



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80 Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου • ΤΗΛ.: 7723572, FAX: 7723571

Αρ.Πρωτ.: 9627

Αθήνα, 27-11-2015

**Προς τα Μέλη ΔΕΠ της
Σχολής Μηχ/γων
Μηχ/κών**

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Σας προσκαλούμε στην παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής του **Νάνου Κωνσταντίνου**, Διπλωματούχου **Χημικός Μηχανικός του ΕΜΠ**, που θα πραγματοποιηθεί την Τρίτη 15 Δεκεμβρίου 2015, ώρα 10:00π.μ. στην Αίθουσα Πολυμέσων του κτιρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Το Θέμα της Διδακτορικής Διατριβής είναι:

«Δυναμική, Προγραμματισμός Τροχιάς και Έλεγχος Διαστημικών Ρομποτικών Συστημάτων Υποκείμενων σε Στροφορμή και Ευκαμψίες»

Επισυνάπτεται περίληψη της παραπάνω Διδακτορικής Διατριβής

Ο ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

Η. ΤΑΤΣΙΟΠΟΥΛΟΣ
Καθηγητής Ε.Μ.Π.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ Κ. ΝΑΝΟΥ
ΥΠΟΨΗΦΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΑ
ΤΟΜΕΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ & ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Τα Διαστημικά Ρομποτικά Συστήματα (ΔΡΣ) εξαιτίας της ικανότητά τους να δρουν σε περιβάλλοντα που είναι απρόσιτα ή επικίνδυνα για τον άνθρωπο, παίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στην εξερεύνηση πλανητών όσο και σε εργασίες σε τροχιά. Τα ΔΡΣ σε τροχιά αποτελούνται από έναν επενεργούμενο δορυφόρο (βάση) και από προσαρτημένους πάνω σε αυτό βραχίονες. Όταν το ΔΡΣ βρίσκεται κοντά στο δορυφόρο-στόχο ώστε να εκτελέσει την επιθυμητή εργασία, οι προωθητήρες του δορυφόρου του ΔΡΣ καθώς και όλα τα συστήματα ελέγχου του πρέπει να είναι απενεργοποιημένα. Στην περίπτωση αυτή, το ΔΡΣ είναι ελεύθερα αιωρούμενο (ΕΑΔΡΣ) και υπάρχει δυναμική σύζευξη μεταξύ του δορυφόρου του ΔΡΣ και των βραχιόνων του. Στην παρούσα διδακτορική διατριβή, η μελέτη εστιάζεται σε ΕΑΔΡΣ τα οποία φέρουν ένα βραχίονα με μη πλεονάζοντες Βαθμούς Ελευθερίας (ΒΕ). Αντίθετα με άλλες μελέτες οι οποίες, για απλοποίηση του προβλήματος, θεωρούν μηδενική αρχική στροφορμή του ΕΑΔΡΣ, εδώ λαμβάνεται υπόψη η ύπαρξη κάποιας ποσότητας συσσωρευμένης στροφορμής στο ΕΑΔΡΣ. Αναπτύσσονται οι εξισώσεις κίνησης ενός άκαμπτου ΕΑΔΡΣ με αρχική στροφορμή και μελετάται η εξάρτηση των εξισώσεων κίνησης του συστήματος από την στροφορμή του ΕΑΔΡΣ. Βασιζόμενοι στα αναπτυχθέντα μοντέλα, σχεδιάζονται νόμοι ελέγχου στο χώρο των αρθρώσεων και στον Καρτεσιανό χώρο οι οποίοι, παρά την ύπαρξη αρχικής στροφορμής στο ΕΑΔΡΣ, εξασφαλίζουν ασυμπτωτική ευστάθεια για εντολές επιθυμητής διαμόρφωσης του βραχίονα και επιθυμητής θέσης του Τελικού Σημείου Δράσης (ΤΣΔ), αντίστοιχα.

Επίσης μελετάται ο σχεδιασμός δρόμου στον Καρτεσιανό χώρο. Το πρόβλημα αυτό, σε αντίθεση με το σχεδιασμό δρόμου στο χώρο των αρθρώσεων, μπορεί να υπόκειται στην εμφάνιση Δυναμικών Ιδιομορφιών (ΔΙ), με αποτέλεσμα την αδυναμία παρακολούθησης κάποιοι συγκεκριμένου δρόμου. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος, εξάγονται και αναλύονται οι εξισώσεις που ορίζουν τις ΔΙ για τους επίπεδους και τρισδιάστατους ελεύθερα αιωρούμενους ρομποτικούς βραχίονες. Η ανάλυση των ΔΙ επιτρέπει των υπολογισμό περιοχών του χώρου εργασίας του ΕΑΔΡΣ όπου το ΤΣΔ μπορεί να κινηθεί χωρίς ιδιομορφίες. Αποτέλεσμα, λοιπόν, της εμφάνισης των ΔΙ είναι ουσιαστικά η μείωση του χώρου εργασίας όπου το ΕΑΔΡΣ μπορεί να εκτελέσει κάποια εργασία με ασφάλεια.

Για εκμετάλλευση όλου του χώρου εργασίας του ΔΡΣ, στην παρούσα εργασία αναπτύσσεται μια καινοτόμος μεθοδολογία η οποία επιτρέπει κινήσεις του ΤΣΔ και σε περιοχές που είναι πιθανή η εμφάνιση ΔΙ. Η αποφυγή της εμφάνισης ΔΙ στις περιοχές αυτές πραγματοποιείται με επιλογή κατάλληλου αρχικού προσανατολισμού του δορυφόρου και αντίστοιχη αρχική διαμόρφωση του βραχίονα του ΔΡΣ. Η προτεινόμενη μέθοδος προσδιορίζει τους κατάλληλους αρχικούς προσανατολισμούς του δορυφόρου και τις αντίστοιχες αρχικές διαμορφώσεις του βραχίονα του ΔΡΣ ώστε να μπορεί το ΤΣΔ να κινηθεί με ασφάλεια σε όλο το χώρο εργασίας του ΔΡΣ αποφεύγοντας πιθανές ΔΙ. Η μέθοδος εφαρμόζεται σε επίπεδα και τρισδιάστατα ΔΡΣ με ή χωρίς αρχική στροφορμή.

Στο τελευταίο μέρος της εργασίας, μελετάται η δυναμική των εύκαμπτων ΔΡΣ θεωρώντας ότι οι εύκαμπτες τους είναι συγκεντρωμένες στις αρθρώσεις των βραχιόνων τους. Εξάγονται, αναλυτικά, οι εξισώσεις κίνησης των συστημάτων αυτών και σχολιάζονται οι διαφορές και οι ομοιότητες τους από τις αντίστοιχες εξισώσεις κίνησης των επίγειων ρομποτικών βραχιόνων με εύκαμπτες αρθρώσεις. Λόγω της δυναμικής σύζευξης μεταξύ του δορυφόρου και του βραχίονα του ΕΑΔΡΣ, παρατηρούνται διαφορές στη δομή των πινάκων των δυναμικών εξισώσεων αυτών των συστημάτων με τους αντίστοιχους πίνακες των εξισώσεων των επίγειων ρομποτικών βραχιόνων σταθερής βάσης με εύκαμπτες αρθρώσεις. Η δομή των πινάκων αυτών επιτρέπει το σχεδιασμό ενός στατικού ελεγκτή γραμμικοποίησης μέσω ανατροφοδότησης που επιτυγχάνει αποσύζευξη του συστήματος και παρακολούθηση τροχιάς τόσο στο χώρο των αρθρώσεων όσο και στον Καρτεσιανό χώρο χωρίς να προκαλεί ανεπιθύμητες ταλαντώσεις στο δορυφόρο του ΔΡΣ.

Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Ε. Παπαδόπουλος
Καθηγητής ΕΜΠ