

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών

**Βελτιστοποίηση απόδοσης ασυρμάτων δικτύων
αισθητήρων με μεθόδους υπολογιστικής
νοημοσύνης**



Πτυχιακή Εργασία

Ιωάννα Πρέκα

Κωνσταντίνος Ταρνάρης

Επιβλέποντες καθηγητές: Αλέξανδρος Αλεξανδρίδης, Διονύσιος Κανδρής

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΪΟΣ 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
2.	ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	13
2.1.	Εισαγωγή.....	13
2.2.	Ορισμοί	14
2.2.1.	Στατικός κόμβος.....	14
2.2.2.	Κινητός κόμβος	14
2.2.3.	Κάλυψη και κ-κάλυψη.....	14
2.2.4.	Συνδεσιμότητα και κ-συνδεσιμότητα	14
2.3.	Ιδιότητες των κόμβων	15
2.3.1.	Αισθητήρια μοντέλα	15
2.3.2.	Κεντρικοί/ Κατανεμημένοι αλγόριθμοι.....	17
2.4.	Στρατηγικές τοποθέτησης των κόμβων	18
2.4.1.	Στατικοί κόμβοι.....	18
2.4.2.	Κινητοί κόμβοι	18
2.5.	Καλυπτότητα (Coverage).....	23
2.5.1.	Τύποι κάλυψης	23
2.5.2.	Προβλήματα κάλυψης	24
2.5.3.	Μετρητικά συστήματα αξιολόγησης των αλγορίθμων κάλυψης.....	25
2.6.	Συσχέτιση κάλυψης και συνδεσιμότητας	26
2.7.	Τεχνικές για την διατήρηση και αναβάθμιση της κάλυψης και της συνδεσιμότητας ..	27
2.7.1.	Κ-κάλυψη και Κ-συνδεσιμότητα	27
2.7.2.	Εξοικονόμηση ενέργειας	29
3.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ	33
3.1.	Εισαγωγή στην Υπολογιστική Νοημοσύνη.....	33
3.2.	Εισαγωγή στον Εξελικτικό Υπολογισμό:	33
3.2.1.	Γενικός Εξελικτικός Αλγόριθμος:	34
3.2.2.	Το χρωμόσωμα και η αναπαράστασή του:	35
3.2.3.	Γενετικοί Αλγόριθμοι (GAs)	37
3.3.	Υπολογιστική Ευφυΐα Σμήνους – (Computational Swarm Intelligence)	45
3.3.1.	Αλγόριθμος Βελτιστοποίησης Σμήνους Σωματιδίων (PSO).....	46
3.3.2.	Βασικός Αλγόριθμος PSO:	48
3.4.	Συμπεράσματα	53

4.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΕ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	
	54	
4.1.	Εισαγωγή.....	54
4.2.	Περιγραφή του προβλήματος.....	54
4.3.	Κωδικοποίηση της πληροφορίας.....	55
4.4.	Συνάρτηση καταλληλότητας.....	56
4.5.	Πειράματα.....	63
4.6.	Σύγκριση των μεθόδων - Συμπεράσματα.....	85
5.	ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	87
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	89

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η βελτιστοποίηση της απόδοσης ενός ασύρματου δικτύου αισθητήρων εστιάζοντας σε ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τη λειτουργία του, δηλαδή τη δυνατότητα κάλυψης του χώρου. Οι τελικές θέσεις των αισθητήρων που απαρτίζουν ένα δίκτυο, πρέπει να έχουν υπολογιστεί με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ελαχιστοποίηση των κενών κάλυψης, ενώ ταυτόχρονα να διατηρείται η συνδεσιμότητα μεταξύ τους για να μπορούν να μεταβιβάζουν τις πληροφορίες για το χώρο που παρακολουθούν. Η εύρεση βέλτιστης λύσης στο πρόβλημα της κάλυψης προσεγγίστηκε με χρήση γενετικών αλγορίθμων (genetic algorithms, GA), η ανάπτυξη των οποίων είναι επηρεασμένη από τη θεωρία της εξέλιξης των ειδών που διατυπώθηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο, και του αλγόριθμου βελτιστοποίησης σμήνους σωματιδίων (particle swarm optimization, PSO) που αποτελεί κατηγορία των αλγορίθμων που βασίζονται στην ευφυΐα σμήνους και μιμείται τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν σμήνη πτηνών ως προς την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής που θα ακολουθήσουν. Μέσω μίας σειράς πειραμάτων κλιμακούμενης δυσκολίας, αξιολογήθηκε η δυνατότητα του αλγόριθμου καθώς και η ικανότητα των μεθόδων να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις του προβλήματος. Σε όλα τα προβλήματα, ζητούμενο είναι η μεγιστοποίηση της κάλυψης του χώρου και στα δυσκολότερα από αυτά, προστίθεται η απαίτηση για κ- κάλυψη προκαθορισμένων σημείων του χώρου.

Λέξεις-κλειδιά: ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, κάλυψη, βελτιστοποίηση, υπολογιστική νοημοσύνη, γενετικοί αλγόριθμοι, βελτιστοποίηση σμήνους σωματιδίων

ABSTRACT

The aim of this Thesis is to optimize the performance of a wireless sensor network by focusing on one of the key features which affect its operation, i.e. area coverage. The final positions of the sensors which make up a network should be carefully calculated so as to minimize the void coverage while, simultaneously, maintaining connectivity to one another in order to transfer information about the area they are watching. Finding an optimal solution to the problem of area coverage was approached using genetic algorithms (GA), a group of methods which were influenced by Charles Darwin's Theory of Evolution, as well as the particle swarm optimization algorithm (PSO); the latter is a member of a category of algorithms which are based on swarm intelligence and try to mimic the way the bird swarms interact in order to find the optimal path to follow. Through a series of scalable experiments, the algorithm's capability as well as the ability of the methods to cope with the requirements of the problem was evaluated. In all the problems, the goal is to maximize the area coverage and in the most difficult amongst them, the requirement for k-coverage of predefined points of space is added.

Key words: wireless sensor networks, coverage, optimization, computational intelligence, genetic algorithms, particle swarm optimization