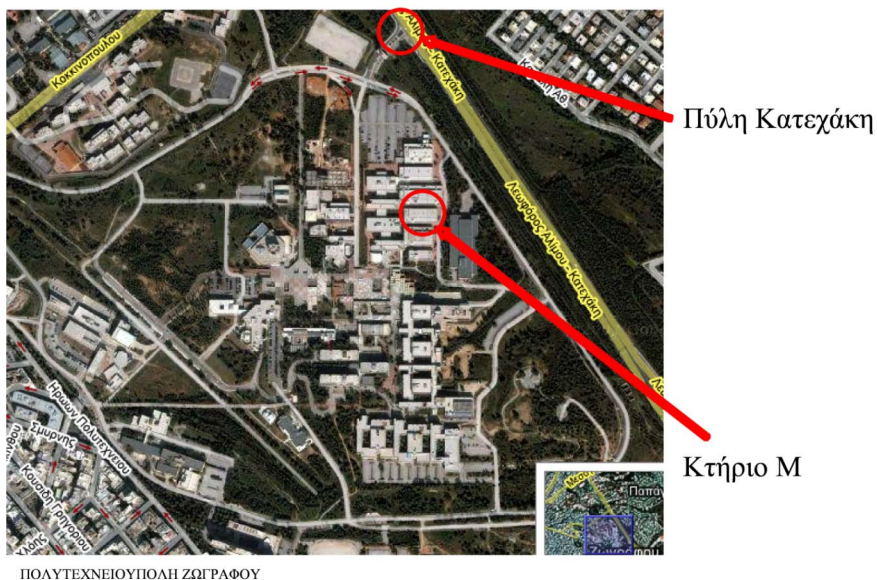




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ &
ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 9, 157 80 ΖΩΓΡΑΦΟΥ

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
MECHANICAL DESIGN & CONTROL SYSTEMS
SECTION
9 HEROON POLYTECHNIU ST., 157 80 ZOGRAFOU

Το **Εργαστήριο Αυτόματου Ελέγχου** της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών επικεντρώνει την ερευνητική του δραστηριότητα στην περιοχή του Αυτόματου Ελέγχου, της Ρομποτικής και της Μηχανοτρονικής. Το προσωπικό του Εργαστηρίου αποτελείται από 3 μέλη ΔΕΠ, 1 ΕΙΔΠ, 1 ΕΤΕΠ, 3 ΙΔΑΧ, 16 Υποψήφιους Διδάκτορες και μεγάλο αριθμό μεταπτυχιακών και προπτυχιακών σπουδαστών. Το Εργαστήριο έχει ιδιαίτερως δυναμική παρουσία διεθνώς, τόσο στην εκπόνηση ανταγωνιστικών ερευνητικών έργων, όσο και σε αριθμό δημοσιεύσεων σε έγκριτα διεθνή περιοδικά και συνέδρια. Το Εργαστήριο είναι εξοπλισμένο με βιομηχανικά κινούμενα, τηλερομποτικά και υποβρύχια ρομπότ, με εργαλειομηχανές, δίκτυα υπολογιστών, εργαλεία ανάπτυξης, εξελιγμένα μετρητικά συστήματα, εξειδικευμένο λογισμικό και διαθέτει βασικό εργαστηριακό μηχανολογικό, ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Το Εργαστήριο στεγάζεται στο κτήριο Μ των Μηχανολόγων Μηχανικών, βλ. Εικ. 1 & 2.



Εικ. 1. Η θέση του κτηρίου Μ στο ΕΜΠ.



Εικ. 2. Εξωτερικό και άποψη εσωτερικού χώρου του κτηρίου Μ.

Πληροφορίες στο διαδίκτυο: <http://users.ntua.gr/kkyria/> και <http://nereus.mech.ntua.gr/home.html>.

Στη συνέχεια, περιγράφονται συνοπτικά ορισμένες από τις ερευνητικές δραστηριότητες του Εργαστηρίου.

Νευρο-Ρομποτική

Στο άμεσο μέλλον η «συμβίωση» ρομπότ με τους ανθρώπους θα είναι τόσο στενή ώστε τα ρομπότ θα δρουν ως αρωγοί ατόμων με ειδικές ανάγκες (εικ. 3) είτε ως εργαλεία (π.χ. ρομποτική χειρουργική εικ. 4). Οι προσπάθειές μας επικεντρώνονται στην ανάπτυξη συστημάτων άμεσης διασύνδεσης των ρομποτικών συστημάτων με τον άνθρωπο έτσι ώστε να είναι άμεσος, εύκολος και ανθρωποκεντρικός. Μια τέτοια προσπάθεια επικεντρώνεται στη διασύνδεση τόσο με το κεντρικό όσο και με το περιφερειακό νευρικό σύστημα (εικ. 5) τόσο με επεμβατικές όσο και με μη επεμβατικές μεθόδους.



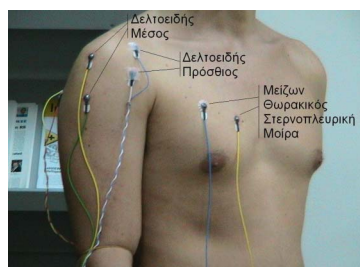
Εικ. 3



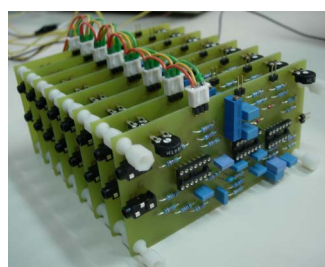
Εικ. 4



Εικ. 5



Εικ. 6



Εικ. 7

Η Εικ. 6 παρουσιάζει την τοποθέτηση αισθητηρίων στο σώμα ασθενούς για τη συλλογή σημάτων EMG, ενώ η Εικ. 7, διάταξη επεξεργασίας των σημάτων αυτών με σκοπό την οδήγηση εξωσκελετικού μηχανισμού για υποβοήθηση της άρθρωσης του ώμου.

Video* : OdhghshKoxliaBraxiwn. Οδήγηση ενός ηλεκτρικού κινητήρα από τα μυοηλεκτρικά σήματα δύο αντίπαλων μυών (δικεφάλου και τρικεφάλου βραχιονίου). Η επενέργεια του δικεφάλου κινεί το φορείο προς τα αριστερά ενώ του τρικεφάλου αντίθετα.

Video* : OdhgKoxliaWmos. Όπως πριν, αλλά το μυοηλεκτρικό σήμα προέρχεται από τον πρόσθιο και οπίσθιο δελτοειδή μυ, που ελέγχουν την άρθρωση του ώμου.

Video* : Position Drive. Με τον πρόσθιο και οπίσθιο δελτοειδή μυ ελέγχεται ένας κινητήρας που περιστρέφει μία ράβδο γύρω από οριζόντιο άξονα.

Σχετικά Έργα:

- FP6-2002-IST-001917 “**NEUROBOTICS: The fusion of NEUROscience and roBOTICS for augmenting human capabilities**”, 2004 - 7, 420.000€ (IP)
- «*Development of an Advanced Robotic Systems for Upper-Limb Substitution using Electro-Myo-Graphic Signals*», PENED (GSRT), 2006-2008, 93.000€. Cooperation with Zenon S.A.

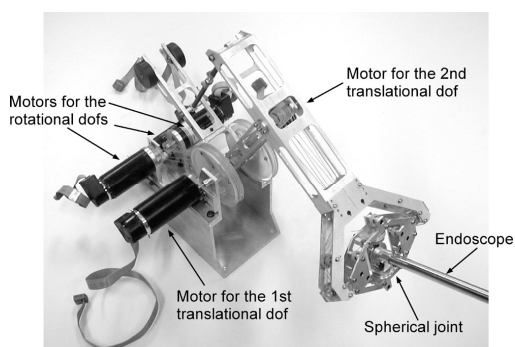
Απτικές Τεχνολογίες

Εκπαιδευτικός εξομοιωτής ουρολογικών επεμβάσεων

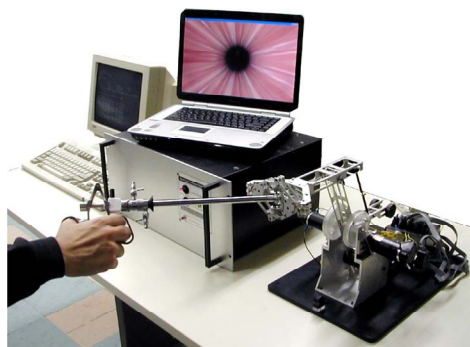
Στο Εργαστήριο έχει σχεδιασθεί και κατασκευασθεί Εκπαιδευτικός Εξομοιωτής Ουρολογικών Επεμβάσεων Ελάχιστης Διείσδυσης. Στόχος μας είναι η χρήση τεχνικών εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση ιατρών σε χειρουργικές επεμβάσεις, η οποία συνεπάγεται εκτός από γνώσεις ανατομίας, την παρακολούθηση πραγματικών επεμβάσεων και, την πραγματοποίηση επεμβάσεων κάτω από την επίβλεψη ενός ειδικευμένου χειρουργού. Ωστόσο, η εκπαίδευση στις τεχνικές χειρουργικών επεμβάσεων, πριν την πρώτη επαφή του εκπαιδευόμενου με ασθενείς, θα μπορούσε να προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, διότι είναι οικονομική, πραγματοποιήσιμη οπουδήποτε και οποτεδήποτε, με δυνατότητα μέτρησης της απόδοσης του εκπαιδευόμενου και δυνατότητα προσαρμογής σε διαφορετικά περιστατικά. Συγχρόνως, μειώνεται η χρήση πειραματόζωων ή η εξάσκηση σε ασθενείς.

* Σημείωση: τα αναφερόμενα video υπάρχουν στο URL <http://nereus.mech.ntua.gr/videos.html>

Ο εξομοιωτής βασίζεται σε ρομποτική τεχνολογία και σε τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας, βλ. Εικ. 8 & 9. Αποτελείται από (α) απτικό ρομποτικό μηχανισμό με ανάδραση δυνάμεων, (β) εικονικό μοντέλο ιστών, και (γ) σύστημα ελέγχου. Ο απτικός μηχανισμός διαθέτει πέντε ενεργούς βαθμούς ελευθερίας με κινητήρες στη βάση του, ενώ η μετάδοση γίνεται από μικρονήματα και μικροτροχαλίες. Ο έλεγχος γίνεται με κάρτες ενσωματωμένου ελέγχου PC104 και λειτουργικό RTOS, QNX.



Εικ. 8



Εικ. 9

Video* : MedicalSimulator, UroSim-Software. Ο εξομοιωτής χρησιμοποιεί ρομποτική τεχνολογία και τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας. Το εικονικό μοντέλο παραμορφώνεται και υπολογίζει τις δυνάμεις που πρέπει να ασκηθούν στον εκπαιδευόμενο μέσω του απτικού αισθητηρίου.

Τηλερομποτική

Σε πολλές περιπτώσεις, οι εργασίες χειρισμού πρέπει να γίνουν σε απομακρυσμένα ή επικίνδυνα περιβάλλοντα. Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα τηλερομποτικό σύστημα. Ο χειριστής φορά ένα εξωσκελετικό ρομποτικό μηχανισμό (master) και κατευθύνει με τις κινήσεις του χεριού του ένα απομακρυσμένο βραχίονα (slave). Μεταξύ των δύο υπάρχει ανάδραση θέσεων και δυνάμεων/ ροπών, έτσι ώστε όταν το slave έλθει σε επαφή με το περιβάλλον, να το αντιλαμβάνεται και ο χειριστής μέσω ανάδρασης δυνάμεων από το master. Στην ερευνητική εργασία χρησιμοποιούμε το Saros master-slave με είκοσι ενεργούς βαθμούς ελευθερίας, βλ. Εικ. 10 & 11.



Εικ. 10. Αριστερά το master, δεξιά το slave.



Εικ. 11. Το slave σε κίνηση.

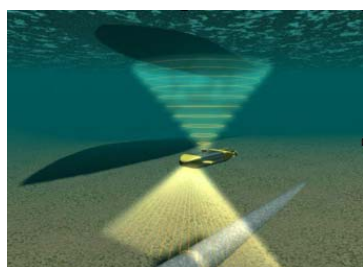
Video* : Sarcos Master, Sarcos Slave Αποτελείται από δυο ρομποτικούς βραχίονες, τον εντολέα (master) και τον υπηρέτη (slave) με αμφίδρομη επικοινωνία θέσεων και δυνάμεων. Όταν ο χειριστής κινεί τον εντολέα, η κίνηση αναπαράγεται από τον υπηρέτη. Όταν ο υπηρέτης έλθει σε επαφή με δυνάμεις, ο εντολέας τις αναπαράγει.

Σχετικά Έργα:

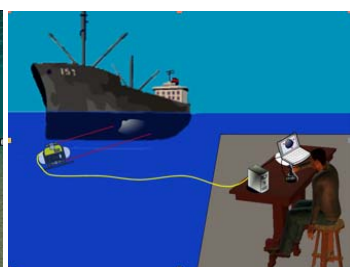
- ΥΠΕΠΘ, Πυθαγόρας, €90.000, Προχωρημένη Έρευνα σε Απτικές και Εξομοιωτικές Τεχνολογίες για Περιβάλλοντα Ιατρικών Επεμβάσεων, 03/04-08/07
- ΠΡΑΞΕ 82, €44.000, Αξιοποίηση Συστήματος Εκπαιδευτικού Προσομοιωτή Ενδοσκοπικών Ουρολογικών Επεμβάσεων (ΑΣΕΠ), 09/02 - 03/04
- ΓΓΕΤ, ΠΕΝΕΔ 99, ΕΔ-64, 55 εκ. δρχ., Σχεδιασμός και Δημιουργία Εκπαιδευτικού Προσομοιωτή Ενδοσκοπικών Ουρολογικών Επεμβάσεων, 01/00 - 06/01
- IRIS Phase II, NSERC Centres of Excellence, \$120,000, Partial Autonomy in Mobile Machines, 04/94 - 03/98
- PRECARN Associates/ HydroQuebec, \$13,000, Telerobotics in Compliant Environments (REFLEXE), 07/95 - 06/96

Υποβρύχια Ρομποτική

Οι πιο πολλά υποσχόμενες εφαρμογές της ρομποτικής είναι σε περιβάλλοντα όπου η πρόσβαση του ανθρώπου είναι δύσκολη ή επικίνδυνη. Το υποβρύχιο περιβάλλον ανήκει σε αυτή τη κατηγορία και εφαρμογές όπως η επιθεώρηση βαθέως ευρισκομένων αγωγών πετρελαίου ή καλωδίων με μη επανδρωμένα αυτόνομα υποβρύχια ρομποτικά οχήματα είναι σημαντική λόγω του περιβαλλοντικού χαρακτήρα τους (εικ. 12). Ιδιαίτερα στο ελληνικό χώρο με τη πλούσια ναυτική δραστηριότητα και ναυπηγοεπισκευαστική παράδοση το ενδιαφέρον μας εστιάζεται σε επιθεώρηση των υφάλων πλοίων και υποβρύχων κατασκευών (εικ. 13) μέσω μη επανδρωμένων τηλεχειριζόμενων ρομποτικών οχημάτων. Το εργαστήριό μας, με τα δύο υποβρύχια ρομποτικά οχήματα του (εικ. 14) έχει αναπτύξει πλούσια δράση στο ελληνικό χώρο.



Εικ. 12



Εικ. 13



Εικ. 14

Ρομποτικό Ψάρι

Στο έργο αυτό μελετάμε (α) την κίνηση υποβρύχων ρομποτικών συστημάτων με πρόωση από ουραίο πτερυγίο καθώς και τις παραμέτρους που την επηρεάζουν και (β) μεθόδους πλοήγησης και ελέγχου των οχημάτων αυτών. Προχωράμε την έρευνα στην περιοχή της κίνησης μικρών ρομποτικών οχημάτων με πρόωση οφειλόμενη στην ταλάντωση ουραίου πτερυγίου μέσα στο νερό και την έρευνα σε μεθόδους ελέγχου θέσης, ταχύτητας και επικοινωνίας των οχημάτων αυτών. Το ψάρι που κατασκευάστηκε επικοινωνεί αμφίδρομα με το χειριστή, τόσο με σήματα όσο και με εικόνα.



Εικ. 15



Εικ. 16

Video* : Robotic Fish_2, Robotic Fish_3, Dry_experiments, WindTunnel. Τα video Fish_2 και Fish_3 δείχνουν το ρομποτικό ψάρι να κινείται στην δεξαμενή. Έχει την δυνατότητα να ελέγχεται ασύρματα από χειριστή. Η διεπαφή του φαίνεται στο video Dry_experiments ενώ στο video WindTunnel γίνεται η μέτρηση του αεροδυναμικού συντελεστή του ψαριού σε αεροδυναμική σύραγγα με τη βοήθεια αισθητήρα δύναμης.

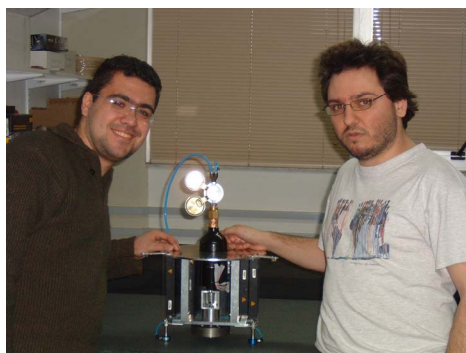
Σχετικά Έργα:

- “*Semiautomatic Control of Underwater Vehicles via Teleoperation*”, Greek - French Cooperation (with CNRS-Grenoble), 1998-2000, (National, GSRT), 12.000€
- “*AUTOTRACKER: Autonomous Inspection of Subsea Telecommunication Cables, Power Cables and Pipelines with Underwater Robotic Vehicles*”, GROWTH G3RD-CT-2000-00265, 2000-2003+2004, 250.000 + 15.000 €
- «*Ship Hull Inspection using Remotely Operated Vehicles*», EUREKA (GSRT), 2006-2008, 64.000€. Cooperation with Marac S.A.
- «*Development and testing of Advanced Undersea Vehicle Systems Technology (ROVs – AUVs) in environmental applications*», International Cooperation (GSRT), 2006-2008, 6.000€. Cooperation with Hellenic Center of Marine Science, MIT (USA), Marac S.A.
- «*Ανάλυση και Έλεγχος Υποβρύχων Οχημάτων με Πρόωση από Ουραίο Πτερύγιο*», ΕΜΠ, ΠΕΒΕ 07, €15.000, 09/07-09/09.

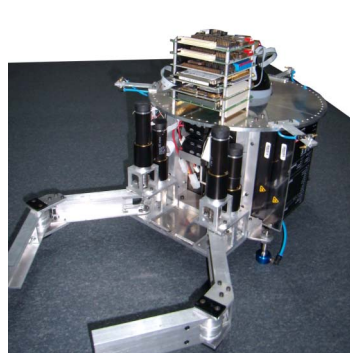
Διαστημική Ρομποτική

Η εξάπλωση των δορυφόρων και η μελλοντική κατασκευή διαστημικών σταθμών δημιουργεί την ανάγκη για δυνατότητα επιθεώρησης, συναρμολόγησης και επισκευών επί τόπου στο διάστημα. Τα ρομπότ προκρίνονται ως μία εφικτή και οικονομική λύση, μια και δεν είναι αναγκαία τα συστήματα ασφαλείας που απαιτούνται όταν άνθρωποι εργάζονται στο διάστημα. Τα προβλήματα μοντελοποίησης και ελέγχου ρομπότ στο διάστημα είναι πλέον πολύπλοκα από αυτά των επίγειων ρομπότ λόγω της έλλειψης σταθερής έδρασης και της εύκαμπτης κατασκευής τους.

Στο Εργαστήριο, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε εξομοιωτής διαστημικών ρομπότ σε τροχιά. Ο εξομοιωτής, αποτελείται από μία λεία και επίπεδη τράπεζα από γρανίτη 3 τόνων πάνω στην οποία κινείται το ρομποτικό σύστημα 15 kg με βάση από αεροστατικά έδρανα, Εικ. 17. Η κίνηση του συστήματος προσομοιάζει με την κίνηση των αερόστρωμων (hovercrafts). Στη βάση αυτή προστίθενται ακροφύσια οριζόντιας δράσης, ελεγχόμενα από σωληνοειδείς βαλβίδες, τα οποία επιτρέπουν τη γραμμική και περιστροφική κίνηση του συστήματος στο επίπεδο, μπαταρίες, μονάδα ενσωματωμένου ελέγχου PC104 για έλεγχο πραγματικού χρόνου και ασύρματη επικοινωνία, κινητήρες για την κίνηση των δύο ρομποτικών βραχιόνων του συστήματος, αδρανειακοί αισθητήρες και άλλα υποσυστήματα. Η οριζόντια κίνηση εξουδετερώνει την επίδραση της βαρύτητας και επομένως το σύστημα εξομοιώνει συνθήκες διαστήματος, Εικ. 18.



Εικ. 17



Εικ. 18

Video* : Spacerobot Εξομοιώνει διαστημικό ρομπότ σε τροχιά σε περιβάλλον μηδενικής βαρύτητας. Το ρομπότ στηρίζεται σε αεροέδρανα διακένου 5 μm και κινείται σε επίπεδο τραπέζι από γρανίτη, πρακτικά χωρίς τριβή. Το ρομπότ χρησιμοποιείται για τη μελέτη επισκευής δορυφόρων ή συλλογής διαστημικών απορριμάτων.

Σχετικά Έργα:

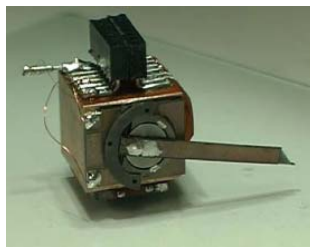
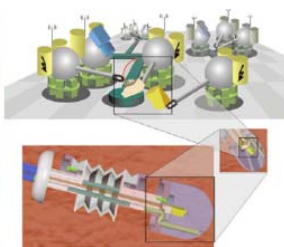
- ΓΓΕΤ, Ελλάς-ΗΠΑ, €60.000, *Planning & Control of On-orbit Servicing Space Robots*, 01/04-02/07
- Natural Sciences and Engineering Research Council, (NSERC/2), \$64,800, *The Dynamics, Planning, and Control of Robotic Systems in Space*, 04/95 - 03/99

Μικρο-Ρομποτική

Οι σύγχρονες εξελίξεις της μικροτεχνολογίας και μικρομηχανικής αλλά και οι απαιτήσεις της μη επεμβατικής χειρουργικής (εικ. 10) έχουν οδηγήσει την εξέλιξη μικρο-ρομποτικών συστημάτων. Οι ιδιαιτερότητες του μικρόκοσμου και οι σχετικοί τεχνολογικοί περιορισμοί τόσο σε επίπεδο επενέργειας αλλά και ενέργειας όσο και υπολογιστικής ισχύος συνιστούν σημαντικές προκλήσεις. Το εργαστήριό μας έχει αναμιχθεί σε προσπάθειες ανάπτυξης μικρο-ρομποτικών συστημάτων 1-1.5 cm (εικ. 11) αλλά και, πρόσφατα, επιπέδου ~ 3 mm (εικ. 12).



Εικ. 19



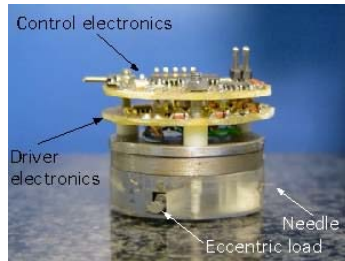
Εικ. 20



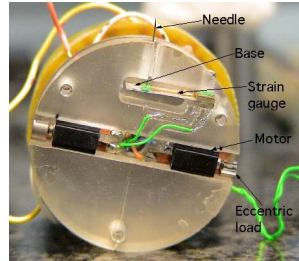
Εικ. 21

Αυτόνομη Μικρορομποτική Πλατφόρμα με Κινητήρες Δόνησης

Σχεδιάστηκε, για πρώτη φορά διεθνώς, πρωτότυπο, κινούμενο μικρορομποτικό σύστημα με φυγοκεντρική πρόωση. Μελετήθηκε ο σχεδιασμός του μικρορομποτικού συστήματος με επενέργηση από δύο και τρεις επενεργητές με προδιαγραφές: (α) Ανάλυση καλύτερη από 1 μm , (β) ταχύτητα μεγαλύτερη από 1 mm/s (γ) πλοήγηση σε οποιοδήποτε τελικό σημείο του χώρου εργασίας (δ) μικρών διαστάσεων, (ε) χαμηλού κόστους, (στ) ενεργειακά αυτόνομου και με ασύρματη επικοινωνία.



Εικ. 22



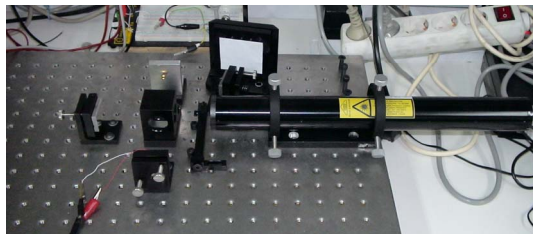
Εικ. 23

Video* : Linear micromotion of a microrobot carrying a needle. Το μικρορομπότ εκτελεί γραμμική κίνηση με μικρομετρική ακρίβεια. Το μικροσκόπιο παρακολουθεί την αιχμή της βελόνης που είναι τοποθετημένη πάνω στο μικρορομπότ, καθώς αυτή διασχίζει το οπτικό πεδίο του μικροσκοπίου.

Video* : Autonomous microrobot Το μικρορομπότ είναι ενεργειακά και υπολογιστικά αυτόνομο. Δηλαδή όλα τα ηλεκτρονικά μαζί με την τροφοδοσία είναι εγκατεστημένα πάνω του. Το μικρορομπότ εκτελεί γραμμική κίνηση και στη συνέχεια απλή περιστροφή. Η κίνηση καταγράφεται από κάμερα.

Συμβολόμετρο Michelson

Η έρευνα στην περιοχή της μικρορομποτικής απαιτεί μετρήσεις θέσεις με ακρίβεια της τάξης του χιλιοστού του χιλιοστού ή και καλύτερη. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκε οπτικό σύστημα μέτρησης μετατοπίσεων με ακρίβεια νανόμετρων, βασισμένο στο φαινόμενο της συμβολής. Οι μετατοπιζόμενοι κροσσοί συμβολής και η φορά της μετατόπισης μετρώνται από σύστημα φωτοδιόδων με κατάλληλο κύκλωμα ενίσχυσης και διήθησης θορύβου. Το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μετρήσεις σε δύο άξονες, βλ. Εικ. 24.



Εικ. 24. Συμβολομετρική διάταξη με ακρίβεια νανόμετρων

Video: Interferometer Οπτική διάταξη που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μετατόπισης με ακρίβεια 158.25 nm (περίπου δέκα χιλιάδες φορές μικρότερο από το χιλιοστό). Καθώς μετακινείται το πιεζοηλεκτρικό στοιχείο, αλλάζει ο σχηματισμός των κροσσών που δημιουργούνται με αποτέλεσμα τη μέτρηση της μετατόπισης από H/Y.

Σχετικά Έργα:

- “**MICRON**: *M*iniature *C*o-operative *R*obots advancing towards the *N*ano-range”, IST-2001-33567 (Future and Emerging Technologies), 2002-2005, 250.000€
- FP6-2002-IST-1 “**I-SWARM** : *I*ntelligent *S*mall *W*orld *A*utonomous *R*obots for *M*icro-*M*anipulation”, 2004 - 7, 410.000€ (IP)
- ΥΠΕΠΘ, Ηράκλειτος, «Μοντελοποίηση και Έλεγχος Μικρο-ρομποτικών Συστημάτων», €33.380, 11/02-12/07

Τροχοφόρα Ρομπότ

Τα αυτόνομα τροχοφόρα ρομπότ (εικ. 7) εγκαθίστανται τόσο σε χώρους παραγωγής όσο και εφοδιαστικής, ενώ σύντομα θα εμφανισθούν και σε χώρους γραφείων, ξενοδοχείων, νοσοκομείων κλπ. Σημαντικά θέματα όπως η ασφαλής πλοήγηση τους και η εν γένει ασφαλής «συμβίωση» με τους ανθρώπους αναμένονται να είναι τα κεντρικά πρακτικά θέματα και έχουν από 20ετίας απασχολήσει μέλη του εργαστηρίου μας.



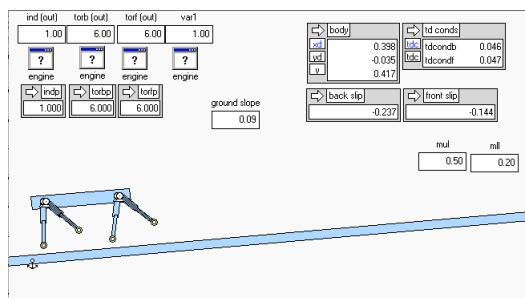
Εικ. 25

Σχετικά Έργα:

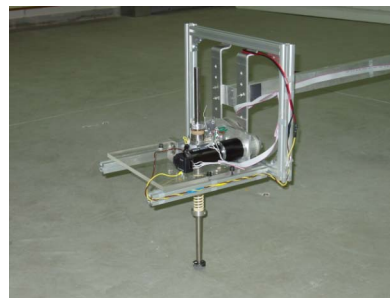
- “Robust Integration Methodologies for a Team of Commercially Available Indoors Mobile Robots: Application to Office Patrolling”, PENED-1999-ΕΑ4 (cooperation with Univ. of Patras and Technical University of Crete), Greek Secretariat for Research and Technology, 2000-2001 (National), 50.000€
- “Coordination of a pair of Mobile Robots during Indoors Tasks”, Greek - Polish Cooperation (with Poznan University of Technology), 2000-2002, (National, GSRT), 12.000€
- “Robust Schemes for Coordination & Control over Heterogeneous Networks: Autonomous Guided Vehicle Fleet within a Corporate INTRANET”, Greek – Italian Cooperation (with University of Parma), 2003-2005, (National, GSRT), 20.000€

Μονόποδα και Τετράποδα Ρομπότ για Κίνηση σε Οποιοδήποτε Έδαφος

Η έρευνα σε ρομπότ με πόδια στοχεύει σε εφαρμογές που απαιτούν διάβαση ανώμαλου εδάφους, εκεί όπου η συμβατική λύση μετακίνησης με τροχούς αποτυγχάνει. Τα πόδια παρουσιάζουν θεμελιώδη πλεονεκτήματα σε ανώμαλο έδαφος, βλ. Εικ. 26. α) Δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη συνεχούς τροχιάς στο έδαφος το οποίο διαβαίνουν, αφού στηρίζονται σε επιλεγμένα σημεία του. β) Έχουν αυξημένες δυνατότητες στην υπερκέρραση εμποδίων και στη διάβαση από έδαφος με έντονες κλίσεις. γ) Τα πόδια αποδεσμεύουν την κίνηση του σώματος από τη διαμόρφωση του εδάφους, οπότε η κίνηση σε ανώμαλο έδαφος δεν συνεπάγεται ανώμαλη κίνηση του φορτίου. Η Εικ. 27 παρουσιάζει ένα πειραματικό πόδι.



Εικ. 26



Εικ. 27

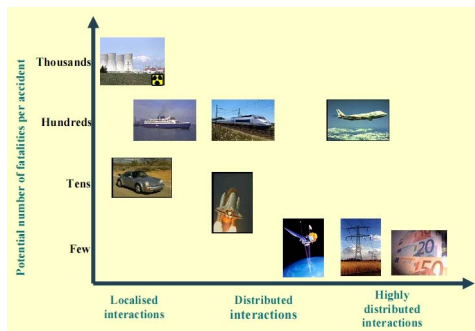
Video: Legrobot Χρησιμοποιείται στη μελέτη ρομποτικής κίνησης με πόδια. Το σύστημα έχει έναν κινητήρα που στρέφει το πόδι εμπρός και πίσω. Ένας βραχίονας συγκρατεί το κινούμενο σύστημα σε κυκλική τροχιά. Στο κέντρο της διάταξης διακρίνονται τα ηλεκτρονικά ελέγχου.

- ΓΓΕΤ, ΠΕΝΕΔ 2003, €120.000, Δυναμική, Προηγμένος Έλεγχος και Υλοποίηση Αυτόνομου Ρομποτικού Συστήματος με Πόδια, 09/05-09/08
- IRIS Phase II, NSERC Centres of Excellence, \$120,000, Partial Autonomy in Mobile Machines, 04/94 - 03/98

Έλεγχος Κρίσιμων Συστημάτων - Έλεγχος Εναέριας Κυκλοφορίας

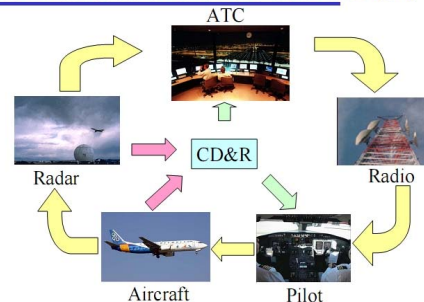
Η πολυπλοκότητα των σύγχρονων τεχνολογικών συστημάτων και η κρισιμότητα της σχετικής λήψης αποφάσεων ελέγχου σε πραγματικό χρόνο είναι σημαντικό θέμα σε μία σειρά σύγχρονων τεχνολογικών εφαρμογών (εικ. 8). Αυτό είναι σχετικό τόσο με τα σύγχρονα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας όσο και με θέματα που άπτονται το του ελέγχου εναέριας (εικ. 9) κυκλοφορίας. Κεντρικό

μας ενδιαφέρον είναι η ανάπτυξη ασφαλών αρχιτεκτονικών ελέγχου για ταχεία πρόβλεψη και αποφυγή συγκρούσεων αεροσκαφών.



Εικ. 28

Conflict detection and resolution (CD&R)



Εικ. 29

Σχετικά Έργα:

- “A Hybrid Systems Approach for Power Systems Analysis”, 2000-2002 (National, ICCS-NTUA), 15.000€
- “**HYBRIDGE**: Distributed Control and Stochastic Analysis of Hybrid Systems Supporting Safety Critical Real-Time Systems Design”, IST-2001-32460, 2002-2005, 280.000€
- “Safety, Complexity and Responsibility based design and validation of highly automated Air Traffic Management – iFLY”, EE, FP6-2005-TREN 4, 2006-2009, 242.500€
- «Principles of Using the Navigation Functions Methodology for the Label Anti-Overlapping Problem», C20047E/BM/05 Eurocontrol “Gre a Gre” contract, 2005, 25.000€
- “Development of Decision Making Methodologies for Air-Traffic Management Systems Safety” PENED (GSRT), 2006-2008, 47.000€. Cooperation with Patras U.

Ηλεκτροϋδραυλικός Έλεγχος

Τα ηλεκτροϋδραυλικά έμβολα ελέγχονται με ευκολία ως προς τη θέση, αλλά όχι ως προς τη δύναμη. Το αποτέλεσμα είναι ότι η κίνηση ενός σερβουδραυλικού συστήματος, βλ. Εικ. 30 & 31, όπως ενός εξομοιωτή πτήσης, να παρουσιάζει προβλήματα σε περιπτώσεις μεγάλων βαρυτικών και αδρανειακών φορτίων. Αναπτύξαμε λοιπόν νόμους ελέγχου με σταθερή απόκριση ανεξάρτητα από το φορτίο.



Εικ. 30



Εικ. 31

Video* : Invariant Error Motion Control. Στην εργασία αυτή, σχεδιάζουμε νόμους ελέγχου για σερβουδραυλικά συστήματα υψηλής απόδοσης με απόκριση ανεξάρτητη από το αδρανειακό ή βαρυτικό φορτίο του επενεργητή. Ο στόχος είναι η ακριβής απόκριση εξομοιωτών πτήσης ή εξομοιωτών θεματικών πάρκων.

Σχετικά Έργα:

- ΕΜΠ, Πρωταγόρας, €10.000, Μη Γραμμικός Έλεγχος Μη Συμβατικών Ρομποτικών Συστημάτων Βασισμένος σε Μοντέλο, 06/04-05/06
- ΓΓΕΤ, €11.740, Έλεγχος με Μοντέλο για Μηχανισμούς Υψηλής Απόδοσης, Πολλών Σωμάτων και Κλειστής Αλυσίδας, 01/05-01/07
- ΓΓΕΤ, 4 εκ. Δρχ., Προηγμένη Έρευνα και Εκπαίδευση σε Έλεγχο Βασισμένο στο Μοντέλο Σύνθετων Συστημάτων Πολλών Σωμάτων, 12/00 - 11/02
- CAE Electronics, \$42,000, Flight Simulator Motion System Servocontroller Design, 01/97 - 12/99.