

**ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

**ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2012/13**

**Επιβλέπων :** *Κώστας Μπερμπερίδης*

**Συνεπιβλέποντες:**

<i>Δημήτρης Αμπελιώτης</i>	<i>Μεταδιδακτορικός Ερευνητής</i>
<i>Jorge Plata-Chaves</i>	<i>Μεταδιδακτορικός Ερευνητής</i>
<i>Χρήστος Μαυροκεφαλίδης</i>	<i>Μεταδιδακτορικός Ερευνητής</i>
<i>Χρήστος Τσίνογ</i>	<i>Υποψήφιος Διδάκτορας</i>
<i>Βαγγέλης Βλάχος</i>	» »
<i>Σωτήρης Καραχοντζίτης</i>	» »
<i>Nikola Bogdanovic</i>	» »

**ΔΙΑΔΙΚΑΣΤΙΚΑ:**

- Επεξηγήσεις για τα θέματα που ακολουθούν θα δίνονται από την Παρασκευή 12/10 έως την Παρασκευή 02/11/2012, κατά τις ώρες 1μμ. - 2μμ. (ή και μετά από συνεννόηση).
- Όσοι φοιτητές ενδιαφέρονται για κάποιο (ή κάποια) από τα θέματα θα πρέπει έως τις 05/11/12 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)*

**ΘΕΜΑΤΑ 1 & 2: Συστήματα διασύνδεσης Εγκεφάλου –με – Υπολογιστή**

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. Ακολουθούν δύο θέματα στα οποία θα γίνει χρήση του εξοπλισμού αυτού:

## **ΘΕΜΑ 1: Ανίχνευση του Σήματος P300 σε Εγκεφαλογράφημα**

*Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Β. Μεγαλοοικονόμου, Χ. Τσίνο*

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 κλασσική 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).

*Ενδεικτική Βιβλιογραφία:*

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

[2] [http://en.wikipedia.org/wiki/P300\\_%28neuroscience%29](http://en.wikipedia.org/wiki/P300_%28neuroscience%29)

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

[4] Bashashati, M. Fatourehchi, 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.

## **ΘΕΜΑ 2: Ανάλυση Εγκεφαλικών Σημάτων που σχετίζονται με Εικονικές Κινήσεις Άκρων**

*Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Β. Μεγαλοοικονόμου, Χ. Τσίνο*

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] 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.

[3] 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.

[4] G. Pfurtscheller, C. Neuper, A. Schlogl and K. Lugger, "Separability of EEG Signals recorded During right and Left Motor Imagery using International Journal of Biological and Life Sciences 3:1 2007 Adaptive Autoregressive Parameters," *IEEE Trans. Rehabilitation Engineering*, Vol.6, No.3, Sep 1998 , pp 316 – 325.

### **Θέμα 3: Ανακατασκευή Θερμικών Εικόνων Υψηλής Ανάλυσης από Εικόνες Χαμηλής Ανάλυσης με τεχνικές Compressed Sensing**

*Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Β. Βλάχος*

Η ανακατασκευή εικόνων υψηλής ανάλυσης από εικόνες χαμηλής ανάλυσης (Super-Resolution - SR) είναι μια πολύ ενεργή ερευνητική και τεχνολογική περιοχή με πολλές εφαρμογές. Έχει δε ιδιαίτερη σημασία στο πεδίο της θερμικής απεικόνισης, όπου η εξαγωγή χαρακτηριστικών από τις (συνήθως) χαμηλής ποιότητας και ανάλυσης θερμικές εικόνες είναι εξαιρετικά δύσκολη. Οι κλασικές τεχνικές ανακατασκευής εικόνων SR απαιτούν την είσοδο πολλαπλών εικόνων χαμηλής ποιότητας, οι οποίες θα απεικονίζουν την ίδια σκηνή. Η διαδικασία ανακατασκευής εικόνων SR βασίζεται σε συγχώνευση των εικόνων χαμηλής ποιότητας υπό προϋποθέσεις (π.χ. την των προτέρων γνώση σχετικά με το μοντέλο που χρησιμοποιείται για την περιγραφή της μετάβασης από μια εικόνα υψηλής ποιότητας σε χαμηλή). Το πρόβλημα αυτό αποτελεί ένα κακώς ορισμένο πρόβλημα λόγω του ανεπαρκούς αριθμού εικόνων εισόδου.

Ωστόσο, προβλήματα αυτής της μορφής μπορούν να επιλυθούν αποδοτικά με τεχνικές Compressed Sensing, υπό την προϋπόθεση ότι το σήμα που πρέπει να ανακατασκευάσουμε είναι αραιό (sparse) σε κάποια βάση. Οι συγκεκριμένες τεχνικές επιτρέπουν την αναπαράσταση των εικόνων ως έναν γραμμικό συνδυασμό λίγων συντελεστών, οι οποίοι βρίσκονται σε έναν κατάλληλο χώρο αναπαράστασης. Χρησιμοποιώντας δηλαδή την εκ των προτέρων πληροφορία για την ύπαρξη λίγων μη μηδενικών όρων, είναι δυνατή η ακριβής ανακατασκευή της εικόνας, ακόμα και εάν το πρόβλημα δεν είναι καλά ορισμένο.

Στην εργασία αυτή, θα μελετηθούν και θα υλοποιηθούν τεχνικές ανακατασκευής SR που κάνουν χρήση μεθόδων αραιής αναπαράστασης, και θα συγκριθούν με κλασικές τεχνικές SR. Οι θερμικές εικόνες θα ληφθούν με τη χρήση εξειδικευμένης θερμικής κάμερας που διαθέτει το Εργαστήριό μας.

*Ενδεικτική Βιβλιογραφία :*

[1] Jianchao Yang; Wright, J.; Huang, T.S.; Yi Ma; , "Image Super-Resolution Via Sparse Representation," *Image Processing, IEEE Transactions on* , vol.19, no.11, pp.2861-2873, Nov. 2010

### **ΘΕΜΑ 4: Εντοπισμός και Παρακολούθηση Θέσης από Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων**

*Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Δ. Αμπελιώτης*

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 5 : Μέτρηση της Κρουστικής Απόκρισης Ασύρματου Καναλιού με χρήση εξοπλισμού USRP**

*Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Β. Βλάχος*

Η εκτίμηση της κρουστικής απόκρισης καναλιού είναι ιδιαίτερης σημασίας για το σχεδιασμό ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος, καθώς περιγράφει τη χρονική διασπορά που προκύπτει όταν ένας παλμός μεταδοθεί μέσω του καναλιού. Αυτή η διασπορά προκαλεί αλλοιώσεις του μεταδιδόμενου σήματος, όπως το φαινόμενο της διασυμβολικής παρεμβολής. Ωστόσο, η γνώση της κρουστικής απόκρισης του καναλιού δίνει στους σχεδιαστές των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων την δυνατότητα αφαίρεσης των αλλοιώσεων που προκύπτουν κατά την μετάδοση.

Σε αυτήν την εργασία, καλείστε να υλοποιήσετε ένα σύστημα εκτίμησης της κρουστικής απόκρισης ενός ασύρματου τηλεπικοινωνιακού καναλιού [1], με χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού του εργαστηρίου. Συγκεκριμένα, καλείσθε να υλοποιήσετε το σύστημα εκτίμησης με χρήση του εργαλείου GNU Radio και να εκτελέσετε πειραματικές μετρήσεις χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό USRP (Universal Software radio peripheral). Οι συσκευές USRP [1] αποτελούν επαναπρογραμματιζόμενα συστήματα για την ανάπτυξη βασικών τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών και διαθέτουν πολλές δυνατότητες. Ο προγραμματισμός των συσκευών μπορεί να γίνει με χρήση του εργαλείου GNU Radio [2] και της γλώσσας προγραμματισμού Python. Ο πυρήνας τους είναι ένα FPGA της ALTERA που αναλαμβάνει όλες τις διασυνδέσεις με τον υπολογιστή και με το RF κομμάτι του συστήματος που αποτελείται από ειδικούς πομποδέκτες οι οποίοι μπορούν να ρυθμιστούν κατάλληλα, ανάλογα με της ανάγκες της εφαρμογής.

Το σύστημα που ζητείται να υλοποιηθεί θα βασίζεται στο πρωτόκολλο 802.11b, ενώ η εκτίμηση της κρουστικής απόκρισης του καναλιού θα γίνεται με βάση τη μέθοδο του κυλιόμενου συσχετιστή (sliding correlator) [3] [4], η οποία αποτελεί μία ευέλικτη και αποτελεσματική τεχνική. Επίσης, το σύστημα θα έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας με οποιονδήποτε πομπό μετάδοσης 802.11b σήματος, όπως κάποιο laptop ή access point.

*Ενδεικτική Βιβλιογραφία:*

[1] <https://www.ettus.com/product/details/USRP-PKG>

[2] <http://gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/wiki>

[3] Pirkkl, R.J.; Durgin, G.D.; , "Optimal Sliding Correlator Channel Sounder Design," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol.7, no.9, pp.3488-3497, September 2008

[4] Dustin Maas, Mohammad Hamed Firooz, Junxing Zhang, Neal Patwari, Sneha Kumar Kasera: Channel Sounding for the Masses: Low Complexity GNU 802.11b Channel Impulse Response Estimation. IEEE Transactions on Wireless Communications, 11(1): 1-8 (2012)

## **ΘΕΜΑ 6: Καταναμημένοι Αλγόριθμοι Εκτίμησης της Κατάστασης ενός Δικτύου Μεταφοράς Ενέργειας**

*Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Δ. Αμπελιώτης*

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 καταναμημένες 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.

## **ΘΕΜΑ 7: Κατανεμημένη Προσαρμοστική Εκτίμηση Παραμέτρων σε Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων**

*Επίβλεψη: Κώστας Μπερμπερίδης, Nikola Bogdanović, Jorge Plata-Chaves*

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: α) 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 8: Υλοποίηση Ενεργειακά Αποδοτικών Τεχνικών Καταναμημένου Προσανατολισμού για Ασύρματα Δίκτυα Γνωσιακών Κόμβων**

*Επίβλεψη: Κ. Μπερμπερίδης, Β. Βλάχος*

Τα δίκτυα γνωσιακών κόμβων (cognitive radio) αποτελούν μια σύγχρονη ασύρματη τεχνολογία επικοινωνίας που έχει ως βασικό στόχο την αποδοτικότερη χρήση του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων. Η ιδέα στην οποία στηρίζεται η λειτουργία τους είναι η δυνατότητα της χρήσης του φάσματος που έχει διατεθεί σε ένα ή περισσότερους χρήστες (πρωτεύοντες χρήστες) και από άλλους χρήστες (δευτερεύοντες χρήστες), στους οποίους δεν έχει διατεθεί τμήμα του φάσματος. Η χρήση του φάσματος από τους δευτερεύοντες χρήστες γίνεται με ελεγχόμενο τρόπο ώστε οι πρωτεύοντες χρήστες να μην αντιμετωπίσουν σοβαρά προβλήματα στις δικές τους μεταδόσεις. Η τεχνολογία αυτή απαιτεί τη συνεργασία των κόμβων μέσω της μετάδοσης πληροφορίας για την κατάσταση του δικτύου, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο το ενεργειακό κόστος επικοινωνίας του δικτύου. Ωστόσο, τα αποθέματα ενέργειας των κόμβων είναι συνήθως περιορισμένα, κάτι που εισάγει έναν επιπλέον περιορισμό κατά την επίλυση του προβλήματος της εξασφάλισης της ποιότητας επικοινωνίας. Για την ενεργειακά αποδοτική επικοινωνία των κόμβων έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι, όπως τεχνικές καταναμημένου προσανατολισμού (distributed beamforming) [1], στις οποίες οι κόμβοι συνεργάζονται για την αποστολή ενός μηνύματος προς τον τελικό δέκτη, με στόχο να ελαχιστοποιήσουν τη συνολική ή την τοπική ενέργεια που απαιτείται για τη μετάδοση.

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η μελέτη και η υλοποίηση τεχνικών καταναμημένου προσανατολισμού, στα πλαίσια ενός ασύρματου δικτύου γνωσιακών κόμβων, καθώς και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των διαφορετικών προσεγγίσεων που θα αναπτυχθούν.

*Ενδεικτική Βιβλιογραφία:*

[1] Havary-Nassab, V.; Shahbazpanahi, S.; Grami, A.; Zhi-Quan Luo; , "Distributed Beamforming for Relay Networks Based on Second-Order Statistics of the Channel State Information," IEEE Transactions on Signal Processing, vol.56, no.9, pp.4306-4316, Sept. 2008

## **ΘΕΜΑ 9: Τεχνικές Πολυκυψελικής Συνεργασίας για την Αντιμετώπιση της Ομοκαναλικής Παρεμβολής σε Συστήματα Μετάδοσης άνω ζεύξης**

*Επίβλεψη: Κώστας Μπερμπερίδης, Σωτήρης Καραχοντζίτης*

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα στο φυσικό επίπεδο των ασύρματων συστημάτων επικοινωνιών είναι η παρουσία ομοκαναλικής παρεμβολής (*co-channel interference*), η οποία εμφανίζεται σε κάθε περίπτωση που δύο ή περισσότερες μεταδόσεις χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα μετάδοσης [1]. Η παραδοσιακή προσέγγιση αντιμετώπισης του προβλήματος βασίζεται στην αρχή της επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων (*frequency reuse*), όπου το διαθέσιμο εύρος συχνοτήτων διαμοιράζεται ορθογώνια σε γειτονικές κυψέλες. Αν και η στρατηγική αυτή μπορεί να αντιμετωπίσει το πρόβλημα, κυρίως μέσω της ελάττωσης της ισχύος που επιφέρει, είναι δυνατό να υποβαθμίσει σημαντικά τη φασματική απόδοση (*spectrum efficiency*) του συστήματος. Τελευταία, η επεξεργασία πολλαπλών εισόδων πολλαπλών εξόδων (*MIMO processing*) και η από κοινού επεξεργασία μεταξύ γειτονικών κυψελών (*joint multicell processing*) έχουν προσφέρει νέες

προοπτικές στην αντιμετώπιση του προβλήματος, οι οποίες συνδυάζουν αποδοτικότερο έλεγχο της παρεμβολής και βελτιωμένη φασματική απόδοση [2], [3].

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα μελετηθούν τεχνικές αντιμετώπισης της ομοκαναλικής παρεμβολής σε συστήματα μετάδοσης άνω ζεύξης (*uplink transmission*), τα οποία βασίζονται στη συνεργασία γειτονικών κυψελών με τρόπο που να σχηματίζουν μια ιδεατή συστοιχία κεραιών (*virtual MIMO*). Το ενδιαφέρον θα επικεντρωθεί στη σχεδίαση αλγορίθμων ανίχνευσης (*detection*) και ανάθεσης πόρων (*resource allocation*) χαμηλής πολυπλοκότητας με χρήση τεχνικών MIMO [4]. Για συγκεκριμένα σενάρια επικοινωνίας σε συστήματα 4+ Γενιάς θα προσδιοριστεί η απόδοση συγκεκριμένων τεχνικών και θα προταθούν τρόποι βελτιστοποίησής της. Τα συμπεράσματα θα συνοδευτούν από προσομοιώσεις και αποτελέσματα σε περιβάλλον εργασίας MATLAB ή/και C++.

*Ενδεικτική Βιβλιογραφία:*

- [1]. D. Tse and P. Viswanath, *Fundamentals of Wireless Communication*, Cambridge University Press, 2005.
- [2]. D. Gesbert, S. Hanly, et al., "Multi-Cell MIMO Cooperative Networks: A New Look at Interference," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 28, no. 9, pp. 1380–1408, Dec. 2010.
- [3]. R. Irmer, H. Droste, et al., "Coordinated Multipoint: Concepts, Performance, and Field Trial Results," *IEEE Communications Magazine*, vol. 49, no. 2, pp. 102–111, Feb. 2011.
- [4]. E. Yaacoub and Z. Dawy, "Joint Uplink Scheduling and Interference Mitigation in Multicell LTE Networks," in *Proc. IEEE ICC*, Kyoto, Japan, June 2011.

## **ΘΕΜΑ 10: Επεξεργασία και Ανάλυση Δεδομένων από Κατανεμημένους Αισθητήρες Θερμοκρασίας**

*Επίβλεψη: Κώστας Μπερμπερίδης, Χ. Μαυροκεφαλίδης*

Οι Κατανεμημένοι Αισθητήρες Θερμοκρασίας (Distributed Temperature Sensors - DTS) είναι συστήματα μέτρησης θερμοκρασίας με δυνατότητες χρήσης σε πολλές εφαρμογές και ιδιαίτερα σε αυτές που σχετίζονται με το περιβάλλον. Τα συστήματα DTS είναι οπτοηλεκτρονικές διατάξεις που μετρούν τη θερμοκρασία με χρήση οπτικής ίνας. Οι διαφορετικές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος χώρου κατά μήκος της οπτικής ίνας προκαλούν διαφοροποιήσεις του υλικού της ίνας στα διάφορα τμήματά της. Η αλληλεπίδραση του υλικού της ίνας με διερχόμενο οπτικό παλμό προκαλεί με τη σειρά της φαινόμενα διασκορπισμού τα οποία καταγράφονται από ειδικό ευαίσθητο δέκτη. Το καταγραφόμενο σήμα αναλύεται με μεθόδους επεξεργασίας σήματος και εκτιμώνται οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος σε όλο το μήκος της οπτικής ίνας.

Η εργασία αυτή θα γίνει σε συνεργασία με Εργαστήριο Θαλάσσιας Γεωλογίας & Φυσικής Ωκεανογραφίας του Πανεπιστημίου Πατρών. Ο τελικός σκοπός είναι η εκτίμηση των θαλασσιών ρευμάτων μέσω της ανάλυσης των θερμοκρασιών κατά μήκος υδάτινων στηλών. Στο πλαίσιο της εργασίας θα εφαρμοστούν και θα συγκριθούν κατάλληλα επιλεγμένες μέθοδοι επεξεργασίας σήματος πάνω σε παραγματικά δεδομένα.

*Ενδεικτική Βιβλιογραφία:*

- [1] James J. Smolen and Alex van der Spek, "Distributed Temperature Sensing", EP 2003-7100, May 2003.



[2] Kisa Mwakanyamale et al, "Spatially variable stage-driven groundwater-surface water interaction inferred from time-frequency analysis of distributed temperature sensing data", *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 39, March 2012.

[3] Gunes Yilmaz and Sait Eser Karlik, "A distributed optical fiber sensor for temperature detection in power cables", *Sensors and Actuators A* 125 (Elsevier 2006) pp.148–155.

[4] Ryan P. Gordon et al, "Automated calculation of vertical pore-water flux from field temperature time series using the VFLUX method and computer program", *Journal of Hydrology* 420–421 (Elsevier 2012), pp.142–158.

## **Θέμα 11: Σύγχρονες Τεχνικές Αναγνώρισης και Πιστοποίησης Ατόμου στη βάση της Φωνής, σε Περιβάλλον Πολλών Ομιλητών**

*Επίβλεψη: Κώστας Μπερμπερίδης, Χ. Μαυροκεφαλίδης*

Η ανάπτυξη αποδοτικών και αξιόπιστων βιομετρικών μεθόδων είναι ένα ζωντανό πεδίο επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας τα τελευταία χρόνια. Η πιστοποίηση ή/και αναγνώριση ενός ατόμου γίνεται με βάση μετρήσιμα και διακριτικά σωματικά χαρακτηριστικά. Βιομετρικές συσκευές που βασίζονται σε δεδομένα όπως η γεωμετρία των χεριών, τα δακτυλικά αποτυπώματα, η ίριδα του ματιού, η μορφή του προσώπου, η φωνή, ο τρόπος βαδίσματος κλπ χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρονικά συστήματα ασφαλείας, ή για τη φυσική πρόσβαση σε προστατευόμενους χώρους, ή ακόμα για την απομακρυσμένη πρόσβαση σε διαδικτυακές εφαρμογές. Ανάμεσα στις βιομετρικές τεχνικές, το αποτύπωμα φωνής (voiceprint) είναι μία από τις πλέον υποσχόμενες τεχνικές, καθώς δεν απαιτεί ακριβό εξοπλισμό για την ανάγνωση των βιομετρικών δεδομένων ούτε και μεγάλη υπολογιστική ισχύ για την επεξεργασία τους, ενώ έχει ικανοποιητική αποτελεσματικότητα σε αρκετές εφαρμογές.

Επίσης, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η αναγνώριση στη βάση της φωνής βρίσκει και πολλές άλλες πρακτικές εφαρμογές πλην αυτών που συνδέονται με την ασφάλεια στην πρόσβαση (π.χ. παρακολούθηση ομιλητών σε περιβάλλον τηλεδιάσκεψης). Σημειώνουμε επίσης ότι, παρότι εδώ και χρόνια γίνεται εντατική έρευνα για αναγνώριση στη βάση της φωνής η ανάπτυξη αποδοτικών και αξιόπιστων συστημάτων για όλη τη γκάμα των εφαρμογών παραμένει το μεγάλο ζητούμενο.

Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας θα μελετηθεί η βιβλιογραφία σχετικά με συστήματα βιομετρίας φωνής και την επιλογή/εξαγωγή και αναγνώριση κατάλληλων χαρακτηριστικών φωνής. Θα μελετηθεί ιδιαίτερα η περίπτωση αναγνώρισης ατόμου σε περιβάλλον πολλών ομιλητών. Θα δοθεί έμφαση σε σύγχρονες μεθόδους, εκ των οποίων οι πλέον αντιπροσωπευτικές θα υλοποιηθούν και θα αξιολογηθούν.

*Ενδεικτική Βιβλιογραφία:*

[1] Homayoon Beigi, "Speaker Recognition",

<http://www.intechopen.com/articles/show/title/speaker-recognition>

[2] Frederic Bimbot et al, "A Tutorial on Text-Independent Speaker Verification", *EURASIP Journal on Applied Signal Processing* 2004:4, pp. 430–451.

[3] Alvin F. Martin, "Evaluations of Automatic Speaker Classification Systems", *Lecture Notes in Computer Science*, 2007, Volume 4343/2007, ππ.313-329.

<http://www.springerlink.com/content/m81288622ur51268/fulltext.pdf>