

# Κεφάλαιο 30

## *Προηγμένη Διασύνδεση με το Περιβάλλον*

Τεχνητή Νοημοσύνη - Β' Έκδοση

Ι. Βλαχάβας, Π. Κεφαλάς, Ν. Βασιλειάδης, Φ. Κόκκορας, Η. Σακελλαρίου

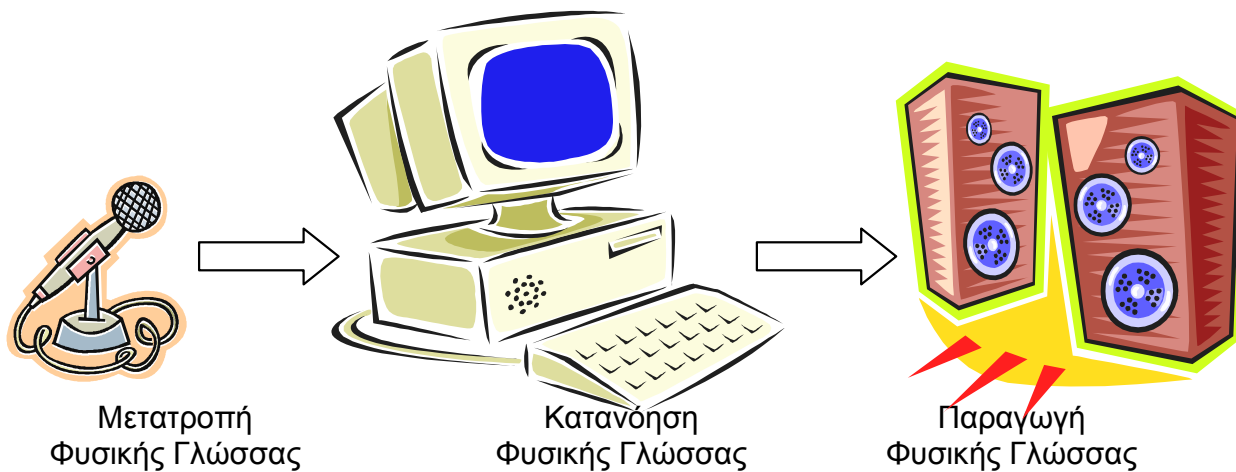


# Προηγμένη Διασύνδεση με το Περιβάλλον

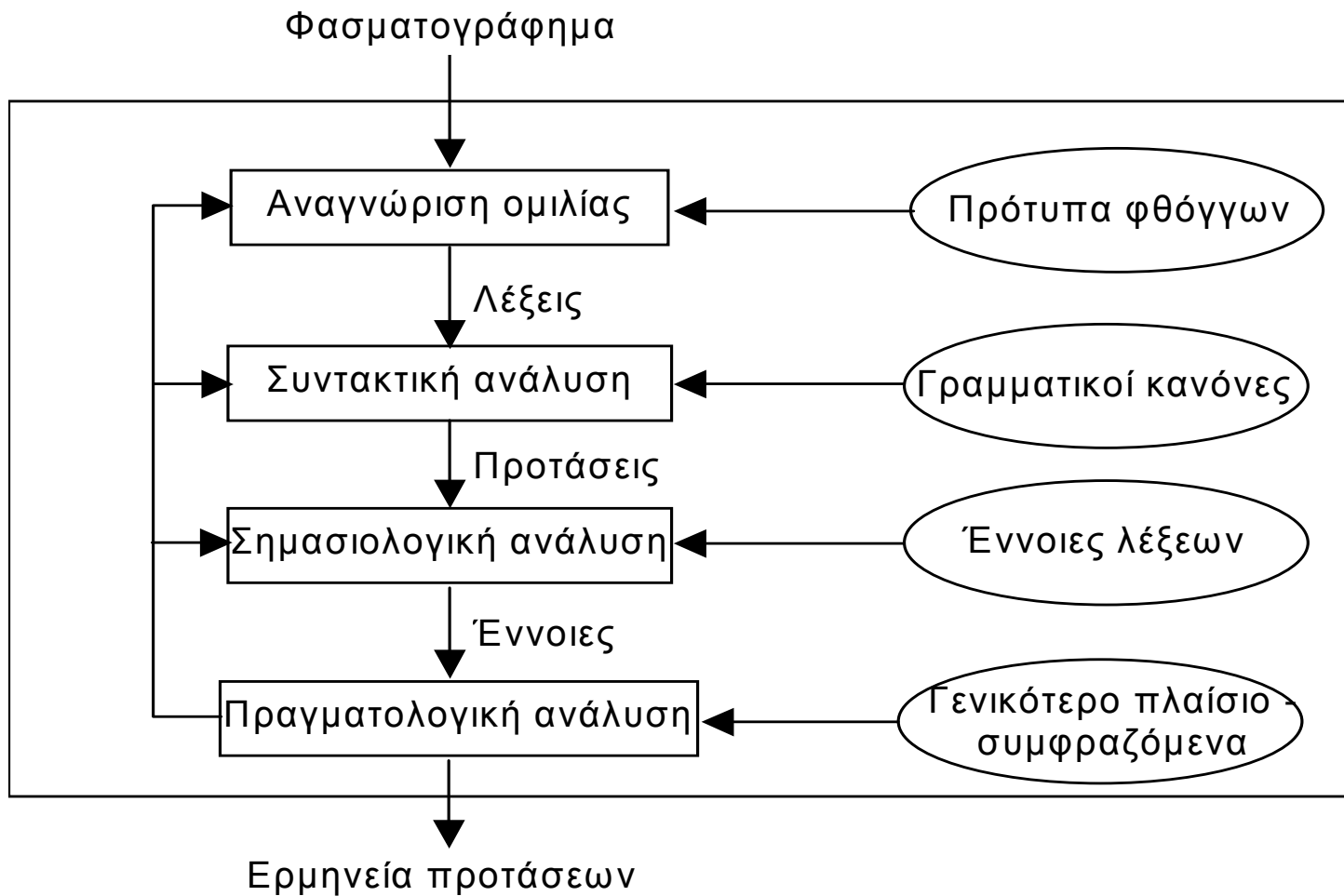
- ❖ **Επεξεργασία φυσικής γλώσσας**
  - ❑ είσοδος εντολών, λήψης αποκρίσεων
- ❖ **Τεχνητή όραση** από τα υπολογιστικά συστήματα
  - ❑ λήψη δεδομένων από το περιβάλλον, πιστοποίηση του χρήστη, κλπ
- ❖ **Ρομποτική**
  - ❑ μετακινούμενα ρομπότ με ανθρώπινη συμπεριφορά και ίσως ανθρώπινη εμφάνιση.

# A) Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας

- ❖ επεξεργασία φυσικής γλώσσας (*natural language processing - NLP*)
  - ❑ κατανόηση της φυσικής γλώσσας (*natural language understanding*)
  - ❑ παραγωγή της φυσικής γλώσσας (*natural language generation*).



# Κατανόηση Φυσικής Γλώσσας



# Αναγνώριση ομιλίας

- ❖ Τα ηχητικά-ηλεκτρικά σήματα μετατρέπονται σε φθόγγους και στη συνέχεια από αυτά παράγονται λέξεις και προτάσεις.
- ❖ Βήματα:
  - ❑ Παραγωγή φασματογραφήματος: Συνίσταται στη δημιουργία από ένα μικρόφωνο του φασματογραφήματος (*spectrogram*) του ήχου.
  - ❑ Αναγνώριση φθόγγων: Το επόμενο βήμα είναι η εξαγωγή των φθόγγων (*phonemes*) από το φασματογράφημα, βάσει μιας βιβλιοθήκης που περιέχει πρότυπα (*templates*) αυτών.
  - ❑ Δημιουργία λέξεων: Οι φθόγγοι συνδυάζονται σε λέξεις.

## Δυσκολίες

- ❖ πολλές διαφορετικές λέξεις εκφέρονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο
- ❖ η ίδια λέξη μπορεί να εκφέρεται με διαφορετικούς τρόπους
- ❖ παραδοχές απλούστευσης:
  - ❑ αποδοχή ενός ομιλητή,
  - ❑ ύπαρξης παύσης ανάμεσα στις λέξεις,
  - ❑ περιορισμός λεξιλογίου.



# Συντακτική ανάλυση

- ❖ Η συντακτική ανάλυση (syntactic analysis) ομαδοποιεί τις λέξεις που παρήχθησαν από το προηγούμενο στάδιο σε προτάσεις βάσει των γραμματικών και των συντακτικών κανόνων της γλώσσας.
- ❖ Συνήθως δοκιμάζεται η συντακτική ανάλυση διαφόρων ερμηνειών των λέξεων και επιλέγονται εκείνες που ταιριάζουν καλύτερα τόσο στη συντακτική όσο και στη σημασιολογική και πραγματολογική ανάλυση.
  
- ❖ Απαιτούμενα
  - λεξικό
  - γραμματική

# Λεξικό

- ❖ Λόγω του μεγάλου αριθμού των λέξεων, δεν είναι δυνατό να κρατούνται για κάθε μια από αυτές όλες οι μορφές της.
- ❖ Αποθηκεύονται μόνο η βασική μορφή κάθε λέξης
- ❖ Οι άλλες μορφές προκύπτουν με κανόνες *μορφολογικής ανάλυσης (morphological analysis)*:
  - ❑ πρόσωπα, πτώσεις, αριθμούς της λέξης (*μορφολογία κλίσεων, inflectional morphology*).
  - ❑ νέες λέξεις, προσθέτοντας γνωστά προθέματα (π.χ. στερητικό α-) ή καταλήξεις (*ετυμολογική μορφολογία, derivational morphology*).
  - ❑ σύνθετες λέξεις (*σύνθεση λέξεων, compounding*).

## Συντακτική ανάλυση Μη Αναγνώριση Λέξεων

- ❖ Αιτίες:
  - ❑ δεν υπάρχουν στο λεξικό ή
  - ❑ δεν πρόκειται για λέξεις ή τέλος
  - ❑ έχουν καταχωρηθεί λανθασμένα.



# Αλγόριθμοι Διόρθωσης Ορθογραφικών Λαθών

- ❖ Αναγνωρίζουν μια λανθασμένη λέξη και προσπαθούν να βρουν ποια είναι η σωστή.
- ❖ Χρήση:
  - κατανόηση γραπτού κειμένου
  - αναγνώριση λέξεων σε προφορικό λόγο
  - προγράμματα ορθογραφίας
- ❖ Η λειτουργία των αλγορίθμων διόρθωσης λαθών στηρίζεται στην έννοια της *εγγύτητας (closeness)* μεταξύ λέξεων.
- ❖ τρόποι ορισμού της εγγύτητας:
  - μοντέλο χαρακτήρων (*letter-based model*)
  - ηχητικό μοντέλο (*sound-based model*).



# Μοντέλο Χαρακτήρων

- ❖ Σαν λάθη θεωρούνται
  - ❑ η εισαγωγή / διαγραφή ενός μεμονωμένου χαρακτήρα,
  - ❑ η αντιμετάθεση δύο γειτονικών χαρακτήρων και
  - ❑ η αντικατάσταση ενός γράμματος από ένα άλλο.
- ❖ Θεωρώντας αλφάβητο 24 γραμμάτων και ότι έχει συμβεί μόνο ένα λάθος, μια λέξη με 8 γράμματα έχει  $9 \times 24$  πιθανά λάθη εισαγωγής, 8 πιθανά λάθη διαγραφής,  $8 \times 23$  πιθανά λάθη αντικατάστασης και 7 πιθανά λάθη αντιμετάθεσης, άρα έχει συνολικά 415 λάθη.
- ❖ Γειτονικές λανθασμένες λέξεις της λέξης "αυτοκίνητο",
  - ❑ με απόσταση 1 λάθος: "ατοκίνητο", "υατοκίνητο", "ααυτοκίνητο" κλπ,
  - ❑ με απόσταση 2 "λάθη": "ατκοίνητο", "ατμοκίνητο", κλπ.
- ❖ Η λέξη "ατμοκίνητο" που απέχει 2 "λάθη" από την "αυτοκίνητο" είναι αποδεκτή !!!
- ❖ Η λανθασμένη λέξη "ατοκίνητο" ισαπέχει από δύο έγκυρες λέξεις.



# Ηχητικό Μοντέλο

- ❖ Οι λέξεις μεταφράζονται στο *φωνητικό ισοδύναμο*, όπου διατηρείται όλη η πληροφορία που είναι απαραίτητη για την εκφώνηση της λέξης, χωρίς ωστόσο να διατηρείται και η ορθογραφία τους.
- ❖ π.χ. αντικατάσταση των "αι" από "ε", των "η", "υ", από το "ι", κλπ.
- ❖ Αφού κατασκευαστεί το φωνητικό ισοδύναμο, μπορούν να εφαρμοστούν οι ίδιοι κανόνες αναζήτησης λαθών, όπως και στο μοντέλο χαρακτήρων.
- ❖ Λιγότεροι φθόγγοι: ευκολότερο να ανιχνευθούν κοντινές λέξεις.

# Γραμματική

❖ Συνόλου κανόνων που συνθέτουν προτάσεις από μεμονωμένες λέξεις.

❖ Παράδειγμα (το σύμβολο  $\Rightarrow$  ερμηνεύεται ως "αποτελείται από"):

πρόταση  $\Rightarrow$  υποκείμενο, ρήμα, αντικείμενο

πρόταση  $\Rightarrow$  υποκείμενο, ρήμα, κατηγορούμενο

υποκείμενο  $\Rightarrow$  άρθρο, ουσιαστικό

ρήμα  $\Rightarrow$  [είναι]

ρήμα  $\Rightarrow$  [έχει]

κατηγορούμενο  $\Rightarrow$  επίθετο

κατηγορούμενο  $\Rightarrow$  ουσιαστικό

αντικείμενο  $\Rightarrow$  ουσιαστικό

επίθετο  $\Rightarrow$  [νέα]

ουσιαστικό  $\Rightarrow$  [φοιτητής]

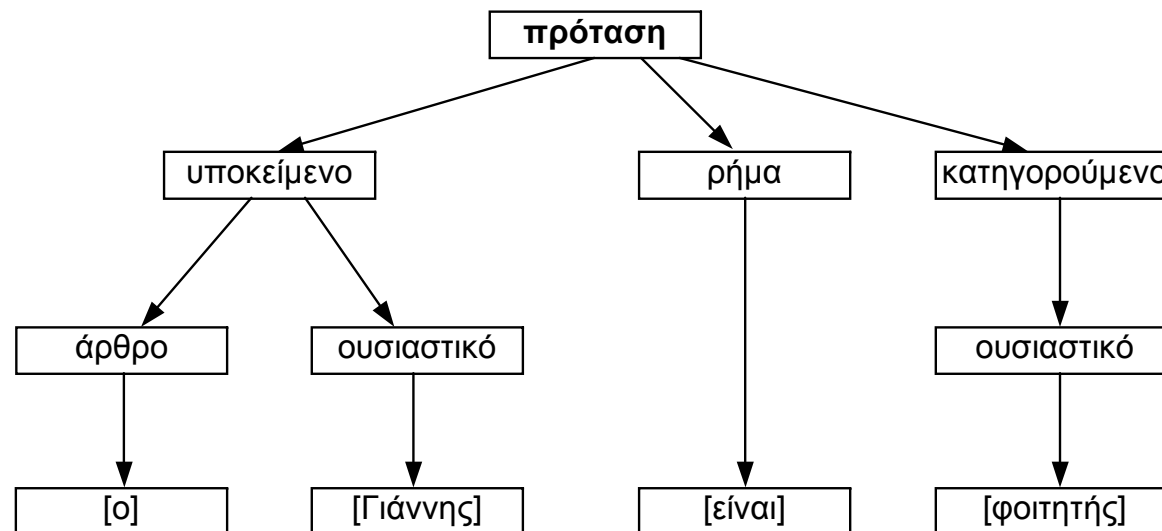
άρθρο  $\Rightarrow$  [ο]

άρθρο  $\Rightarrow$  [η]

ουσιαστικό  $\Rightarrow$  [Γιάννης]

ουσιαστικό  $\Rightarrow$  [Μαρία]

# Γραμματικές Οριστικών Προτάσεων



- ❖ Δεν μπορεί να αναγνωρίσει σημασιολογικά λάθη, όπως αυτά της πρότασης "ο Μαρία έχει νέος".
- ❖ Γραμματικές σαν την παραπάνω ονομάζονται *Γραμματικές Οριστικών Προτάσεων (Definite Clause Grammars - DCGs)*.

## Προβλήματα

- ❖ Σε πραγματικό σύστημα θα υπάρχουν πολλοί περισσότεροι κανόνες.
  - ❑ η αναζήτηση της δομής μιας πρότασης καθίσταται πολύπλοκο πρόβλημα αναζήτησης
- ❖ Βοήθεια από σημασιολογική και πραγματολογική ανάλυση

# Σημασιολογική ανάλυση (semantic analysis)

- ❖ Μετατροπή προτάσεων σε εσωτερικές δομές αναπαράστασης γνώσης, χρησιμοποιώντας τη νοηματική σημασία των λέξεων.
- ❖ Απαιτεί εξελιγμένες Γραμματικές Οριστικών Προτάσεων.
- ❖ Σημαντικό πρόβλημα: *πολυσήμαντο* (*ambiguity*).

## Αμφιβολία Ερμηνείας Παραδείγματα

*"Ο Νίκος ζήτησε από τον Ηλία να τον αντικαταστήσει στη δουλειά σήμερα"*

- ❖ Υπάρχει αμφιβολία σχετικά με την απόδοση του χρονικού χαρακτηρισμού "σήμερα" σε ένα από τα δύο ρήματα.
- ❖ Μπορεί να αντιμετωπισθεί με ένα συντακτικό κανόνα:
  - χρονικοί χαρακτηρισμοί συνδέονται με το κοντινότερο ρήμα.
  - ο κανόνας αυτός δεν έχει καθολική ισχύ



# Αμφιβολία Ερμηνείας

## Παραδείγματα

- ❖ η λέξη "καιρός".
  - καιρικά φαινόμενα
  - έννοια του χρόνου
- ❖ η πιθανότητα χρήσης της λέξης με την πρώτη της σημασία είναι μεγαλύτερη
- ❖ Γενικά, η εκ των προτέρων πιθανότητα (a priori probability) ερμηνείας μιας λέξης είναι λιγότερο χρήσιμη από την πιθανότητα υπό συνθήκη (conditional probability) στο πλαίσιο μιας συγκεκριμένης πρότασης.
  - "Πώς είναι ο καιρός σήμερα;"
  - "Είναι καιρός να φεύγουμε".
- ❖ Η εξαγωγή των πιθανοτήτων υπό συνθήκη είναι εργασία του σταδίου της σημασιολογικής και της πραγματολογικής ανάλυσης.



# Πραγματολογική ανάλυση (pragmatic analysis)

- ❖ Επιχειρείται ένταξη της πρότασης μέσα στο γενικότερο νοηματικό πλαίσιο των *συμφραζόμενων (context)*, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες μέσα στις οποίες αυτή ειπώθηκε.
- ❖ Μια πρόταση μπορεί να περιέχει αντωνυμίες, οι οποίες αναφέρονται σε ονόματα άλλων προτάσεων.
  - ❑ "Τον αγαπάει".
- ❖ Πρέπει να υπάρχει αναπαράσταση της τρέχουσας κατάστασης της συζήτησης.
  - ❑ μπορεί να αλλάξει τις πιθανότητες εμφάνισης των λέξεων και άρα και των φθόγγων, με άμεσο αποτέλεσμα τη δημιουργία πιο αξιόπιστων προτάσεων.



# Πραγματολογική ανάλυση

## Ύπαρξη Γνώσης

- ❖ Γνώση που κατέχει το σύστημα για τον τρόπο που λειτουργεί ο κόσμος, για τις πιθανότητες εμφάνισης κάποιων γεγονότων, για συνήθειες, σενάρια (scripts), κλπ.
  - ❑ Με βάση αυτά που λέγονται, το σύστημα μπορεί να κάνει πολλούς *εύλογους συμπερασμούς (default)*, διευρύνοντας τη γνώση του για την τρέχουσα κατάσταση της συζήτησης.

*"Είδα τον Ηλία να μπαίνει στο εστιατόριο."*

- ❖ Μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι ο Ηλίας πήγε στο εστιατόριο για να φάει και όχι για να αγοράσει ρούχα, ότι μάλλον είναι μεσημέρι γιατί τότε συνηθίζει ο Ηλίας να πηγαίνει στο εστιατόριο, κλπ.
- ❖ Χωρίς γενική γνώση του αντικειμένου που πραγματεύεται ένα κείμενο είναι αδύνατο να γίνει πραγματολογική ανάλυση.





# Παραγωγή Φυσικής Γλώσσας

- ❖ Δυνατότητα ενός συστήματος να απαντά στο χρήστη σε φυσική γλώσσα.
- ❖ Δύο στάδια: επιλογή του τι θα ειπωθεί και επιλογή του πώς θα ειπωθεί.
- ❖ Το στάδιο της επιλογής του *τι θα ειπωθεί* έχει να κάνει με το ποια πληροφορία επιλέγει να αναφέρει το σύστημα στο χρήστη.
- ❖ Έτσι το σύστημα πρέπει να επιλέξει αυτά που θεωρεί απαραίτητα, αφήνοντας την υπόλοιπη πληροφορία για την περίπτωση που θα τη ζητήσει ο χρήστης.
- ❖ Το πρόβλημα της επιλογής της πληροφορίας που το σύστημα θα παρουσιάσει στο χρήστη, αναφέρεται σαν *σχεδιασμός κειμένου (text planning)*
  - ❑ σε εξελεγμένες περιπτώσεις δανείζεται τεχνικές από το σχεδιασμό ενεργειών (planning).



# Παραγωγή Φυσικής Γλώσσας

## Εμφάνιση πληροφορίας


- ❖ Πώς θα ειπωθεί η πληροφορία στο χρήστη;
- ❖ Συνήθως ομαδοποιείται σε μικρές λογικές ενότητες, απ'όπου δημιουργούνται προτάσεις με χρήση κανόνων γραμματικής.
- ❖ Εκφώνηση προτάσεων:
- ❖ Δύο προσεγγίσεις:
  - ❑ να έχουν αποθηκευθεί ηχητικά όλες οι λέξεις, με όλες τις δυνατές παραλλαγές τους
  - ❑ να γίνεται σύνθεση φθόγγων από τα γράμματα των λέξεων
- ❖ Προβλήματα
  - ❑ Διαφορετική προφορά ανάλογα με τις λέξεις που προηγούνται ή ακολουθούν, ή ανάλογα με τη θέση της στην πρόταση.



# Εφαρμογές Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας

## Αυτόματη μετάφραση/διερμηνεία

- ❖ Τρόπος μείωσης της πολυπλοκότητας:
  - ❑ περιορισμός των θεματικών αντικειμένων και του σχετικού λεξιλογίου
  - ❑ περιορισμός μόνο του λεξιλογίου ή των εννοιών με τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια λέξη, απαγορεύοντας μεταφορές, σχήματα λόγου, ειδικές εκφράσεις, κλπ.
  
- ❖ Εταιρεία XEROX: όρισε υποσύνολο της Αγγλικής γλώσσας, με τις λέξεις που απαιτούνταν για τα τεχνικά εγχειρίδια των συσκευών της.
  - ❑ Στη συνέχεια υλοποίησε ένα σύστημα αυτόματης μετάφρασης, το SYSTRAN.
  - ❑ Μια εξελιγμένη έκδοση του προγράμματος SYSTRAN, η οποία είναι ελεύθερα προσβάσιμη μέσω του διαδικτύου, υπάρχει στο δικτυακό τόπο **<http://www.systranet.com>** .



# Εφαρμογές Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας

## Αυτόματη μετάφραση/διερμηνεία – Προβλήματα

- ❖ Είναι φανερό ότι μια τέτοια προσέγγιση θα μπορούσε να βρει χρησιμότητα και στους κόλπους της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μετάφραση των κειμένων της (οδηγίες, πρακτικά, κλπ) σε όλες τις γλώσσες.
- ❖ Βασικό πρόβλημα: μη μεταφερσιμότητα
  - ❑ δεν είναι εύκολο να προσθέσει και μια ακόμη γλώσσα
  - ❑ δεν υπάρχει ένα-προς-ένα αντιστοίχιση ανάμεσα στις λέξεις των λεξιλογίων των γλωσσών, οι γραμματικοί και οι συντακτικοί κανόνες είναι διαφορετικοί, κλπ.
- ❖ Έτσι πρέπει να υλοποιηθεί από την αρχή η υποστήριξη μιας νέας γλώσσας.



# Εφαρμογές Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας

## Φωνητική προσπέλαση βάσεων δεδομένων

- ❖ Η εφαρμογή αυτή αφορά την εισαγωγή ερωτημάτων σε βάσεις δεδομένων χρησιμοποιώντας φυσική γλώσσα.
  - ❑ LUNAR, NASA (1973).
  - ❑ CHAT, διαχείριση γεωγραφικών δεδομένων (1983)
  - ❑ DBMS ORACLE, διασύνδεση με φυσική γλώσσα

## Φωνητική προσπέλαση βάσεων δεδομένων - Προβλήματα

- ❖ Αποτυχία στο να καταλάβουν και να εκτελέσουν σύνθετες ερωτήσεις.
- ❖ Ο χρήστης θα πρέπει να ξέρει το υποστηριζόμενο λεξιλόγιο καθώς και τις γραμματικές / συντακτικές δυνατότητες του συστήματος.
- ❖ Δε γνώρισαν μεγάλη εμπορική επιτυχία.



# Εφαρμογές Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας

## Ανάκτηση πληροφοριών

- ❖ *Ανάκτηση πληροφοριών (information retrieval)* είναι η εύρεση ηλεκτρονικών εγγράφων σχετικών με μια ερώτηση.
  - Χαρακτηρισμός εγγράφων με λέξεις κλειδιά.
  - Προσέγγιση μηχανών αναζήτησης (*search engines*).
- ❖ Η ιδανική περίπτωση:
  - νοηματική επεξεργασία των εγγράφων
  - η ερώτηση να διατυπώνεται σε φυσική γλώσσα.



# Εφαρμογές Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας

## Κατηγοριοποίηση Κειμένων

- ❖ Η *κατηγοριοποίηση κειμένων (text categorization)* αφορά την ταξινόμηση κειμένων βάσει του περιεχομένου τους.
  - ❑ π.χ. "πολιτικά", "εσωτερικά", "αθλητικά", κλπ.
- ❖ προσωπικό προφίλ – εξατομικευμένη πληροφόρηση
- ❖ ποσοστά επιτυχίας στην άνω του 90%

# Εφαρμογές Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας

## Αυτόματη περίληψη

- ❖ Η *αυτόματη περίληψη (automated synopsis)* αφορά την εξαγωγή από ένα μεγάλο κείμενο ενός μικρότερου, με το βασικό/κεντρικό νόημα του πρώτου.
- ❖ Εφαρμογή: να παράγονται περιλήψεις από τα επιστρεφόμενα έγγραφα μιας μηχανής αναζήτησης.
- ❖ Βρίσκονται ακόμα σε αρχικό στάδιο, αν και η πρόοδος στην αυτόματη ερμηνεία κειμένου προοιωνίζει ραγδαίες εξελίξεις.



# Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας και PROLOG

- ❖ Η γλώσσα λογικού προγραμματισμού PROLOG είναι η κατεξοχήν γλώσσα για ανάπτυξη εφαρμογών επεξεργασίας φυσικής γλώσσας γιατί υποστηρίζει:
  - ❑ την άμεση αναπαράσταση γραμματικών οριστικών προτάσεων
  - ❑ πλούσιες και ευέλικτες δομές για την αναπαράσταση των δένδρων συντακτικής ανάλυσης
- ❖ Λόγω του δηλωτικού της χαρακτήρα, η PROLOG βοηθάει
  - ❑ στην αναπαράσταση της γνώσης που αποκομίζεται από τη σημασιολογική ανάλυση,
  - ❑ στην εξαγωγή συμπερασμάτων που είναι αναγκαία στο στάδιο της πραγματολογικής ανάλυσης.



# Γραμματική οριστικών προτάσεων στην PROLOG

protasi --> ypokeimeno, rhma, antikeimeno.

protasi --> ypokeimeno, rhma, kathgoroymeno.

ypokeimeno --> arthro, oysiastiko.

rhma --> [einai].

rhma --> [exei].

kathgoroymeno --> epitheto.

kathgoroymeno --> oysiastiko.

antikeimeno --> oysiastiko.

epitheto --> [nea].

arthro --> [o].

arthro --> [h].

oysiastiko --> [foithths].

oysiastiko --> ['Giannhs'].

oysiastiko --> ['Maria'].

# Αναγνώριση και Παραγωγή Προτάσεων

- ❖ Η παραπάνω γραμματική μπορεί να αναγνωρίσει προτάσεις δίνοντας σε έναν διερμηνέα της γλώσσας PROLOG την παρακάτω κλήση:

?- protasi ([o, 'Giannhs', einai, foithths], []).

- ❖ Η ίδια γραμματική μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την παραγωγή φυσικής γλώσσας.

- ❖ Η κλήση:

?- protasi(L, []).

- επιστρέφει όλες τις δυνατές προτάσεις που μπορεί να αναγνωρίσει η γραμματική:

L = [o, 'Giannhs', einai, foithths]

L = [h, 'Maria', einai, nea]

...



# Παραγωγή Προτάσεων

- ❖ Λόγω έλλειψης περιορισμών, στο συγκεκριμένο παράδειγμα παράγονται
  - ❑ ανούσιες προτάσεις:  
[o,foithths,einai,foithths]
  - ❑ λανθασμένες προτάσεις:  
[o,'Giannhs',einai,'Maria']  
[o,'Maria',exei,foithths]
- ❖ Μία ρεαλιστική γραμματική για ένα μεγάλο υποσύνολο της ελληνικής γλώσσας πρέπει να:
  - ❑ περιέχει αναλυτικά όλες τις κλίσεις των άρθρων, επιθέτων, ουσιαστικών
  - ❑ αναγνωρίζει όλους τους ρηματικούς τύπους των ρημάτων που περιέχει.
- ❖ Αυτό μπορεί να γίνει
  - ❑ είτε, με την κοπιαστική και δαπανηρή διαδικασία της αναλυτικής καταγραφής όλων αυτών των τύπων,
  - ❑ είτε, με τη χρήση βοηθητικών προγραμμάτων που θα περιέχουν τους κανόνες της γραμματικής, βάσει των οποίων παράγονται και αναγνωρίζονται οι ρηματικοί τύποι, οι κλίσεις των ουσιαστικών και των επιθέτων, κτλ.

# Σημασιολογία Λέξεων

- ❖ Η γραμματική θα πρέπει να συνοδεύεται από ένα λεξικό που να κατατάσσει *σημασιολογικά* όλες τις λέξεις ανάλογα με τον τρόπο χρήσης τους.
- ❖ Το κάθε ρήμα θα πρέπει να σχετίζεται με την κατηγορία στην οποία ανήκει το ουσιαστικό που θα είναι
  - υποκείμενό του
  - αντικείμενό του (όταν το ρήμα είναι μεταβατικό)
  - Δε θα είναι δυνατό να παραχθούν φράσεις όπως "*Ο φοιτητής είναι Μαρία*".
- ❖ Τα λεξικά που οργανώνονται σημασιολογικά ονομάζονται *οντολογίες (ontologies)*.

# Παραλλαγή Γραμματικής

❖ Λαμβάνονται υπόψη χαρακτηριστικά της κλίσης των ουσιαστικών και ρημάτων

□ Π.χ. γένος, αριθμός, πτώση των ουσιαστικών, ο αριθμός ρημάτων.

protasi --> ypokeimeno (Genos1, Arithmos1, onomastikh) ,  
rhma (Arithmos1) ,  
antikeimeno (Genos2, Arithmos2, aitiatikh) .

protasi --> ypokeimeno (Genos, Arithmos, onomastikh) ,  
rhma (Arithmos) ,  
kathgoroymeno (Genos, Arithmos, onomastikh) .

ypokeimeno (Genos, Arithmos, Ptwsh) --> arthro (Genos, Arithmos, Ptwsh) ,  
oysiastiko (Genos, Arithmos, Ptwsh) .

kathgoroymeno (Genos, Arithmos, Ptwsh) --> epitheto (Genos, Arithmos, Ptwsh) .

kathgoroymeno (Genos, Arithmos, Ptwsh) --> oysiastiko (Genos, Arithmos, Ptwsh) .

antikeimeno (Genos, Arithmos, Ptwsh) --> oysiastiko (Genos, Arithmos, Ptwsh) .

rhma (enikos) --> [einai] .

rhma (enikos) --> [exei] .

epitheto (thiliko, enikos, aitiatikh) --> [nea] .

arthro (arseniko, enikos, onomastikh) --> [o] .

arthro (thiliko, enikos, onomastikh) --> [h] .

oysiastiko (arseniko, enikos, onomastikh) --> [foithths] .

oysiastiko (arseniko, enikos, onomastikh) --> ['Giannhs'] .

oysiastiko (thiliko, enikos, onomastikh) --> ['Maria'] .



# Παραλλαγή Γραμματικής

## Εξηγήσεις

- ❖ Τα χαρακτηριστικά έχουν υλοποιηθεί ως:
  - ❑ παράμετροι οι οποίες συνοδεύουν τις λέξεις του λεξικού και
  - ❑ οι οποίες διαδίδονται στους γενικότερους κανόνες
  - ❑ έτσι ώστε να υπάρχει συμφωνία των χαρακτηριστικών αυτών μεταξύ διαφορετικών τμημάτων της πρότασης.
- ❖ Π.χ.
  - ❑ Ο αριθμός του υποκειμένου πρέπει να συμφωνεί με τον αριθμό του ρήματος
  - ❑ Το γένος, η πτώση και ο αριθμός του άρθρου του υποκειμένου πρέπει να συμφωνεί με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά της κλίσης του ουσιαστικού του υποκειμένου.
- ❖ Σύμφωνα με αυτήν τη γραμματική, προτάσεις όπως η "*Η Γιάννης είναι νέα*" δεν αναγνωρίζονται, ενώ δε συνέβαινε το ίδιο με την προηγούμενη, απλούστερη γραμματική.



## Δένδρο συντακτικής ανάλυσης

- ❖ Για να επιστραφεί στο χρήστη το δένδρο της συντακτικής ανάλυσης (*parse tree*) θα πρέπει οι γραμματικοί κανόνες να επεκταθούν έτσι ώστε να επιστρέφουν ως αποτέλεσμα της αναγνώρισης του τμήματος της πρότασης που τους αναλογεί, έναν σύνθετο όρο ο οποίος να αναπαριστά τη δομή του συγκεκριμένου τμήματος.
- ❖ Οι πιο γενικοί γραμματικοί κανόνες συνδυάζουν τους σύνθετους όρους των πιο συγκεκριμένων κανόνων σε ακόμα πιο σύνθετες δομές.

# Γραμματική που επιστρέφει συντακτικό δένδρο

protasi (protasi (Y,R,A) ) -->

ypokeimeno (Y) , rhma (R) , antikeimeno (A) .

protasi (protasi (Y,R,K) ) -->

ypokeimeno (Y) , rhma (R) , kathgoroymeno (K) .

ypokeimeno (ypokeimeno (A,O) ) -->

arthro (A) , oysiastiko (O) .

rhma (rhma (einai) ) --> [einai] .

rhma (rhma (exei) ) --> [exei] .

kathgoroymeno (kathgoroymeno (K) ) --> epitheto (K) .

kathgoroymeno (kathgoroymeno (K) ) --> oysiastiko (K) .

antikeimeno (antikeimeno (o) ) --> oysiastiko (O) .

epitheto (epitheto (nea) ) --> [nea] .

arthro (arthro (o) ) --> [o] .

arthro (arthro (h) ) --> [h] .

oysiastiko (oysiastiko (foithths) ) --> [foithths] .

oysiastiko (oysiastiko ('Giannhs' ) ) --> ['Giannhs'] .

oysiastiko (oysiastiko ('Maria' ) ) --> ['Maria'] .

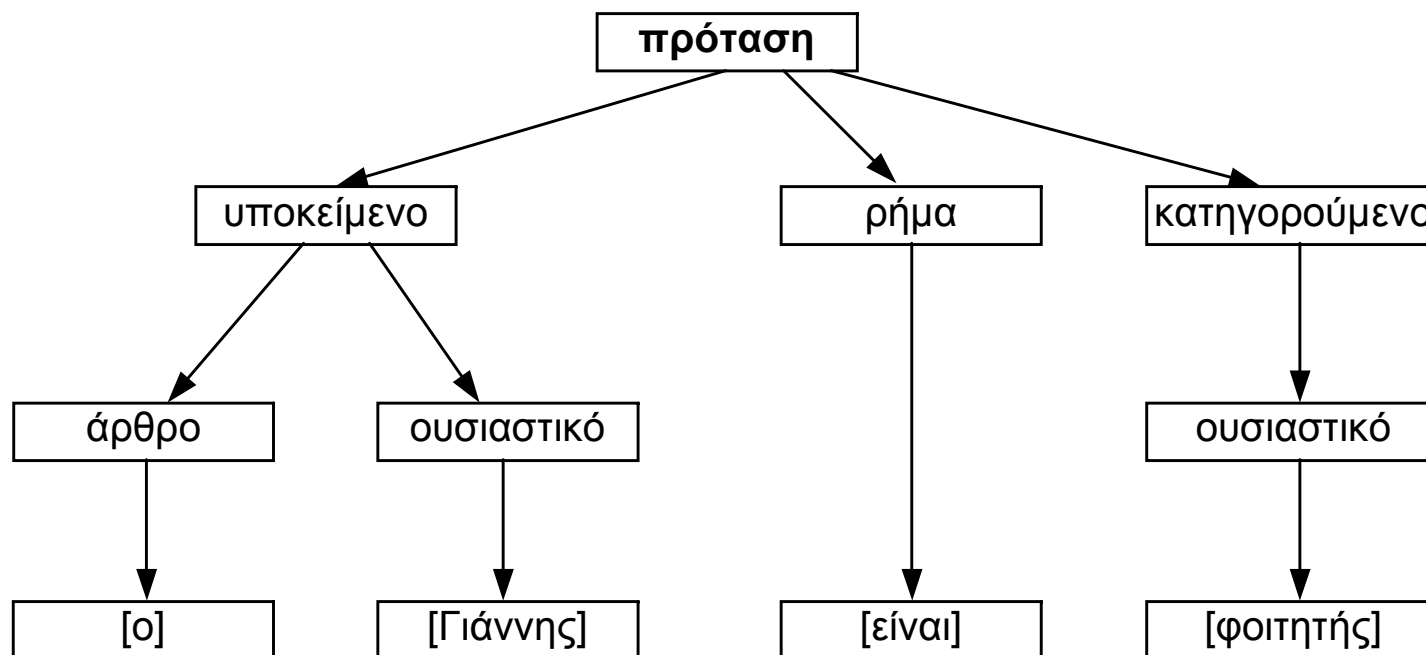


# Παράδειγμα Επιστροφής Συντακτικού Δένδρου

- ❖ Τα επιπλέον ορίσματα στον αρχικό κανόνα της γραμματικής μπαίνουν μπροστά από την πρόταση προς αναγνώριση, στην κλήση που πρέπει να γίνει.
- ❖ Η παρακάτω κλήση επιστρέφει στη μεταβλητή **A** το συντακτικό δένδρο.

?- protasi(A, [ο, 'Giannhs', einai, foithths], []).

A = protasi(ypokeimeno(arthro(ο), oysiastiko('Giannhs')), rhma(einai),  
kathgoroumeno(oysiastiko(foithths)))



## B) Μηχανική Όραση (*machine vision*)

- ❖ Η δυνατότητα ενός υπολογιστικού συστήματος να μπορεί να βγάλει χρήσιμα συμπεράσματα μέσω μιας ψηφιακής εικόνας.
- ❖ Καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων. π.χ. η *οπτική αναγνώριση χαρακτήρων* (*Optical Character Recognition - OCR*),

# Ψηφιακή Περιγραφή Εικόνας

- ❖ Ψηφιοποιημένη εικόνα: Διδιάστατος πίνακας εικονοστοιχείων (*pixels*).
  - ❑ Εικόνες διαβαθμίσεων του γκρι
  - ❑ Έγχρωμες εικόνες: συνήθως χρωματικό μοντέλο RGB
  
- ❖ Αφαίρεση θορύβου (*noise reduction*) (συνήθως ατέλειες στη φωτεινότητα)
  - ❑ π.χ. με χρήση μετασχηματισμών Fourier για περιοδικό θόρυβο
  
- ❖ Αφαίρεση υπερβολικής λεπτομέρειας
  - ❑ εξομάλυνση (*smoothing*)
  - ❑ η φωτεινότητα ενός εικονοστοιχείου αντικαθίσταται από τη μέση φωτεινότητα των γειτονικών του εικονοστοιχείων.



# Στάδια Επεξεργασίας

## ❖ Επεξεργασία χαμηλού επιπέδου

- ❑ Εντοπισμός των ακμών (*edge detection*)

## ❖ Επεξεργασία μεσαίου επιπέδου

- ❑ Ομαδοποίηση των "ακμών" με στόχο τη δημιουργία σύνθετων γεωμετρικών σχημάτων (Το αποτέλεσμα ονομάζεται συνήθως σχήμα  $2 \frac{1}{2}$  διαστάσεων).
- ❑ εξέταση αποχρώσεων (color) και υφής (texture)
- ❑ στερεοσκοπική φωτογράφιση (stereo image)

## ❖ Επεξεργασία υψηλού επιπέδου

- ❑ Αντιστοίχιση των σύνθετων γεωμετρικών σχημάτων με γνωστά διδιάστατα (2D) ή τρισδιάστατα (3D) μοντέλα αντικειμένων.





# Εφαρμογές Μηχανικής Όρασης

- ❖ Οπτική Αναγνώριση Χαρακτήρων (Optical Character Recognition – OCR)
- ❖ Εντοπισμός αντικειμένων (π.χ. αυτοκινήτων σε μία εικόνα ενός δρόμου).
- ❖ Αναγνώριση προσώπων σε συστήματα ασφαλείας (face recognition).
- ❖ Ποιοτική αξιολόγηση προϊόντων με οπτικό έλεγχο (π.χ. εντοπισμός ελαττωματικών προϊόντων σε μία γραμμή παραγωγής).
- ❖ Κατηγοριοποίηση ουράνιων σωμάτων (αστέρες, γαλαξίες).
- ❖ Αυτόματη αποφυγή εμποδίων από αυτοκινούμενες συσκευές (π.χ. τα ρομποτικά οχήματα MARS SOJOURNER, SPIRIT και OPPORTUNITY).
- ❖ Ιατρική διάγνωση από ακτινογραφίες.

## Γ) Ρομποτική

### ❖ ρομπότ

- ❑ από τους απλούς μηχανικούς βραχίονες των εργοστασίων, μέχρι
- ❑ σύνθετα ανθρωπόμορφα κατασκευάσματα των ταινιών επιστημονικής φαντασίας.

❖ Η λέξη "ρομπότ" προέρχεται από την τσέχικη λέξη "*robota*" που σημαίνει "εργάτης".

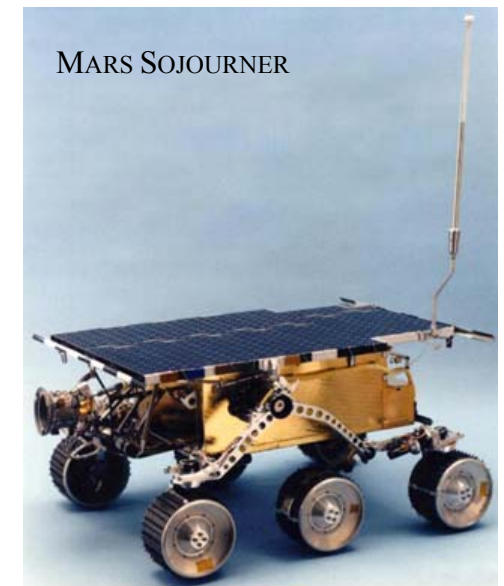
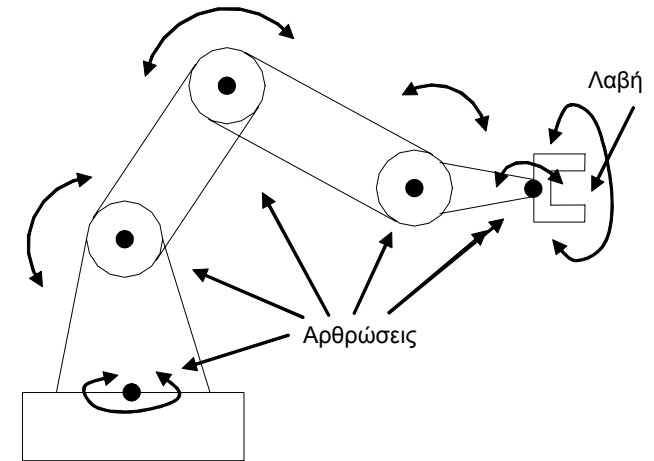
❖ Η βασική δυσκολία στην ανάπτυξη ενός ρομπότ είναι ότι ο πραγματικός κόσμος είναι εξαιρετικά πολύπλοκος και μοντελοποιείται δύσκολα.

### ❖ Προβλήματα:

- ❑ εντοπισμός αντικειμένων μέσω τεχνητής όρασης, radar ή sonar (ηχητικό radar) και ταξινόμησή τους ως σχετικά ή άσχετα με την εργασία του
- ❑ περιορισμένη αξιοπιστία των ενεργειών του
- ❑ μεταβολές του κόσμου από εξωτερικούς παράγοντες

# Τα μέρη ενός ρομπότ

- ❖ Μονάδα ελέγχου
- ❖ Εξαρτήματα δράσης: εκτελούν ενέργειες με σκοπό τη μεταβολή του περιβάλλοντος ή και της κατάστασης του ίδιου του ρομπότ
- ❖ Αισθητήρες: τροφοδοτούν τη μονάδα ελέγχου με πληροφορίες για την κατάσταση του περιβάλλοντος και του ίδιου του ρομπότ (αισθητήρες αυτοαίσθησης).
  - ❑ Συσκευές όπως *camera*, *radar* και *sonar* για τον εντοπισμό αντικειμένων στην περιοχή τους (αποφυγή συγκρούσεων, εντοπισμό στόχου, κτλ.).
  - ❑ Αισθητήρες μέτρησης δύναμης (force sensors).
  - ❑ Αισθητήρες αφής (touch sensors ή tactile sensors).
  - ❑ Αισθητήρες θερμοκρασίας, φωτός, ήχου, χημικοί αισθητήρες, κτλ.



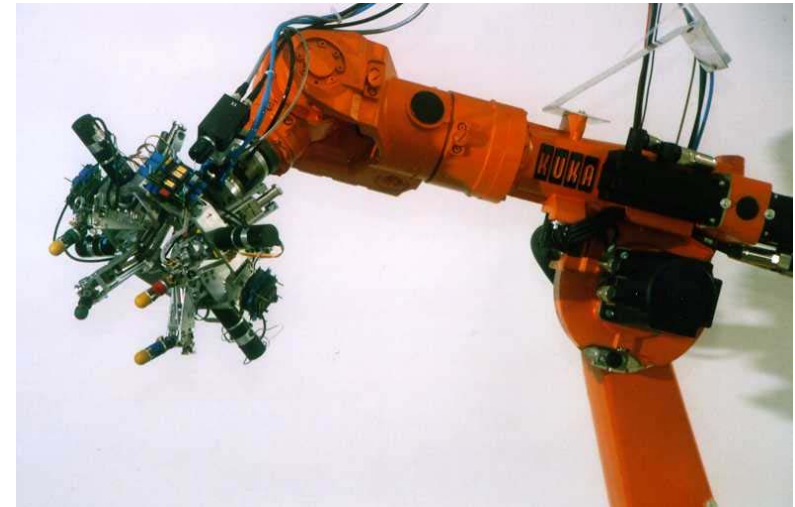
# Είδη Ρομπότ (1/2)

## ❖ Κατασκευαστικά ρομπότ

- ❑ εκτελούν συνήθως προκαθορισμένες ενέργειες
- ❑ έμφαση στην αντίληψη του χώρου δράσης τους

## ❖ Μετακινούμενα ρομπότ

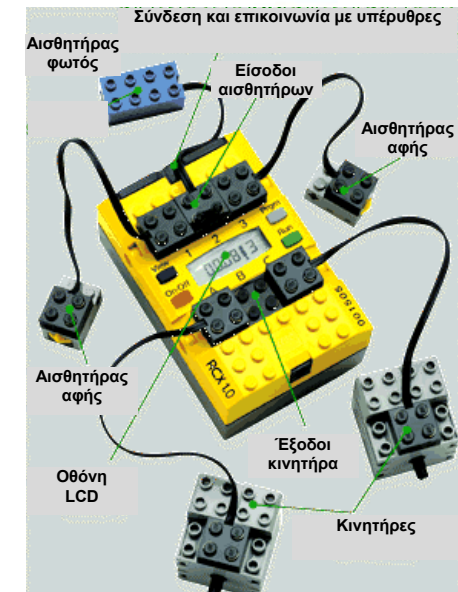
- ❑ Εκτελούν εργασίες όπως: τακτοποίηση του χώρου, διανομή αντικειμένων, εξερεύνηση, σερβίρισμα, ξενάγηση, κτλ.
- ❑ Τρόπος ελέγχου:
  - Τηλεχειριζόμενα
  - Αυτόνομα (*autonomous mobile robot*)
- ❑ Πρέπει να έχουν καλή αντίληψη του χώρου δράσης





## Είδη Ρομπότ (2/2)

- ❖ **Ανθρωποειδή ρομπότ** (*humanoid robots*): αυτόνομα, αυτοκινούμενα ρομπότ, τα οποία όμως επιπλέον μοιάζουν σε εμφάνιση με τον άνθρωπο.
- ❖ **Εκπαιδευτικά ρομπότ**: συνήθως συλλογές από αισθητήρες, σερβομηχανισμούς, δομικά στοιχεία και κάποια κεντρική μονάδα υπολογισμών που επιτρέπουν την κατασκευή απλών ρομποτικών μηχανισμών.
  - ❑ MINDSTORMS της εταιρίας LEGO
- ❖ **Πειραματικά-ερευνητικά ρομπότ**: κατασκευάζονται σε ερευνητικά εργαστήρια (εταιρίες, πανεπιστήμια)
  - ❑ ROBOCUP: διοργάνωση αγώνων ποδοσφαίρου μεταξύ ομάδων αποτελούμενων από ρομπότ.



# ROBOCUP

- ❖ **Στόχος-Πρόκληση:** το 2050, μια ομάδα πλήρως αυτόνομων ανθρωποειδών ρομποτικών παικτών ποδοσφαίρου, θα είναι ικανή να νικήσει, σύμφωνα με τους επίσημους κανόνες της FIFA, την τότε παγκόσμια πρωταθλήτρια ποδοσφαίρου.
- ❖ **Τομείς:**
  - ❑ ROBOCUPSOCCKER: ποδόσφαιρο
  - ❑ ROBOCUPRESCUE: διάσωση
  - ❑ ROBOCUPJUNIOR: για παιδιά δημοτικού και γυμνασίου καθώς και φοιτητές που δεν μπορούν να εμπλακούν σε άλλες κατηγορίες.

