

**ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

**ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2013/14**

**Επιβλέπων :** *Κώστας Μπερμπερίδης*

**Συνεπιβλέποντες:**

<i>Δημήτρης Αμπελιώτης</i>	<i>Μεταδιδακτορικός Ερευνητής</i>
<i>Χρήστος Μαυροκεφαλίδης</i>	<i>Μεταδιδακτορικός Ερευνητής</i>
<i>Χρήστος Τσίνο</i>	<i>Υποψήφιος Διδάκτορας</i>
<i>Βαγγέλης Βλάχος</i>	» »
<i>Σωτήρης Καραχοντζίτης</i>	» »
<i>Nikola Bogdanovic</i>	» »
<i>Γιάννης Τζελάτης</i>	» »

**ΔΙΑΔΙΚΑΣΤΙΚΑ:**

- Επεξηγήσεις για τα θέματα που ακολουθούν θα δίνονται από την Τετάρτη 30/10 έως τη Δευτέρα 11/11/2013, κατά τις ώρες 1μμ. - 2μμ. (ή και μετά από συνεννόηση).
- Όσοι φοιτητές ενδιαφέρονται για κάποιο (ή κάποια) από τα θέματα θα πρέπει έως τις 15/11/2013 να εκδηλώσουν το ενδιαφέρον τους με e-mail ([berberid@ceid.upatras.gr](mailto:berberid@ceid.upatras.gr)).
- Οι ενδιαφερόμενοι φοιτητές θα πρέπει επίσης να προσκομίσουν ηλεκτρονικό (κατά προτίμηση) ή έντυπο αντίγραφο της καρτέλας τους ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία της επιλογής.

***Θ Ε Μ Α Τ Α***

*(σε τυχαία σειρά)*

**ΘΕΜΑ 1: Συντονισμένη Μετάδοση από Πολλαπλά Σημεία σε Ετερογενή Δίκτυα (Coordinated Multipoint Transmission in Heterogeneous Networks)**

**Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Γ. Τζελάτης**

**Περίληπτική περιγραφή:**

Τα σημερινά κινητά δίκτυα βασίζονται κυρίως σε macrocells και χαρακτηρίζονται ως ομοιογενή, με την έννοια ότι όλοι οι Σταθμοί Βάσης ανήκουν στον ίδιο τύπο και την ίδια κατηγορία ισχύος. Αν και τα macrocells αποτελούν τη βάση ενός δικτύου κινητής επικοινωνίας, τα τελευταία χρόνια

σημαντικό ενδιαφέρον προσελκύουν τα ετερογενή δίκτυα (Heterogeneous Networks - HetNets) ως μέσο επίτευξης πολύ υψηλών ταχυτήτων δεδομένων για επικοινωνίες εντός κατοικίας ή μέσα σε ένα εταιρικό περιβάλλον. Σε ένα ετερογενές δίκτυο, μικροί χαμηλού κόστους σταθμοί βάσης τοποθετούνται εντός της εμβέλειας ενός συμβατικού macrocell .

Επιπλέον, τεχνικές συντονισμένης μετάδοσης από πολλαπλά σημεία (Coordinated Multipoint Transmission - CoMP ) έχουν γίνει αντικείμενο συστηματικής έρευνας για τα ετερογενή δίκτυα ( HetNets ). Οι τεχνικές CoMP χρησιμοποιούν πολλαπλές κεραιές εκπομπής και λήψης από πολλαπλές τοποθεσίες και κεραιές, οι οποίες μπορεί να ανήκουν στον ίδιο σταθμό βάσης ή σε διαφορετικές σταθμούς. Σκοπός είναι να ενισχυθεί η ποιότητα του λαμβανόμενου σήματος και να μειωθεί η λαμβανόμενη παρεμβολή.

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνηθούν διαφορετικές τεχνικές CoMP. Ειδικότερα, τα ακόλουθα σημεία θα καλυφθούν :

- Ανάπτυξη προσομοιωτή ενός OFDMA κινητού δικτύου σε Matlab
- Ανάπτυξη CoMP αλγορίθμων για μετάδοση από σταθμό βάσης προς πολλαπλούς χρήστες
  - a. Dynamic point blanking
  - b. Dynamic point switching
  - c. Joint transmission
- Διερεύνηση των τεχνικών με περιορισμούς της χωρητικότητας του backhaul δικτύου
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων

Επιπλέον, αν το επιτρέπει ο χρόνος

- Ανάπτυξη CoMP αλγορίθμων για μετάδοση από πολλαπλούς χρήστες προς σταθμό βάσης.

#### **Ενδεικτική Βιβλιογραφία:**

- [1] Daewon Lee; Hanbyul Seo; Clerckx, B.; Hardouin, E.; Mazzaresse, D.; Nagata, S.; Sayana, K., "Coordinated multipoint transmission and reception in LTE-advanced: deployment scenarios and operational challenges," *Communications Magazine, IEEE* , vol.50, no.2, pp.148,155, February 2012
- [2] Juho Lee; Younsun Kim; Hyojin Lee; Boon Loong Ng; Mazzaresse, D.; Jianghua Liu; Weimin Xiao; Yongxing Zhou, "Coordinated multipoint transmission and reception in LTE-Advanced systems," *Communications Magazine, IEEE* , vol.50, no.11, pp.44,50, November 2012
- [3] Madan, R.; Borran, J.; Sampath, Ashwin; Bhushan, N.; Khandekar, A.; Tingfang Ji, "Cell Association and Interference Coordination in Heterogeneous LTE-A Cellular Networks," *Selected Areas in Communications, IEEE Journal on* , vol.28, no.9, pp.1479,1489, December 2010.

## **ΘΕΜΑ 2: Τεχνικές μετάδοσης σε συστήματα πολλών κεραιών που εξασφαλίζουν ασφάλεια στο φυσικό επίπεδο**

**Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Σ. Καραχοντζίτης**

### **Περίληπτική περιγραφή:**

Τελευταία, μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα σχεδιαστική πρόκληση στο φυσικό επίπεδο των ασύρματων συστημάτων επικοινωνιών είναι η χρήση κατάλληλων τεχνικών επεξεργασίας σήματος και κωδικοποίησης, ώστε να επιτυγχάνεται ασφάλεια της επικοινωνίας στο φυσικό επίπεδο (physical layer security) [1]. Παραδοσιακά, η ασφάλεια της επικοινωνίας εξασφαλίζεται σε ανώτερα επίπεδα του μοντέλου OSI, όπως το επίπεδο εφαρμογής. Ωστόσο, η ασφάλεια στο φυσικό επίπεδο έχει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα: χαρακτηρίζεται από μειωμένη σχεδιαστική πολυπλοκότητα και είναι ανεξάρτητη από την ικανότητα υποκλοπής και επεξεργασίας του υποκλοπέα.

Στο κλασικότερο σενάριο ασφάλειας στο φυσικό επίπεδο, ο πομπός προσπαθεί να προετοιμάσει ένα ασφαλές μήνυμα για το δέκτη γνωρίζοντας μονάχα ότι στο χώρο υπάρχει ένα παθητικός υποκλοπέας (*passive eavesdropper*), ο οποίος μπορεί να ακούσει οτιδήποτε μεταδίδεται. Μια συνήθης στρατηγική στην περίπτωση αυτή είναι η δημιουργία τεχνητού θορύβου (*jamming*)

στον υποκλοπέα με τρόπο που αυτός δε γίνεται αντιληπτός από το δέκτη [2]. Το πρόβλημα αρχίζει και γίνεται περισσότερο ενδιαφέρον όταν εξετάζεται κάτω από διαφορετικές τοπολογίες όπου συνδυάζονται επιπλέον τεχνολογίες/τεχνικές μετάδοσης του φυσικού επιπέδου, όπως η χωρική πολύπλεξη χρηστών (*SDMA processing*), η συνεργατική επικοινωνία (*cooperative communication*), η χρήση αναμεταδοτών (*relays*) κ.α. [3], [4].

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα μελετηθούν τεχνικές που εξασφαλίζουν ασφάλεια στο φυσικό επίπεδο. Το ενδιαφέρον θα επικεντρωθεί στη μελέτη αλγορίθμων ανίχνευσης (*detection*) με χρήση τεχνικών MIMO κάτω από διαφορετικά σενάρια συνεργασίας και διαφορετικές υποθέσεις γνώσης των ασύρματων καναλιών. Για συγκεκριμένα σενάρια επικοινωνίας θα προσδιοριστεί και θα συγκριθεί η απόδοση συγκεκριμένων τεχνικών. Τα συμπεράσματα θα συνοδευτούν από προσομοιώσεις και αποτελέσματα σε περιβάλλον εργασίας MATLAB ή/και C++.

*Συνιστώμενες γνώσεις:* Γραμμική Άλγεβρα, Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος, Ψηφιακές Τηλεπικοινωνίες, Ασύρματες & Κινητές Επικοινωνίες, Θεωρία βελτιστοποίησης.

#### **Ενδεικτική Βιβλιογραφία:**

- [1] Yi-Sheng Shiu et. al, "Physical layer security in wireless networks: a tutorial," IEEE Wireless Communications, vol. 18 no. 2, pp. 66-74, April 2011.
- [2] S. Goel and R. Negi, "Guaranteeing secrecy using artificial noise," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 7, no. 6, pp.2180-2189, June 2008.
- [3] S. Luo, J. Li, and A. Petropulu, "Uncoordinated cooperative jamming for secrecy communications," IEEE Transactions on Information Forensics & Security, vol. 8, no. 7, pp. 1081-1090, 2013.
- [4] H.M. Wang, Q. Yin, and X. Xiang-Gen, "Distributed Beamforming for Physical-Layer security of two-way relay networks," IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 60, no. 7, pp. 3532-3545, July 2012.

### **ΘΕΜΑ 3: Συνδυαστική επεξεργασία οπτικών και υπέρυθρων εικόνων**

**Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Χ. Μαυροκεφαλίδης**

#### **Περίληπτική περιγραφή:**

Τα αντικείμενα μιας φυσικής σκηνής μπορούν να αποτυπωθούν σε μια φωτογραφία μέσω μια συμβατικής φωτογραφικής μηχανής η οποία αποτυπώνει το φως που ανακλάται από τα αντικείμενα αυτά. Ωστόσο, τα φυσικά αντικείμενα εκπέμπουν επιπρόσθετες πληροφορίες αν μετακινηθούμε από το οπτικό φάσμα στο υπέρυθρο οπότε και λαμβάνει χώρα η λήψη θερμικών/υπέρυθρων εικόνων από αντίστοιχες θερμικές κάμερες. Αυτό καθίσταται δυνατόν μιας και όλα τα φυσικά αντικείμενα εκπέμπουν υπέρυθρη ακτινοβολία, η ένταση της οποίας είναι ανάλογη της θερμοκρασίας των εν λόγω αντικειμένων. Οι εικόνες αυτές έχουν την δυνατότητα να αποτυπώσουν ένα αντικείμενο και να αποκαλύψουν χαρακτηριστικά του που δεν είναι ορατά σε μια κλασική φωτογραφία.

Υπάρχουν διάφορες εφαρμογές που εκμεταλλεύονται τις υπέρυθρες εικόνες μεταξύ των οποίων ο ενεργειακός έλεγχος κτιρίων. Με αυτές τις εικόνες είναι δυνατόν να διαπιστωθούν δομικά προβλήματα (όπως μόνωσης και θερμικών γεφυρών) και ενεργειακές απώλειες (π.χ. μέσω παραθύρων). Ωστόσο, ένα βασικό τους πρόβλημα είναι η χαμηλή ανάλυσή τους και η απουσία πληροφορίας υψής που συνδέεται με τις διάφορες επιφάνειες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο εντοπισμός και καθορισμός της σοβαρότητας ενός προβλήματος να είναι ιδιαίτερα δύσκολες διαδικασίες ως προς την αυτοματοποίησή τους.

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να μελετηθεί το πρόβλημα του εντοπισμού και καθορισμού της σοβαρότητας ενεργειακών προβλημάτων σε διάφορες επιφάνειες ενός κτιρίου συνδυάζοντας τα δεδομένα που λαμβάνονται τόσο μέσω υπέρυθρων όσο και οπτικών εικόνων των υπο εξέταση επιφανειών. Συγκεκριμένα, θα μελετηθεί η τρέχουσα βιβλιογραφία και οι

<p>τεχνικές που προτείνονται, θα υλοποιηθούν και αξιολογηθούν κάποιες από αυτές για την καλύτερη κατανόησή τους και την ανάπτυξη βελτιώσεών τους. Τέλος, στα πλαίσια της εργασίας υπάρχει η δυνατότητα χρήσης μιας υπέρυθρης κάμερας που διαθέτει το εργαστήριο και λήψη/μελέτη πραγματικών φυσικών σκηνών.</p>
<p><b>Ενδεικτική Βιβλιογραφία:</b></p> <p>[1] X. R. V. Maldague, Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing, John Wiley &amp; Sons, 2001.</p> <p>[2] H. Kaplan, Practical applications of infrared thermal sensing and imaging equipment, 3<sup>rd</sup> Edition, SPIE Press, 2007</p> <p>[3] C. A. Balaras and A. A. Argiriou, Infrared thermography for building diagnostics, Energy and Buildings, 34 (2002), pp. 171-183</p>

<p><b>ΘΕΜΑ 4: Υλοποίηση καταναμημένων αλγορίθμων εκτίμησης παραμέτρων σε κόμβους αισθητήρες</b></p>
<p><b>Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Δ. Αμπελιώτης</b></p>
<p><b>Περιληπτική περιγραφή:</b></p> <p>Ένα ασύρματο δίκτυο κόμβων αισθητήρων αποτελείται από ένα πλήθος από συσκευές με δυνατότητες ασύρματης επικοινωνίας, επεξεργασίας καθώς και μέτρησης ορισμένων φυσικών μεγεθών χρησιμοποιώντας κατάλληλες διατάξεις «αίσθησης». Σε πολλές εφαρμογές στην πράξη, ενδιαφέρον παρουσιάζει η εκτίμηση ορισμένων παραμέτρων των σημάτων τα οποία μετρούν οι κόμβοι από τους αισθητήρες τους. Σε ένα τέτοιο σενάριο, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση ενός καταναμημένου αλγορίθμου εκτίμησης των παραμέτρων που μας ενδιαφέρουν, ακριβώς επειδή δεν απαιτείται η μεταφορά των μετρήσεων των κόμβων σε ένα κεντρικό υπολογιστή.</p> <p>Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η μελέτη της βιβλιογραφίας των καταναμημένων αλγορίθμων εκτίμησης παραμέτρων, με έμφαση στους αλγορίθμους τύπου Gossip και εκείνους που κάνουν χρήση της τεχνικής ADMoM (Alternating Direction Method of Multipliers). Στη συνέχεια, θα πρέπει να γίνει υλοποίηση ορισμένων τεχνικών χρησιμοποιώντας κόμβους που τρέχουν το λειτουργικό σύστημα tinyOS και προγραμματίζονται στη γλώσσα nesC (network embedded systems C).</p>
<p><b>Ενδεικτική βιβλιογραφία:</b></p> <p>[1] L. Xiao and S. Boyd, "Fast linear iteration for distributed averaging", <i>Syst. Control Lett.</i>, vol. 53, pp.65 -78 2004.</p> <p>[2] Schizas, I.D.; Ribeiro, A.; Giannakis, G.B., "Consensus in Ad Hoc WSNs With Noisy Links—Part I: Distributed Estimation of Deterministic Signals," <i>Signal Processing, IEEE Transactions on</i> , vol.56, no.1, pp.350,364, Jan. 2008</p>

<p><b>ΘΕΜΑ 5: Προσαρμοστικά φίλτρα με χρήση αλγορίθμων προβολών σε κυρτά σύνολα</b></p>
<p><b>Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Δ. Αμπελιώτης</b></p>
<p><b>Περιληπτική περιγραφή:</b></p> <p>Το πρόβλημα του προσαρμοστικού φιλτραρίσματος (adaptive filtering) συνίσταται στην εκτίμηση των παραμέτρων ενός μοντέλου συμπεριφοράς ενός άγνωστου – και πιθανώς χρονικά μεταβαλλόμενου – συστήματος για το οποίο έχουμε στη διάθεσή μας την είσοδο και την έξοδό του. Παρουσιάζει πολλές σύγχρονες εφαρμογές όπως για παράδειγμα στην ισοστάθμιση ενός</p>

τηλεπικοινωνιακού καναλιού ή στην ακύρωση ηχούς.

Από την άλλη πλευρά, το ενδιαφέρον για τεχνικές εκτίμησης που χρησιμοποιούν τη θεωρία συνόλων (set theoretic estimation) έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Μάλιστα, έχουν ήδη προταθεί αρκετοί προσαρμοστικοί αλγόριθμοι οι οποίοι εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή. Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η μελέτη των αλγορίθμων αυτών, των χαρακτηριστικών σύγκλισης και της υπολογιστικής τους πολυπλοκότητας, καθώς και η σύγκρισή τους με περισσότερο "κλασικούς" προσαρμοστικούς αλγορίθμους όπως τον LMS, Normalized LMS και RLS.

#### **Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

[1] L. Rey Vega, S. Tressens and H. Rey, "Adaptive filtering using projection onto convex sets", Lat. Am. appl. res. v.36 n.2 Bahía Blanca abr./jun. 2006

[2] Yamada, I.; Slavakis, K.; Yamada, K., "An efficient robust adaptive filtering algorithm based on parallel subgradient projection techniques," Signal Processing, IEEE Transactions on , vol.50, no.5, pp.1091,1101, May 2002

### **ΘΕΜΑ 6: Συστήματα διασύνδεσης Εγκεφάλου με Υπολογιστή**

**Επίβλεψη:** Κ. Μπερμπερίδης, Χ. Μαυροκεφαλίδης

#### **Περίληπτική περιγραφή:**

Τα συστήματα διασύνδεσης Εγκεφάλου-με-Υπολογιστή (Brain Computer Interface - BCI) προσφέρουν την δυνατότητα επεξεργασίας και ανάλυσης εγκεφαλικών σημάτων. Στο σχετικά πρόσφατο παρελθόν, τα συστήματα BCI αποτελούνταν από πολύπλοκα συστήματα υψηλού κόστους και απαιτούσαν ειδικό προσωπικό για τον χειρισμό τους. Σήμερα, με τον πρόοδο της τεχνολογίας είναι διαθέσιμα στο εμπόριο συστήματα BCI χαμηλού κόστους τα οποία μπορούν να συνδεθούν σε κοινούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Το Εργαστήριο μας διαθέτει τέτοιον εξοπλισμό και συγκεκριμένα ένα Research Edition BCI της εταιρίας Emotiv EPOC και έχει ήδη χρησιμοποιηθεί κατά την εκπόνηση διπλωματικών εργασιών.

Υπάρχουν διάφορα ενδιαφέροντα προβλήματα που θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν στο πλαίσιο διπλωματικής εργασίας σε BCI. Κάποια ενδεικτικά προβλήματα είναι τα εξής:

1. Ανίχνευση του Σήματος P300 σε Εγκεφαλογράφημα: Ένα μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας που σχετίζεται με συστήματα BCI, ασχολείται με την ανίχνευση του λεγόμενου σήματος P300. Το σήμα P300 δημιουργείται με την πρόκληση κάποιου μη συχνού και μη προσδοκώμενου ερεθίσματος στο υποκείμενο δοκιμής. Για παράδειγμα, μια κλασική μέθοδος είναι να ζητήσουμε από ένα άτομο να σκεφτεί κάποιο χαρακτήρα του αλφαβήτου το οποίο στην συνέχεια θα πρέπει να εντοπίσει σε μια σειρά από εικόνες που θα προβληθούν. Λόγω αυτής της ιδιότητας, το εν λόγω σήμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μη πληθώρα εφαρμογών, όπως συστήματα υποβοήθησης ανθρώπων με ειδικές ανάγκες, εγκεφαλικούς κειμενογράφους κτλ. Η αποδοτική ανίχνευση του σήματος P300 είναι ακόμη ένα ανοικτό πεδίο έρευνας δεδομένου ότι τα εγκεφαλικά σήματα είναι αλλοιωμένα από ισχυρό θόρυβο. Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής θα μελετηθούν και θα αξιολογηθούν διάφορες τεχνικές ανίχνευσης του σήματος P300 στο πλαίσιο κατάλληλης εφαρμογής (π.χ. υπαγόρευση κειμένου με απευθείας επικοινωνία εγκεφάλου-υπολογιστή).
2. Ανάλυση Εγκεφαλικών Σημάτων που σχετίζονται με Εικονικές Κινήσεις Άκρων: Η χωρο-χρονική μορφή των εγκεφαλικών σημάτων μπορεί να σχετιστεί με κινήσεις (εικονικές ή

πραγματικές) των άκρων του υποκειμένου. Η προηγούμενη παρατήρηση χρησιμοποιείται σε ερευνητικές μελέτες που ασχολούνται με τον χειρισμό μηχανικών άκρων από παραπληγικά άτομα. Η ορθή ανάλυση των σημάτων που σχετίζονται με τις εικονικές κινήσεις αποτελεί βασικό στοιχείο για την επιτυχία των σχετικών μεθόδων. Στη πρόσφατη βιβλιογραφία έχουν προταθεί τεχνικές για την ανάλυση των εγκεφαλικών σημάτων που σχετίζονται με την κίνηση ενός κέρσορα από τα δεξιά στα αριστερά και αντιστρόφως. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν προσαρμοστικά μοντέλα αυτοπαλινδρόμησης, νευρωνικά δίκτυα κ.α. Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι η μελέτη και αξιολόγηση των τεχνικών αυτών στο πλαίσιο επιλεγμένης εφαρμογής (π.χ. πλοήγηση).

#### **Ενδεικτική Βιβλιογραφία:**

[1] <http://www.emotiv.com/apps/sdkhome.php>

[2] S. Cososchi, R. Stungaru, A Unureanu and M. Ungureanu, “ EEG Features Extraction for Motor Imagery,” *Proc. 28th IEEE EMBS Annual Intl. Conf.* , USA, 2006, pp 1142 - 1145.

[3] Bashashati, M. Fatourech, R. K. Ward, and G. E. Birch, “A survey of signal processing algorithms in brain-computer interfaces based on electrical brain signals,” *Journal of Neural Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. R32–R57, 2007.

[4] G. Pfurtscheller, C. Neuper, A. Schlogl and K Lugger, “Separability of EEG Signals recorded During right and Left Motor Imagery using Adaptive Autoregressive Parameters”, *IEEE Trans. Rehabilitation Engineering*, Vol.6, No.3, Sep 1998 , pp 316 – 325.

[5] G. Pfurtscheller and C. Neuper, “Motor Imagery and Direct Brain-Computer Communication,” *Proceedings of the IEEE*, Vol. 89, No.7, July 2001, pp 1123-1134.

[6] Paul Sajda, Klaus R. Muller, Krishna V. Shenoy, “Brain Computer Interfaces”, *IEEE Signal Processing Magazine*, No. 16, January, 2008.

#### **Θέμα 7: Εκτίμηση της βέλτιστης θέσης των μη μηδενικών όρων σε αραιούς ισοσταθμιστές**

**Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Ε. Βλάχος**

#### **Περίληπτική περιγραφή:**

Στον δέκτη ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος, η χρήση του ισοσταθμιστή είναι απαραίτητη προκειμένου να αναιρεθεί η επίδραση του καναλιού. Η βέλτιστη απόδοση είναι γνωστό ότι επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός ομοιόμορφου (μη αραιού) ισοσταθμιστή με άπειρο πλήθος όρων. Όταν όμως, για λόγους χαμηλής πολυπλοκότητας, το πλήθος των όρων του ισοσταθμιστή περιορίζεται σε έναν πεπερασμένο αριθμό, τότε η απόδοσή του μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση ενός μη ομοιόμορφου (αραιού) ισοσταθμιστή.

Η εύρεση της βέλτιστης θέσης των μη μηδενικών όρων σε αραιούς ισοσταθμιστές καταλήγει σε ένα σύνολο μη γραμμικών εξισώσεων [1], οι οποίες μπορούν να λυθούν μόνο με προσεγγιστικές αριθμητικές μεθόδους και με υψηλό υπολογιστικό κόστος. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, έχει προταθεί στη βιβλιογραφία ένα σύνολο από προσεγγιστικές μεθόδους, οι οποίες συνήθως βασίζονται σε ευρετικούς αλγορίθμους [2][3].

Σε αυτήν την εργασία, αφού μελετηθεί η τρέχουσα βιβλιογραφία, καλείστε να μελετήσετε τις βέλτιστες μεθόδους καθώς και να υλοποιήσετε συγκεκριμένες ευρετικές τεχνικές εκτίμησης αραιών ισοσταθμιστών. Οι τεχνικές αυτές θα πρέπει να αξιολογηθούν ως προς την εύρεση των βέλτιστων θέσεων, αλλά και ως προς την απόδοσή τους σε σχέση με τους μη αραιούς ισοσταθμιστές.

**Ενδεικτική Βιβλιογραφία:**

- [1] Inkyu Lee, "Optimization of tap spacings for the tapped delay line decision feedback equalizer," Communications Letters, IEEE , vol.5, no.10, pp.429,431, Oct. 2001
- [2] S.F. Cotter, K. Kreutz-Delgado, B.D. Rao, Backward sequential elimination for sparse vector subset selection, Signal Processing, Volume 81, Issue 9, September 2001, Pages 1849-1864
- [3] Kutz, G.; Raphaeli, Dan, "Determination of Tap Positions for Sparse Equalizers," Communications, IEEE Transactions on , vol.55, no.9, pp.1712,1724, Sept. 2007

**ΘΕΜΑ 8: Υλοποίηση ενός ψηφιακού τηλεπικοινωνιακού συστήματος ακουστικών επικοινωνιών****Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Δ. Αμπελιώτης****Περίληπτική περιγραφή:**

Η υλοποίηση ενός πραγματικού τηλεπικοινωνιακού συστήματος περιλαμβάνει ένα πλήθος τεχνικών λεπτομερειών τις οποίες συχνά παραβλέπουμε (ή θεωρούμε πως έχουν αντιμετωπιστεί με κάποια κατάλληλη μέθοδο) όταν εξομοιώνουμε το σύστημα αυτό χρησιμοποιώντας κάποιο περιβάλλον επίλυσης προβλημάτων, όπως είναι για παράδειγμα το Matlab. Ως ένα τέτοιο παράδειγμα, μπορούμε να αναφέρουμε τα προβλήματα συγχρονισμού τα οποία υπάρχουν σε ένα πραγματικό σύστημα και τα οποία συνήθως παραβλέπουμε όταν ενδιαφερόμαστε να αξιολογήσουμε, μέσω προσομοίωσης, την απόδοση κάποιου άλλου υποσυστήματος του τηλεπικοινωνιακού συστήματος.

Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας είναι η υλοποίηση ενός πραγματικού συστήματος ψηφιακής επικοινωνίας, όπου - για πρακτικούς λόγους - θα χρησιμοποιηθούν ακουστικά σήματα τα οποία ο πομπός θα στέλνει μέσω των ηχείων που είναι συνδεδεμένα στην κάρτα ήχου ενός προσωπικού υπολογιστή και ο δέκτης θα λαμβάνει μέσω ενός μικροφώνου το οποίο θα είναι συνδεδεμένο στην κάρτα ήχου ενός άλλου προσωπικού υπολογιστή. Η επικοινωνία πομπού - δέκτη θα είναι half-duplex. Έτσι, η υλοποίηση που θα γίνει θα πρέπει να λάβει υπόψη της όλα τα πρακτικά ζητήματα τα οποία αναφέραμε και τα οποία συνήθως παραβλέπονται. Οι λεπτομέρειες του συστήματος που θα υλοποιηθεί (π.χ. λειτουργικό σύστημα, γλώσσα προγραμματισμού κ.λ.π.) θα αποφασιστούν σε συνεργασία με το φοιτητή που θα αναλάβει τη Διπλωματική Εργασία.

**Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

- [1] J. Proakis & M. Salehi, *Συστήματα Τηλεπικοινωνιών*, Prentice Hall, Ελληνική Έκδοση - ΕΚΠΑ, 2002.

**Θέμα 9: Επεξεργασία Πολυφασματικών Εικόνων με Τεχνικές Αραιής Αναπαράστασης****Συνεπίβλεψη: Κώστας Μπερμπερίδης, Βαγγέλης Βλάχος****Περίληπτική περιγραφή:**

Τα συστήματα πολυφασματικής απεικόνισης είναι μια δυναμικά αναπτυσσόμενη τεχνολογία με πολλές εφαρμογές (π.χ. τηλεπισκόπηση, ιατρική, περιβάλλον κλπ). Με τις νέες τεχνολογίες δυναμικής φασματικής απεικόνισης καταγράφονται τα οπτικά χαρακτηριστικά του υποκειμένου (π.χ. ιστού), όπως ανάκλαση, φθορισμός κλπ, ως συνάρτηση της χωρικής θέσης, του μήκους κύματος (εντός και εκτός του ορατού φάσματος) και του χρόνου. Με άλλα λόγια γίνεται δυνατή η λήψη εικόνων σε πολλαπλές στενές φασματικές και χρονικές περιοχές, ή η καταγραφή των μεταβολών οπτικών χαρακτηριστικών ως συνάρτηση του μήκους κύματος ή/και του χρόνου σε κάθε εικονοστοιχείο. Τελικά κάθε εικονοστοιχείο αναπαρίσταται από ένα χρονικά μεταβαλλόμενο διάνυσμα τα στοιχεία του οποίου είναι οι εντάσεις στα διάφορα μήκη κύματος. Με την ανάπτυξη

των πολυδύναμων αυτών απεικονιστικών συστημάτων εισάγονται νέα δεδομένα στην κλασματοποίηση και στην κατηγοριοποίηση χαρακτηριστικών των εικόνων αφού πλέον οι τελευταίες βασίζονται σε «πολυδιάστατους» (φασματικούς υπερκύβους) και όχι σε τρισδιάστατους χρωματικούς χώρους (RGB, HIS).

Με δεδομένο ότι τα φάσματα σχετίζονται πολύ περισσότερο, απ' ότι τα χρώματα, με τη χημική σύνθεση και δομή του υλικού, η τεχνολογία φασματικής δυναμικής απεικόνισης σε συνδυασμό με νέους αλγορίθμους φασματικής κλασματοποίησης και κατηγοριοποίησης οδηγεί στην ανάπτυξη πολλά υποσχόμενων τεχνολογιών χημικής, μοριακής απεικόνισης και βιοφωτονικής.

Μια παράλληλη (και γενικότερη) πρόσφατη εξέλιξη αφορά μία νέα θεωρία (και τεχνολογία) που ονομάζεται compressed sensing (ή sampling) (CS). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή ένα αναλογικό σήμα μπορεί να δειγματοληπτηθεί με έναν πολύ μικρότερο αριθμό από δείγματα σε σχέση με αυτό που προβλέπεται από το θεώρημα δειγματοληψίας των Shannon/Nyquist. Η θεωρία CS βασίζεται στη δυνατότητα αραιής περιγραφής ορισμένων σημάτων σε κάποια βάση, κάτι που σημαίνει ότι η πληροφορία που περιέχει το σήμα είναι πολύ μικρότερη από το εύρος ζώνης που καταλαμβάνει. Δίνεται επομένως η δυνατότητα να επεξεργαστούμε και να ανακατασκευάσουμε ένα σήμα χρησιμοποιώντας έναν μικρό αριθμό δειγμάτων. Ως εκ τούτου με το ίδιο υπολογιστικό κόστος μπορούμε να επεξεργαστούμε έναν μεγαλύτερο όγκο δεδομένων.

Η επεξεργασία υπερφασματικών κύβων (που λαμβάνονται από πολυφασματικά συστήματα) είναι ένα πεδίο στο οποίο η εφαρμογή της θεωρίας του CS θα μπορούσε να βελτιώσει τις υπάρχουσες μεθόδους. Η χρήση τεχνικών CS μπορεί να προσφέρει χαμηλότερους χρόνους σάρωσης και υψηλότερη ανάλυση.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, θα μελετηθεί η τρέχουσα βιβλιογραφία σχετικά με το CS αλλά και σχετικά με την πολυφασματική απεικόνιση και τις ιδιαιτερότητές της. Στη συνέχεια θα υλοποιηθούν μέθοδοι που θα εφαρμόζουν τη θεωρία του CS σε ακολουθίες πραγματικών πολυφασματικών εικόνων. Οι πραγματικές εικόνες (και σχετική συμβουλευτική υποστήριξη) θα διατεθούν από συνεργαζόμενο Εργαστήριο που είναι πρωτοπόρο στην ανάπτυξη νέων συστημάτων πολυφασματικής απεικόνισης.

#### **Ενδεικτική Βιβλιογραφία:**

- [1] Mark A. Davenport et al, "Introduction to Compressed. Sensing". <http://www-stat.stanford.edu/~markad/publications/ddek-chapter1-2011.pdf>
- [2] Emmanuel J. Candès and Michael B. Wakin, "An Introduction To. Compressive Sampling", IEEE Signal Processing Magazine, March 2008.
- [3] M. Elad, M. Aharon, "Image denoising via sparse and redundant representations over learned dictionaries", IEEE Transactions on Image Processing, VOL. 15, NO. 12, DECEMBER 2006.
- [4] Justin Romberg, "Imaging via Compressive Sampling", IEEE Signal Processing Magazine, March 2008.
- [5] Joel A. Tropp and Stephen J. Wright, "Computational Methods for Sparse Solution of Linear Inverse Problems", Proceedings of the IEEE | Vol. 98, No. 6, June 2010.

### **ΘΕΜΑ 10: Εντοπισμός και Παρακολούθηση Θέσης από Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων**

**Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Α. Αμπελιώτης**

#### **Περίληπτική περιγραφή:**

Ο εντοπισμός και η παρακολούθηση της θέσης ενός αντικειμένου αποτελεί μια πολύ ενδιαφέρουσα εφαρμογή της τεχνολογίας, με εφαρμογές οι οποίες εκτείνονται από τον τομέα της ασφάλειας έως τους τομείς του αυτοματισμού εργοστασίων και της υγείας (π.χ. παρακολούθηση ασθενών στην καθημερινή τους ζωή). Ωστόσο, οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει το πρόβλημα του εντοπισμού θέσης, ειδικά σε συνθήκες εσωτερικού χώρου, απαιτούν μια πολύ προσεκτική προσέγγιση και



απαιτούν λύσεις ειδικά σχεδιασμένες για κάθε διαφορετικό χώρο.

Ανάμεσα στις διάφορες τεχνικές που έχουν προταθεί στη σύγχρονη βιβλιογραφία, ο εντοπισμός θέσης που βασίζεται στο “αποτύπωμα θέσης” (location fingerprinting) παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς είναι μια από τις λίγες τεχνικές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εσωτερικούς χώρους [1]. Ωστόσο, βασικό μειονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι το γεγονός ότι απαιτείται μια φάση “εκμάθησης”, κατά την οποία συλλέγονται δεδομένα προκειμένου το σύστημα να συσχετίσει τις διάφορες θέσεις στις οποίες μπορεί να βρίσκεται ένας κόμβος με τις μετρήσεις τις οποίες λαμβάνουμε στους υπόλοιπους κόμβους.

Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας είναι η υλοποίηση ενός συστήματος εντοπισμού της θέσης ενός κόμβου αισθητήρα, χρησιμοποιώντας μετρήσεις ενέργειας (RSSI) από ένα σύνολο αισθητήρων οι οποίοι και θα επικοινωνούν ασύρματα με ένα προσωπικό υπολογιστή, στον οποίο θα εκτελείται και ο αλγόριθμος εντοπισμού θέσης. Η προτεινόμενη τεχνολογία υλοποίησης της εφαρμογής είναι η πλατφόρμα των κόμβων αισθητήρων MicaZ της εταιρίας Crossbow.

#### **Ενδεικτική Βιβλιογραφία:**

[1] Hui Liu; Darabi, H.; Banerjee, P.; Jing Liu; , "Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems," *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on* , vol.37, no.6, pp.1067-1080, Nov. 2007.

### **ΘΕΜΑ 11: Κατανεμημένη Προσαρμοστική Εκτίμηση Παραμέτρων σε Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων**

**Επίβλεψη: Κώστας Μπερμπερίδης, Nikola Bogdanović**

#### **Περίληπτική περιγραφή:**

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων προσελκύουν ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον της επιστημονικής και τεχνολογικής κοινότητας ακριβώς επειδή οι εφαρμογές στις οποίες είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν θα μπορούσαν να επιφέρουν επανάσταση τόσο στην οικονομία όσο και στο σύγχρονο τρόπο ζωής. Το εύρος των εφαρμογών αυτών εκτείνεται από την παρακολούθηση περιβαλλοντικών δεδομένων (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, ρυπαντές) και την κατασκευαστική βιομηχανία, έως την παρακολούθηση των περιουσιακών στοιχείων μιας εταιρίας (π.χ. εταιρίες μεταφορών) και τον έλεγχο της υγείας ευπαθών ομάδων πληθυσμού δίχως να χρειάζεται η μεταφορά τους σε κάποιο νοσοκομείο.

Ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η λειτουργία ενός δικτύου αισθητήρων απαιτεί τη συνεργασία διαφόρων επιστημονικών κλάδων. Η επεξεργασία σημάτων, ο σχεδιασμός ενσωματωμένων συστημάτων, η ανάπτυξη κατανεμημένων αλγορίθμων, τα δίκτυα και τα πρωτόκολλα αποτελούν μερικούς μόνο από τους τομείς οι οποίοι θα πρέπει να εργαστούν σε αγαστή σύμπνοια προκειμένου να αναπτυχθεί ένα δίκτυο αισθητήρων. Επιπρόσθετα, τα δίκτυα αισθητήρων συνήθως καλούνται να λειτουργήσουν σε αρκετά περιοριστικές συνθήκες όπου κάθε κόμβος του δικτύου βασίζεται στην ισχύ της μπαταρίας του τόσο για να καταγράψει τα δεδομένα των αισθητήρων του, όσο και για να τα επεξεργαστεί και να τα αποστείλει ασύρματα σε κάποιο άλλο σημείο του δικτύου.

Οι Κατανεμημένοι Προσαρμοστικοί Αλγόριθμοι (Distributed Adaptive Algorithms) στοχεύουν στην κατανεμημένη εκτίμηση κάποιων χρονικά μεταβαλλόμενων παραμέτρων ενδιαφέροντος από ένα σύνολο κόμβων. Η αποτελεσματικότητα της συνεργασίας τους εξαρτάται

και από τον συγκεκριμένο τρόπο με τον οποίο αυτή πραγματοποιείται. Δυο βασικοί τρόποι συνεργασίας είναι οι: a) incremental cooperation, b) diffusion cooperation.

Στο πλαίσιο της εργασίας θα μελετηθούν οι παραπάνω τρόποι συνεργασίας και στη συνέχεια θα υλοποιηθούν και θα αξιολογηθούν για διάφορα σενάρια που εμφανίζονται στις εφαρμογές. Ένα ακόμη αποτέλεσμα της εργασίας θα μπορούσε να είναι η σύγκριση μεταξύ τεχνικών τύπου diffusion και τεχνικών συναίνεσης (consensus) για κατάλληλα επιλεγμένη εφαρμογή.

#### **Ενδεικτική Βιβλιογραφία:**

- [1] A. H. Sayed and C. G. Lopes. "Adaptive processing over distributed networks." *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, E90-A: 1504-1510, March 2007.
- [2] C.G. Lopes and A.H. Sayed, "Distributed adaptive incremental strategies: Formulation and performance analysis," *Proc. ICASSP*, vol.3, pp.584–587, Toulouse, France, May 2006.
- [3] C.G. Lopes and A.H. Sayed, "Diffusion least-mean-squares over adaptive networks," *Proc. ICASSP*, vol.III, pp.917–920, Honolulu, Hawaii, April 2007.
- [4] S-Y. Tu and A. H. Sayed, "Diffusion networks outperform consensus networks," *Proc. IEEE Statistical Signal Processing Workshop*, Ann Arbor, MI, August 2012.

### **ΘΕΜΑ 12: Κατανεμημένοι Αλγόριθμοι Εκτίμησης της Κατάστασης ενός Δικτύου Μεταφοράς Ενέργειας**

**Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Α. Αμπελιώτης, Β. Βλάχος**

#### **Περίληπτική περιγραφή:**

Οι αυξανόμενες ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια σε συνδυασμό με τη βελτίωση της τεχνολογίας των συσκευών μέτρησης αλλά και τη διεύρυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οι οποίες συνδέονται σε ορισμένους κόμβους ενός δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, καθιστούν το πρόβλημα του καθορισμού της κατάστασης (δηλαδή του υπολογισμού των τάσεων σε ορισμένα σημεία ενδιαφέροντος) του δικτύου ιδιαίτερα επίκαιρο αλλά και πολύπλοκο. Ένα τέτοιο δίκτυο παρουσιάζει επίσης μία χρονικά μεταβαλλόμενη συμπεριφορά, αν αναλογιστούμε πως φορτία μπαίνουν και βγαίνουν διαρκώς από το δίκτυο. Επιπρόσθετα, η γεωγραφική εξάπλωση των δικτύων αυτών καθιστά περισσότερο πρακτικές τις κατανεμημένες τεχνικές εκτίμησης. Η σύγχρονη τεχνολογία καλείται να αντιμετωπίσει τα προηγούμενα προβλήματα, δημιουργώντας έτσι ένα "έξυπνο" δίκτυο μεταφοράς ενέργειας (Smart Grid).

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη του προβλήματος της εκτίμησης της κατάστασης ενός δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (Power System State Estimation, PSSE) από μετρήσεις συσκευών PMU (Phasor Measurement Unit) [1]. Η διπλωματική εργασία θα περιλαμβάνει βιβλιογραφική μελέτη του προβλήματος, καθώς και υλοποίηση και συγκριτική αξιολόγηση αντιπροσωπευτικών τεχνικών [2].

#### **Ενδεικτική Βιβλιογραφία:**

- [1] Yih-Fang Huang et al., "State Estimation in Electric Power Grids", *IEEE Signal Processing Magazine*, vol.29, pp.33-43, Sept. 2012.
- [2] Gomez-Exposito, A.; Abur, A.; de la Villa Jaen, A.; Gomez-Quiles, C.; "A Multilevel State

Estimation Paradigm for Smart Grids," *Proceedings of the IEEE* , vol.99, no.6, pp.952-976, June 2011.

[3] Korres, G.N.; "A Distributed Multiarea State Estimation," *Power Systems, IEEE Transactions on* , vol.26, no.1, pp.73-84, Feb. 2011.

[4] V. Kekatos and G.B. Giannakis, "Distributed Robust Power System State Estimation", *IEEE Transactions on Power Systems*", To appear, November 2012.