



Τεχνητή Νοημοσύνη

Εισαγωγή

Διδάσκων: Τσίπουρας Μάρκος
Εκπαιδευτικό Υλικό: Τσίπουρας Μάρκος
<http://ai.uom.gr/aima/>

Τεχνητή Νοημοσύνη

*Στα πλαίσια του μαθήματος
“Τεχνητή Νοημοσύνη”*

*θα διδαχτούν εισαγωγικά και θεμελιώδη θέματα
σε σχέση με τις τεχνολογίες και τους
αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται για την
ανάπτυξη εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης.*

Στόχοι

Οι στόχοι του μαθήματος είναι:

- η παρουσίαση των βασικών εννοιών σε σχέση με την Τεχνητή Νοημοσύνη,
- η παρουσίαση των βασικών προσεγγίσεων/αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης,

Θεωρία

- Εισαγωγικές έννοιες
- Ευφυείς Πράκτορες
- Επίλυση Προβλημάτων με Αναζήτηση
- Πληροφορημένη αναζήτηση και εξερεύνηση
- Προβλήματα Ικανοποίησης Περιορισμών
- Αναζήτηση με Αντιπαλότητα
- Λογικοί Πράκτορες
- Λογική Πρώτης Τάξης
- Συμπερασμός στη Λογική Πρώτης Τάξης

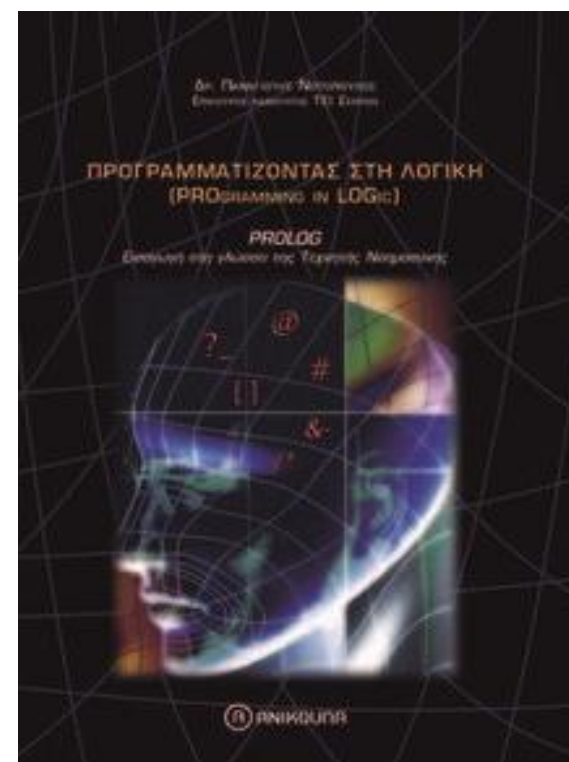
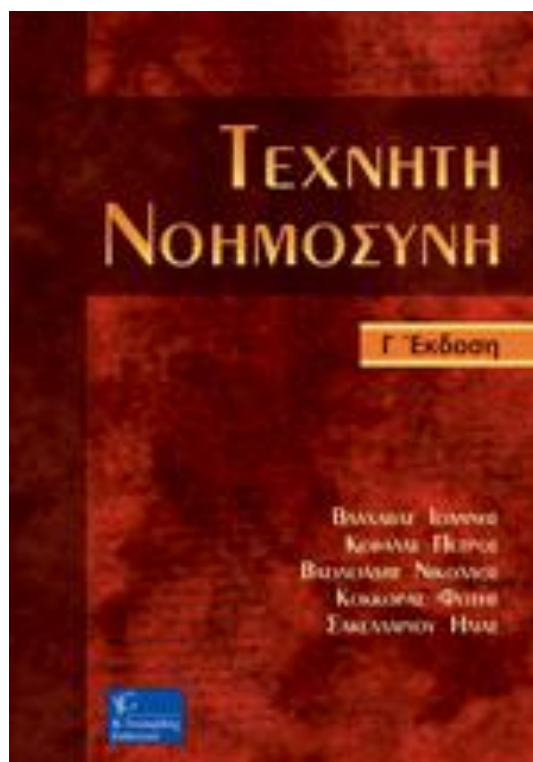
Θεωρία

- Αναπαράσταση της Γνώσης
- Αβεβαιότητα
- Πιθανοτική Συλλογιστική
- Λήψη Απλών Αποφάσεων
- Μάθηση από Παρατηρήσεις
- Η Γνώση στη Μάθηση
- Στατιστικές Μέθοδοι Μάθησης
- Ενισχυτική Μάθηση

Εξέταση - Αξιολόγηση

- Τελική Εξέταση

Βιβλιογραφία



Επικοινωνία

- Οι φοιτητές μπορούν να υποβάλλουν τις ερωτήσεις τους μέσω e-mail στο:

markanast1@yahoo.com

Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη [1]

- Διάφορες προσεγγίσεις
 - Συστήματα που σκέπτονται σαν τον άνθρωπο
 - Συστήματα που σκέπτονται ορθολογικά
 - Συστήματα που ενεργούν σαν τον άνθρωπο
 - Συστήματα που ενεργούν ορθολογικά
- Ανθρώπινη δράση: Η δοκιμασία Turing
 - Επεξεργασία φυσικής γλώσσας
 - Αναπαράσταση γνώσης
 - Αυτοματοποιημένη συλλογιστική
 - Μηχανική μάθηση
- Πλήρης δοκιμασία Turing:
 - μηχανική όραση
 - ρομποτική

Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη [2]

- Ανθρώπινη σκέψη: Η προσέγγιση με γνωστικά μοντέλα
 - Γνωστική επιστήμη: Υπολογιστικά μοντέλα της ΤΝ και πειραματικές τεχνικές της ψυχολογίας, με σκοπό τη δημιουργία ακριβών και πειραματικά επαληθεύσιμων θεωριών για τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου νου.
- Ορθολογική σκέψη: Η προσέγγιση με τους “νόμους της σκέψης”
 - Αριστοτέλειοι συλλογισμοί
 - Λογική
- Ορθολογική δράση: Η προσέγγιση με ορθολογικούς πράκτορες
 - Καλύτερο (αναμενόμενο) αποτέλεσμα
 - Η δράση δεν προϋποθέτει απαραίτητως σκέψη.
 - Αντανακλαστικές ενέργειες.

Φιλοσοφία

- Μπορούν να χρησιμοποιούνται τυπικοί κανόνες για την εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων;
 - Πρώτες αριθμομηχανές (περ. 1500)
- Πώς προκύπτει η πνευματική νόηση από το φυσικό εγκέφαλο;
 - Δυισμός (Καρτέσιος, 1569-1650), Υλισμός
- Από πού προέρχεται η γνώση;
 - Εμπειρισμός, επαγωγή
- Πώς η γνώση οδηγεί σε δράση;
 - Αλγόριθμος Αριστοτέλη (Ηθικά Νικομάχεια), πρόγραμμα GPS (Newell & Simon)

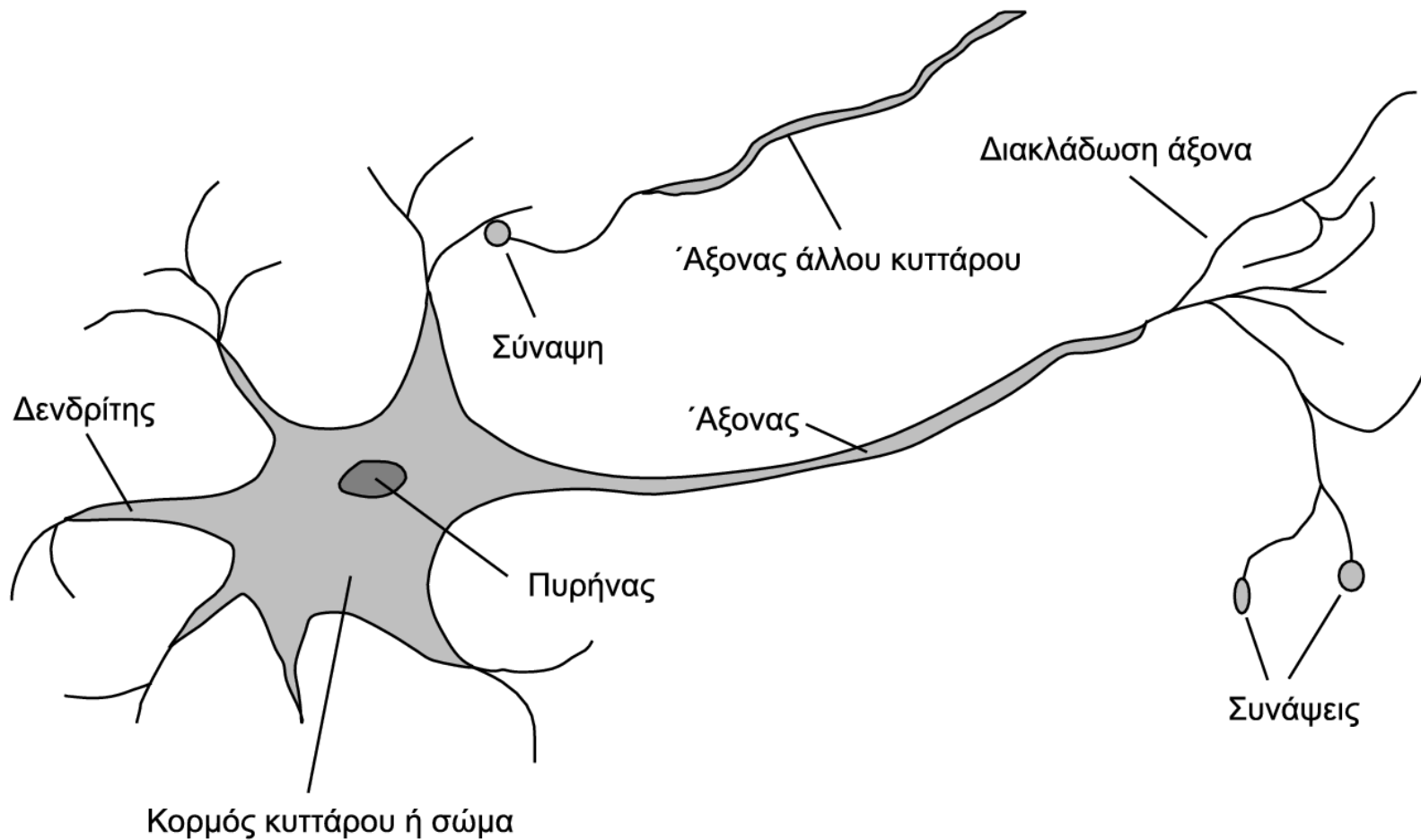
Μαθηματικά

- Λογική
 - Προτασιακή λογική (Boole, 1815-1864)
 - Λογική πρώτης τάξης (Gottlob Frege, 1848-1925)
- Θεωρία Υπολογισμών
 - Θεώρημα της μη-πληρότητας (Goedel, 1906-1978)
 - Αλγόριθμος, Θέση Turing-Church
 - Δυσεπίλυτα προβλήματα
- Πιθανότητες

Οικονομικά

- Πώς πρέπει να παίρνουμε αποφάσεις ώστε να μεγιστοποιούμε την απολαβή;
 - Θεωρία Αποφάσεων = Πιθανότητες + Χρησιμότητες
- Πώς πρέπει να το κάνουμε όταν οι άλλοι ίσως να μη φέρονται ευνοϊκά;
 - Θεωρία Παιγνίων
- Πώς πρέπει να το κάνουμε όταν η απολαβή ίσως είναι στο απώτερο μέλλον;
 - Επιχειρησιακή έρευνα
 - Διαδικασίες αποφάσεων Markov

Νευροεπιστήμες [1]



Νευροεπιστήμες [2]

	Υπολογιστής	Ανθρώπινος εγκέφαλος
Υπολογιστικές μονάδες	1 CPU, 10^8 πύλες	10^{11} νευρώνες
Αποθηκευτικές μονάδες	10^{10} bit RAM 10^{11} bit δίσκου	10^{11} νευρώνες 10^{14} συνάψεις
Χρόνος κύκλου	10^{-9} sec	10^{-3} sec
Εύρος ζώνης	10^{10} bit/sec	10^{14} bit/sec
Ενημερώσεις μνήμης/sec	10^9	10^{14}

Ψυχολογία

- Πώς σκέπτονται και πώς ενεργούν οι άνθρωποι και τα ζώα;
- Πειραματική ψυχολογία
 - «Ενδοσκόπηση» ανθρώπων
 - Γνωστική ψυχολογία
- Συμπεριφορισμός
 - Παρατήρηση ζώων
- Γνωστική επιστήμη: Υπολογιστικά μοντέλα

Τεχνολογία Υπολογιστών

- Πώς μπορούμε να κατασκευάσουμε έναν αποδοτικό υπολογιστή;
 - Δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα...

Θεωρία Ελέγχου και Κυβερνητική

- Πώς μπορούν τα τεχνουργήματα να λειτουργούν υπό το δικό τους έλεγχο;
- Σχεδίαση συστημάτων που μεγιστοποιούν μια αντικειμενική συνάρτηση στο χρόνο.
- Θεωρία Ελέγχου: Χρήση μαθηματικού λογισμού και γραμμικής άλγεβρας
- ΤΝ: Διακριτά μαθηματικά

Γλωσσολογία

- Πώς σχετίζεται η γλώσσα με τη σκέψη;
- Υπολογιστική γλωσσολογία
- Noam Chomsky, Syntactic Structures (1950)

Αρχικές Σκέψεις ...

- 1943: Ο McCulloch και ο Pitts πρότειναν ένα μοντέλο τεχνητών νευρώνων που είχε τη δυνατότητα να μαθαίνει και να υπολογίζει συναρτήσεις.
- 1949: Ο Donald Hebb πρότεινε μία μέθοδο εκπαίδευσης νευρωνικών δικτύων.
- 1950: Ο Alan Turing, με το άρθρο του "Computing Machinery and Intelligence", εισήγαγε:
 - Το γνωστό τεστ Turing.
 - Τη μηχανική μάθηση.
 - Τους γενετικούς αλγορίθμους.
 - Την ενισχυτική μάθηση.
- 1951: Ο Minsky και ο Edmonds υλοποίησαν το πρώτο νευρωνικό δίκτυο, το SNARC, με 40 νευρώνες, το οποίο χρησιμοποιούσε 3.000 λυχνίες.

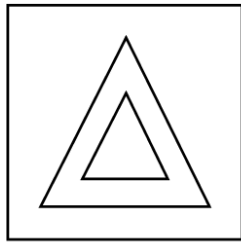
Ορισμός της Τεχνητής Νοημοσύνης (1956)

- 1956: Διοργάνωση από τους John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon και Nathaniel Rochester μιας δίμηνης συνάντησης (workshop) στο Dartmouth (Hanover, New Hampshire) καθοριστικής στη γέννηση της Τ.Ν.
- Η συνάντηση αφορούσε τη θεωρία αυτομάτων, τα νευρωνικά δίκτυα και τη μελέτη της ευφυΐας.
- Είχε μόνο 10 συμμετέχοντες!
- Οι Allen Newell και Herner Simon παρουσίασαν το πρόγραμμα *Logic Theorist* (LT) που ήταν σε θέση να αποδεικνύει απλά μαθηματικά θεωρήματα.
- Το κυριότερο ίσως αποτέλεσμα της συνάντησης ήταν η αποδοχή του ονόματος που πρότεινε ο John McCarthy για τη νέα ερευνητική περιοχή: Τεχνητή Νοημοσύνη.

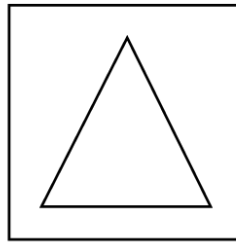
Πρώιμος ενθουσιασμός (1952-1969)

- 1958: Ο McCarthy
 - Όρισε τη συναρτησιακή γλώσσα LISP.
 - Πρότεινε ένα υποθετικό σύστημα (το *Advice Taker*), που χρησιμοποιούσε γνώση (όπως το LT) αλλά αφορούσε γενικά, καθημερινά, προβλήματα.
- 1959: Herbert Galernter, Geometry Theorem Prover.
- 1961: Newell & Simon, General Problem Solver.
- 1969: Stanford, Shakey.
- Μικρόκοσμοι

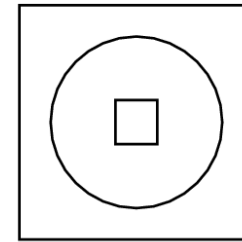
Ο κόσμος των αναλογιών



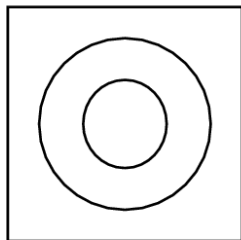
είναι για το



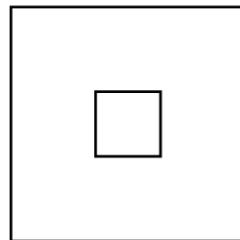
ό,τι το



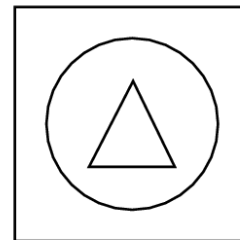
για το



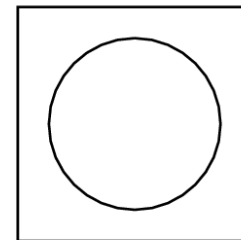
1



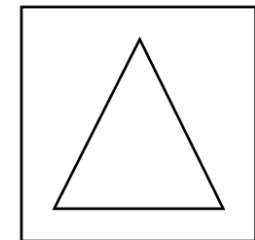
2



3



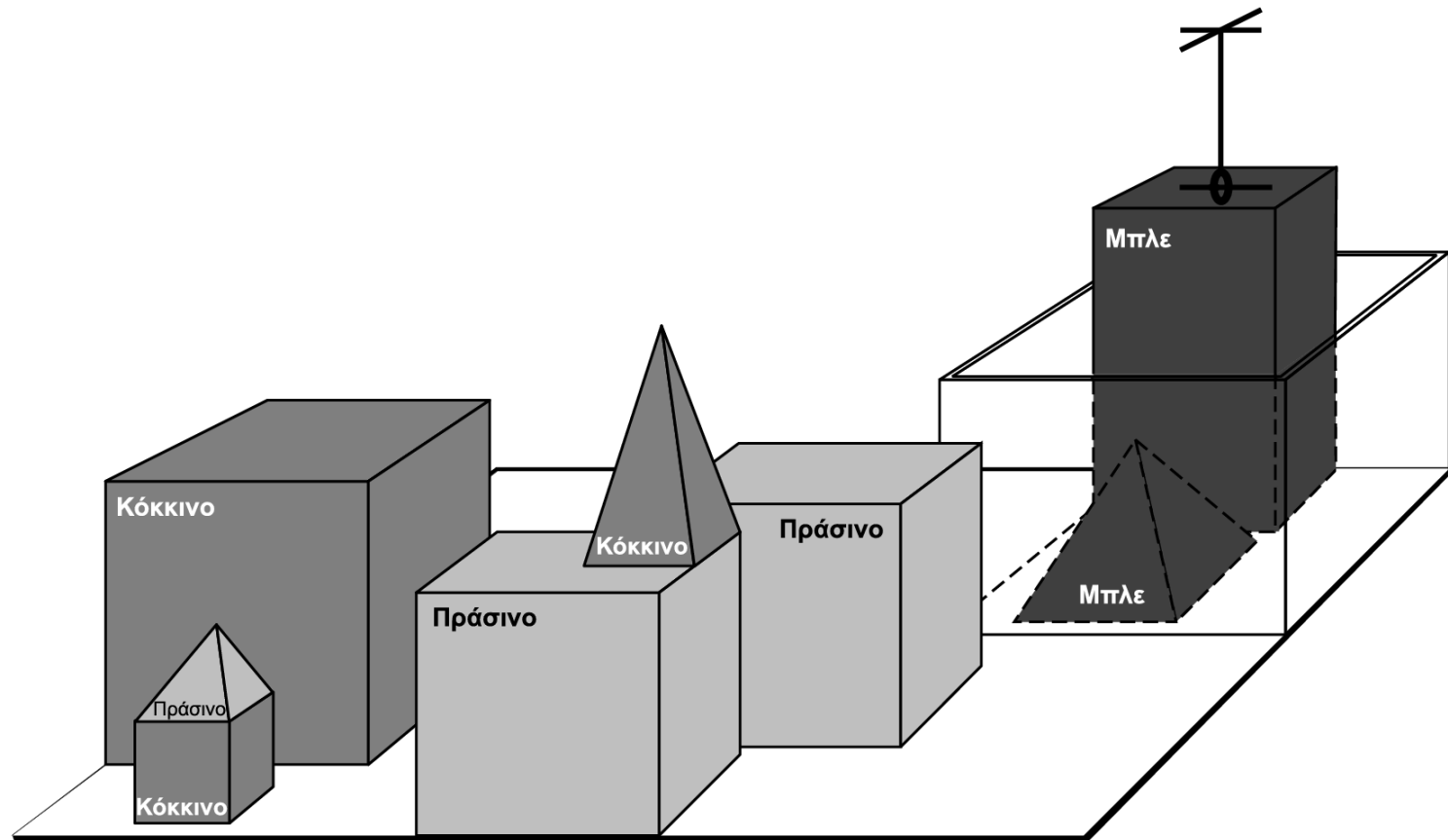
4



5

- Παράδειγμα προβλήματος που μπορεί να επιλυθεί από το πρόγραμμα Analogy του Evans

Ο κόσμος των «κύβων»



Μια δόση ρεαλισμού (1966-1973)

- Μεγάλες προσδοκίες:

- Το 1957 ο Herbert Simon είχε προβλέψει ότι σε 10 χρόνια ο παγκόσμιος πρωταθλητής στο σκάκι θα είναι υπολογιστής!

- Φτωχά αποτελέσματα:

- Δυσεπίλυτα προβλήματα: *Το γεγονός ότι ένα πρόγραμμα μπορεί θεωρητικά να βρει μια λύση δε σημαίνει ότι το πρόγραμμα περιέχει κανέναν από τους μηχανισμούς που απαιτούνται για να βρει τη λύση πραγματικά.*
- 1969: Ο Marvin Minsky "απέδειξε" ότι τα νευρωνικά δίκτυα είναι ανεπαρκή για αντιμετώπιση μη-απλών προβλημάτων.
- 1973: Η κυβέρνηση της Μ. Βρετανίας διέκοψε τη χρηματοδότηση για Τεχνητή Νοημοσύνη στα περισσότερα αγγλικά πανεπιστήμια.

Γνωσιακά Συστήματα 1969-1979)

- Ασθενείς μέθοδοι: Γνώση γενικής χρήσης
- Ισχυρές μέθοδοι: Εξειδικευμένη γνώση
 - Για να λυθεί ένα δύσκολο πρόβλημα θα πρέπει σχεδόν να γνωρίζουμε ήδη την απάντηση!
- Έμπειρα συστήματα:
 - DENDRAL (Stanford 1969). Εύρεση της μοριακής δομής οργανικών ενώσεων με δεδομένα από φασματογράφο μάζας.
 - MYCIN (Stanford). Διάγνωση μολύνσεων του αίματος.
- Αρχές δεκαετίας '70: Prolog.

Βιομηχανία (1980 - σήμερα)

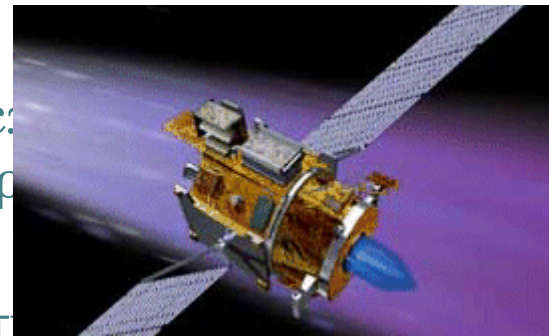
- R1: Έμπειρο σύστημα (DEC) για διαμόρφωση παραγγελιών.
 - Μέχρι το 1988 είχαν πουληθεί περισσότερα από 40 πακέτα του R1.
- 1981: Η Ιαπωνία ανακοίνωσε το πρόγραμμα "5η γενιά", ένα δεκαετές πρόγραμμα για την κατασκευή υπολογιστών με γλώσσα μηχανής την Prolog.
 - Ακολούθησαν αντίστοιχα προγράμματα στις ΗΠΑ και στην Μεγάλη Βρετανία.
- Τέλη της δεκαετίας του '80: Δεύτερη διάψευση
 - Winter of Artificial Intelligence

Η ΤΝ σήμερα (1986 -)

- 1986: Αναζοπύρωση του ενδιαφέροντος στα νευρωνικά δίκτυα.
- Η Τ.Ν. μετεξελίχθηκε σε επιστήμη:
 - Τα επιτεύγματα στηρίζονται πλέον σε αυστηρές θεωρίες.
 - Νέα "επιτεύγματα" γίνονται αποδεκτά μόνο κατόπιν αυστηρής απόδειξης ή εξαντλητικής πειραματικής επιβεβαίωσης.
- Ευφυείς πράκτορες και διαδίκτυο (1995-)
 - Έχοντας λύσει αρκετά από τα επιμέρους προβλήματα, οι ερευνητές στράφηκαν ξανά στο "συνολικό πρόβλημα", αυτό της κατασκευής ευφυών πρακτόρων.
 - Το διαδίκτυο αποτελεί ιδανικό χώρο πραγματικής δοκιμής των νέων τεχνολογιών.

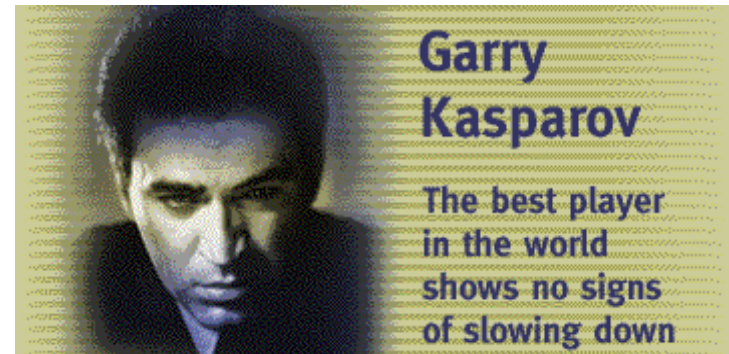
Αυτόνομος σχεδιασμός και χρονοπρογραμματισμός ενεργειών

- Το πείραμα Remote Agent της NASA υλοποίησε το πρώτο αυτόνομο πρόγραμμα σχεδιασμού ενεργειών (planning program) για τον έλεγχο των λειτουργιών ενός διαστημοπλοίου (1998-2001).
- Το πρόγραμμα:
 - παρήγαγε πλάνα ενεργειών για την εκτέλεση των εργασιών που καθορίζονταν από τη γη (π.χ. φωτογράφιση).
 - παρακολουθούσε την εκτέλεσή τους, αναγνώριζε και διορθωνε τυχόν αποκλίσεις.
 - προέβαινε στις απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες, όταν διαπίστωνε αποκλίσεις.
 - <http://ic.arc.nasa.gov/projects/remote-agent/>



Παιχνίδια (Game Playing)

- Ο υπολογιστής της IBM Deep Blue έγινε ο πρώτος που νίκησε τον παγκόσμιο πρωταθλητή στο σκάκι Garry Kasparov με σκορ 3.5-2.5, σε αγώνα επίδειξης το 1997.
- <http://www.research.ibm.com/deepblue/>



Αυτόνομος έλεγχος

- Το ALVINN είναι ένα σύστημα μηχανικής όρασης το οποίο μαθαίνει να οδηγεί ένα όχημα, παρακολουθώντας έναν άνθρωπο-οδηγό.
- Το ALVINN αποτελείται από ένα νευρωνικό δίκτυο ενός κρυμμένου στρώματος.
- Το σύστημα δέχεται ως είσοδο από τις κάμερες πάνω στο όχημα.
- Η έξοδος είναι η κατεύθυνση προς την οποία πρέπει να κινηθεί το όχημα για να παραμείνει μέσα στο δρόμο.
- Ταξίδευσε 2850 χλμ στις ΗΠΑ διατηρώντας αυτονομία στο 98% του ταξιδιού!

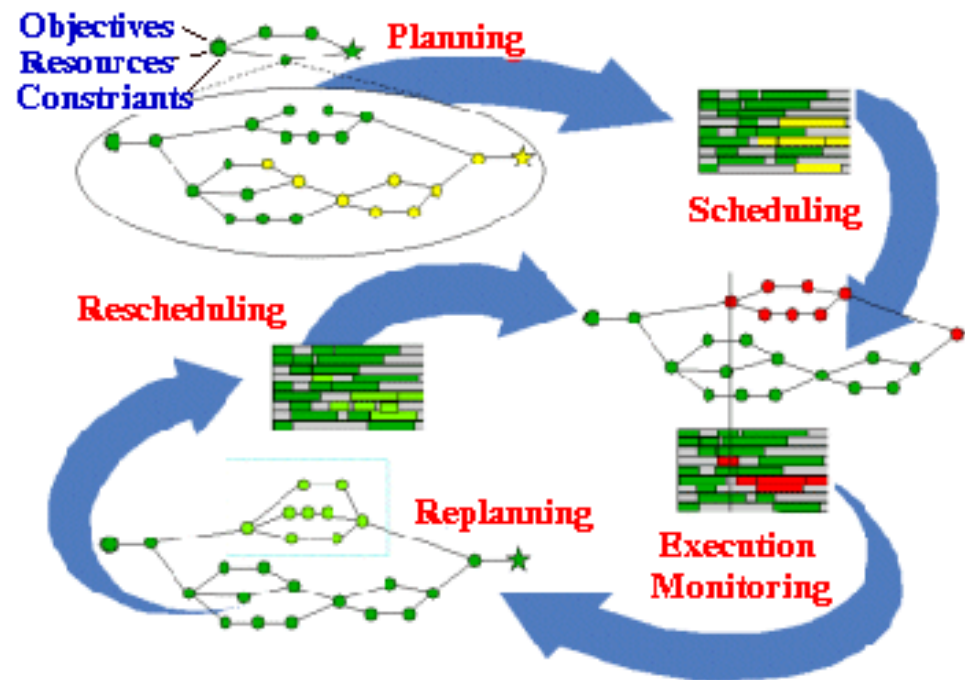


Διάγνωση

- Ιατρικά προγράμματα διάγνωσης ασθενειών που βασίζονται σε πιθανοτική ανάλυση έχουν αποκτήσει τις ικανότητες έμπειρων θεραπειών σε πολλές ειδικότητες.
- Κάποια από αυτά διατίθενται ελεύθερα στο διαδίκτυο, π.χ. <http://easydiagnosis.com/> (ελεύθερη/δοκιμαστική χρήση για κάποιες περιπτώσεις).

Σχεδιασμός ενεργειών για προβλήματα Logistics

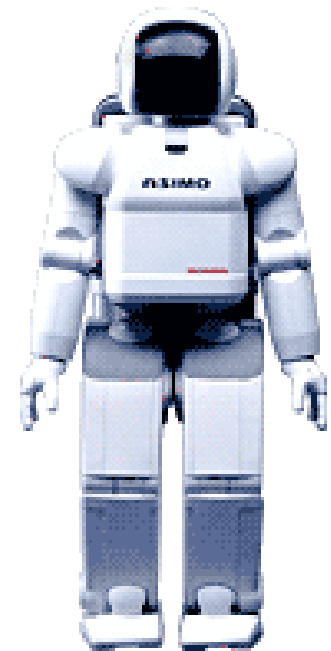
- Κατά τη διάρκεια του πολέμου του Περσικού Κόλπου (1991), οι Η.Π.Α. χρησιμοποίησαν το πρόγραμμα D.A.R.T. (Dynamic Analysis and Replanning Tool) για αυτοματοποιημένο σχεδιασμό και χρονοπρογραμματισμό ενεργειών για τις μεταφορές τους.
- Το πρόγραμμα διαχειρίστηκε 50.000 οχήματα, φορτία και ανθρώπους.
- Παρήγαγε πλάνα σε μερικές ώρες, αντί για εβδομάδες που χρειάζονται οι προηγούμενες μέθοδοι.
- Η υπηρεσία D.A.R.P.A. (Defense Advanced Research Project Agency) δήλωσε ότι η συγκεκριμένη εφαρμογή απέφερε περισσότερο από τις επενδύσεις των Η.Π.Α. στην Τ.Ν. τα τελευταία 30 χρόνια.



<http://www.rl.af.mil/div/IFT/IFTB/arpi/arpi.html>

Ρομποτική

- Ρομποτικοί βοηθοί χρησιμοποιούνται σε μικρο-εγχειρήσεις.
 - Το σύστημα HipNav (1996) αναπτύχθηκε στο Carnegie Mellon Univ. με σκοπό τη μείωση του κινδύνου λάθος τοποθέτησης σε εγχειρίσεις πλήρους αντικατάστασης γοφού.
 - <http://www.mrcas.ri.cmu.edu/projects/hipnav.html>
- Σημαντική πρόοδος έχει γίνει και στην κατασκευή ανθρωποειδών ρομπότ.
 - <http://world.honda.com/robot/>
- Διαγωνισμοί ποδοσφαίρου RoboCup
 - Στόχος για το 2050.
 - <http://www.robocup.org/>



Κατανόηση Λόγου

- Verbmobil: Σύστημα αυτόματης μετάφρασης, εξαρτημένης από τα συμφαζόμενα, σε πραγματικό χρόνο.
 - Γλώσσες: Γερμανικά-Αγγλικά-Ιαπωνικά
 - <http://verbmobil.dfki.de/>