

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ / ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**Βαρδάκης Γεώργιος
Μεταπτυχιακός Φοιτητής**

**Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης
Επόπτης Μεταπτ. Εργασίας: Επικ. Καθηγητής, Ξ. Δημητρόπουλος**

**Τρίτη, 07/11/2017, 14:00
Αίθουσα B108, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης**

“ METAL - Σύστημα παρακολούθησης και εντοπισμού πολλαπλών πομπών”

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το πρόβλημα του εντοπισμού θέσης ανάγεται στην εύρεση των συντεταγμένων ενός κινητού στόχου σε έναν προκαθορισμένο χώρο. Οι εφαρμογές που αξιοποιούν τέτοιου είδους πληροφορία μπορούν να ποικίλουν, από δορυφορικά συστήματα πλοήγησης μέχρι συστήματα παρακολούθησης ασθενών σε νοσοκομεία και άλλους εσωτερικούς χώρους. Η εξάπλωση συσκευών που αξιοποιούν τουλάχιστον κάποια μορφή ασύρματης επικοινωνίας έχει ανοίξει το δρόμο προς όλο και περισσότερο ευέλικτα και αποδοτικά συστήματα εύρεσης θέσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα σήματα αυτών των συσκευών, τα οποία διαδίδονται ελεύθερα στον αέρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να εξαχθεί από αυτά η πληροφορία της θέσης του αποστολέα.

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζουμε το Multiple Emitter Tracking and Localization (METAL), ένα σύστημα εντοπισμού θέσης για εσωτερικούς χώρους. Το METAL μπορεί δυνητικά να εφαρμοστεί πάνω από ήδη υπάρχουσες υποδομές για τηλεπικοινωνιακά πρωτόκολλα. Χρησιμοποιεί μηχανισμούς και τεχνικές που είναι ευρέως εφαρμοσμένες

σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα, με σκοπό την εύρεση θέσης ενός στόχου με όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικό τρόπο.

Μια τέτοια τεχνική αποτελεί η Πολλαπλή Είσοδος Πολλαπλή Έξοδος (Multiple Input Multiple Output - MIMO). Τα συστήματα που χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη τεχνική επιστρατεύουν τη χρήση πολλαπλών κεραιών για λήψη και μετάδοση αντί για μία, με στόχο την αύξηση της χωρητικότητας του καναλιού ή τη βελτίωση του ληφθέντος σήματος. Το METAL εκμεταλλεύεται την τεχνολογία MIMO με σκοπό την εύρεση θέσης πολλαπλών πομπών, χρησιμοποιώντας μία συστοιχία κεραιών, πολλαπλές δηλαδή κεραιές οργανωμένες σε μία δομή.

Για το πρωτότυπο σύστημά μας χρησιμοποιήσαμε πομποδέκτες διαμορφούμενους από λογισμικό (Software Defined Radios - SDRs). Με τον όρο αυτόν αναφερόμαστε σε συστήματα των οποίων τα επιμέρους κυκλώματα τα οποία παραδοσιακά ήταν υλοποιημένα σε υλικό (hardware) πλέον υλοποιούνται σε λογισμικό (software). Η ευελιξία τέτοιων συστημάτων είναι τεράστια, καθώς μπορούν να προσαρμοστούν σε ένα πολύ μεγάλο εύρος τηλεπικοινωνιακών συχνοτήτων και να υλοποιήσουν οποιοδήποτε πρωτόκολλο επικοινωνίας. Αυτά τα πλεονεκτήματα έχουν φέρει μεγάλη δημοτικότητα στα SDRs τα τελευταία χρόνια, δίνοντας τη δυνατότητα σε συστήματα όπως το METAL να υλοποιηθούν και να εξεταστούν.

Σε αυτή τη δουλειά ερευνάμε τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της συνεργατικής χρήσης SDR και MIMO τεχνολογιών με σκοπό την εύρεση θέσης στόχων. Στην προσπάθειά μας να δημιουργήσουμε την κατάλληλη συστοιχία κεραιών για τις ανάγκες μας χρησιμοποιώντας πολλαπλές συσκευές SDR, καταφέρνουμε να επιλύσουμε το σημαντικό ζήτημα του συγχρονισμού των συσκευών του συστήματός μας. Αυτό το επιτυγχάνουμε εφαρμόζοντας μία ασύρματη, χαμηλού κόστους τεχνική που αξιοποιεί την ειδική σηματοσειρά long2 training sequence του πρωτοκόλλου IEEE 802.11, κάτι που μας επιτρέπει να συγχρονίσουμε έναν μεγάλο αριθμό συσκευών ταυτόχρονα. Επιπλέον, εξετάζουμε ποια δομή για τη συστοιχία κεραιών μας παρουσιάζει τις καλύτερες επιδόσεις σε εφαρμογές εύρεσης θέσης, συγκρίνοντας μερικές από τις πιο διαδεδομένες στη βιβλιογραφία δομές. Τέλος, ο αλγόριθμος εύρεσης θέσης παράλληλα με τους μηχανισμούς αντιμετώπισης των αποτελεσμάτων που έχει στο λαμβανόμενο σήμα η παρουσία πολλαπλών ανακλασμένων αντιγράφων του αρχικού σήματος, παρουσιάζονται. Δείχνουμε ότι το σύστημά μας υπερτερεί έναντι παρόμοιων λόγω του γεγονότος ότι μπορεί να εφαρμοστεί με ένα μεγάλο εύρος τηλεπικοινωνιακών πρωτοκόλλων, χωρίς να περιορίζεται μόνο σε ένα.

Bardakis Georgios
M.Sc. Thesis

Computer Science Department
University of Crete
Master's Thesis Supervisor: Assistant Professor, F. Dimitropoulos

Tuesday, 07/11/2017, 14:00
Room B108, Computer Science Dept., University of Crete

“METAL - Multiple Emitters Tracking And Localization system”

ABSTRACT

The concept of localization refers to the estimation of a target's position. Applications can range from geolocational services, to the tracking of patients' whereabouts inside a hospital. The spreading of devices utilizing at least some form of radio frequency communication, has opened the door to even more flexible and robust localization systems. This is due to the fact that their signals, traversing the air, can be used to infer the transmitter's position.

In this work we present Multiple Emitters Tracking And Localization (METAL), a localization system for estimating users' positions in indoor environments which can potentially be used alongside existing infrastructure for telecommunication protocols like IEEE 802.11. METAL utilizes mechanisms and technologies employed widely, in order to perform target position estimation efficiently, such as Multiple Input Multiple Output (MIMO). Systems employing this technique utilize multiple antennas for transmission and reception instead of one, with the purpose to increase the capacity of the communication channel or to improve reception. METAL exploits the MIMO technology in order to infer the position of a transmitter using an antenna array with multiple elements.

For proof of concept we employ our system utilizing Software Defined Radios (SDRs). By the term SDR we refer to systems on which components which were traditionally implemented in hardware, such as filters, modulators/demodulators are instead implemented in software. The flexibility of such systems is enormous since they can easily adapt to almost any communication protocol and any radio frequency. This trait has

brought great popularity to the SDR domain over the past years and has enabled systems like METAL to be much easier implemented and tested.

In our work we explore the benefits and drawbacks of combining SDR and MIMO technologies for localization purposes. In our quest for creating an antenna array using multiple SDR devices, we successfully combat the essential problem of time-synchronizing the receiving streams of the SDR devices of our system. This is done by employing an over-the-air, low-cost technique using the long training sequence of the IEEE 802.11 protocol, which is capable of synchronizing a large number of devices at the same time. Furthermore we examine the type of array that presents the best performance in localization scenarios by comparing some of the most widely used array geometries.

Finally, our localization algorithm, along with the mechanisms for dealing with multiple reflected signals, is presented. We demonstrate that our system is superior to similar ones, based on the fact that it can be used with a large number of telecommunication protocols, without being restricted to a single one.