

Real-Time detection, classification and DOA estimation of Unmanned Aerial Vehicle

Konstantinos Polyzos,
Evangelos Dermatas
Dept. of Electrical Engineering &
Computer Technology
University of Patras
ece8481@upnet.gr
dermatas@upatras.gr

ABSTRACT

The present work deals with a new passive system for real-time detection, classification and direction of arrival estimator of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). The proposed system composed of a very low cost hardware components, comprises two different arrays of three or six-microphones, non-linear amplification and filtering of the analog acoustic signal, avoiding also the saturation effect in case where the UAV is located nearby to the microphones.

Advance array processing methods are used to detect and locate the wide-band sources in the near and far-field including array calibration and energy based beamforming techniques. Moreover, oversampling techniques are adopted to increase the acquired signals accuracy and to also decrease the quantization noise. The classifier is based on the nearest neighbor rule of a normalized Power Spectral Density, the acoustic signature of the UAV spectrum in short periods of time. The low-cost, low-power and high efficiency embedded processor STM32F405RG is used for system implementation. Preliminary experimental results have shown the effectiveness of the proposed approach.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία παρουσιάζεται και αξιολογείται ένα νέο παθητικό σύστημα εντοπισμού, εκτιμητή κατεύθυνσης και αναγνώρισης ταυτότητας μη επανδρωμένων ιπτάμενων αντικειμένων (UAVs) σε πραγματικό χρόνο. Το προτεινόμενο σύστημα αποτελείται από εξαρτήματα υλικού πολύ χαμηλού κόστους, που περιλαμβάνουν την δυνατότητα εγκατάστασης δύο διαφορετικών συστοιχιών τριών ή έξι μικροφώνων, μη γραμμική ενίσχυση και φιλτράρισμα του αναλογικού ακουστικού σήματος, για την εξάλειψη του κορεσμού στα όρια της δυναμικής περιοχής για το αναλογικό σήμα σε περίπτωση που το UAV βρίσκεται κοντά στο μικρόφωνα.

Προηγμένες μέθοδοι επεξεργασίας σημάτων συστοιχιών αισθητήρων χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση και τον εντοπισμό των πηγών σήματος ευρείας ζώνης των UAV στο εγγύς και μακρινό πεδίο, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών βαθμονόμησης των συστοιχιών και εύρεσης της κατεύθυνσης του UAV βασισμένου στην ενέργεια του σήματος που καταγράφεται στα μικρόφωνα. Επιπλέον, υιοθετούνται τεχνικές υπερδειγματοληψίας για την αύξηση της ακρίβειας των

αποκτώμενων σημάτων και για τη μείωση του θορύβου κβαντισμού που εισάγει ο αναλογικός σε ψηφιακό μετατροπέα. Η αναγνώριση του UAV βασίζεται στον κανόνα του πλησιέστερου γείτονα της κανονικοποιημένης πυκνότητας ισχύος, συγκρινόμενη με την ακουστική υπογραφή του φάσματος γνωστών UAV σε σύντομα διαστήματα χρόνου. Για την υλοποίηση του συστήματος χρησιμοποιείται ο επεξεργαστής STM32F405R8 που έχει τα πλεονεκτήματα χαμηλού κόστους, χαμηλής κατανάλωσης ισχύος και υψηλής υπολογιστικής απόδοσης. Προκαταρκτικά πειραματικά αποτελέσματα έχουν δείξει την αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης προσέγγισης.