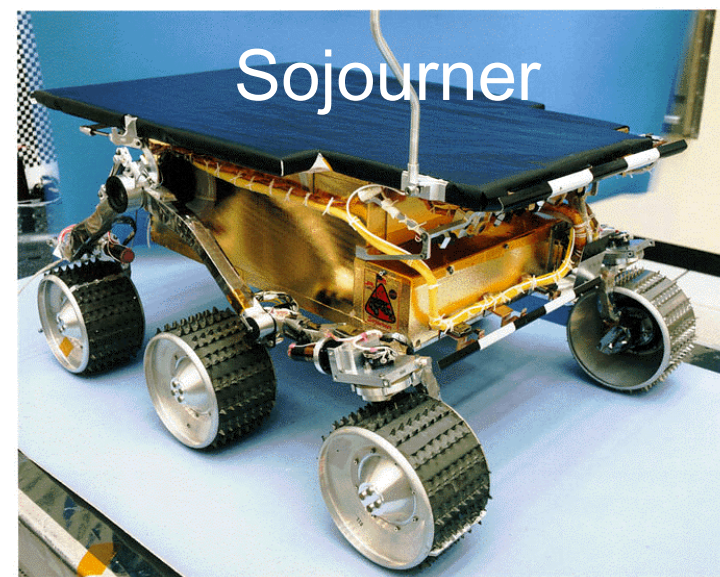
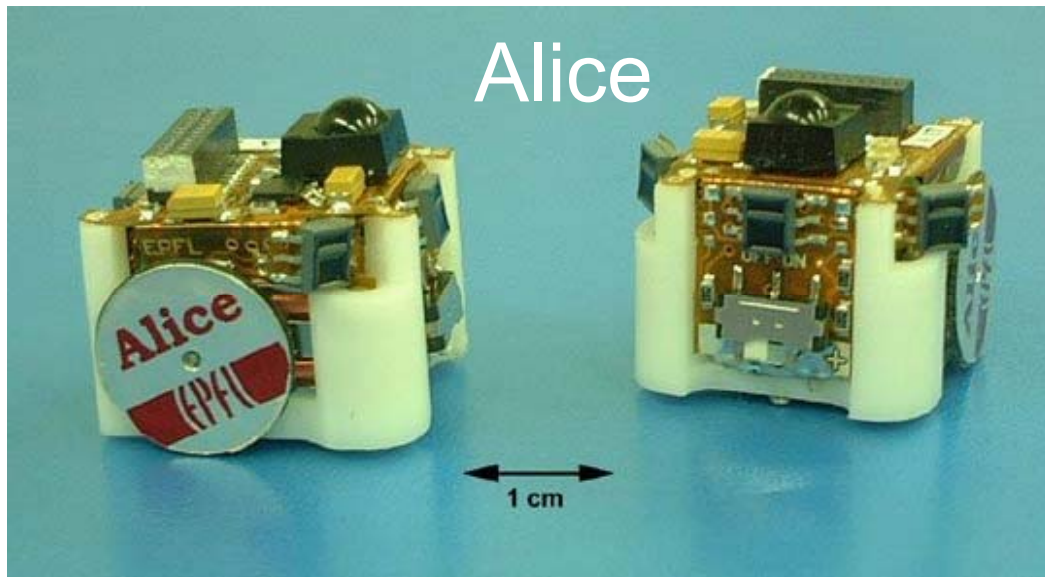




ΚΙΝΟΥΜΕΝΑ ΡΟΜΠΟΤ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥΣ

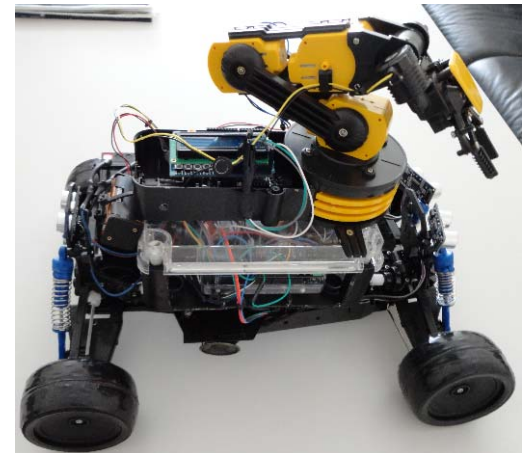


ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ:
«ΖΩ - ΕΝΕΡΓΩ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΩ»



Κινούμενα Ρομπότ

- Τι είναι τα κινούμενα ρομπότ;
 - ↪ Μηχανολογικές κατασκευές με ενεργοποιητές, αισθητήρες, λογισμικό, ευφυΐα, συμπεριφορές που μπορούν να κινηθούν στο περιβάλλον τους.
- Πως ελέγχεται η κίνησή τους;
 - ↪ Ελεγχόμενα από απόσταση (Remote controlled)
 - ↪ Ημιαυτόνομα (Semi-autonomous)
 - ↪ Αυτόνομα (Autonomous)





Κινούμενα Ρομπότ

- Τι είδη κινούμενων ρομπότ υπάρχουν ανάλογα με τον τρόπο και τον χώρο που κινούνται;

- Εδάφους

- Βαδίζοντα
- Τροχοφόρα
- Μικτά συστήματα κίνησης

- Ιπτάμενα

- Επιπλέοντα

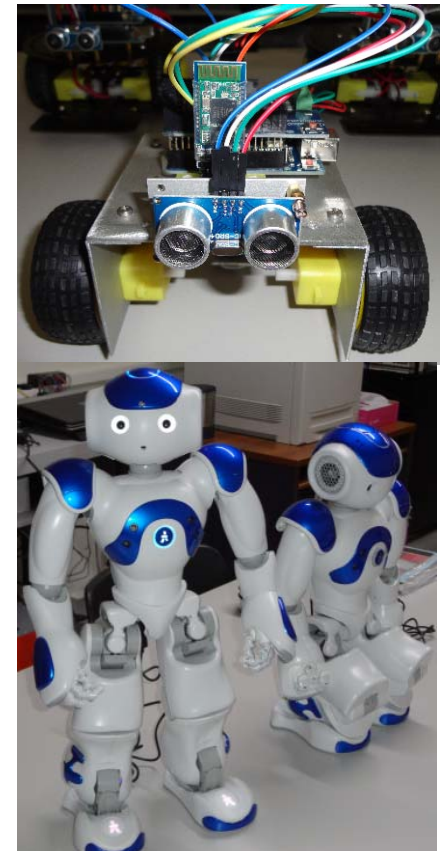
- Υποβρύχια





Κινούμενα Ρομπότ

- Με τι σχετίζεται η κίνηση ενός κινούμ. ρομπότ;
 - ↪ Μηχανισμούς κίνησης ...(Locomotion)
 - ↪ Αντίληψη
 - ↪ Εντοπισμός θέσης (Localization)
 - ↪ Χαρτογράφηση (Map - building)
 - ↪ Ταυτόχρονος εντοπισμός θέσης και χαρτογράφηση (SLAM)
 - ↪ Σχεδιασμός διαδρομής (Planning)
 - ↪ Αποφυγή εμποδίων
 - ↪ Πλοήγηση (Navigation)





Κινούμενα Ρομπότ

➤ Ποιες είναι οι εφαρμογές των κινούμενων ρομπότ;

↪ Στο διάστημα

↪ Στην έρευνα

↪ Στην εκπαίδευση

↪ Στη βιομηχανία

↪ Σε επικίνδυνες εργασίες

↪ Βοηθεί του ανθρώπου

↪ Ρομπότ εξυπηρέτησης

↪ ...



Η έννοια Locomotion

➤ Locomotion

↪ Η φυσική αλληλεπίδραση μεταξύ ενός κινούμενου ρομπότ και του περιβάλλοντός του.

➤ Σχετίζεται με τις δυνάμεις αλληλεπίδρασης, τους μηχανισμούς και τους ενεργοποιητές που τις παράγουν.

➤ Τα πιο σημαντικά θέματα που σχετίζονται με αυτή την έννοια είναι:

↪ Η σταθερότητα

↪ Τα χαρακτηριστικά της επαφής

↪ Ο τύπος του περιβάλλοντος



Η έννοια Locomotion

- Η σταθερότητα εξαρτάται από:
 - ↪ Τον αριθμό των σημείων επαφής
 - ↪ Το κέντρο βάρους
 - ↪ Τη στατική / δυναμική σταθεροποίηση
 - ↪ Την κλίση του εδάφους
- Τα χαρακτηριστικά της επαφής που είναι:
 - ↪ Το σημείο επαφής ή η περιοχή επαφής
 - ↪ Η γωνία επαφής
 - ↪ Η τριβή



Η έννοια Locomotion

- Ο τύπος του περιβάλλοντος αφορά:
 - ↪ Τη δομή του περιβάλλοντος
 - ↪ Το μέσο αλληλεπίδρασης (νερό, αέρας, μαλακό ή σκληρό έδαφος)
- Η θεωρητική ανάλυση της locomotion ξεκινάει από τη μηχανική και τη φυσική.
- Σε ένα κινούμενο ρομπότ ενδιαφέρουν περισσότερο όμως θέματα που σχετίζονται με την πλοήγηση.



Βασικές Έννοιες στους Μηχανισμούς Κίνησης

- Είναι τεχνικά δύσκολη η μίμηση των ειδών κίνησης που βρίσκονται στη φύση.
- Τα περισσότερα τεχνικά συστήματα χρησιμοποιούν ρόδες ή ερπύστριες.
- Η κύλιση είναι πιο αποδοτική αλλά δεν υπάρχει στη φύση.
 - ↪ Ο τροχός εφευρέθηκε από τον άνθρωπο !
- Η κίνηση ενός βαδίζοντος δίποδου πλησιάζει στην κύλιση.



Βάδισμα ή Κύλιση;

- Ποια είναι η απάντηση; Εξαρτάται από:
 - ↪ τον αριθμό των ενεργοποιητών
 - ↪ τη δομική πολυπλοκότητα του συστήματος
 - ↪ το κόστος ελέγχου
 - ↪ την επάρκεια ενέργειας ανάλογα με τις συνθήκες
 - π.χ. για το έδαφος (επίπεδο, μαλακό, επικλινές,, κ.τ.λ.)
 - ↪ την κίνηση των μαζών που εμπλέκονται
 - το βάδισμα και το τρέξιμο περιλαμβάνει κινήσεις κατακόρυφες (κατακόρυφη κίνηση μαζών)
 - επιπλέον απώλειες εξαιτίας των μαζών που εμπλέκονται.



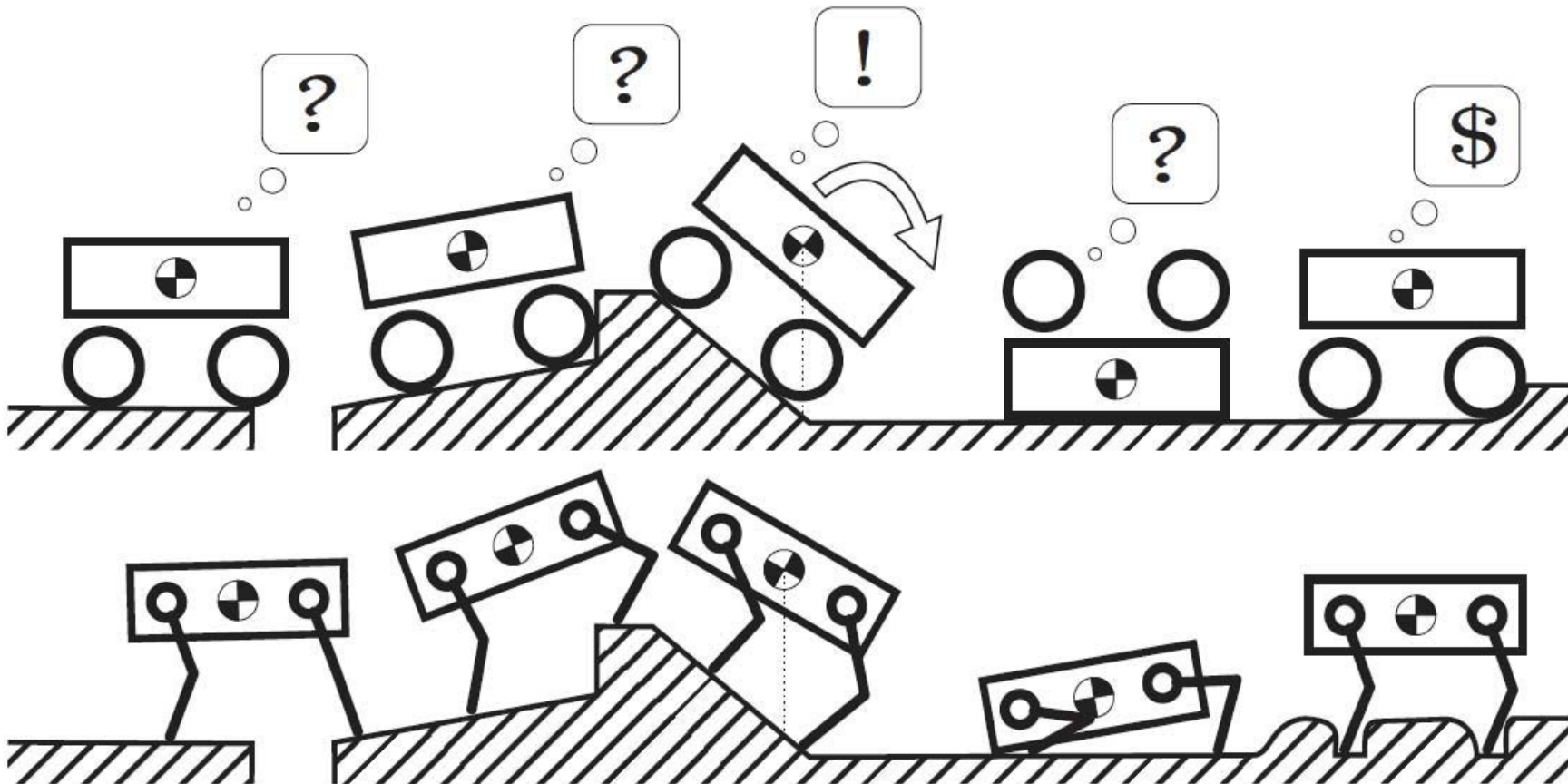
Γιατί Ρομπότ με Πόδια;

- Η locomotion των ρομπότ με πόδια (σκέλη) χαρακτηρίζεται από μια σειρά από σημεία επαφής μεταξύ του ρομπότ και του εδάφους.
- Στα βασικά πλεονεκτήματα περιλαμβάνονται προσαρμοστικότητα και ικανότητα ελιγμών σε ανώμαλο έδαφος.
- Επιπλέον ένα ρομπότ με πόδια είναι ικανό να προσπεράσει μία τρύπα ή ένα χάσμα εφόσον το επιτρέπει το άνοιγμα των ποδιών του.



Γιατί Ρομπότ με Πόδια;

- Τα ρομπότ με πόδια μπορούν να ξεπεράσουν πολλά εμπόδια.





Παραδείγματα από Μηχανές που Βαδίζουν

➤ Βαδίζοντα ρομπότ, Boston Dynamics, Atlas





Παραδείγματα από Μηχανές που Βαδίζουν

- Βαδίζοντα ρομπότ, Boston Dynamics, WildCat





Κινούμενα Ρομπότ με Τροχούς

- Ο τροχός είναι ο πιο δημοφιλής μηχανισμός κίνησης στα κινούμενα ρομπότ και στα οχήματα.
- Έχει πολύ καλή απόδοση χρησιμοποιώντας μηχανολογικά μια απλή κατασκευή.
- Οι τροχοί είναι η πιο κατάλληλη λύση για ένα πλήθος διαφορετικών εφαρμογών.
- Απαιτούνται 3 τροχοί για να εξασφαλιστεί σταθερότητα.
- Με περισσότερους από τρεις τροχούς απαιτείται κατάλληλη ανάρτηση.
- Η επιλογή του τύπου και του αριθμού των τροχών εξαρτάται από την εφαρμογή.

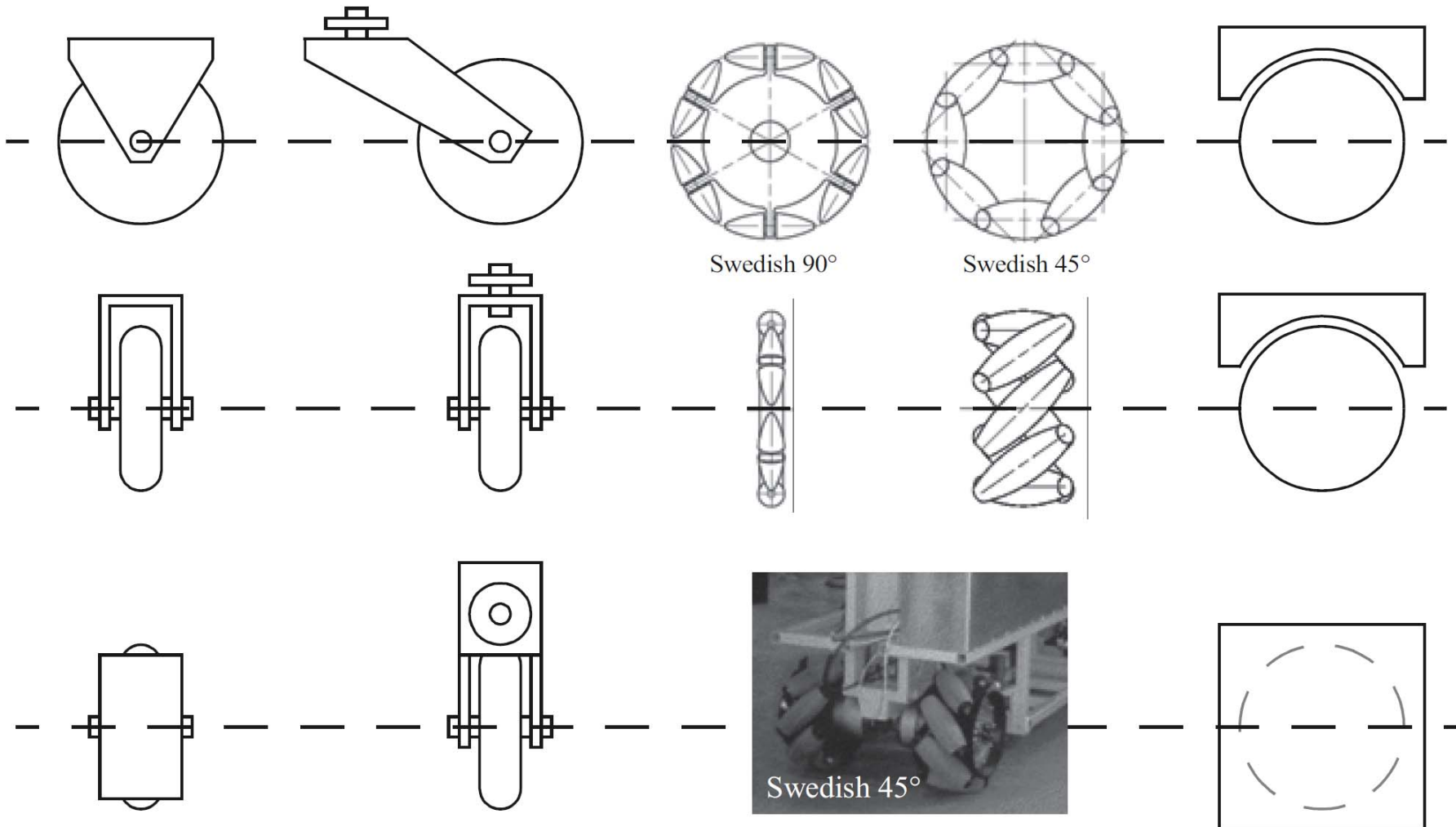
Τέσσερις Βασικοί Τύποι Τροχών

Βασικός

Castor

Swedish

Σφαιρικός





Χαρακτηριστικά των Τροχοφόρων Ρομπότ και Οχημάτων

- Η επιλογή των τύπων των τροχών συνδέεται με καθοριστικό τρόπο με το γεωμετρικό σχηματισμό των τροχών που επιλέγεται σε ένα ρομποτικό όχημα.
- Οι δύο προηγούμενες επιλογές καθορίζουν τα τρία θεμελιώδη χαρακτηριστικά ενός ρομπότ που είναι τα εξής:
 - ↪ Η ευστάθεια (stability)
 - ↪ Η ικανότητα για ελιγμό (maneuverability), και
 - ↪ Η δυνατότητα ελέγχου (controllability)



Διαφορετικοί Γεωμετρικοί Σχηματισμοί Τροχών

➤ Η μηχανική Ευστάθεια (Stability) σε δύο τροχούς είναι δυνατή:

↪ είτε ως στατική, όταν το κέντρο βάρους βρίσκεται χαμηλότερα από τον άξονα των τροχών π.χ. Cyb home robot.



↪ Είτε ως δυναμική όταν υπάρχει ένα ενεργό σύστημα ελέγχου που χρησιμοποιεί γυροσκόπιο και γίνεται συνεχής έλεγχος της ταχύτητας των τροχών. Η δυναμική είναι αυτή του ανεστραμμένου εκκρεμούς.

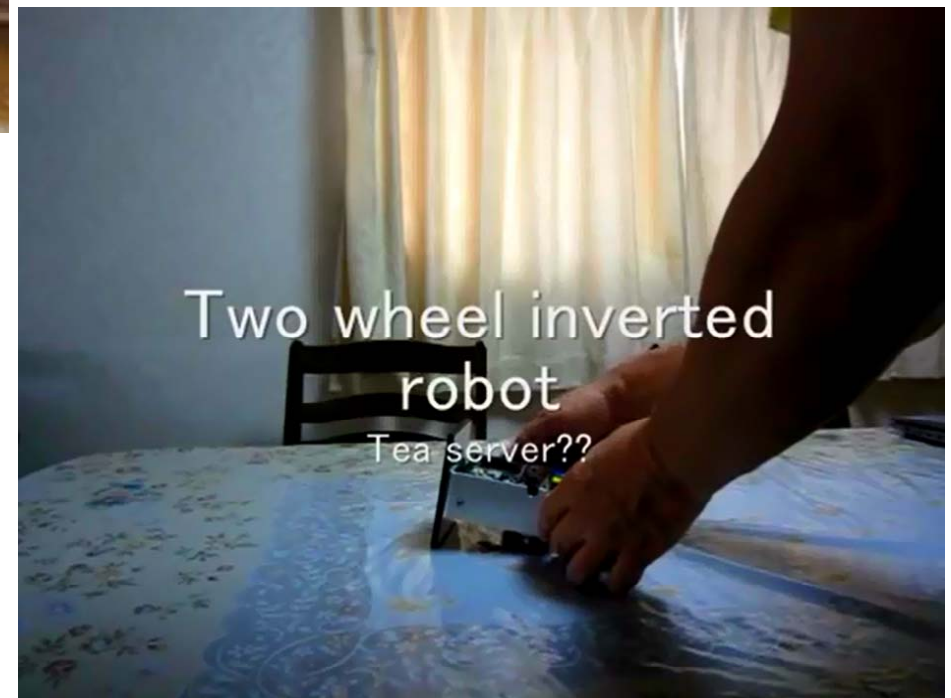




Διαφορετικοί Γεωμετρικοί Σχηματισμοί Τροχών



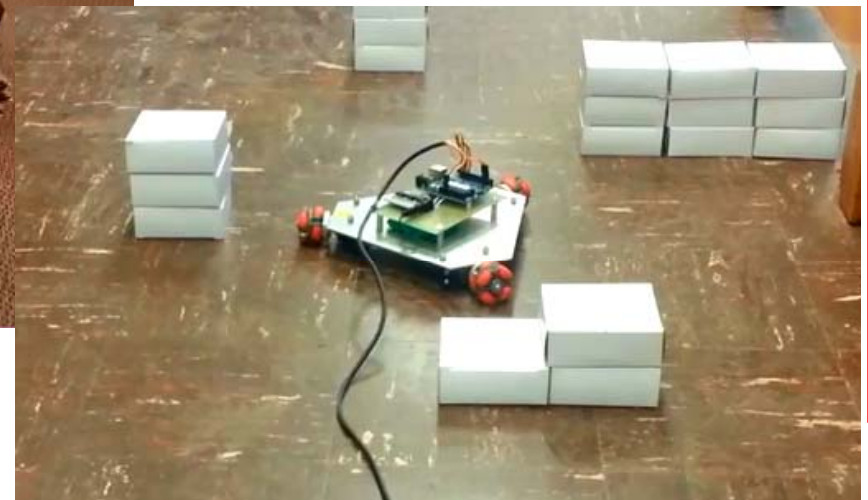
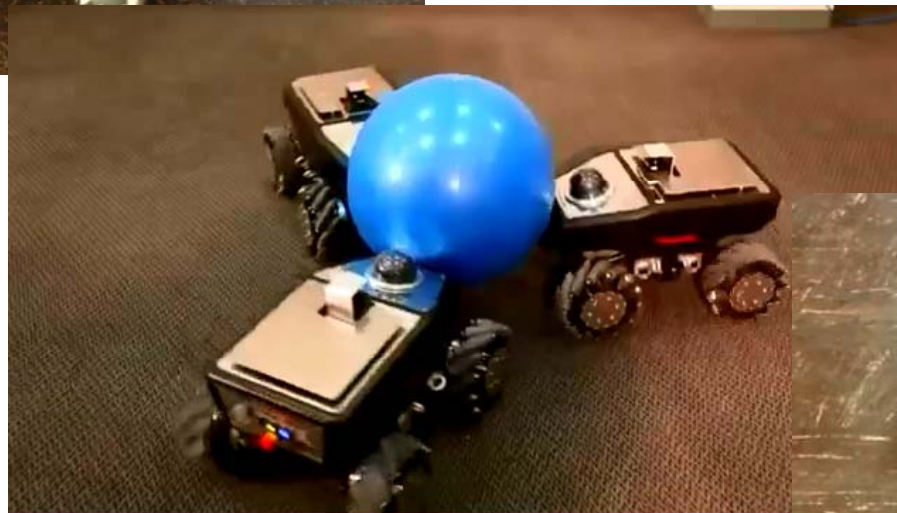
Δυναμική ευστάθεια
ανεστραμμένου
εκκρεμούς.





Διαφορετικοί Γεωμετρικοί Σχηματισμοί Τροχών

➤ Κινούμενα ρομπότ με Swedish τροχούς





Μικτά Συστήματα Κίνησης

- SHRIMP, ένα κινούμενο ρομπότ με εξαιρετικές ικανότητες αναρρίχησης.
- Στόχος
 - ↪ Παθητική locomotion για ανώμαλα εδάφη.
- Αποτέλεσμα: Το Shrimp
 - ↪ Διαθέτει 6 τροχούς
 - Ένα σταθερό τροχό πίσω
 - Δύο φορείς σε κάθε πλευρά
 - Ένα μπροστινό τροχό με ανάρτηση με ελατήριο.



Μικτά Συστήματα Κίνησης

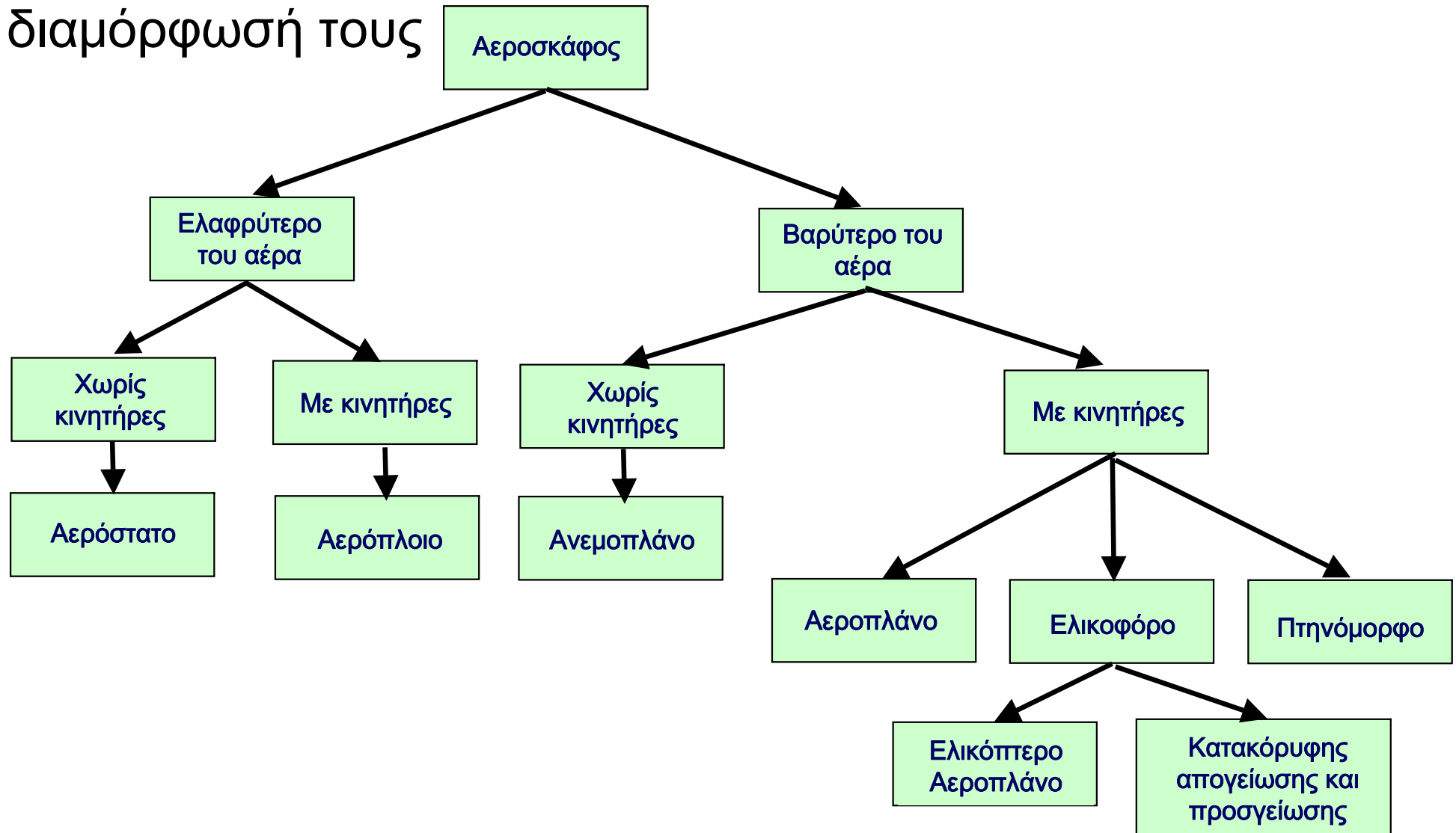
- ↪ Το μέγεθος του ρομπότ είναι 60 cm σε μήκος και 20 cm σε ύψος.
- ↪ Πολύ σταθερό σε ανώμαλα εδάφη
- ↪ Μπορεί να υπερπηδήσει εμπόδια μέχρι 2 φορές τη διάμετρο της ρόδας του.





Ιπτάμενα Κινούμενα Ρομπότ

- Γενική ταξινόμηση των αεροσκαφών ανάλογα με τη διαμόρφωσή τους





Ιπτάμενα Κινούμενα Ρομπότ

- Με ιδιαίτερο ενδιαφέρον:
 - ✚ Τα MAV (Micro Aerial Vehicles), Μικρού μεγέθους Εναέριο Όχημα
 - Integrated micro inertial measurement units (IMU), μικρού μεγέθους μονάδες μέτρησης αδράνειας
 - Micro electro-mechanical systems (MEMS), μικρού μεγέθους ηλεκτρομηχανικά συστήματα
 - Li-Ion μπαταρίες
- Προβλήματα που πρέπει να λυθούν σε αυτόνομα VTOL (οχήματα κατακόρυφης προσγείωσης απογείωσης):
 - ✚ Η σταθεροποίηση
 - ✚ Η αυτόματη πλοήγηση (σε εξωτερικούς και στη συνέχεια σε εσωτερικούς χώρους).



Ιπτάμενα Κινούμενα Ρομπότ Παραδείγματα

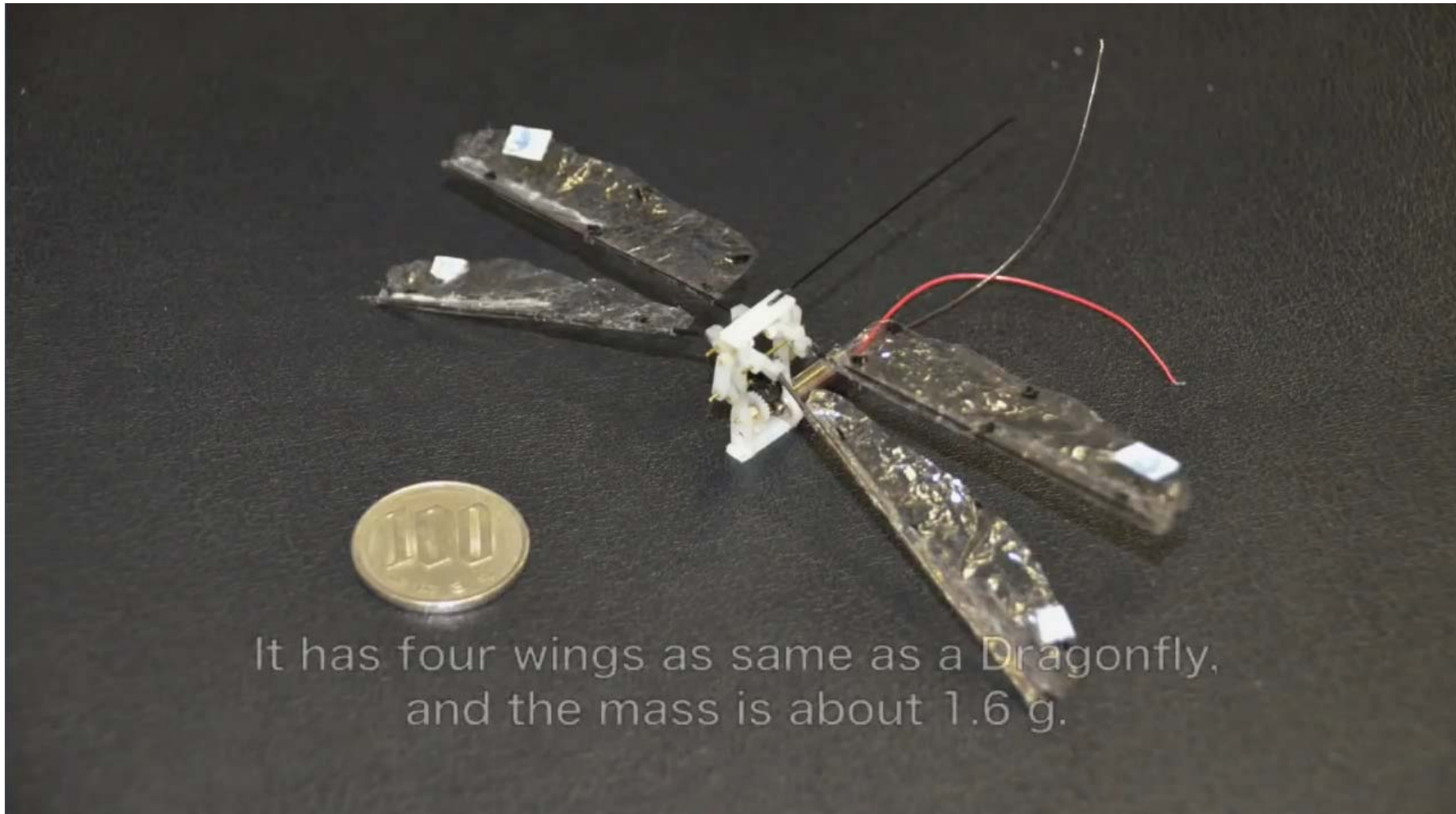
➤ ΕΤΗ, Ζυρίχη, sFly





Ιπτάμενα Κινούμενα Ρομπότ Παραδείγματα

➤ MAV, dragonfly, λιβελούλα



It has four wings as same as a Dragonfly,
and the mass is about 1.6 g.



Ιπτάμενα Κινούμενα Ρομπότ Παραδείγματα

- EHANG184, το 1ο αυτόνομο ιπτάμενο όχημα για μεταφορές





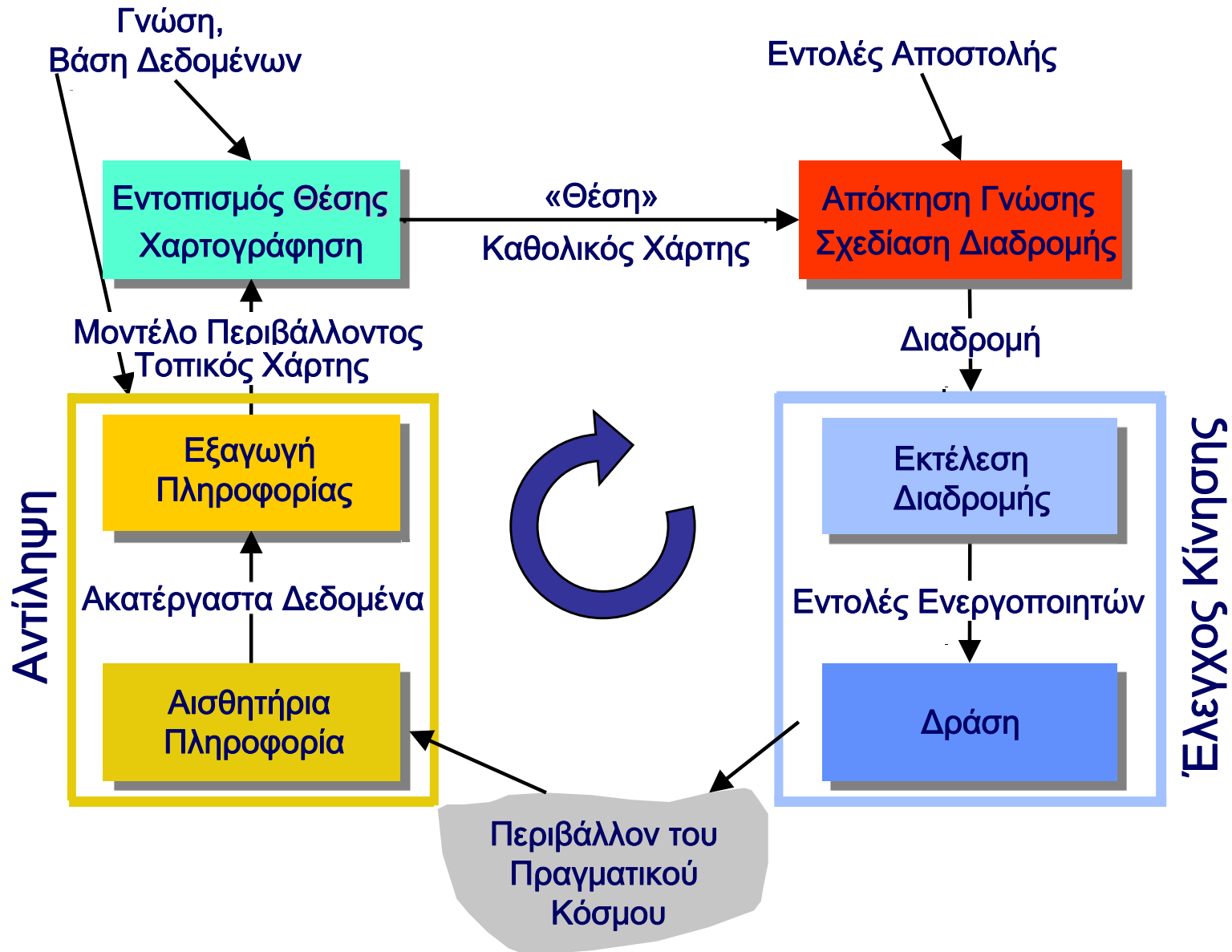
Ιπτάμενα Κινούμενα Ρομπότ Παραδείγματα

➤ Air Force Bugbot Nano Drone





Γενικό Σχήμα Ελέγχου για Κινούμενα Ρομποτικά Συστήματα



Αντίληψη

➤ Εξασφαλίζεται με τη βοήθεια αισθητήρων:

↪ Ανάλογα με τι μετρούν

➤ Ιδιοδεκτικοί (π.χ. γυροσκόπιο, επιταχυνσιόμετρο)

➤ Εξωδεκτικοί (π.χ. πυξίδα)

↪ Ανάλογα με το πως μετρούν

➤ Παθητικοί

➤ Ενεργοί



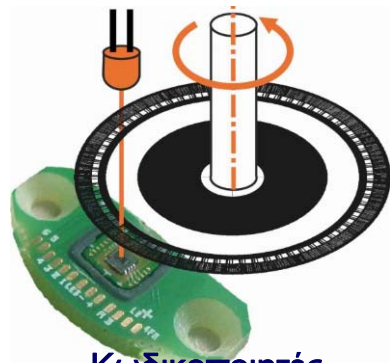
Time of Flight - Kinect



Υπερύθρων



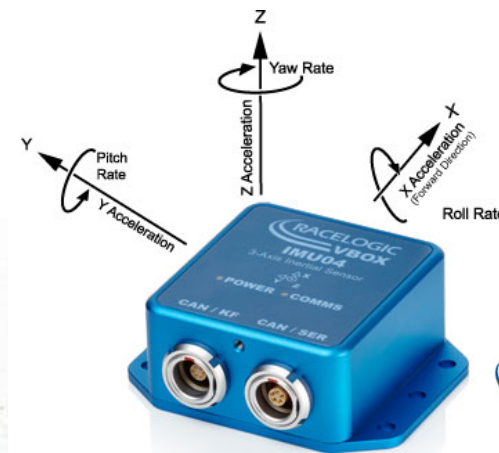
Υπερήχων



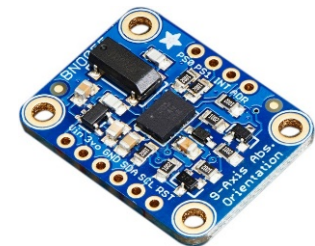
Κωδικοποιητές



Κατεύθυνσης



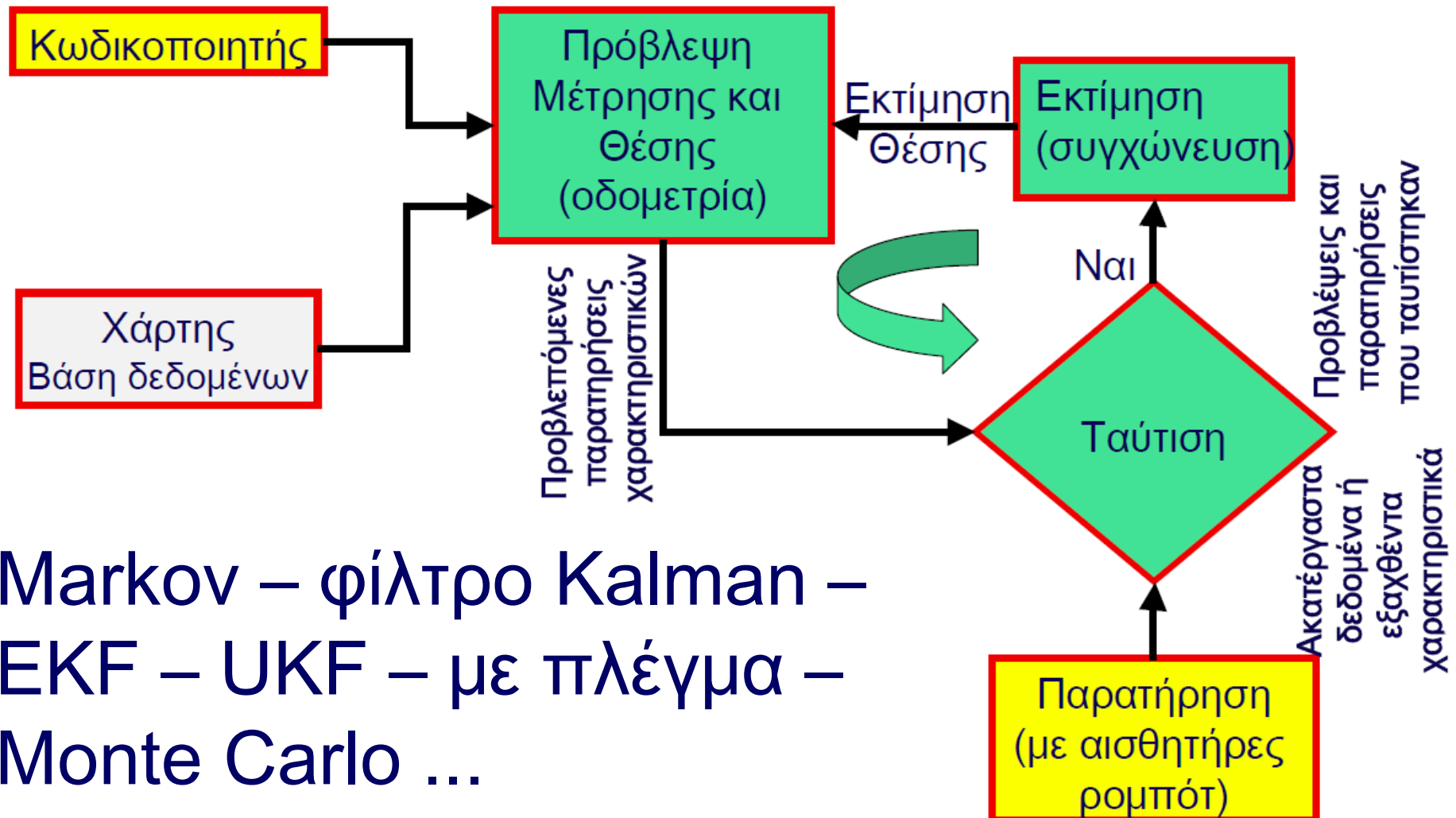
IMU





Εντοπισμός Θέσης

- Εντοπισμός που βασίζεται σε χάρτη (πιθανοτ.)



Markov – φίλτρο Kalman –
EKF – UKF – με πλέγμα –
Monte Carlo ...



Εντοπισμός Θέσης

➤ Μη πιθανοτικές μέθοδοι:

➤ Εντοπισμός που βασίζεται σε Τεχνητά Ορόσημα

➤ Ορόσημα σχήματος Z στο δάπεδο

➤ Με υπολογισμό της απόστασης

➤ Με πολωμένους αισθητήρες προσέγγισης

➤ Προσεγγίσεις με «σάκο με χαρακτηριστικά»

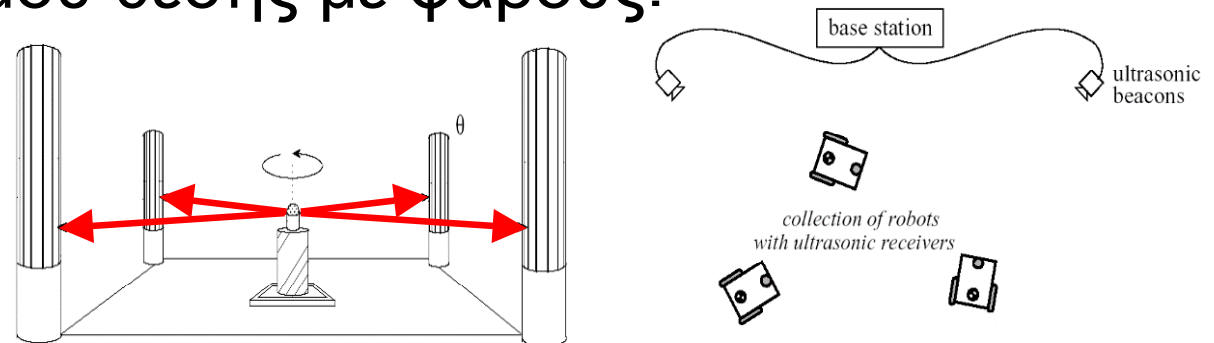
➤ Συστήματα εντοπισμού θέσης με φάρους:

➤ Τριγωνισμός

➤ Docking Station

➤ Bar-code

➤ Στρατηγικές Εντοπισμού που Βασίζονται σε Διαδρομή



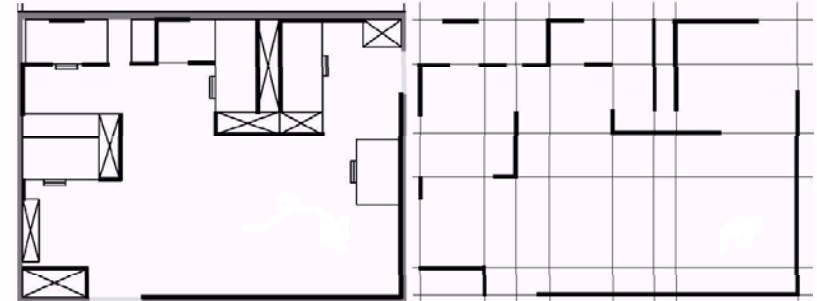


Δημιουργία και Αναπαράσταση Χάρτη

➤ Δημιουργία χάρτη:

↪ Με το χέρι

↪ Αυτόματη δημιουργία χάρτη

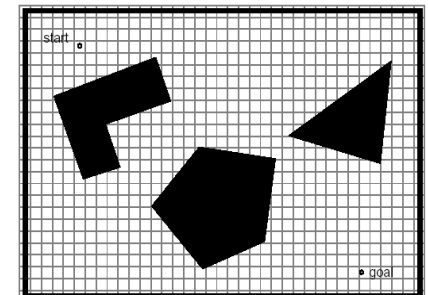
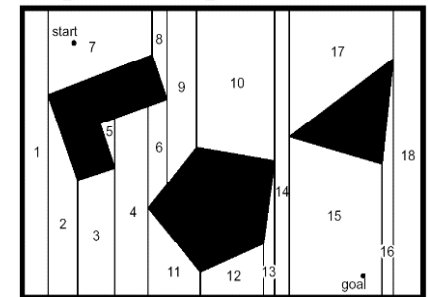


➤ Αναπαράσταση χάρτη: συνεχής, διακριτή (στρατηγικές αποσύνθεσης)

↪ Πραγματικός χάρτης

↪ Χάρτης που βασίζεται σε γραμμές

↪ Ακριβής, σταθερή (χάρτης πλέγματος κατάληψης), προσαρμοστική, τοπολογική αποσύνθεση κελιών



SLAM



- Ξεκινώντας από ένα τυχαίο αρχικό σημείο, ένα κινούμενο ρομπότ θα πρέπει να είναι ικανό:
 - να εξερευνήσει αυτόνομα το περιβάλλον με τους αισθητήρες επάνω στο σώμα του,
 - να αποκτήσει γνώση για αυτό,
 - να ερμηνεύσει τη σκηνή,
 - να δημιουργήσει ένα κατάλληλο χάρτη, και
 - να εντοπίσει τον εαυτό του σε σχέση με αυτό το χάρτη.

SLAM

The Simultaneous Localization and Mapping Problem
Το Πρόβλημα του Ταυτόχρονου Εντοπισμού και της
Χαρτογράφησης

SLAM



- Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μέθοδοι προσέγγισης στον πρόβλημα του ταυτόχρονου εντοπισμού θέσης και χαρτογράφησης (SLAM):
 - ↪ Extended Kalman Filter SLAM
 - ↪ Visual SLAM
 - ↪ Graph SLAM
 - ↪ Particle Filter SLAM
- Πολλές ακόμη που βασίστηκαν στις προηγούμενες μεθόδους.



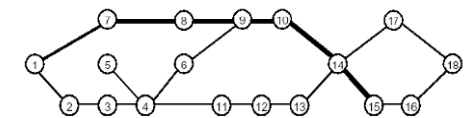
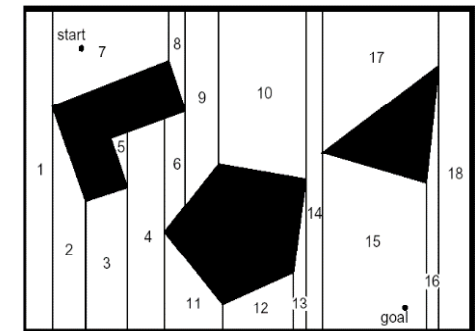
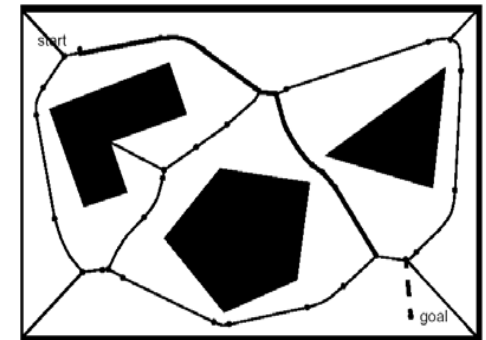
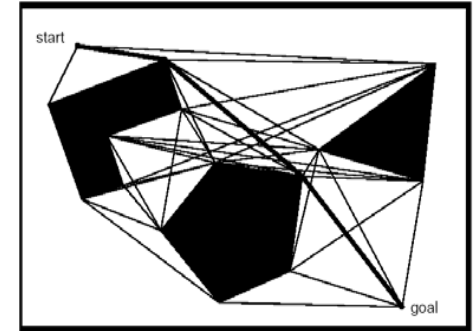
Σχεδιασμός Διαδρομής

- Αν υπάρχει χάρτης μετρικός ή τοπολογικός, τότε:
 - ↪ Σχεδιασμός διαδρομής με γράφο (γράφημα συνδεσιμότητας)
 - Κατασκευή γράφου
 - Συστηματική αναζήτηση διαδρομής στο γράφο
 - Τυχαία αναζήτηση διαδρομής στο γράφο
 - ↪ Σχεδιασμός διαδρομής με πεδίο δυναμικού
 - Μαθηματική συνάρτηση που επιβάλλεται στον ελεύθερο χώρο (η κλίση της - gradient - οδηγεί στο στόχο).



Σχεδιασμός Διαδρομής

- Μέθοδοι κατασκευής γράφου:
 - Γράφημα Ορατότητας (Visibility Graph)
 - Διάγραμμα Voronoi
 - Ακριβής και προσεγγιστική αποσύνθεση κελιών
 - Γράφημα πλέγματος
- Μέθοδοι αναζήτησης στο γράφο:
 - Αναζήτηση breadth – first
 - Αναζήτηση depth – first
 - Αλγόριθμος του Dijkstra
 - Αλγόριθμοι A*, D* και παραλλαγές
 - Rapidly Exploring Random Trees (RRTs)
- Μέθοδος πεδίου δυναμικού και οι επεκτάσεις του.





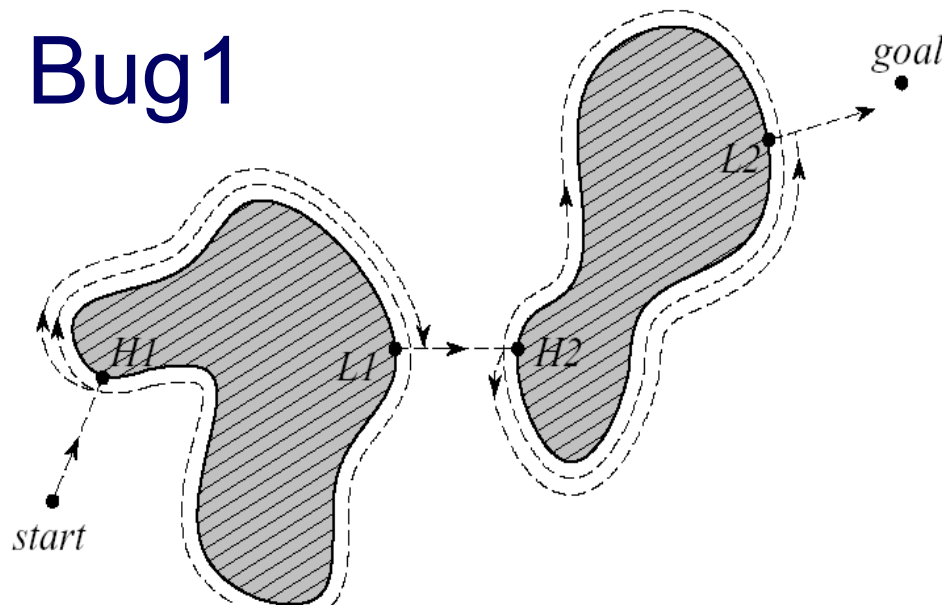
Αποφυγή Εμποδίων (Τοπικός Σχεδιασμός Διαδρομής)

- Ο στόχος των αλγόριθμων αποφυγής εμποδίων είναι η αποφυγή των συγκρούσεων με τα εμπόδια.
- Βασίζονται συνήθως σε τοπικό χάρτη.
- Εφαρμόζονται ως μια εργασία λιγότερο ή περισσότερο ανεξάρτητη.
- Ωστόσο η αποτελεσματική αποφυγή εμποδίων θα πρέπει να είναι βέλτιστη σε σχέση με:
 - ↪ Το συνολικό στόχο.
 - ↪ Την πραγματική ταχύτητα και την κινηματική του ρομπότ.
 - ↪ Τους αισθητήρες επάνω στο σώμα του ρομπότ.
 - ↪ Τον πραγματικό και το μελλοντικό κίνδυνο σύγκρουσης.

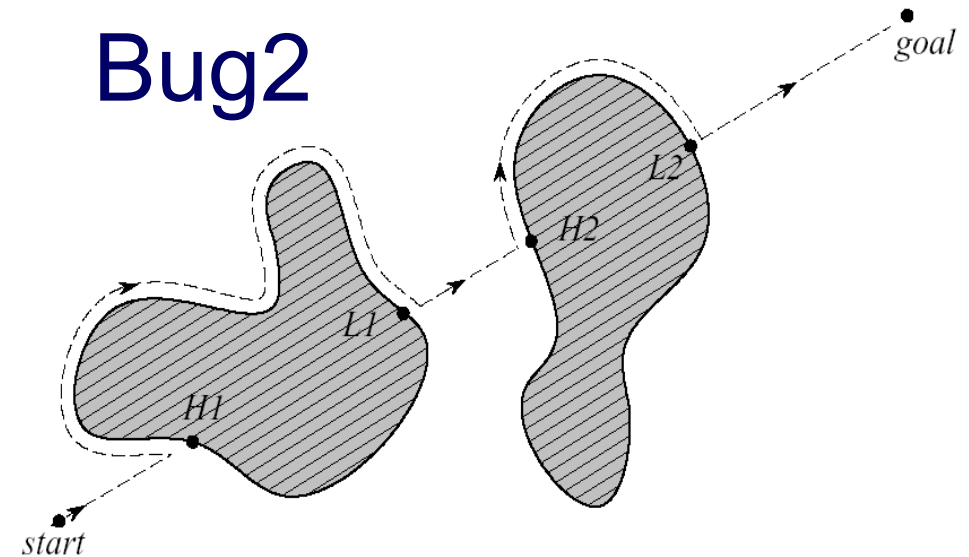


Αποφυγή Εμποδίων Ενδεικτικοί Αλγόριθμοι

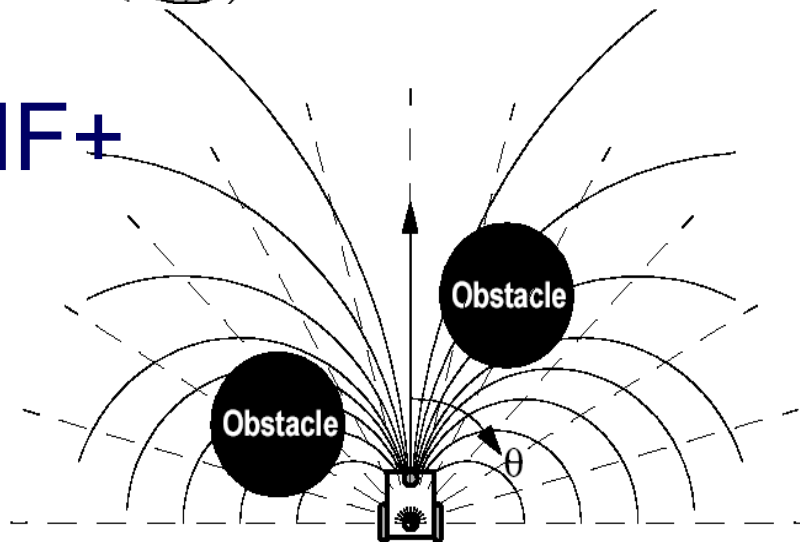
Bug1



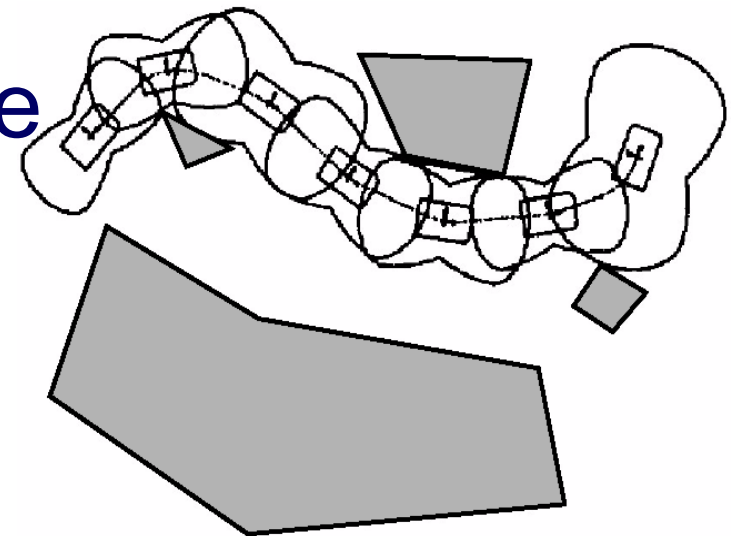
Bug2



VHF+



Bubble
Band



Πλοήγηση



➤ Αρχιτεκτονικές πλοήγησης:

➤ Με χρονική αποσύνθεση

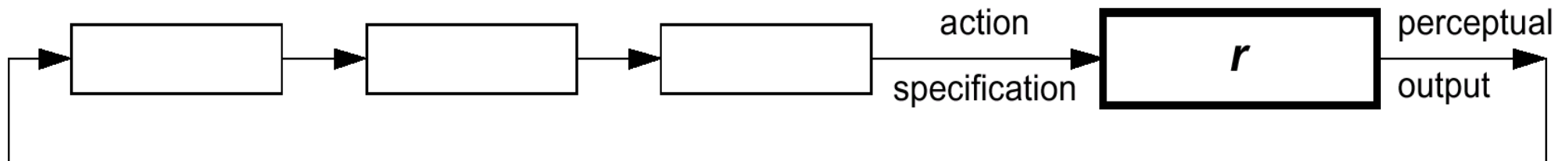
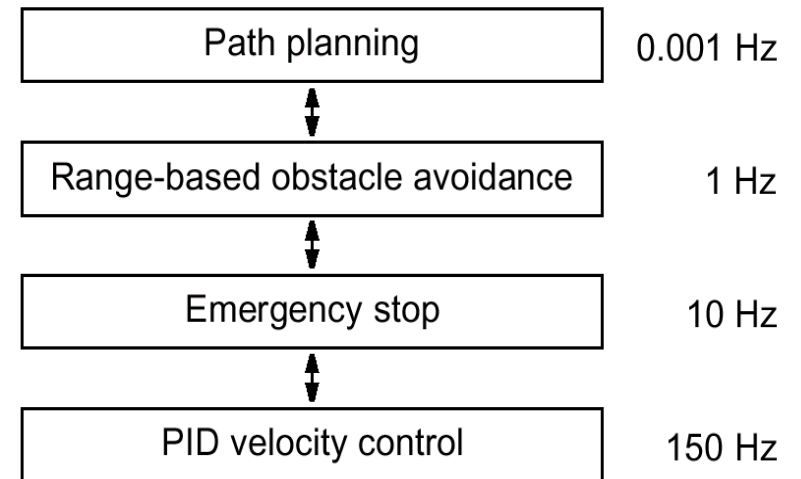
➤ Με αποσύνθεση ελέγχου

➤ Σειριακή αποσύνθεση

➤ Παράλληλη αποσύνθεση

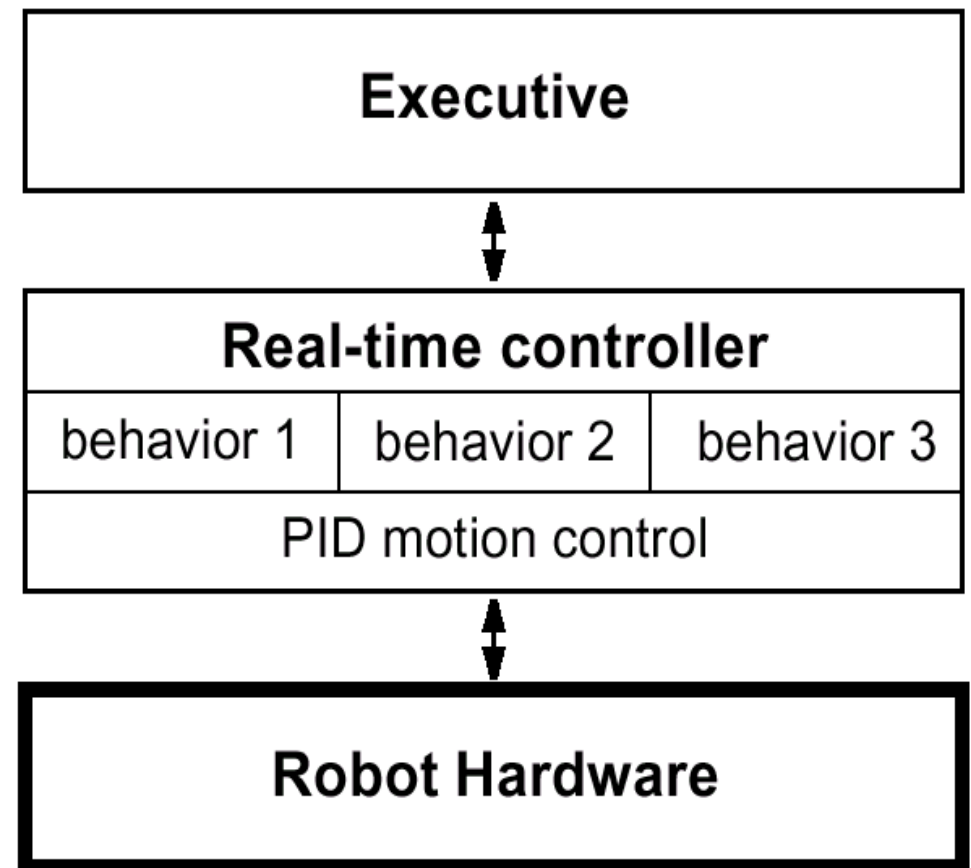
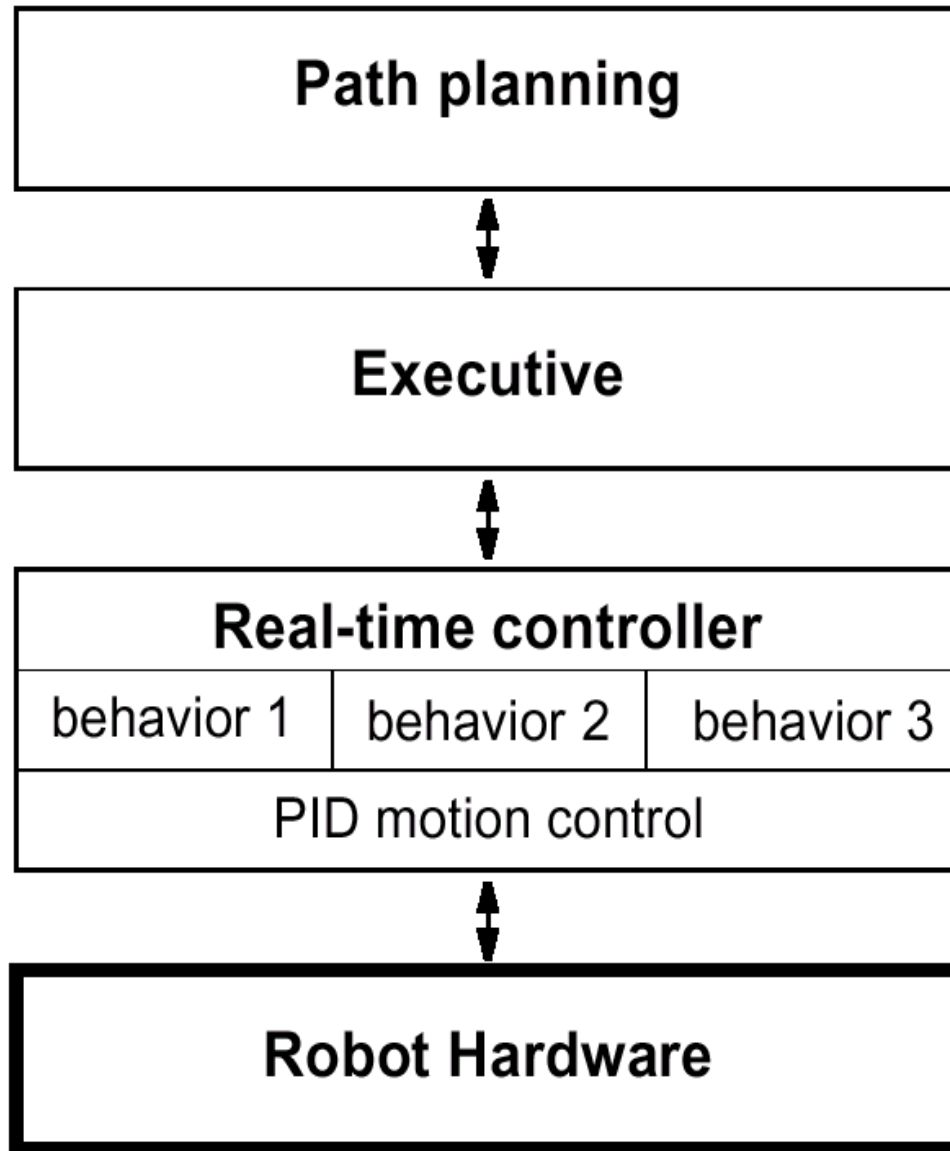
➤ Διακοπτικός παράλληλος έλεγχος

➤ Μικτός παράλληλος έλεγχος



Πλοήγηση

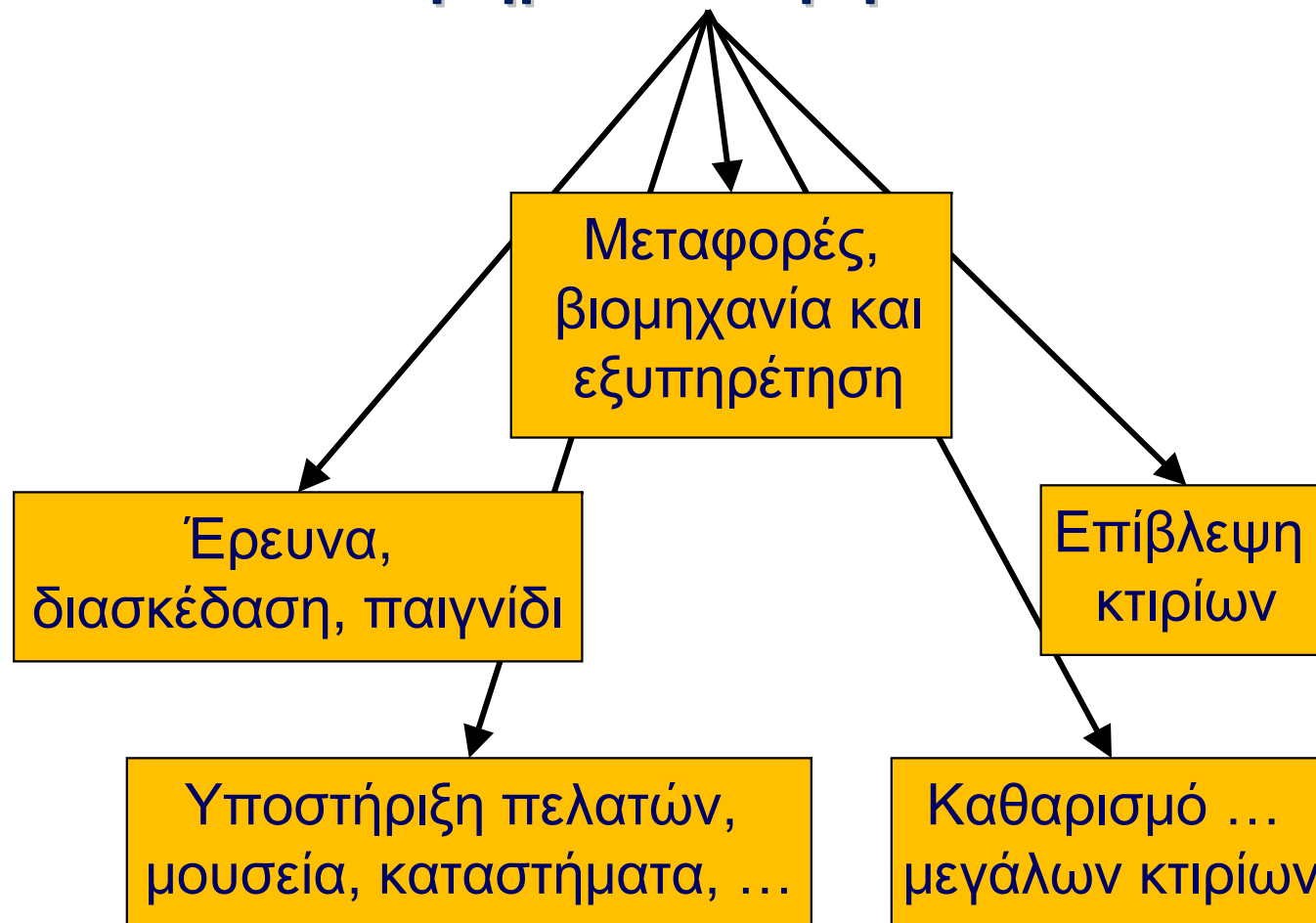
Αρχιτεκτονικές Χρονικής Αποσύνθεσης





Εφαρμογές των Κινούμενων Ρομπότ

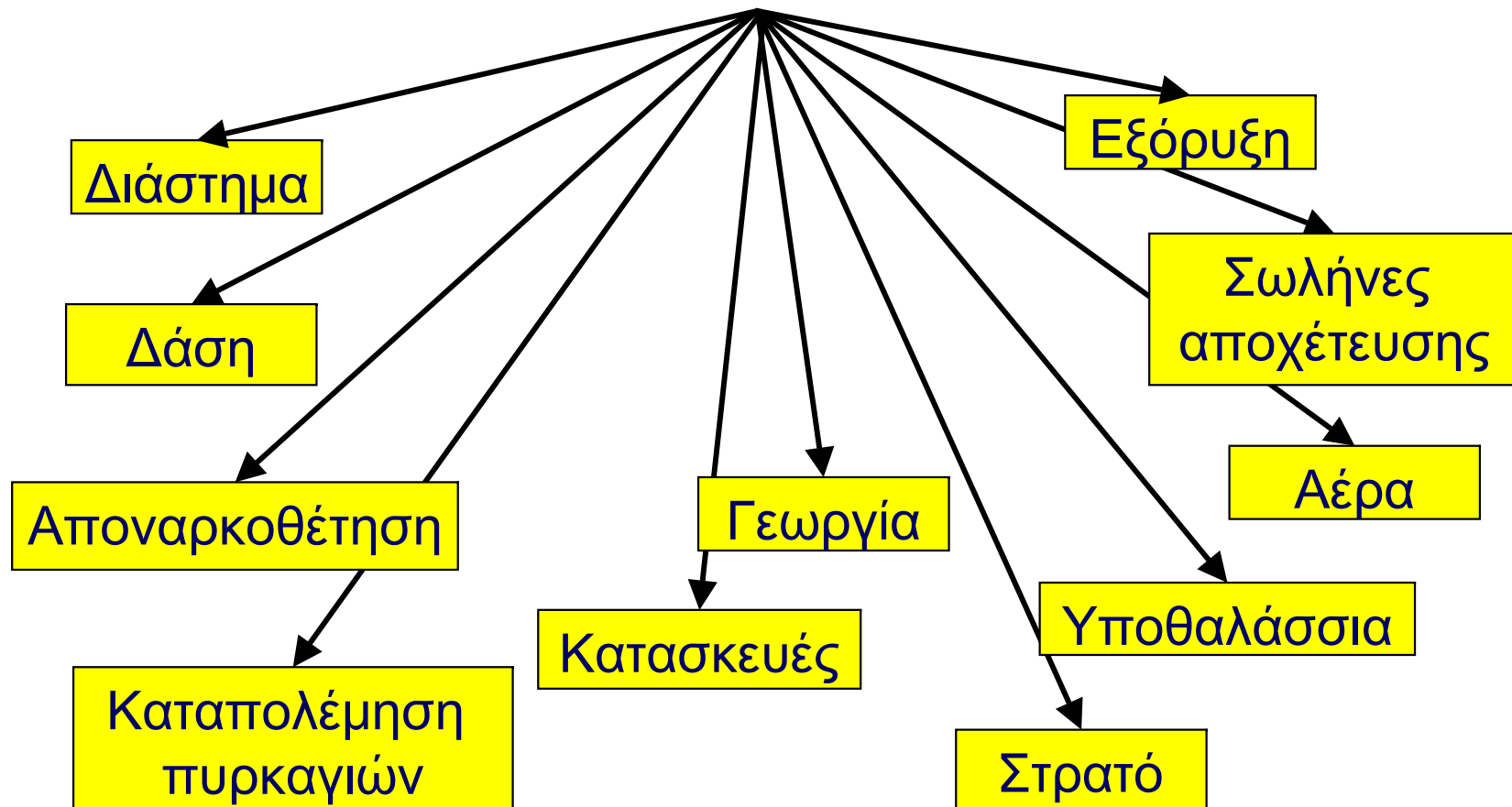
Σε εσωτερικούς (κλειστούς) χώρους (indoor)
Δομημένο Περιβάλλον



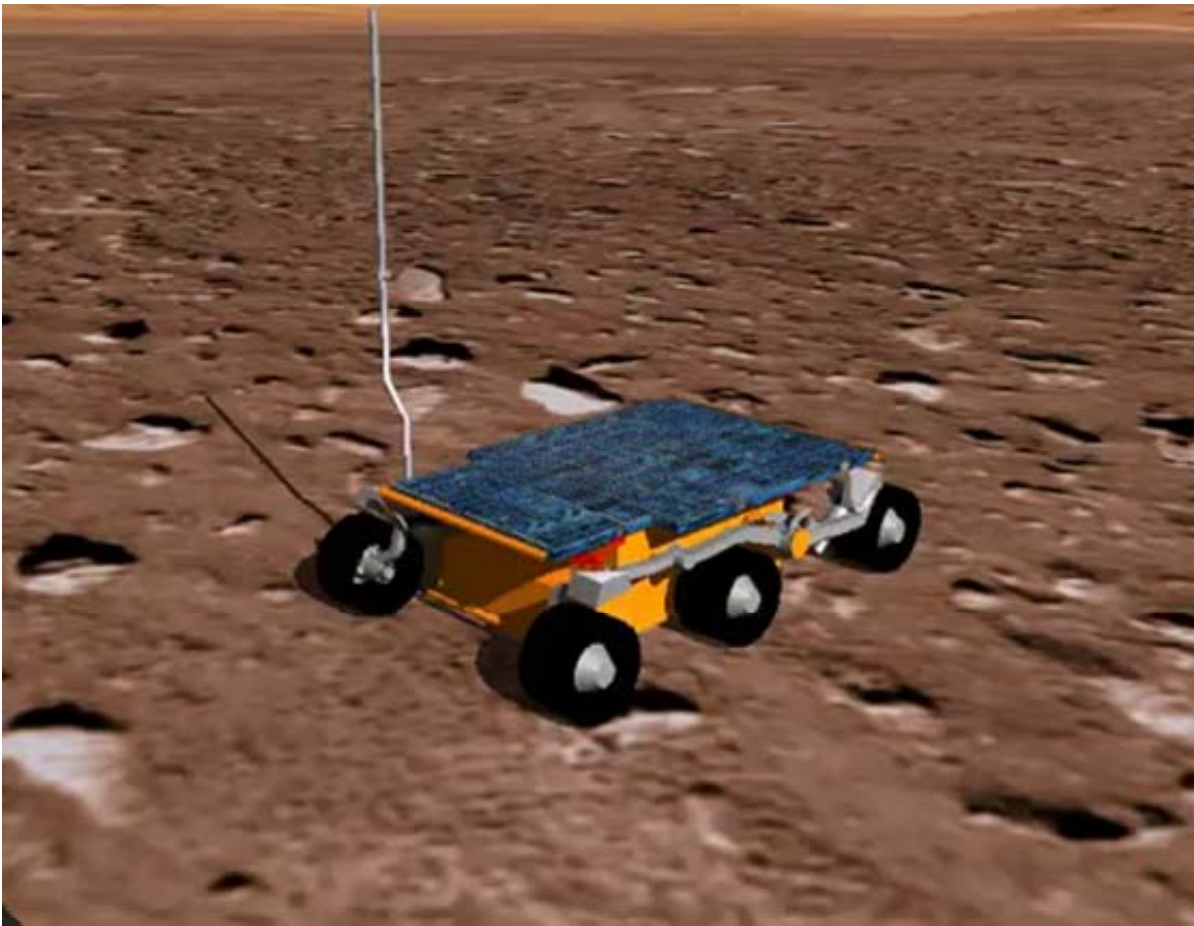


Εφαρμογές των Κινούμενων Ρομπότ

Σε εξωτερικούς (ανοικτούς) χώρους (outdoor)
Μη Δομημένο Περιβάλλον



Sojourner



Το κινούμενο ρομπότ Sojourner χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της αποστολής Pathfinder για την εξερεύνηση του Άρη το καλοκαίρι του 1997. Ήταν σχεδόν εντελώς τηλεχειριζόμενο από τη Γη. Ωστόσο, ορισμένοι αισθητήρες επάνω σε αυτό επέτρεπαν την ανίχνευση εμποδίων.

Το ρομπότ MagneBike



Το ρομπότ MagneBike αναπτύχθηκε από την ASL (ETH Zurich) και την ALSTOM. Το MagneBike είναι ένα μαγνητικό τροχοφόρο ρομπότ με υψηλή κινητικότητα για την επιθεώρηση δομών πολύπλοκων σχημάτων, όπως σιδηρομαγνητικούς σωλήνες και τουρμπίνες.

Το Ρομπότ Pioneer



Ένα ρομπότ σχεδιασμένο για την εξερεύνηση της σαρκοφάγου του Τσερνομπίλ



Το Αυτόνομο Υποθαλάσσιο Όχημα (AUV) Sirius



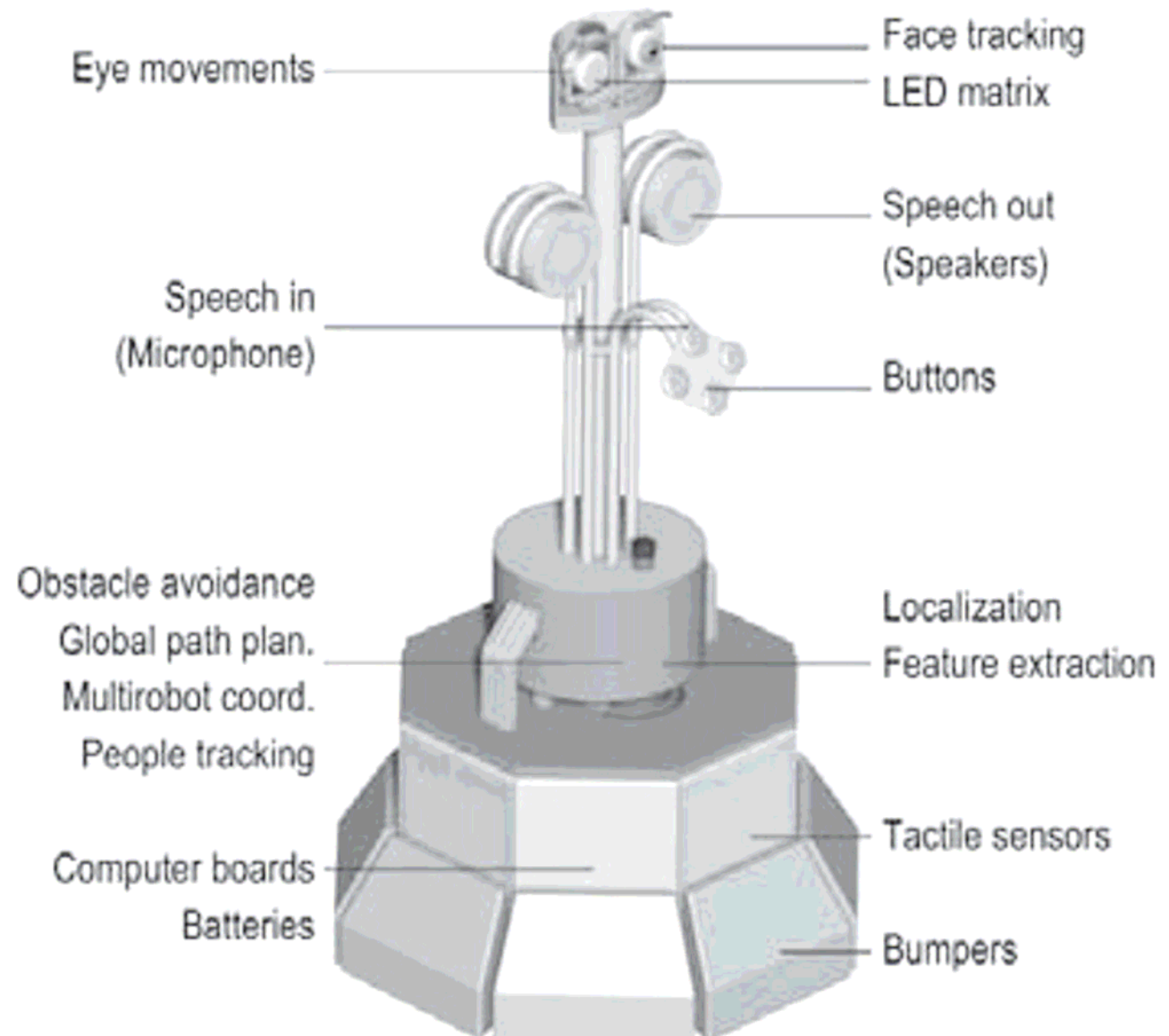
Το Αυτόνομο Υποθαλάσσιο Όχημα (AUV) Sirius στα
Αντικύθηρα



Ρομπότ Ξεναγοί

- Τα ρομπότ ξεναγοί είναι σε θέση να αλληλεπιδρούν και να παρουσιάζουν εκθέσεις με ένα εκπαιδευτικό τρόπο.
- Δέκα τέτοια ρομπότ έχουν λειτουργήσει κατά τη διάρκεια των πέντε μηνών της ελβετικής έκθεσης Expo.02, και συναντήθηκαν με εκατοντάδες χιλιάδες επισκέπτες.
- Είχαν αναπτυχθεί από την EPFL (<http://robotics.epfl.ch>) και εμπορικά από την BlueBotics (<http://www.bluebotics.com>)

Ρομπότ Ξεναγοί





Ρομπότ Ξεναγοί



➤ BlueBotics - RoboX - διαδραστικό ρομπότ ξενάγησης

Ρομπότ Ξεναγοί



Roslyn: The Tour Guide Robot



Αυτόνομα Οδηγούμενα Οχήματα (AGV)



**Our company's AGV is
affordable and durable
for point to point
delivery.**

Key Technologies:

- Fully or Semi-automated, solid and durable for 24 hours operation
- System controlled through wifi communication
- Manages power and self charging ability
- Easy to deploy, no major facilities modification is require
- Easy maintenance with conveniently access to battery and circuitry
- Easy trouble shooting with handheld diagnose panel
- Attachable to customized top compartment for custom application & payload
- Consist of contact and non-contact obstacle sensor for safety purpose
- Provide effective local technical support



Αυτόνομα Οδηγούμενα Οχήματα (AGV)



Το AGV TransCar της swisslog



Αυτόνομα Οδηγούμενα Οχήματα (AGV)



Το AGV Lynx της Techmetics



Αυτόνομα Οδηγούμενα Οχήματα (AGV)



Το Paquito της Esatroll

Τ.Ε.Ι. ΑΜΘ - Δρ. Θ. Παχίδης

Κινούμενα Ρομπότ και Εφαρμογές τους



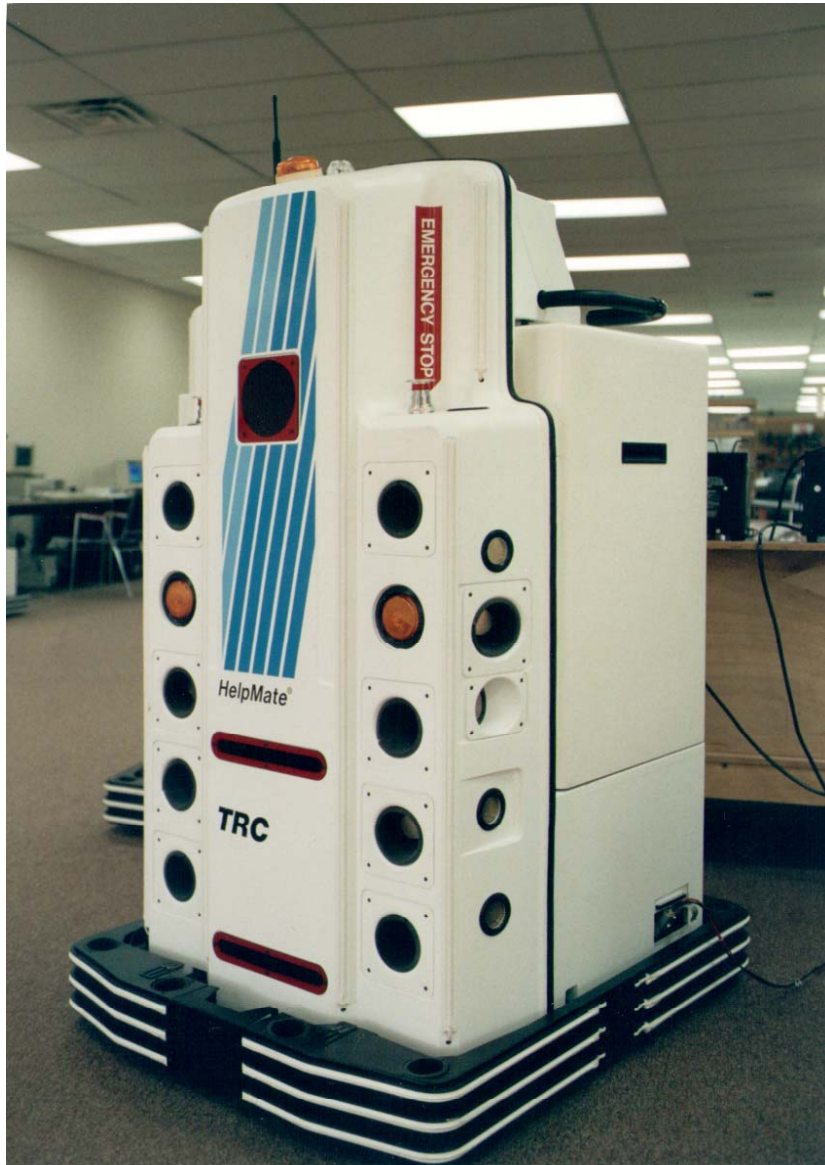
Αυτόνομα Οδηγούμενα Οχήματα (AGV)



Το Paquito της Esatroll – Bluebotics. Εξοπλισμένο με την Τεχνολογία Αυτόνομης Πλοήγησης (ANT) από την BlueBotics, το Paquito, ένα αυτόνομο περονοφόρο από την Esatroll, δεν βασίζεται σε ηλεκτρικά καλώδια, μαγνητικές διαδρομές, ή ανακλαστήρες, αλλά χρησιμοποιεί λέιζερ ασφαλείας για τον εντοπισμό της θέσης του σε σχέση με το σχήμα του περιβάλλοντος.



Αυτόνομα Οδηγούμενα Οχήματα (AGV)



Το HELPMATE είναι ένα κινούμενο ρομπότ που χρησιμοποιείται σε νοσοκομεία για εργασίες μεταφοράς. Έχει διάφορους αισθητήρες για την αυτόνομη πλοήγησή του στους διαδρόμους. Ο κύριος αισθητήρας για τον εντοπισμό της θέσης του είναι μια κάμερα που βλέπει στο ταβάνι. Ανιχνεύει τις λάμπες στο ταβάνι ως αναφορές, ή ορόσημα (<http://www.pyxis.com>).



Κινούμενα Ρομπότ στην Καθαριότητα



Το Robo 40 της Cleanfix

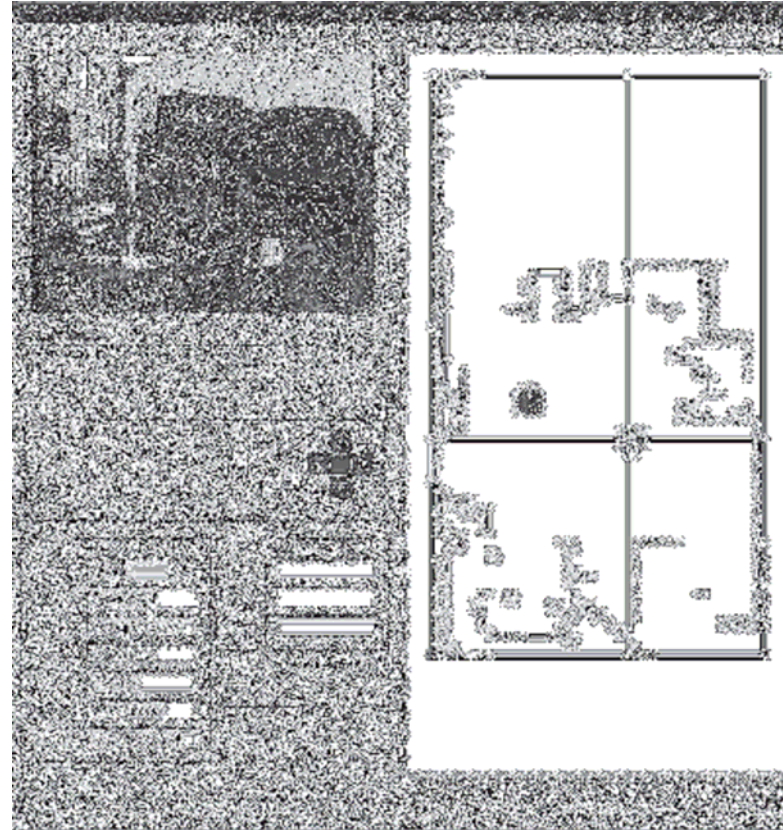


Κινούμενα Ρομπότ στην Καθαριότητα



Karcher Robo cleaner RC3000

Κινούμενα Ρομπότ στην Έρευνα



Το PIONEER 3 είναι ένα κινούμενο ρομπότ που προσφέρει διάφορες επιλογές, όπως μια αρπάγη ή μια κάμερα. Είναι εξοπλισμένο με μία εξελιγμένη βιβλιοθήκη πλοήγησης που αναπτύχθηκε στο SRI, Stanford, CA.

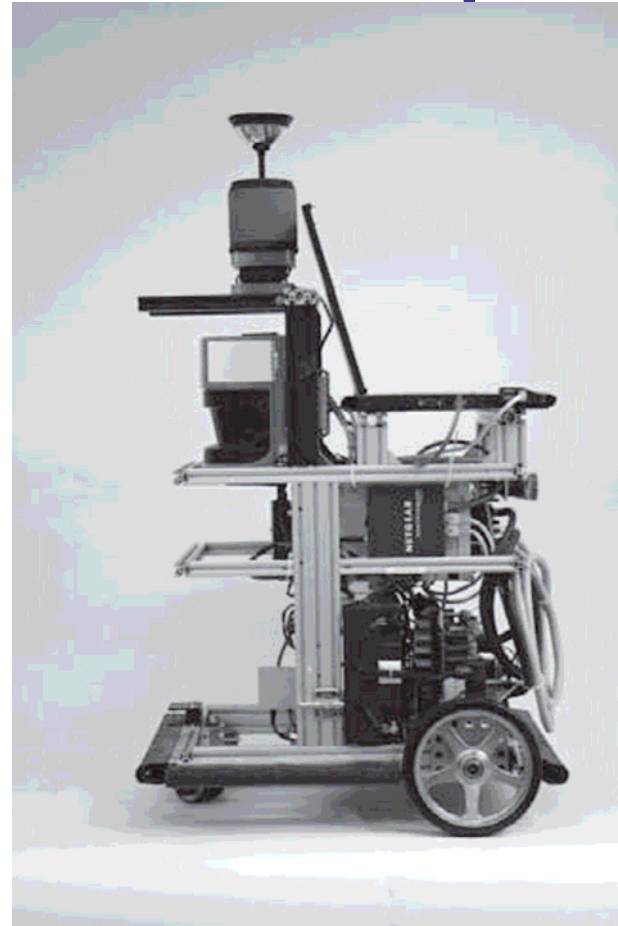
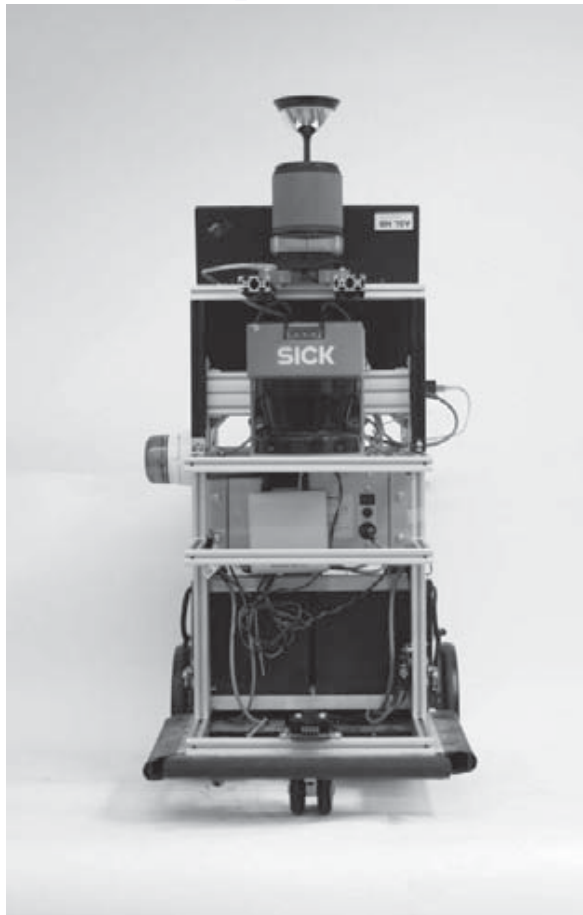


Κινούμενα Ρομπότ στην Έρευνα



Pioneer 3-DX Mobile Robot

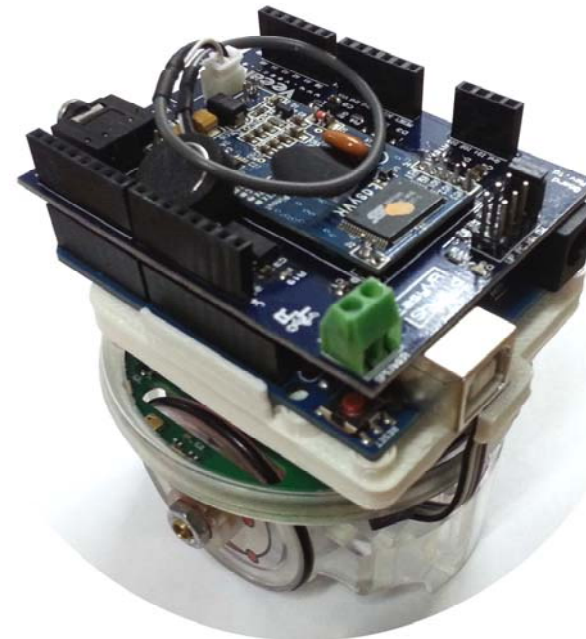
Κινούμενα Ρομπότ στην Έρευνα



Το BIBA είναι ένα πολύ εξελιγμένο κινούμενο ρομπότ που αναπτύχθηκε για έρευνα και κατασκευάστηκε από BlueBotics (<http://www.bluebotics.com/>). Έχει ένα πλήθος από αισθητήρες για εργασίες πλοήγησης υψηλής απόδοσης.



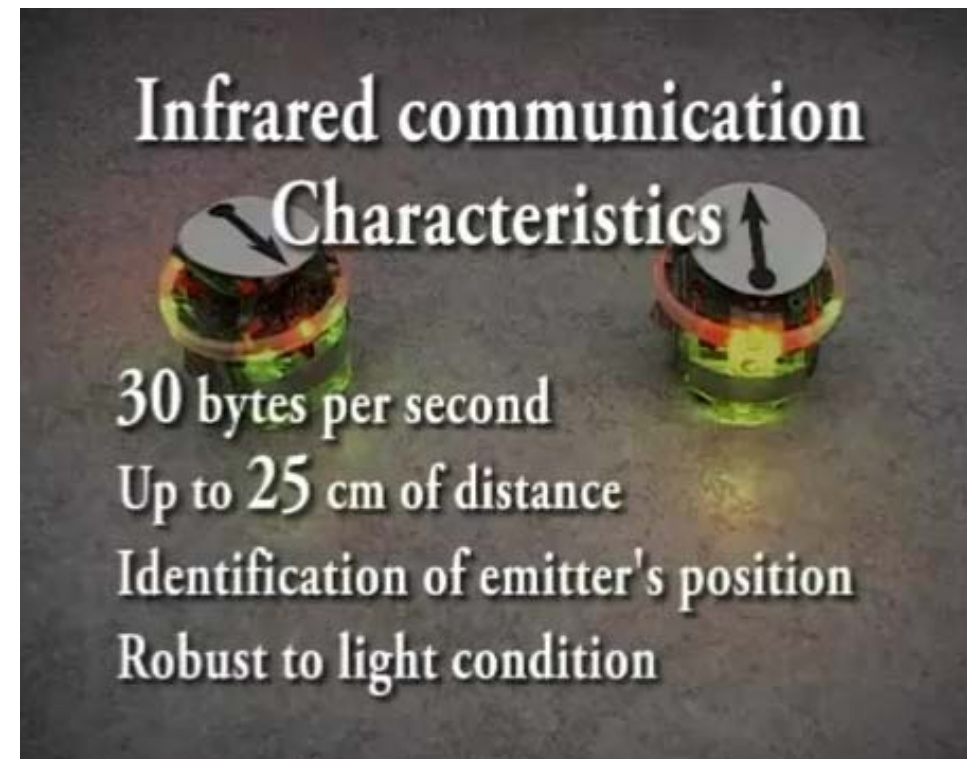
Κινούμενα Ρομπότ στην Εκπαίδευση



Το e-ruck είναι ένα εκπαιδευτικό επιτραπέζιο κινούμενο ρομπότ που αναπτύχθηκε στο EPFL. Η διάμετρός του είναι περίπου 70 mm. Οι βασικές του δυνατότητες επεκτείνονται με διάφορες μονάδες, όπως επιπλέον αισθητήρες, ενεργοποιητές, ή επιπλέον υπολογιστική ισχύ. (<http://www.eruck.org/>). © Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL).



Κινούμενα Ρομπότ στην Εκπαίδευση



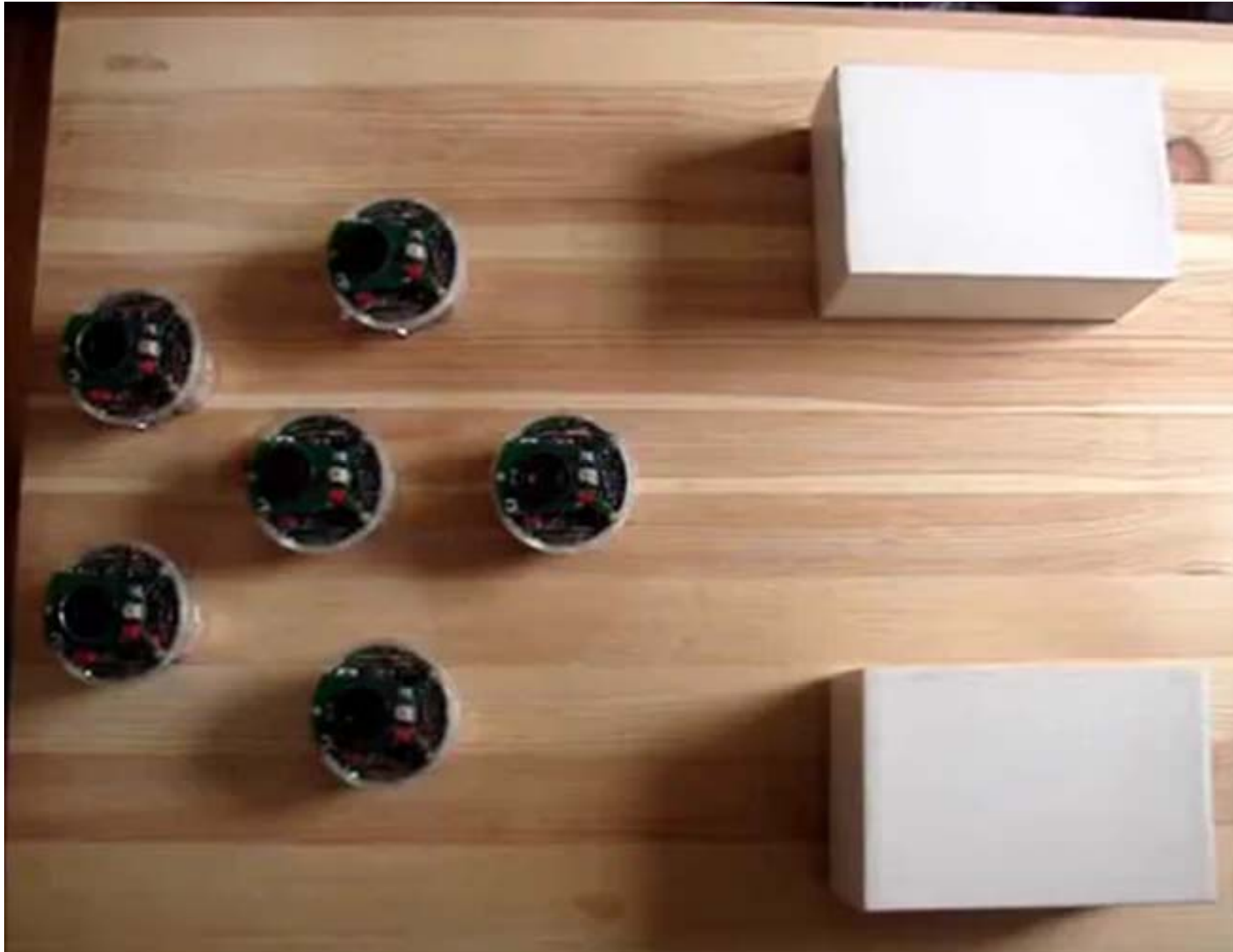
E-puck

Τ.Ε.Ι. ΑΜΘ - Δρ. Θ. Παχίδης

Κινούμενα Ρομπότ και Εφαρμογές τους

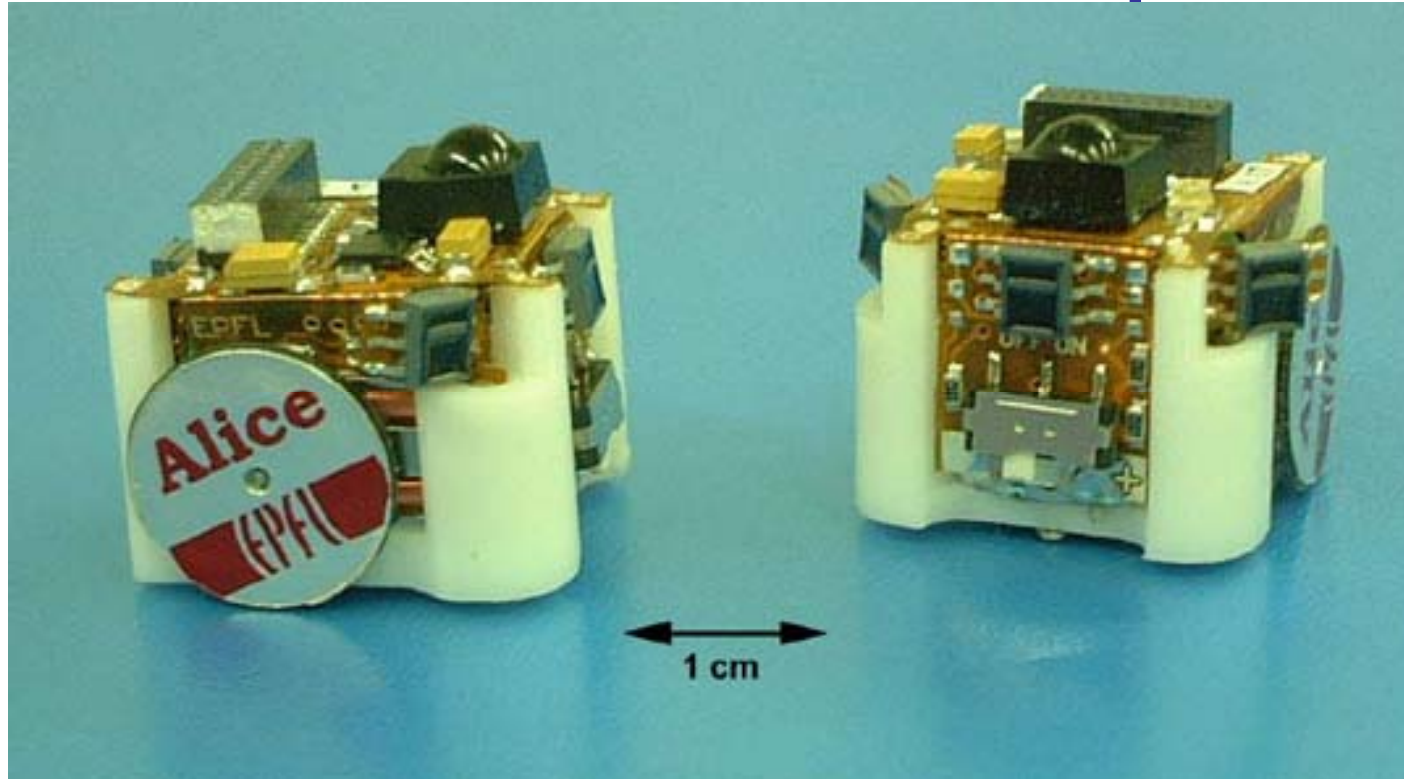


Κινούμενα Ρομπότ στην Εκπαίδευση



E-puck

Κινούμενα Ρομπότ στην Εκπαίδευση



Η Alice είναι ένα από τα μικρότερα πλήρως αυτόνομα ρομπότ. Είναι περίπου 2x2x2 cm, έχει αυτονομία περίπου 8 ώρες και χρησιμοποιεί αισθητήρες υπερύθρων από απόστασεως, «μoustάκια» αφής, ή ακόμη και μια μικρή φωτογραφική μηχανή για την πλοήγηση.



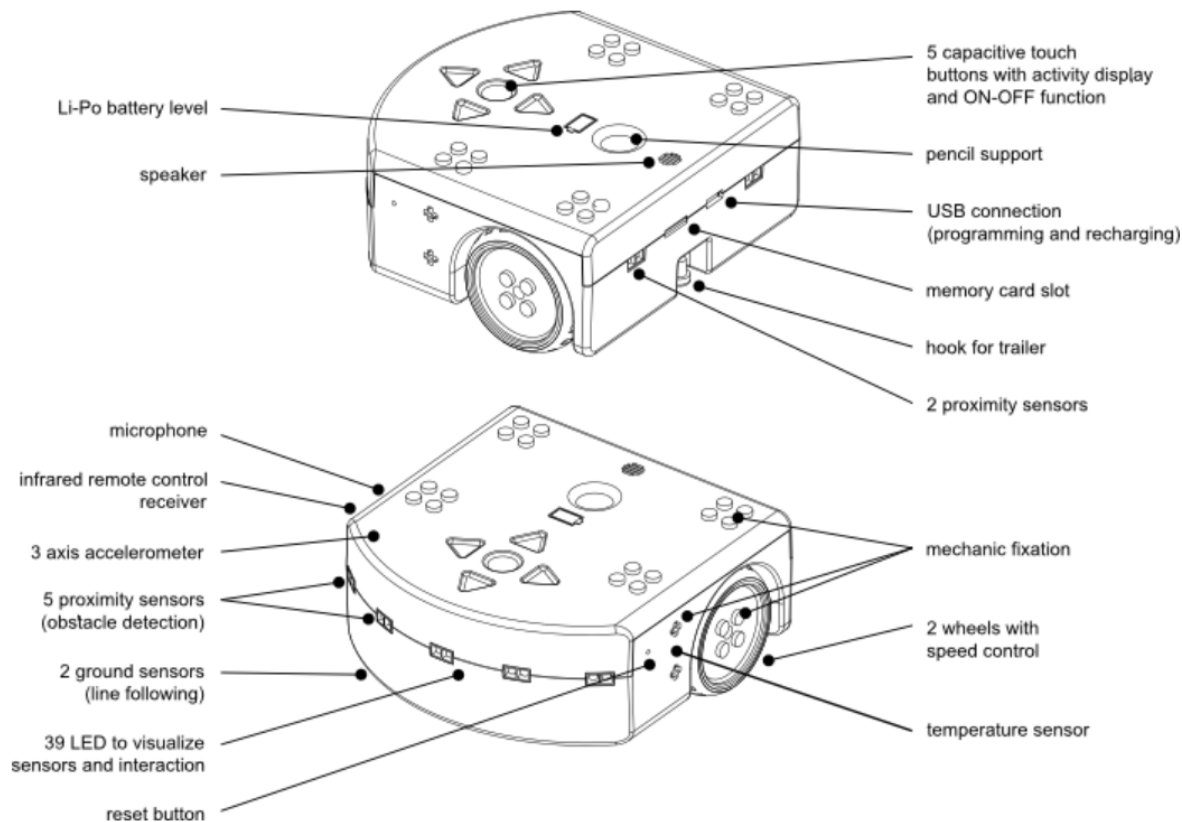
Κινούμενα Ρομπότ στην Εκπαίδευση



Alice, EPFL



Κινούμενα Ρομπότ στην Εκπαίδευση



Thymio II και σε λαβύρινθο,
Generation Robots



Κινούμενα Ρομπότ στην Εκπαίδευση



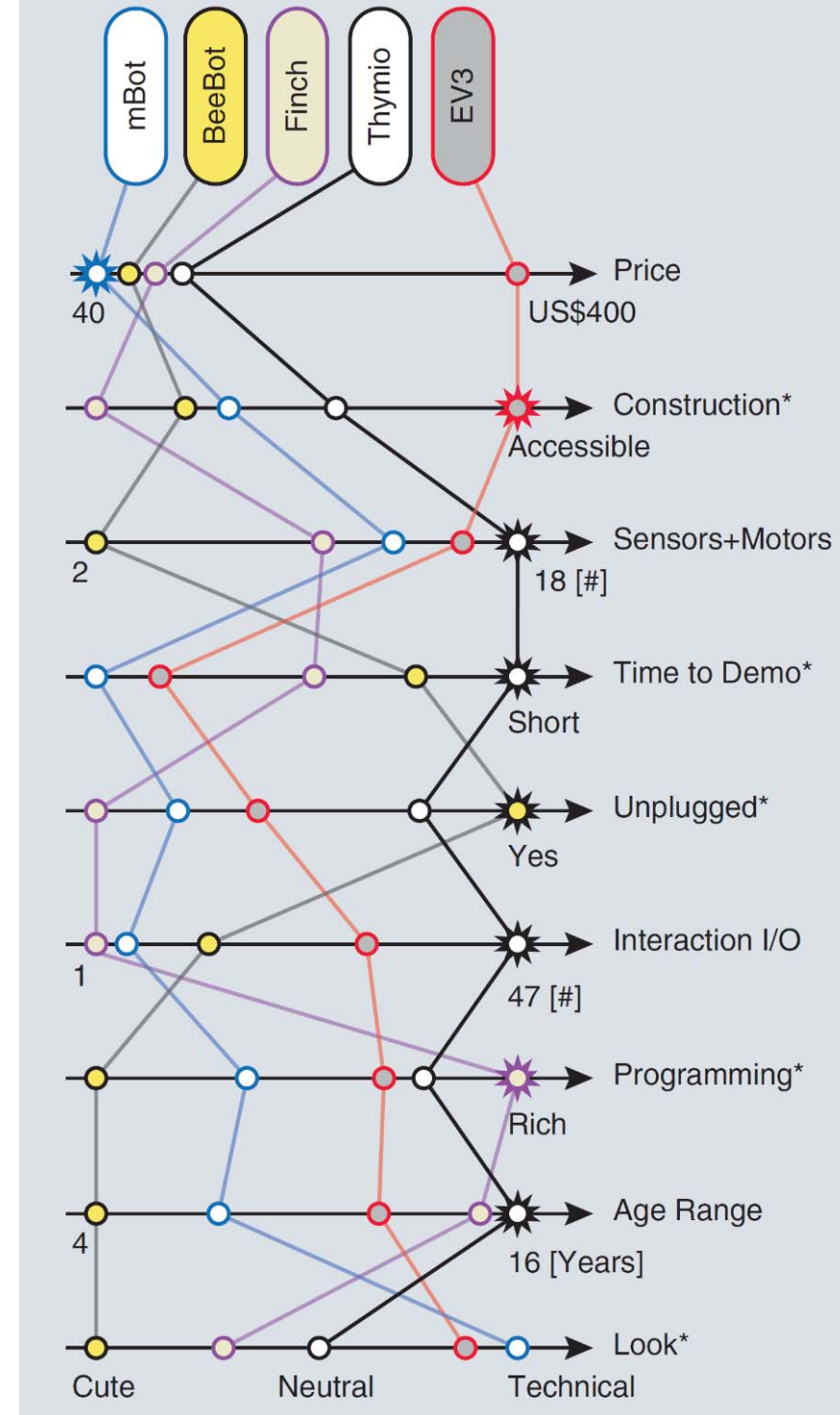
LEGO Mindstorms, EV3





Κινούμενα Ρομπότ στην Εκπαίδευση

Σύγκριση εκπαιδευτικών
ρομπότ
(RAM Vol.23 No.2, 2016)





Κινούμενα Ρομπότ (2016) με Αρθρώσεις (και Ανθρωποειδή)



Atlas, Spot, Cheetah, Pepper, ASIMO



Το Ανθρωποειδές Ρομπότ ΝΑΟ



Δεξιότητες του ΝΑΟ



Το Ανθρωποειδές Ρομπότ ΝΑΟ



ΝΑΟ σε παράσταση (Οι τρεις σωματοφύλακες)



Κινούμενα Ρομπότ στον Αέρα

Interaction using a Kinect
@ the Flying Machine Arena

June 2011



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Αλληλεπίδραση με ένα quadrotor μέσω του kinect



Κινούμενα Ρομπότ στον Αέρα

Camera-based Navigation of a Low-Cost Quadrocopter



Jakob Engel, Jürgen Sturm, Daniel Cremers

Computer Vision and Pattern Recognition Group
Technical University of Munich



Αυτόνομη πλοήγηση ενός χαμηλού κόστους quadrotor που βασίζεται σε κάμερα



Κινούμενα Ρομπότ στον Αέρα

Towards a Swarm of Nano Quadrotors

Alex Kushleyev, Daniel Mellinger, and Vijay Kumar
GRASP Lab, University of Pennsylvania

Σμήνος από νάνο quadrotors

