

Τομέας Τηλεπικοινωνιών
Ανακοίνωση για Διπλωματική Εργασία

“Υλοποίηση σε περιβάλλον C του αλγορίθμου μεγιστοποίησης τετραγωνικής μορφής με ένα δυαδικό διάνυσμα”

Το πρόβλημα της μεγιστοποίησης μίας τετραγωνικής μορφής με ένα δυαδικό διάνυσμα συναντάται πολύ συχνά στα σύγχρονα ψηφιακά τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα αποτελεί η βέλτιστη ασύγχρονη ανίχνευση συμβόλων σε συστήματα πολλαπλών κεραιών στον πομπό και στο δέκτη (συστήματα MIMO). Άλλα παραδείγματα αποτελούν η σχεδίαση κωδίκων για συστήματα CDMA με σκοπό τη μεγιστοποίηση του λόγου σήματος-προς-θόρυβο και η πολλαπλή ανίχνευση συμβόλων σε συστήματα MIMO. Ένας γενικός τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος αυτού είναι η σύγκριση ανάμεσα σε όλα τα πιθανά δυαδικά διανύσματα και η επιλογή του βέλτιστου. Κάτι τέτοιο όμως απαιτεί εκθετική πολυπλοκότητα η οποία καθιστά την παραπάνω λύση ως ανέφικτη σε πρακτικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Μάλιστα, μέχρι πρόσφατα υπήρχε η υποψία ότι το παραπάνω πρόβλημα δεν μπορεί να λυθεί σε πολυωνυμικό χρόνο.

Πρόσφατα, από τον Τομέα Τηλεπικοινωνιών του Τμήματος ΗΜΜΥ αναπτύχθηκε μία νέα μέθοδος βελτιστοποίησης για το πρόβλημα μεγιστοποίησης μίας τετραγωνικής μορφής με ένα δυαδικό διάνυσμα. Η νέα μέθοδος λύνει το πρόβλημα σε πολυωνυμικό χρόνο, σε αντίθεση με άλλες παρεμφερείς μεθόδους που το λύνουν σε εκθετικό χρόνο. Ως αποτέλεσμα, με τη χρήση της νέας μεθόδου, η βέλτιστη ασύγχρονη ανίχνευση συμβόλων σε συστήματα MIMO μπορεί να επιτευχθεί στην πράξη σε πολυωνυμικό χρόνο. Πέραν της πολυωνυμικής πολυπλοκότητας, η νέα μέθοδος έχει και κάποια άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά όπως το γεγονός ότι είναι πλήρως παραλληλοποιήσιμη και δεν απαιτεί μεγάλο μέγεθος μνήμης.

Η νέα μέθοδος αναπτύχθηκε αρχικά σε περιβάλλον MATLAB. Είναι γνωστό ότι το MATLAB, λόγω της χρήσης ενός interpreter, δεν είναι αποδοτικό από άποψη χρόνου, ειδικά όταν περιέχει βρόχους (loops). Η παρούσα διπλωματική εργασία θα εστιάσει στην υλοποίηση της μεθόδου σε περιβάλλον C και θα επικεντρωθεί στην όσο το δυνατό μεγαλύτερη παραλληλοποίησή της. Κατόπιν της υλοποίησης της μεθόδου σε C, θα γίνουν συγκρίσεις με άλλες ανταγωνιστικές μεθόδους που έχουν προταθεί για αντίστοιχα προβλήματα σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα.

Οι ενδιαφερόμενοι φοιτητές παρακαλούνται να επικοινωνήσουν με τον Επιβλέποντα στο karystinos@telecom.tuc.gr.

Αναφορές:

- G. N. Karystinos and A. P. Liavas, “Efficient computation of the binary vector that maximizes a rank-deficient quadratic form,” *IEEE Transactions on Information Theory*, submitted June 2008.
- G. N. Karystinos and A. P. Liavas, “Quadratic form maximization over the binary field with polynomial complexity,” in *Proc. IEEE ISIT 2008 - Intern. Symp. Inform. Theory*, Toronto, ON, July 2008, pp. 2449-2453.
- D. S. Papailiopoulos and G. N. Karystinos, “Polynomial-complexity maximum-likelihood block noncoherent MPSK detection,” in *Proc. IEEE ICASSP 2008 - Intern. Conf. Acoust., Speech and Signal Proc.*, Las Vegas, NV, Apr. 2008, pp. 2681-2684.

Επιβλέπων: Επίκ. Καθ. Καρυστινός Γ.

**Telecommunications Division
Diploma Thesis Announcement**

“Implementation in C of the algorithm that maximizes a quadratic form with a binary vector”

Optimization problems in digital communications systems often involve the maximization of a positive (semi)definite quadratic form that consists of a matrix parameter and a finite-alphabet vector argument. Prime examples include maximum-likelihood (ML) noncoherent detection in single-input multiple-output (SIMO) systems, maximum signal-to-noise ratio (SNR) spreading code design in code-division multiple-access (CDMA) systems, as well as ML detection in multiple-input multiple-output (MIMO) systems. In general, quadratic form maximization can be achieved through exhaustive search among all possible finite-alphabet vectors, which makes it intractable for moderate to large values of the optimization parameter size. Until recently, the above optimization problem was considered not to be solvable in polynomial time.

Recently, within TUC-ECE Telecommunications Division a new method was developed for the maximization of a quadratic form with a binary vector. The new method solves the problem in polynomial time, in contrast to other competing approaches that solve it in exponential time. As a result, using the new method, optimal noncoherent detection in MIMO systems can be practically implemented in polynomial time. Besides its polynomial complexity, the new method has additional important characteristics like the fact that it is fully parallelizable and has minimal memory requirement.

The new method was developed in the MATLAB environment. Of course, due to the use of an interpreter, MATLAB is not efficient in terms of time, especially when the algorithm contains loops. This present diploma thesis will focus on the implementation of the method in C with a special emphasis on its parallelization. Upon implementation in C, we will present performance and complexity studies in comparison to other competing methods that have been proposed for similar problems in telecommunications systems.

Interested students should contact the Supervisor at karystinos@telecom.tuc.gr .

References:

- G. N. Karystinos and A. P. Liavas, “Efficient computation of the binary vector that maximizes a rank-deficient quadratic form,” *IEEE Transactions on Information Theory*, submitted June 2008.
- G. N. Karystinos and A. P. Liavas, “Quadratic form maximization over the binary field with polynomial complexity,” in *Proc. IEEE ISIT 2008 - Intern. Symp. Inform. Theory*, Toronto, ON, July 2008, pp. 2449-2453.
- D. S. Papailiopoulos and G. N. Karystinos, “Polynomial-complexity maximum-likelihood block noncoherent MPSK detection,” in *Proc. IEEE ICASSP 2008 - Intern. Conf. Acoust., Speech and Signal Proc.*, Las Vegas, NV, Apr. 2008, pp. 2681-2684.

Supervisor: Assist. Prof. G. Karystinos