | Αμφισημία και Αποσαφήνιση | 910 |
| | Αποσαφήνιση | 913 |
| 22.7 | Κατανόηση Πραγματείας | 914 |
| | Ανάλυση αναφορών | 914 |
| | Η δομή μιας συνεκτικής πραγματείας..... | 915 |
| 22.8 | Επαγωγή Γραμματικής..... | 917 |
| 22.9 | Σύνοψη | 919 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 920 |
| | Ασκήσεις..... | 924 |
| 23 | Πιθανοτική Επεξεργασία Γλώσσας..... | 927 |
| 23.1 | Πιθανοτικά Μοντέλα Γλωσσών | 927 |
| | Πιθανοτικές γραμματικές ανεξάρτητες από τα συμφραζόμενα..... | 930 |
| | Μάθηση των πιθανοτήτων για τις γραμματικές PCFG | 932 |
| | Μάθηση της δομής κανόνων για τις γραμματικές PCFG..... | 933 |
| 23.2 | Ανάκτηση Πληροφοριών..... | 933 |
| | Αξιολόγηση συστημάτων IR..... | 936 |
| | Βελτιώσεις IR..... | 938 |
| | Παρουσίαση των συνόλων αποτελεσμάτων..... | 939 |
| | Υλοποίηση συστημάτων IR | 940 |
| 23.3 | Εξαγωγή Πληροφοριών..... | 942 |
| 23.4 | Μηχανική Μετάφραση | 945 |
| | Συστήματα μηχανικής μετάφρασης | 947 |

| | | |
|-----------|---|-------------|
| | Στατιστική μηχανική μετάφραση | 948 |
| | Μάθηση πιθανοτήτων για τη μηχανική μετάφραση..... | 951 |
| 23.5 | Σύνοψη..... | 953 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 953 |
| | Ασκήσεις..... | 956 |
| 24 | Αντίληψη..... | 959 |
| 24.1 | Εισαγωγή..... | 959 |
| 24.2 | Σχηματισμός Εικόνων | 961 |
| | Εικόνες χωρίς φακούς: φωτογραφική μηχανή σημειακής οπής | 961 |
| | Συστήματα με φακό..... | 962 |
| | Φως: η φωτομετρία του σχηματισμού εικόνας | 963 |
| | Χρώμα: η φασματοφωτομετρία του σχηματισμού εικόνας..... | 964 |
| 24.3 | Πρώιμες Λειτουργίες Επεξεργασίας Εικόνας..... | 965 |
| | Ανίχνευση ακμών | 966 |
| | Κατάτμηση εικόνας | 969 |
| 24.4 | Εξαγωγή Τρισδιάστατων Πληροφοριών | 970 |
| | Κίνηση..... | 972 |
| | Διόφθαλμη στερεοσκοπική όραση | 974 |
| | Κλίσεις υφής | 976 |
| | Σκίαση | 977 |
| | Περίγραμμα | 978 |
| 24.5 | Αναγνώριση Αντικειμένων | 982 |
| | Αναγνώριση με βάση τη φωτεινότητα..... | 985 |
| | Αναγνώριση με βάση τα χαρακτηριστικά | 986 |
| | Εκτίμηση στάσης..... | 989 |
| 24.6 | Χρήση της Όρασης για το Χειρισμό και την Πλοήγηση | 991 |
| 24.7 | Σύνοψη..... | 993 |
| | Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 993 |
| | Ασκήσεις..... | 997 |
| 25 | Ρομποτική..... | 1000 |
| 25.1 | Εισαγωγή..... | 1000 |
| 25.2 | Υλικό των Ρομπότ | 1002 |
| | Αισθητήρες..... | 1002 |
| | Συσκευές δράσης..... | 1004 |
| 25.3 | Ρομποτική Αντίληψη | 1007 |
| | Εντοπισμός..... | 1008 |
| | Χαρτογράφηση..... | 1013 |
| | Άλλοι τύποι αντίληψης..... | 1016 |
| 25.4 | Σχεδιασμός Κίνησης | 1017 |
| | Χώρος διαμόρφωσης..... | 1017 |
| | Μέθοδοι αποσύνθεσης σε κελιά..... | 1021 |
| | Μέθοδοι σκελετοποίησης..... | 1023 |
| 25.5 | Σχεδιασμός Αβέβαιων Κινήσεων | 1024 |
| | Εύρωστες Μέθοδοι..... | 1026 |
| 25.6 | Κίνηση..... | 1028 |
| | Δυναμική και έλεγχος..... | 1029 |
| | Έλεγχος πεδίου δυναμικού..... | 1031 |
| | Αντιδραστικός έλεγχος | 1032 |
| 25.7 | Αρχιτεκτονικές Λογισμικού Ρομποτικής..... | 1034 |

| | |
|--|-------------|
| Αρχιτεκτονική υπαγωγής | 1034 |
| Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων | 1036 |
| Γλώσσες προγραμματισμού ρομποτικής..... | 1036 |
| 25.8 Πεδία Εφαρμογής..... | 1038 |
| 25.9 Σύνοψη | 1041 |
| Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 1042 |
| Ασκήσεις..... | 1045 |
| 26 Φιλοσοφική Θεμελίωση | 1050 |
| 26.1 Ασθενής TN: Μπορούν να Ενεργήσουν Ευφρώς οι Μηχανές; | 1050 |
| Το επιχείρημα από την αδυναμία | 1052 |
| Η μαθηματική ένσταση | 1053 |
| Το επιχείρημα περί μη τυποποίησης..... | 1054 |
| 26.2 Ισχυρή TN: Μπορούν Πράγματι να Σκεφτούν οι Μηχανές; | 1056 |
| Το πρόβλημα του νου και του σώματος | 1058 |
| Το πείραμα του "εγκεφάλου μέσα σε κάδο" | 1059 |
| Το πείραμα προσθετικής εγκεφάλου | 1060 |
| Το Κινέζικο δωμάτιο | 1062 |
| 26.3 Η Ηθική και οι Κίνδυνοι της Ανάπτυξης Τεχνητής Νοημοσύνης | 1064 |
| 26.4 Σύνοψη | 1068 |
| Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 1068 |
| Ασκήσεις..... | 1071 |
| 27 TN: Παρόν και Μέλλον..... | 1072 |
| 27.1 Συνιστώσες Πράκτορα | 1072 |
| 27.2 Αρχιτεκτονικές Πρακτόρων | 1075 |
| 27.3 Οδεύουμε Προς Τη Σωστή Κατεύθυνση; | 1076 |
| 27.4 Τι Θα Συμβεί Εάν Πετύχει Η TN;..... | 1079 |
| A Μαθηματικό Υπόβαθρο..... | 1080 |
| A.1 Ανάλυση Πολυπλοκότητας και Σημειογραφία O() | 1080 |
| Ασυμπτωτική ανάλυση..... | 1080 |
| NP και εγγενώς δύσκολα προβλήματα | 1081 |
| A.2 Διανύσματα, Πίνακες, και Γραμμική Άλγεβρα | 1082 |
| A.3 Κατανομές Πιθανοτήτων..... | 1084 |
| Βιβλιογραφικές και Ιστορικές Σημειώσεις | 1086 |
| B Σημειώσεις Επί Των Γλωσσών Και Των Αλγορίθμων | 1088 |
| B.1 Ορισμός Γλωσσών Με Τη Μορφή Backus–Naur (BNF) | 1088 |
| B.2 Περιγραφή Αλγορίθμων με Ψευδοκώδικα | 1089 |
| B.3 Βοήθεια στον Ιστό..... | 1090 |
| Βιβλιογραφία..... | 1091 |
| Γλωσσάρι..... | 1145 |
| Ευρετήριο | 1165 |