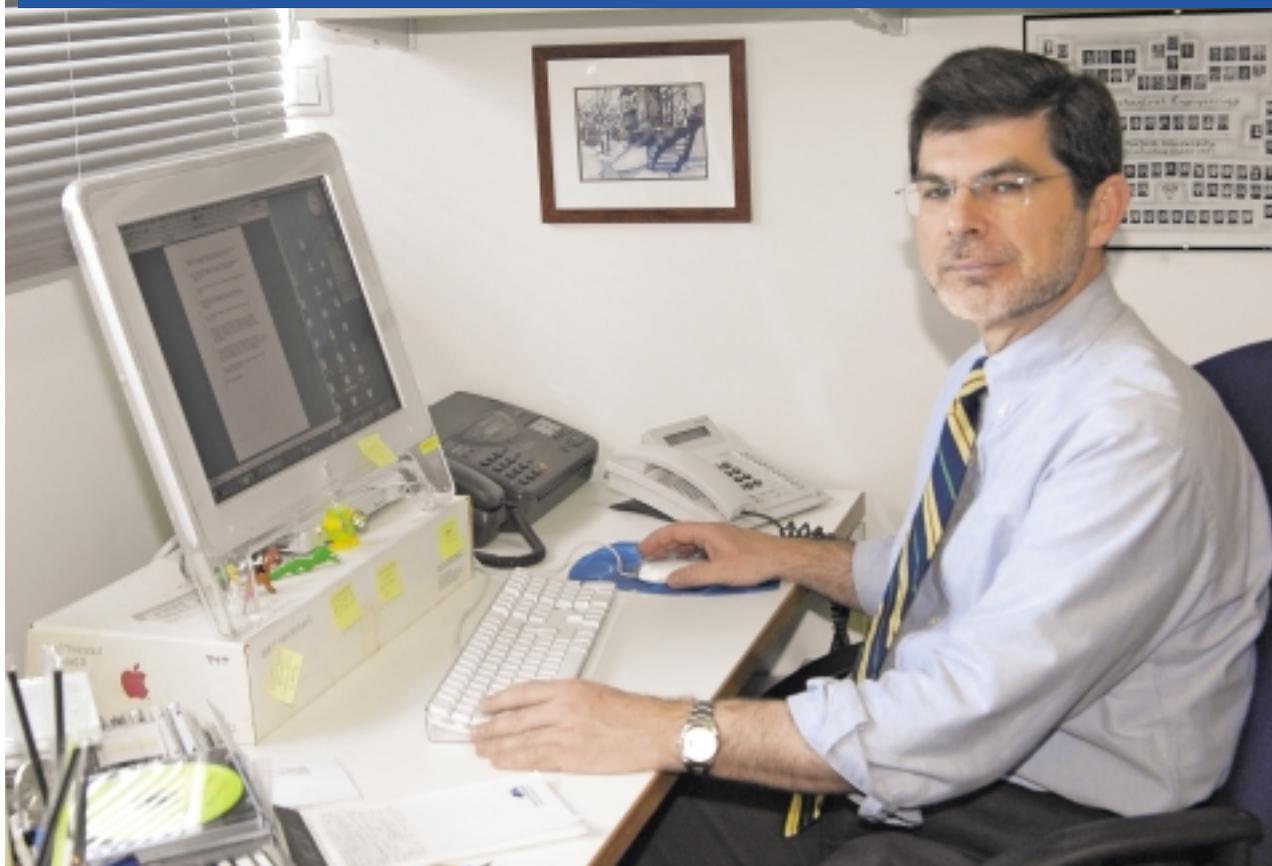


Συνέντευξη



Η ερευνητική ομάδα του κ. Ευάγγελου Παπαδόπουλου αποτελείται από περίπου 25 άτομα (υποψήφιους διδάκτορες, μεταπτυχιακούς σπουδαστές και προπτυχιακούς σπουδαστές, έναν μεταδιδακτορικό ερευνητή και σπουδαστές που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο των σπουδών τους αλλά παραμένουν στο Εργαστήριο).

Τα σύγχρονα ρομπότ: Οι μεγάλοι πρωταγωνιστές

Ευάγγελος Παπαδόπουλος. Ο αναπληρωτής καθηγητής της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ μιλάει στο «Μ.Ι.» για την ερευνητική δραστηριότητα της ομάδας του.

ΤΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗ ΚΟΥΤΣΟΥΚΟΥ

Στις μέρες μας, η ρομποτική είναι μία τεχνολογία αιχμής και παρούσα-σε συνεργασία με τους υπολογιστές- σε μεγάλο αριθμό σύγχρονων εφαρμογών. Η εξάπλωση των ρομπότ γίνεται σε ένα ευρύτατο φάσμα τεχνολογικών περιοχών, από τις οποίες ξεχωρίζουν: οι διαστημικές εφαρμογές, η χειρουργική (και η ιατρική φροντίδα γενικότερα), η ασφάλεια εγκαταστάσεων και η επιθεώρηση - έρευνα σε μη προσβάσιμες περιοχές.

Η ελληνική παρουσία σε ένα τέτοιο πεδίο, αυτό της προηγμένης τεχνολογίας των ρομπότ, είναι κάτι που ξενίζει το ευρύ κοινό, που συνήθως εκδηλώνει συναισθήματα εθνικής μειονεξίας. Η επίσκε-

ψη μας, όμως, στο Εργαστήριο Αυτομάτου Ελέγχου και Ρύθμισης Μηχανών της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. μας βοήθησε να διαμορφώσουμε μία καλύτερη εικόνα για τη ρομποτική (τον έλεγχο κίνησης, την τεχνητή όραση κλπ.) και τις δυνατότητες εξέλιξης της σχετικής τεχνολογίας στην Ελλάδα.

Εκεί είχαμε την ευκαιρία να ενημερωθούμε από τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Ευάγγελο Παπαδόπουλο για το έργο που επιτελείται από τον ίδιο και την ερευνητική του ομάδα στο Εργαστήριο.

Σε έναν ερευνητικό χώρο ο οποίος δεν έχει να ζηλέψει τίποτα από αντίστοιχους των προηγμένων χωρών, ο κ. Παπα-

δόπουλος και οι συνεργάτες του έχουν ήδη κατασκευάσει ρομποτικά συστήματα όπως απτικό μηχανισμό με ανάδραση δυνάμεων, εξομοιωτή ουρολογικών επεμβάσεων, ρομποτική ερπυστροφόρο πλατφόρμα, ρομποτικό ψάρι, μηχανοτρονικές διατάξεις, ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις κινήτρων και σερβομηχανισμών ελεγχόμενες μέσω internet, μικρορομποτικά συστήματα με ακρίβεια κάτω του μικρού κλπ.

Επίσης, σε φάση σχεδιασμού και υλοποίησης βρίσκονται ένας εξομοιωτής διαστημικού ρομπότ με χρήση αεροστατικών εδρώνων, ένα αυτόνομο τετράποδο ρομπότ, καθώς και ένα εξωσκελετικό σύστημα υποβοήθησης ασθενών με ε-

ντολές από ηλεκτρομυογραφικούς αισθητήρες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το Εργαστήριο διαθέτει, επίσης, ρομποτικό σερβοϋδραυλικό σύστημα master-slave 20 βαθμών ελευθερίας (12 στον κόσμο), σερβοϋδραυλικό σύστημα υπερυψηλής απόδοσης και μερικά βιομηχανικά ρομπότ. Μάλιστα, η δουλειά αυτή είναι πρωτότυπη και έχουν γίνει σχετικά δημοσιεύματα στα καλύτερα διεθνή περιοδικά και συνέδρια, ενώ υπάρχουν κατοχυρωμένα πνευματικά δικαιώματα και δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.

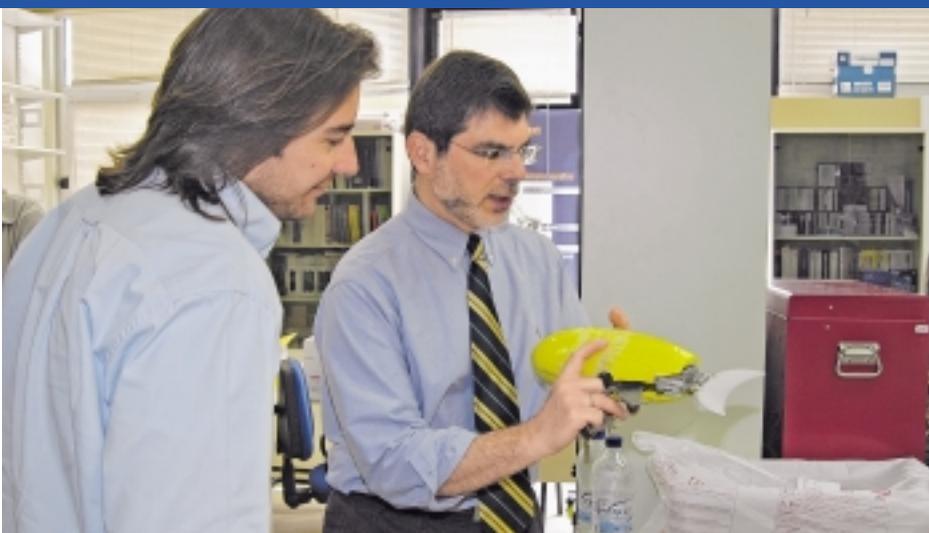
■ Μετάδοση Ισχύος: *Θεωρείτε ότι η παρεχόμενη από τη Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ τεχνική εκπαίδευση καλύπτει τις σύγχρονες απαιτήσεις;*

Ευάγγελος Παπαδόπουλος: Η εκπαίδευση που παρέχεται από τη Σχολή μας είναι άρτια και υψηλού επιπέδου. Γνωστικά καλύπτει περιοχές που στο εξωτερικό περιλαμβάνονται σε περισσότερα από ένα Τμήματα (Μηχανολογία, Αεροναυτική, Υλικά, Πυρηνική Τεχνολογία και Βιομηχανική Διοίκηση Επιχειρήσεων - Επιχειρησιακή Έρευνα).

Η έμφαση που δίνεται είναι καταρχήν στην κατάρτιση των σπουδαστών και στην παροχή των βασικών εφοδίων που θα τους χρησιμεύσουν σε όλη την επαγγελματική τους σταδιοδρομία. Στη συνέχεια, μέσω μιας σειράς προαιρετικών μαθημάτων που προσφέρει η Σχολή, αποτούν και εξειδικευμένες γνώσεις σε αντικείμενα που τους ενδιαφέρουν. Οι σπουδές συμπληρώνονται από εργαστηριακή εξάσκηση, όπου είναι εφικτό.

Το επίπεδο είναι πολύ υψηλό, με αποτέλεσμα απόφοιτοί μας να βρίσκουν εύκολα εργασία ή να προχωρούν σε λαμπρές μεταπτυχιακές σπουδές, τόσο στα καλύτερα αμερικανικά και ευρωπαϊκά πανεπιστήμια όσο και στη Σχολή μας.

Βέβαια, υπάρχουν και κάποια προβλήματα τα οποία έχουν επισημανθεί. Ο τομέας που χρειάζεται περαιτέρω ενίσχυση είναι αυτός της απόκτησης εργαστηριακής και τεχνολογικής εμπειρίας. Αυτό δεν είναι εύκολο να αντιμετωπισθεί, λόγω του μεγάλου αριθμού των σπουδαστών ανά έτος και των περιορισμένων οικονομικών, που δεν επιτρέπουν πάντα τον πλήρη εξοπλισμό των διδακτικών εργαστηρίων και την επάνδρωσή τους από κατάλληλο τεχνικό προσωπικό.



Στο Εργαστήριο Αυτόματου Ελέγχου και Ρύθμισης Μηχανών έχει σχεδιασθεί και κατασκευασθεί ρομποτικό φάρι μήκους 27 cm με τηλεκατεύθυνση από υπολογιστή και ανάδραση εικονορροής (videostreaming). Εδώ ο κ. Παπαδόπουλος, το παρουσιάζει στον αρχισυντάκτη του Μ.Ι. Δημήτρη Κουτσούκα.

Πάντως, πέρα από την προσπάθεια για διαρκή ανάπτυξη των εργαστηρίων, γίνονται και άλλες προσπάθειες, όπως είναι η επαφή με τη βιομηχανία μέσω της πρακτικής άσκησης, των επισκέψεων σε βιομηχανικές μονάδες και των ομιλιών από έμπειρους μηχανικούς κλπ.

«Η ελληνική παρουσία στο πεδίο της τεχνολογίας των ρομπότ, είναι κάτι που ξενίζει το ευρύ κοινό»

Οι παρατηρήσεις αυτές είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα πρόσφατης ημερίδας που οργανώθηκε από τη Σχολή μας με θέμα «Οι σπουδές του Μηχανολόγου Μηχανικού σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο τεχνολογικό περιβάλλον - Στρατηγική Ανάπτυξης της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π.». Στο πλαίσιο αυτής της ημερίδας, παλαιοί και νέοι από-



φοιτοί, σπουδαστές και μέλη του διδακτικού και ερευνητικού προσωπικού (ΔΕΠ) της Σχολής, εκφράσαν τις απόψεις τους μέσω ειδικών ερωτηματολογίων.

Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η ποσότητα και ποιότητα των γνώσεων σήμερα είναι μία μόνο από τις παραμέτρους για την επιτυχημένη πορεία ενός μηχανολόγου μηχανικού, αλλά και γενικότερα ενός μηχανικού.

Παράλληλα, απαιτείται η ανάπτυξη της δημιουργικότητας, της συνθετικής ικανότητας καθώς και των δυνατοτήτων επικοινωνίας και συνεργασίας σε μία ομάδα. Για το λόγο αυτό, γίνεται προσπάθεια ώστε να αναπτύξουν οι σπουδαστές μας και αυτές τις δεξιότητες.

■ Ποια τα βασικότερα προβλήματα της ανώτατης τεχνικής εκπαίδευσης στη χώρα μας; Υπάρχει σύνδεση των σπουδών στη σχολή σας με την παραγωγή;

Ευάγ. Παπαδόπουλος: Πέρα από τα γενικότερα προβλήματα της Ανώτατης Εκπαίδευσης, στα οποία δεν είναι σκόπιμο να αναφερθούμε εδώ, υπάρχουν και πιο ειδικά προβλήματα που σχετίζονται με την εκπαίδευση των μηχανικών. Ένα από αυτά είναι ο μεγάλος αριθμός

Το τηλερομποτικό σύστημα master-slave της SARCOS, το οποίο αποτελείται από ηλεκτροϋδραυλικό εξωσκελετικό βραχίονα 10 βαθμών ελευθερίας (β.ε.), με ανάδραση δυνάμεων, που χρησιμοποιείται ως εντοπείας του ηλεκτροϋδραυλικού βραχίονα slave, επίσης με 10 β.ε. και αισθητήρες θέσης και ροπής. Ένας χειριστής μπορεί να κινεί το slave και να αισθάνεται, μέσω ανάδρασης δυνάμεων, τα φορτία ή τις αντιστάσεις που εφαρμόζονται σε αυτό.

Συνέντευξη

Ευάγγελος Παπαδόπουλος

■ Ποιος είναι

Ο Δρ. Ευάγγελος Παπαδόπουλος έλαβε το διδακτορικό του δίπλωμα (PhD) και το MS από το Massachusetts Institute of Technology (MIT) το 1990 και το 1983 αντίστοιχα, ενώ είναι διπλ. μηχανολόγος μηχανικός του ΕΜΠ (1981). Την περίοδο 1985 - 1987 ήταν Αναλυτής Συστημάτων στο ΓΕΝ/ΓΕΤΕΝ. Την περίοδο 1987 - 1990 και 1981 - 1984 ήταν βοηθός έρευνας αντίστοιχα στο Laboratory for Manufacturing and Productivity και στο Laboratory for Information and Decision Systems του MIT.

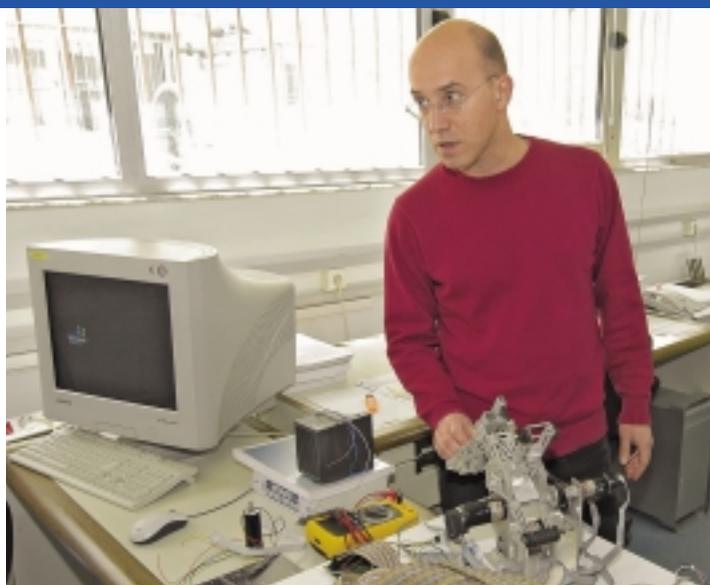
Το 1991 διορίστηκε ως Lecturer στο Department of Mechanical Engineering του MIT. Στη συνέχεια, εκλήθηκε Assistant Professor στο Department of

Mechanical Engineering και στο Centre for Intelligent Machines του McGill University, στο Montreal του Καναδά, όπου μονιμοποιήθηκε ως Associate Professor το 1997.



Στο ΕΜΠ εκλέχθηκε επίκουρος καθηγητής της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών, όπου υπηρετεί και σήμερα ως αναπληρωτής καθηγητής. Παράλληλα, κατά το διάστημα 1997 - 2004 ήταν Adjunct Professor του McGill University. Στο ΕΜΠ διδάσκει προπτυχιακά και μεταπτυχιακά μαθήματα στους τομείς των Κυκλωμάτων και Συστημάτων, των Ηλεκτρομηχανικών Συστημάτων, της Ρομποτικής, του Ελέγχου και της Μηχανοτρονικής. Η ερευνητική του δραστηριότητα εστιάζει στην περιοχή της Ρομποτικής, του Αυτόματου Ελέγχου και της Μηχανοτρονικής.

Ο Δρ. Παπαδόπουλος είναι Senior Member της IEEE και του AIAA, μέλος της ASME, της New York Academy of Sciences, του Sigma Xi και του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδας. Είναι Associate Editor των έγκριτων διεθνών περιοδικών IEEE Transactions on Robotics και Mechanism and Machine Theory. Έχει τιμηθεί με πολλά βραβεία και υποτροφίες.



Στη φωτογραφία ο ιατρικός εκπαιδευτικός εξομοιωτής ουρολογικών επεμβάσεων με ανάδραση δυνάμεων.

των σπουδαστών στα κεντρικά ιδρύματα, κάτι που επιτείνεται δυστυχώς με τις μετεγγραφές σπουδαστών από τα περιφερειακά. Αυτή η πρακτική δημιουργεί πρόβλημα σε όλα, διότι τα κεντρικά αδυνατούν να εκπαιδεύσουν σωστά, ενώ τα περιφερειακά χάνουν ενεργό δυναμικό από σπουδαστές.

Ένα άλλο πρόβλημα που προέρχεται από εξωτερικούς παράγοντες είναι η εικόνα που έχουν οι σπουδαστές για τη

πως από το μοντέλο της διδασκαλίας «από τον πίνακα» και να πάμε σε ομαδική εργασία επικεντρωμένη σε θέματα με κάθετη δομή, δηλ. τέτοια που να ξεκινούν από την ανάλυση και να φθάνουν μέχρι την υλοποίηση.

Βέβαια, αυτές οι αλλαγές απαιτούν συστηματικό σχεδιασμό από τα Τμήματα και τις Σχολές. Απαιτούν επίσης έμπειρα μέλη ΔΕΠ, ελεύθερα από πολλές υποχρεώσεις. Όμως, με τον διδακτικό, ερευνητικό και διοικητικό φόρτο που υπάρχει, ένας νέος σχεδιασμός είναι πολύ δύσκολος.

Ως προς τη σύνδεση με την παραγωγή, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι γενικά ικανοποιητική. Υπάρχουν όμως σημαντικά περιθώρια βελτίωσης, έτσι ώστε οι σπουδαστές μας να συμβάλλουν στην περαιτέρω εισαγωγή νέων τεχνολογιών και στην ανάπτυξη της χώρας.

■ Ποια είναι η εξέλιξη της έρευνας στον τομέα σας στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια;

Ευάγ. Παπαδόπουλος: Στην Ελλάδα υπάρχουν πυρήνες με ερευνητική δραστηριότητα, μερικοί από τους οποίους είναι αξιόλογοι. Βέβαια, η έρευνα στην περιοχή μας απαιτεί τη δυνατότητα χρηματοδότησης από ερευνητικά προγράμματα, τα οποία όμως είναι λίγα και με χαμηλή χρηματοδότηση σε σχέση με αυτά του εξωτερικού.

Αυτό επηρεάζει την εξέλιξη της έρευνας και σε ορισμένες περιπτώσεις την οδηγεί σε αποκλειστικά θεωρητικές οδούς· δηλαδή όχι στο βέλτιστο αλλά στο εφικτό. Πάντως, ορισμένα εργαστήρια –και μεταξύ αυτών και το δικό μας– βρίσκονται στην αιχμή της έρευνας και των

«Χρειάζεται περαιτέρω ενίσχυση στην απόκτηση εργαστηριακής και τεχνολογικής εμπειρίας»

μελλοντική τους δουλειά και τις απαιτήσεις της. Εάν αυτή δεν είναι αρκετά προκλητική, απαιτητική και αποδοτική, μειώνεται ο ενθουσιασμός για τις σπουδές τους. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό από κάποιον που έχει εργασθεί σε πανεπιστήμια του εξωτερικού, στα οποία κατά μέσο όρο οι σπουδαστές προσπαθούν με επιμονή και απαιτούν να απορροφήσουν το μέγιστο δυνατό και γενικά έχουν αρκετά διαφορετική προσέγγιση των σπουδών τους από αυτή των δικών μας σπουδαστών.

Από άποψη περιεχόμενου σπουδών, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι χρειάζεται μεγαλύτερη έμφαση στη σύνθεση και στο σχεδιασμό (design). Μέχρι και σήμερα, το μεγαλύτερο βάρος πέφτει στην ανάλυση, η οποία είναι προϋπόθεση αλλά δεν επαρκεί.

Ο μηχανικός πρέπει να μπορεί να συνθέτει νέα προϊόντα, μηχανές, διεργασίες ή μεθοδολογίες.

Θα έπρεπε επίσης να ξεφεύγουμε κά-

τεχνολογιών, κατορθώνοντας συχνά στόχους που άλλοι στο εξωτερικό τους επιτυγχάνουν με ανθρώπους και μέσα ανώτερα κατά τάξη μεγέθους.

■ *Μιλήστε μας λίγο για τις δραστηριότητες και τις εφαρμογές που αναπτύσσονται από την ομάδα σας στο Εργαστήριο Αυτόματου Ελέγχου και Ρύθμισης Μηχανών.*

Ευάγ. Παπαδόπουλος: Η ομάδα μου αποτελείται από 25 άτομα περίπου, που κατανέμονται ισοδύναμα σε υποψήφιους διδάκτορες, μεταπτυχιακούς σπουδαστές και προπτυχιακούς σπουδαστές. Πέρα από αυτούς, συμμετέχουν επίσης ένας μεταδιδακτορικός ερευνητής και σπουδαστές που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο των σπουδών τους αλλά παραμένουν στο Εργαστήριο.

Οι περιοχές ενασχόλησης είναι η Ρομποτική, ο Αυτόματος Έλεγχος και η Μηχανοτρονική. Η προσέγγιση είναι μεικτή, δηλαδή τα θέματα περιλαμβάνουν αναλυτική και κατασκευαστική / πειραματική συνιστώσα, σε διαφορετικό βαθμό, ανάλογα με το θέμα. Οι στόχοι μας είναι η ανάπτυξη τεχνολογιών και μεθοδολογιών αιχμής, οι πρωτότυπες δημοσιεύσεις σε περιοδικά και συνέδρια με διεθνές κύρος, η ανάπτυξη εφαρμοσμένης τεχνογνωσίας και η εκπαίδευση των σπουδαστών τόσο στη μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων (problem solving) όσο και στη δυνατότητα υλοποίησης των ιδεών ή λύσεων που προτείνονται.

Στα εννέα χρόνια ύπαρξης της ομάδας αυτής έχουν γίνει μεγάλα βήματα, τόσο σε επίπεδο εξοπλισμού όσο και σε επίπεδο χρησιμοποιούμενης τεχνογνωσίας.

Ο εξοπλισμός του Εργαστηρίου περιλαμβάνει βασικό εργαστηριακό ηλεκτρολογικό, ηλεκτρονικό και μηχανολογικό εξοπλισμό, λογισμικό ανάλυσης σχεδιασμού μηχανολογικών και ηλεκτρονικών συστημάτων, μικρό μηχανοργανικό εξοπλισμό, μηχανή CNC τσεσάρον, αξόνων, βιντεομικροσκόπιο για έλεγχο μικροσυστημάτων μέσω οπτικής ανάδρασης θέσης, μερικά βιομηχανικά ρομπότ και το τηλερομποτικό σύστημα master-slave της Sarcos.

Το τελευταίο αποτελείται από ηλεκτροδραυλικό εξωσκελετικό βραχίονα 10 βαθμών ελευθερίας (σ.σ. οι βαθμοί αυτοί αφορούν τις κινητικές δυνατότη-



Το εργαστήριο παρέχει τη δυνατότητα στους προπτυχιακούς σπουδαστές να ελέγχουν ακόμη και μέσω διαδικτύου εργαστηριακές εγκαταστάσεις μέτρησης χαρακτηριστικών ροπής-στροφών κινητήρων AC και DC και σερβομηχανισμών.

τες ενός ρομπότ), με ανάδραση δυνάμεων, κάτι που χρησιμοποιείται ως εντολέας του ηλεκτροδραυλικού βραχίονα slave, επίσης 10 βαθμών ελευθερίας (β.ε.) και με αισθητήρες θέσης και ροπής. Ένας χειριστής μπορεί να κινεί το slave και να αισθάνεται μέσω ανάδρασης δυνάμεων τα φορτία ή τις αντιστάσεις που εφαρμόζονται σε αυτό.

Στο Εργαστήριό μας έχουν σχεδιασθεί και κατασκευασθεί διάφορα ρομποτικά και μηχανοτρονικά συστήματα, όπως για παράδειγμα: ένα ταχυζυγιστι-

«Στις σπουδές χρειάζεται μεγαλύτερη έμφαση στη σύνθεση και στο σχεδιασμό (design)»

κό σύστημα βασισμένο σε σύστημα ελέγχου κλειστού βρόχου, ιατρικός εκπαιδευτικός εξομοιωτής ουρολογικών επεμβάσεων με ανάδραση δυνάμεων (ευρεσιτεχνία), ρομποτικό ερπυσριοφόρο όχημα που μπορεί να ανατρέπεται χωρίς πρόβλημα, ρομποτικό ψάρι μήκους 27 cm με τηλεκατεύθυνση από υπολογιστή και ανάδραση εικονορροής (video-streaming), υδραυλικός σερβομηχανισμός υψηλής απόδοσης και ακρίβειας κίνησης, μικρορομπότ λίγων κυβικών εκατοστών με δυνατότητα ακρίβειας μικρότερη από 1 μm και συμβολόμετρο Michelson, για μέτρηση μετατοπίσεων μέσω υπολογιστή με ακρίβεια 300 nm.

Επίσης, έχουμε σχεδιάσει και κατασκευάζουμε αυτή τη στιγμή έναν εξομοιωτή διαστημικών ρομπότ σε τροχιά.

Ο εξομοιωτής αυτός αποτελείται από το κυρίως σώμα-δορυφόρο που κινείται επάνω σε τράπεζα από γρανίτη, στηριζό-

μενος σε αεροέδρανα από πορώδη γραφίτη διακένου 5-10 μm, όπως περίπου τα αερόστρομνα (hovercrafts), και φέρει δύο ρομποτικούς βραχίονες για τη σύλληψη διαστημικών απορριμμάτων σε τροχιά.

Μία άλλη ερευνητική εργασία εστιάζει στο σχεδιασμό εξωσκελετικού μηχανισμού για την άρθρωση του ώμου. Αυτός χρησιμοποιεί εντολές προερχόμενες από επεξεργασία ηλεκτρομυογραφικών σημάτων (EMG) για υποβοήθηση ασθενών με κινητικά προβλήματα. Σχεδιάζουμε επίσης ένα αυτόνομο τετράποδο ρομπότ για κίνηση σε δύσβατες περιοχές όπως π.χ. σε δάση, ναρκοπέδια κλπ.

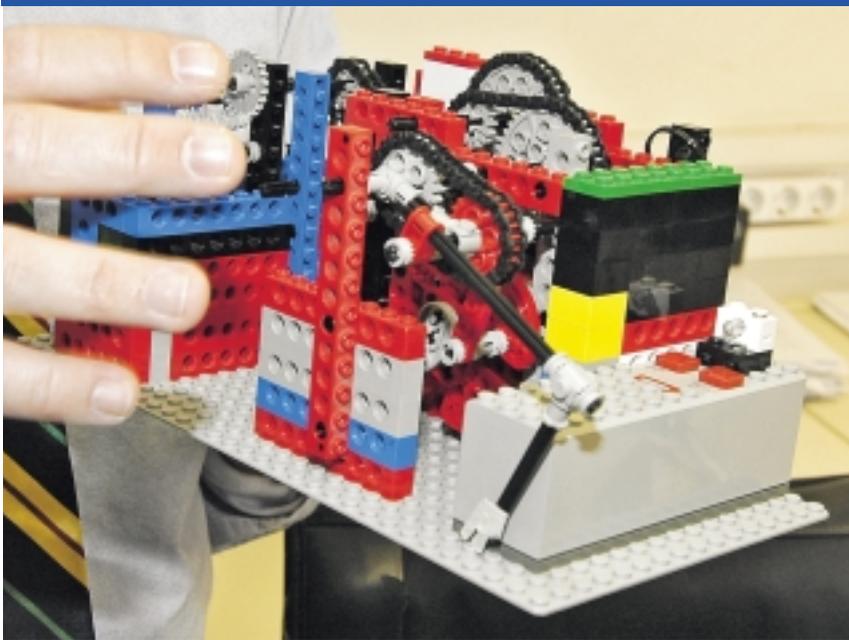
Τέλος, έχουν σχεδιασθεί και κατασκευασθεί εργαστηριακές εγκαταστάσεις μέτρησης χαρακτηριστικών ροπής-στροφών κινητήρων AC και DC, καθώς και σερβομηχανισμοί που ελέγχονται ακόμη και από το διαδίκτυο.

Με τον τρόπο αυτό, μπορούν οι προπτυχιακοί σπουδαστές να εκτελέσουν πειράματα από το σπίτι τους ή το Εργαστήριο Προσωπικών Υπολογιστών της Σχολής και να λάβουν ηλεκτρονικά τις μετρήσεις που απαιτούνται για τη συγγραφή της εργαστηριακής τους έκθεσης.

Παράλληλα με την πειραματική έρευνα, στο Εργαστήριο μελετώνται θεωρητικά προβλήματα όπως ο έλεγχος κινούμενων μη ολόνομων ρομπότ, ο έλεγχος αυτόνομων υποβρυχίων ρομπότ (AUV) με αριθμό επενεργητών (actuators) μικρότερο από τους β.ε., ο έλεγχος εξομοιωτών πτήσης, ο έλεγχος δυναμικών συστημάτων που υπόκεινται σε ολοκληρώματα κίνησης και γενικότερα ο έλεγχος μη συμβατικών ρομποτικών συ-

Συνέντευξη

Ευάγγελος Παπαδόπουλος



Ειδικά LEGO χρησιμοποιούνται ως «ταχεία πρωτοτυποποίηση» σύνθετων μηχανισμών.

στημάτων, όπως τα περισσότερα από αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Η χρηματοδότηση του Εργαστηρίου προέρχεται κυρίως από ανταγωνιστικά προγράμματα της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) και της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

■ Σε ποιο βαθμό η παραγόμενη ερευνητική δουλειά βρίσκει εμπορική εφαρμογή;

Ευάγ. Παπαδόπουλος: Λόγω του ότι το Εργαστήριο ασχολείται με την εφαρμοσμένη έρευνα, σχεδόν όλες οι δραστηριότητες του Εργαστηρίου θα μπορούσαν να έχουν εμπορική εφαρμογή. Βέβαια, ο κύριος στόχος του Εργαστηρίου και του ΕΜΠ γενικότερα δεν είναι η εμπορική εκμετάλλευση των ερευνητικών αποτελεσμάτων. Αυτή θα έπρεπε να γίνει μέσω εταιριών spinoff ή σε συνεργασία με εταιρίες του κλάδου. Το πρώτο είναι πολύ δύσκολο, διότι αφενός το νομοθετικό πλαίσιο είναι ασαφές και αφετέρου η σοβαρή ενασχόληση με την ακαδημαϊκή έρευνα και διδασκαλία δεν αφήνει περιθώρια για κάτι τέτοιο. Η συνεργασία με εταιρίες επιχειρήθηκε ορισμένες φορές, αλλά και πάλι εμφανίζονται πολλά προβλήματα, όπως για παράδειγμα αυτό του επιμερισμού της πνευματικής ιδιοκτησίας και η έλλειψη ικανού αριθμού καινοτόμων επιχειρήσεων υψηλής τεχνολογίας. Ελπίζουμε πάντως ότι κάποια στιγμή θα δημιουργηθεί από αποφοίτους μας μία εταιρία εκμετάλλευσης ερευνητικών αποτελεσμάτων.

■ Θεωρείτε ότι το υψηλό επίπεδο τεχνο-

γνωσίας που έχετε αναπτύξει στο Εργαστήριό σας, βρίσκει τον απαιτούμενο διευλο επικοινωνίας με τις επιχειρήσεις, ο οποίος θα τις κάνει να απευθυνθούν σε σας και όχι στο εξωτερικό για παροχή λύσεων; Τι οφέλη θα είχαν οι επιχειρήσεις από μια τέτοια εξέλιξη;

Ευάγ. Παπαδόπουλος: Πρέπει κανείς να έχει υπόψη του ότι το Εργαστήριο ενός ΑΕΙ πρέπει κυρίως να εστιάζει στην ερευνητική καινοτομία και παράλληλα

«Η επιχείρηση μπορεί να αποκτήσει υψηλή τεχνογνωσία χωρίς το υψηλό κόστος του εξωτερικού»

να εκπαιδεύει σπουδαστές με προσωπικό ρόλο στο Εργαστήριο. Επομένως, είναι πολύ δύσκολο ή και μη επιθυμητό να ασχοληθεί με την παροχή λύσεων που μπορεί να βρει κανείς αμέσως στην αγορά αγορά ή το εξωτερικό.

Όμως, συχνά οι επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν προβλήματα ή προκλήσεις που είναι μακροπρόθεσμοι χρονικού ορίζοντα και για τις οποίες δεν υφίστανται λύσεις. Στην περίπτωση αυτή, το Εργαστήριο μπορεί να βοηθήσει όσο και τα καλύτερα ανάλογα εργαστήρια παγκοσμίως. Μάλιστα, από τέτοιες συνεργασίες μεταξύ πανεπιστημίου και επιχειρήσεων υπάρχουν μεγάλα κέρδη και για τις δύο πλευρές.

Η επιχείρηση μπορεί να αποκτήσει υψηλή τεχνογνωσία χωρίς το υψηλό κόστος του εξωτερικού και με δυνατότητα συχνής επικοινωνίας με τους ερευνητές. Το Εργαστήριο μπορεί να προσθήσει την έρευνα σε περιοχές αιχμής, να ανα-

πτυχθεί και να συμβάλει στην εκπαίδευση των σπουδαστών του. Επειδή μάλιστα είναι γνωστό ότι ο πλέον αποδοτικός τρόπος για μεταφορά τεχνογνωσίας είναι μέσω μετακίνησης του φορέα-ερευνητή, μία τέτοια συνεργασία μπορεί να οδηγήσει και στην ανεύρεση εκπαιδευμένων μηχανικών για την επιχείρηση.

■ Πώς επηρεάζει η εξέλιξη του αυτόματου ελέγχου την ποιότητα των ρομποτικών συστημάτων; Έχει αφομοιωθεί αυτή η αντίληψη στον ελληνικό χώρο; Πώς θα βαθμολογούσατε την ποιότητα κατασκευής των ελληνικών εταιριών που δραστηριοποιούνται στο χώρο της ρομποτικής;

Ευάγ. Παπαδόπουλος: Η εξέλιξη της τεχνολογίας επηρεάζει την εφαρμογή του αυτόματου ελέγχου και το αντίθετο, με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους, την αύξηση των δυνατοτήτων των συστημάτων και τη βελτίωση της ποιότητας. Νομίζω ότι αυτό έχει αφομοιωθεί σε αρκετό βαθμό στον ελληνικό χώρο, όμως οι αποφάσεις για δραστικές μεταβολές δεν ακολουθούν πάντα. Πάντως, οι εταιρίες ρομποτικής έχουν αυξηθεί και με το χρόνο παρέχουν περισσότερες υπηρεσίες. Επομένως, εμμέσως μπορούμε να πούμε ότι παρέχουν θετικό έργο στη σημερινή βιομηχανία.

■ Σε ποια πεδία προβλέπετε ότι θα υπάρξει ενδιαφέρονσα ανάπτυξη τεχνολογιών ρομποτικής;

Ευάγ. Παπαδόπουλος: Η ρομποτική στη βιομηχανία έχει γίνει «καθημερινότητα». Η ανάπτυξη θα προέλθει από μη συμβατικά ρομποτικά συστήματα στους τομείς της ανθρώπινης εξυπηρέτησης και των επικίνδυνων ή ακραίων περιβαλλόντων. Για παράδειγμα, έχουμε τα ρομπότ - βοηθούς ηλικιωμένων και ασθενών, ρομπότ για επεξεργασία κυττάρων, εξωσκελετικές ή προσθετικές διατάξεις για ανάπηρους, παιχνίδια ρομπότ, ρομπότ για εξερεύνηση των ωκεανών, των ηφαιστειών, του διαστήματος και των πλανητών, μικρορομπότ για μικρο και νάνο συναρμολόγηση, αμυντικά ρομπότ κλπ. Αξίζει να σημειωθεί ότι σχεδόν σε όλες αυτές τις εφαρμογές, τα ρομποτικά συστήματα δεν είναι ανταγωνιστές του ανθρώπου, αλλά αντιθέτως επεκτείνουν τις δυνατότητές του. Το στοιχείο αυτό εγγυάται ακόμη περισσότερο την ανάπτυξή τους. ■