



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

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

Αρ.Πρωτ.: 8741

Αθήνα, 29-10-2015

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

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Σας προσκαλούμε στην παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής του **κ. ΜΑΡΑΝΤΟΥ Παναγιώτη**, Διπλωματούχου **ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ-ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ** της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών, που θα πραγματοποιηθεί την Τρίτη 3 Νοεμβρίου 2015, ώρα 11:00π.μ. στην Αίθουσα Πολυμέσων, ισόγειο κτιρίου κεντρικής Βιβλιοθήκης ΕΜΠ Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Το Θέμα της Διδακτορικής Διατριβής είναι:
«Επιδέξιοι Ελιγμοί Ρομποτικού Ελικοπτέρου με Χρήση Οπτικής Ανατροφοδότησης»

Επισυνάπτεται περίληψη της παραπάνω Διδακτορικής Διατριβής

Ο ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ


Η. ΤΑΤΣΙΟΠΟΥΛΟΣ
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Περίληψη της Διδακτορικής Διατριβής:

Πάνος Μαράντος: “Επιδέξιοι Ελιγμοί Ρομποτικού Ελικοπτέρου με Χρήση Οπτικής Ανατροφοδότησης”

Τις τελευταίες δυο δεκαετίες η επιστημονική κοινότητα έδειξε μεγάλο ενδιαφέρον στα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (MEO) λόγω της ικανότητάς τους να ίπτανται σε δυναμικά και άγνωστα περιβάλλοντα. Ειδικότερα την τελευταία δεκαετία τα μη επανδρωμένα ελικόπτερα, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους (π.χ., αιώρηση, απογείωση και προσγείωση σε συγκεκριμένο σημείο), συνιστώνται σε πάρα πολλές εφαρμογές, όπως στην επίβλεψη και παρακολούθηση περιοχών, στην επιθεώρηση βιομηχανικών εγκαταστάσεων, σε γεωργικές εφαρμογές καθώς και σε άλλες πολιτικές εφαρμογές.

Αυτές οι δυνατότητες όμως των ελικοπτέρων, και σε συνάρτηση με την ασταθή φύση τους, έρχονται σε αντιστοιχία με τη δυσκολία σχεδιασμού περίπλοκων συστημάτων πλοήγησης και ελέγχου. Ο συνδυασμός α) του δυναμικού περιβάλλοντος λειτουργίας, β) των επιδέξιων ελιγμών, γ) της απαίτησης για χαμηλού κόστους και χαμηλού βάρους ενσωματωμένων συστημάτων δ) η περίπλοκη μη-γραμμική μοντελοποίηση τους καθώς και ε) οι αβεβαιότητες των αεροδυναμικών παραμέτρων, επιβάλλουν το σχεδιασμό αξιόπιστων και εύρωστων συστημάτων πλοήγησης και ελέγχου.

Σύμφωνα με τα παρπάνω, σε αυτή τη διδακτορική διατριβή επικεντρώναστε στο σχεδιασμό ενός αξιόπιστου ενσωματωμένου συστήματος για αυτόνομα μη επανδρωμένα ελικόπτερα. Ειδικότερα, ασχολούμαστε με το σχεδιασμό τόσο συστημάτων πλοήγησης όσο και συστημάτων εύρωστου ελέγχου βασισμένων στη χρήση οπτικής ανατροφοδότησης. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η αυτόνομη πτήση ελικοπτέρων σε δυναμικά περιβάλλοντα αξιοποιώντας, όσο το δυνατό, μεγαλύτερο κομμάτι του φακέλου πτήσης.

Εκτός από την βιβλιογραφική ανασκόπηση και την περιγραφή του αντικειμένου της διατριβής που αναφέρονται στο εισαγωγικό, Πρώτο Μέρος (Part I), στο Δεύτερο Μέρος (Part II) σχεδιάζουμε, τόσο για το ελικόπτερο όσο και για το κέντρο ελέγχου εδάφους, χαμηλού κόστους, πρωτότυπα ενσωματωμένα συστήματα, τόσο στο πεδίο του υλικού όσο και του λογισμικού έτσι ώστε: α) να μετατρέψουμε ένα τηλεκατευθυνόμενο μικρού μεγέθους ελικόπτερο σε μια πλήρως αυτόνομη ρομποτική πλατφόρμα και β) να προετοιμάσουμε ένα συνολικό σύστημα πειραματικών δοκιμών.

Στο Τρίτο Μέρος (Part III), παρουσιάζουμε μια πλήρης μαθηματική μοντελοποίηση των ελικοπτέρων μικρής κλίμακας η οποία χρησιμοποιείται τόσο για το σχεδιασμό των συστημάτων πλοήγησης και ελέγχου όσο και για το σχεδιασμό ενός πλήρους και ρεαλιστικού περιβάλλοντος προσομοίωσης.

Στο Τέταρτο Μέρος (Part IV), προτείνουμε ένα υψηλής απόδοσης σύστημα πλοήγησης για ελικόπτερα, βασισμένο σε απλούς, εύρωστους και προσαρμοστικούς αλγόριθμους όπου λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο. Ειδικότερα, ο προτεινόμενος παρατηρητής σχεδιάζεται χρησιμοποιώντας τη λογική των "συμπληρωματικών φίλτρων" (complementary filters) ώστε να συνθέσει τις μετρήσεις πολλαπλών και διαφορετικών αισθητήρων πλοήγησης και οπτικών σημάτων και να εξάγει το συνο-

λικό διάνυσμα καταστάσεων του ελικοπτέρου (δηλ., διάνυσμα θέσης και προσανατολισμού). Ο προτεινόμενος αλγόριθμος αποτελείται επίσης από ένα κατάλληλο σχήμα προσαρμοστικού σχεδιασμού ώστε να επιτραπεί η απρόσκοπτη λειτουργία του φίλτρου κατά την εισαγωγή λανθασμένων σημάτων εισόδου λόγω είτε της χρήσης χαμηλού κόστους αισθητήρων είτε της υψηλής δυναμικής των επιδέξιων ελιγμών των ελικοπτέρων.

Στο Πέμπτο Μέρος (Part V), παρουσιάζουμε το προτεινόμενο περιβάλλον ρεαλιστικής προσομοίωσης για μη επανδρωμένα οχήματα. Με αυτό τον τρόπο μπορεί κανείς εύκολα να δοκιμάσει και να αναλύσει διάφορα συστήματα πλοήγησης και ελέγχου και να αποφύγει καταστροφικές καταστάσεις λόγω σφαλμάτων σχεδιασμού ή σφαλμάτων προγραμματιστικής υλοποίησης των αλγορίθμων πλοήγησης και ελέγχου. Επίσης το προτεινόμενο περιβάλλον προσομοίωσης παρέχει και την δυνατότητα hardware-in-the-loop προσομοιώσεων για την καλύτερη ανάλυση των ενσωματωμένων συστημάτων.

Στο Έκτο Μέρος (Part VI) σχεδιάζονται τέσσερα διαφορετικά συστήματα εύρωστων ελεγκτών βασισμένων είτε στο μοντέλο του ελικοπτέρου, είτε όχι, με σκοπό να διασφαλίσουμε την σταθεροποίηση του ελικοπτέρου σε μια επιθυμητή κατάσταση πτητικής λειτουργίας, ανεξάρτητα από την εμφάνιση εξωτερικών διαταραχών, όπως ριπές ανέμου ή την επίδραση του εδάφους. Ειδικότερα, σχεδιάζουμε αρχικά, με τη χρήση μεθοδολογιών εύρωστου, μεικτού H_2/H_∞ γραμμικού ελέγχου, έναν ελεγκτή παρακολούθησης προκαθορισμένης τροχιάς όπου εγγυάται συγχρόνως ευστάθεια και απόρριψη εξωτερικών διαταραχών σε όλο το φάσμα του φακέλου πτήσης κοντά στο σημείο αιώρησης. Στην συνέχεια, περιγράφεται η σχεδίαση ενός μη-γραμμικού ελεγκτή προκαθορισμένης τροχιάς χωρίς την γνώση των παραμέτρων του δυναμικού μοντέλου των ελικοπτέρων (model-free) με τη χρήση της έννοιας “προδιαγεγραμμένης τροχιάς”. Το τρίτο σύστημα ελέγχου αναφέρεται σε ένα μη-γραμμικό ελεγκτή προσγείωσης, όπου βασίζεται στον προβλεπτικό έλεγχο με περιορισμούς (Constrained MPC) και χρησιμοποιεί ένα σύστημα όρασης χωρίς να έχει ανεξάρτητους βαθμούς ελευθερίας. Τέλος χρησιμοποιώντας τις στερεογραφικές συντεταγμένες (Stereographic Coordinates) για την περιγραφή της δυναμικής του προσανατολισμού των ελικοπτέρων σχεδιάζουμε ένα σύστημα ελέγχου έκτακτης ανάγκης χρησιμοποιώντας ξανά την έννοια “προδιαγεγραμμένης τροχιάς” για να σταθεροποιήσουμε τον προσανατολισμό ενός ελικοπτέρου από οποιαδήποτε θέση.

Για την ανάλυση των προαναφερθέντων συστημάτων πλοήγησης και ελέγχου, χρησιμοποιούμε ως βασική πλατφόρμα το "Αυτόνομο Ελικόπτερο CSL" και διεξάγουμε εκτεταμένες αυτόνομες πτήσεις σε πραγματικές συνθήκες, για να αποδείξουμε την αποτελεσματικότητά τους σε απαιτητικές συνθήκες πτητικής λειτουργίας.

Τέλος, στο Έβδομο Μέρος (Part VII), παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα και η συνεισφορά της παρούσας διατριβής. Επίσης στο μέρος αυτό προτείνονται και μελλοντικές κατευθύνσεις σε σχέση με τον σχεδιασμό ενσωματωμένων συστημάτων πλοήγησης και ελέγχου για μη επανδρωμένα ελικόπτερα.