



Δίκτυα Η/Υ στη Δασοπονία

Ενότητα 9: Δίκτυα Αισθητήρων και Εφαρμογές
για το Περιβάλλον

Ζαχαρούλα Ανδρεοπούλου

Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Δίκτυα Αισθητήρων και Εφαρμογές για το Περιβάλλον

Περιεχόμενα ενότητας 1/2

1. Ορισμός
2. Γενικά
3. Επικοινωνία στα δίκτυα αισθητήρων
4. Κόμβοι
5. Αρχιτεκτονική ασύρματου κόμβου
6. Πλεονεκτήματα ασύρματου δικτύου αισθητήρων
7. Ιδιότητες ασύρματων δικτύων αισθητήρων
8. Μέρη τοποθέτησης ασύρματων δικτύων αισθητήρων
9. Αξιολόγηση αρχιτεκτονικής δικτύων αισθητήρων



Περιεχόμενα ενότητας 2/2

10. Εφαρμογές δικτύων αισθητήρων στο περιβάλλον
11. Εφαρμογή στον τομέα των δασικών πυρκαγιών
12. Εφαρμογή στον τομέα της βιοποικιλότητας
13. Εφαρμογή στον τομέα των πλημμυρών
14. Εφαρμογή στον τομέα της γεωργίας ακριβείας
15. Εφαρμογή στον τομέα της χαρτογράφησης
16. Εφαρμογή στον τομέα της μετεωρολογίας
17. Εφαρμογή στον τομέα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
18. Εφαρμογή στον τομέα των κατολισθήσεων



Ορισμός

Ένα **Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων (Wireless Sensor Network)** είναι ένα ασύρματο δίκτυο, το οποίο αποτελείται από δεκάδες ή χιλιάδες κόμβους (sensor nodes), οι οποίοι είναι διασκορπισμένοι σε έναν χώρο με σκοπό να ελέγχουν τις φυσικές ή περιβαλλοντικές συνθήκες.



Γενικά

Ένα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων αποτελεί συνήθως ένα ασύρματο **ad-hoc δίκτυο**

- Δηλαδή, κάθε αισθητήρας υποστηρίζει έναν αλγόριθμο δρομολόγησης πολλαπλών βημάτων (multi-hop) και οι ενδιάμεσοι κόμβοι προωθούν πληροφορίες στους γειτονικούς.

Ένα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων αποτελείται από έναν ή περισσότερους σταθμούς βάσης (**base station**), όπου συγκεντρώνονται οι πληροφορίες που συλλέγονται κι έπειτα επεξεργάζονται.



Επικοινωνία στα δίκτυα αισθητήρων

Η επικοινωνία στα δίκτυα αισθητήρων είναι επικοινωνία εκπομπής (**broadcast**).

- Δηλαδή, κάθε κόμβος εκπέμπει προς όλους τους γειτονικούς και το σήμα του λαμβάνεται υπόψη μόνο από όσους «ενδιαφέρονται». Έπειτα, τα δεδομένα αποστέλλονται στους σταθμούς βάσης, οι οποίοι έχουν απεριόριστο αποθηκευτικό χώρο.



Κόμβοι

- Οι κόμβοι είναι μικροί σε μέγεθος, έχουν χαμηλό κόστος και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.
- Οι κόμβοι έχουν επίσης την δυνατότητα να συνδέονται με το Διαδίκτυο.



Αρχιτεκτονική ασύρματου κόμβου

Βασικά μέρη ασύρματου κόμβου:

- Μικροεπεξεργαστής
- Μνήμη
- Πομποδέκτης
- Αισθητήρες και ενεργοποιητές
- Πηγή ενέργειας



Πλεονεκτήματα ασύρματου δικτύου αισθητήρων

Το μεγάλο πλεονέκτημα που προκύπτει από την εγκατάσταση ενός τέτοιου δικτύου, είναι ότι **δεν είναι απαραίτητη η εκ των προτέρων γνώση της τοπολογίας του**. Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει την ταχεία ανάπτυξη δικτύων αυτού του τύπου σε δύσβατες περιοχές.



Ιδιότητες ασύρματων δικτύων αισθητήρων 1/2

Ιδιότητες ασύρματων δικτύων αισθητήρων:

- Η ύπαρξη πολλών κόμβων σε ένα δίκτυο προσφέρει υψηλή συχνότητα δειγματοληψίας και ταυτόχρονα, υψηλή ανάλυση αφού λαμβάνονται περισσότερες μετρήσεις.
- Το κόστος παραμένει χαμηλό κυρίως λόγω έλλειψης καλωδίωσης.
- Η κατανάλωση ενέργειας είναι χαμηλή.
- Υπάρχει δυνατότητα αυτοοργάνωσής τους χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση.
- Η χωρική πυκνότητα της διάταξής τους είναι αυξημένη και παρέχει μεγαλύτερη ανοχή σε σφάλματα.



Ιδιότητες ασύρματων δικτύων αισθητήρων 2/2

- Λειτουργούν σε ακραίες καιρικές συνθήκες λόγω της εξέλιξης των μικροηλεκτρικών συστημάτων.
- Υπάρχει μεγάλη ποικιλία των τύπων των αισθητήρων (θερμικοί, μαγνητικοί, σεισμικοί, οπτικοί αισθητήρες, αισθητήρες ακουστικών συχνοτήτων κ.α.)
- Η επικοινωνία είναι περιορισμένου βεληνεκούς και multi-hop δρομολόγηση.
- Η τοπολογία μεταβάλλεται συχνά εξαιτίας της εξασθένισης του σήματος και της αστοχίας των κόμβων.



Μέρη τοποθέτησης ασύρματων δικτύων αισθητήρων

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων είναι δυνατόν να τοποθετηθούν:

- Στην επιφάνεια ή στο βάθος ενός ωκεανού
- Σε ένα σπίτι ή σε ένα μεγάλο κτίριο
- Στο εσωτερικό ενός μεγάλου μηχανήματος
- Σε κινούμενα οχήματα
- Σε μια περιοχή
- Εμφυτευμένοι σε ζώα



Αξιολόγηση αρχιτεκτονικής δικτύων αισθητήρων

Για την αξιολόγηση μιας αρχιτεκτονικής δικτύων αισθητήρων έχουν καθοριστεί δείκτες και χαρακτηριστικά, οι οποίοι αναφέρονται στην συνολική απόδοση του δικτύου:

- Χρόνος ζωής και δυνατότητα αίσθησης
- Δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων
- Κάλυψη και επεκτασιμότητα
- Είδος παράταξης
- Συντήρηση και localization
- Ασφάλεια
- Δυνατότητα επικοινωνίας



Εφαρμογές των δικτύων αισθητήρων στο περιβάλλον

Μερικές περιβαλλοντικές εφαρμογές των δικτύων αισθητήρων περιλαμβάνουν την παρακολούθηση των κινήσεων των ζώων, πουλιών και εντόμων, την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών που επηρεάζουν την πανίδα και χλωρίδα, την άρδευση, την γεωργία ακριβείας, την χημική και βιολογική ανίχνευση, την βιολογική και περιβαλλοντική παρακολούθηση της θάλασσας, του εδάφους και του αέρα.



Εφαρμογή στον τομέα των δασικών πυρκαγιών 1/2

Ανίχνευση δασικών πυρκαγιών

- Οι κόμβοι μπορούν να εγκατασταθούν είτε στρατηγικά, είτε τυχαία και πυκνά σε ένα δάσος και να αναμεταδώσουν την ακριβή προέλευση της φωτιάς στους άμεσα ενδιαφερόμενους πριν την εξάπλωσή της.
- Εκατομμύρια αισθητήριων κόμβων μπορούν να εγκατασταθούν και να δημιουργήσουν ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα χρησιμοποιώντας ασύρματες συχνότητες και οπτικά συστήματα.



Εφαρμογή στον τομέα των δασικών πυρκαγιών 2/2

- Επίσης, μπορούν να εξοπλιστούν με αποτελεσματικές μεθόδους εκμετάλλευσης της ενέργειας (π.χ. ηλιακές κυψέλες) προκειμένου να λειτουργούν απρόσκοπτα χωρίς ανθρώπινη παρακολούθηση για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Οι αισθητήριοι κόμβοι μπορούν να συνεργάζονται μεταξύ τους, προκειμένου να εκτελούν κατανεμημένα ανίχνευση και να υπερπηδούν εμπόδια (π.χ. βράχους και δέντρα) που παρεμποδίζουν το πεδίο ανίχνευσης.



Εφαρμογή στον τομέα της βιοποικιλότητας 1/2

Ανίχνευση σύνθετων βιολογικών οργανισμών του περιβάλλοντος

- Μια τέτοιου είδους ανίχνευση απαιτεί εξεζητημένες προσεγγίσεις για τον συνδυασμό των πληροφοριών χρόνου και χώρου.
- Οι αισθητήριοι κόμβοι έχουν την δυνατότητα να συνδέονται με το Διαδίκτυο, επιτρέποντας έτσι σε απομακρυσμένους χρήστες να ελέγχουν, να παρακολουθούν και να παρατηρούν την βιοσυνθετικότητα του περιβάλλοντος.



Εφαρμογή στον τομέα της βιοποικιλότητας 2/2

- Οι δορυφορικοί και αεροπορικοί αισθητήρες είναι χρήσιμοι στην παρακολούθηση μεγάλης κλίμακας βιοδιαφορών, ωστόσο δεν έχουν την δυνατότητα διαχωρισμού των μικρών βιοδιαφορών, οι οποίες άλλωστε είναι και οι περισσότερες σε ένα οικοσύστημα.
- Συνεπώς, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση ενός δικτύου ασύρματων αισθητήρων στο έδαφος για την παρακολούθηση της βιοσυνθετικότητας.
 - Ένα παράδειγμα απεικόνισης της βιοσυνθετικότητας του περιβάλλοντος έγινε στο καταφύγιο James στην Νότια Καλιφόρνια. Τρία παρακολουθούμενα πλέγματα, από τα οποία το καθένα είχε 25-100 αισθητήριους κόμβους υλοποιήθηκαν για σταθερή πολυμεσική θέα και συγκέντρωση πληροφοριών σε ημερολόγια περιβαλλοντικής φύσης.



Εφαρμογή στον τομέα των πλημμυρών

Ανίχνευση πλημμυρών

- Ένα παράδειγμα συστήματος ανίχνευσης πλημμυρών είναι το σύστημα ALERT, το οποίο αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ. Αναπτύχθηκαν διάφοροι τύποι αισθητήρων, όπως αισθητήρες βροχόπτωσης, καιρού, μέτρησης επιπέδων του νερού. Αυτοί οι αισθητήρες παρέχουν πληροφορίες σε ένα κεντρικό Σύστημα Βάσης Δεδομένων με έναν προκαθορισμένο τρόπο.



Εφαρμογή στον τομέα της γεωργίας ακριβείας 1/2

Γεωργία ακριβείας

- Γεωργία ακριβείας ονομάζεται η μέθοδος γεωργικής πρακτικής, που χρησιμοποιεί πληροφορίες προσδιορισμένες ως προς τον χώρο ή και τον χρόνο, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα των καλλιεργειών
- Με την χρήση αισθητήρων μπορούμε να έχουμε άμεση μέτρηση και καταγραφή των κρίσιμων παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η οξύτητα του εδάφους, κλπ.



Εφαρμογή στον τομέα της γεωργίας ακριβείας 2/2

- Μπορούμε να έχουμε ακριβή άρδευση και τοποθέτηση λιπάσματος με χρήση κόμβων που αισθάνονται την υγρασία και την σύνθεση του εδάφους.
- Επιπλέον, παρακολουθούν τα επίπεδα των εντομοκτόνων στο πόσιμο νερό, της διάβρωσης του εδάφους και της μόλυνσης του αέρα σε πραγματικό χρόνο.
- Επίσης, είναι δυνατό να επωφεληθεί η κτηνοτροφία από την τοποθέτηση ενός αισθητήρα σε ένα ζώο, ο οποίος ελέγχει την κατάσταση υγείας του ζώου (π.χ. θερμοκρασία σώματος) και ειδοποιεί σε περίπτωση υπέρβασης των προκαθορισμένων τιμών.



Εφαρμογή στον τομέα της χαρτογράφησης 1/2

Χαρτογράφηση βυθού

- Τα ηχητικά κύματα είναι τα πλέον αξιόπιστα μέσα υποθαλάσσιας επικοινωνίας.
- Δημιουργώντας ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων που επικοινωνούν μέσω ηχητικών κυμάτων στον βυθό, οι επιστήμονες φιλοδοξούν να βοηθήσουν την υποβρύχια πλοήγηση, να προστατεύσουν την θαλάσσια ζωή και να προλαμβάνουν ατυχήματα σε πετρελαϊκούς αγωγούς.



Εφαρμογή στον τομέα της χαρτογράφησης 2/2

- Στην συσκευή υπάρχουν ενσωματωμένα ηλεκτρονικά όργανα με αισθητήρες και επεξεργαστές. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να επεξεργαστούμε επί τόπου τα δεδομένα, για να εντοπίσουμε ένα πλοίο ή μία διαρροή σε αγωγό πετρελαίου.
- Οι πληροφορίες συγκεντρώνονται και τα σήματα αποστέλλονται στο κέντρο ελέγχου.
- Σε περίπτωση διαρροής σε έναν αγωγό, δημιουργούνται αέριες φυσαλίδες. Οι αισθητήρες εντοπίζουν τον ήχο των φυσαλίδων και στην συνέχεια λειτουργώντας ως πομποί, στέλνουν το σήμα στο κέντρο ελέγχου, προειδοποιώντας τους υπεύθυνους.



Εφαρμογή στον τομέα της μετεωρολογίας

Καταγραφή μετεωρολογικών δεδομένων

- Αυτόνομος Μετεωρολογικός Σταθμός (ΑΜΣ) ορίζεται ένας μετεωρολογικός σταθμός στον οποίο γίνονται λήψεις μετεωρολογικών δεδομένων με αυτοματοποιημένη διαδικασία και στην συνέχεια τοπικά ή σε κεντρικές μονάδες όπου αποστέλλονται, γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων τους.
- Στους ΑΜΣ, οι μετρήσεις των οργάνων λαμβάνονται από μία κεντρική μονάδα δεδομένων. Οι αισθητήρες καταγραφής συνδέονται στις ψηφιακές και αναλογικές εισόδους της κεντρικής μονάδας, η οποία κάνοντας χρήση των κατάλληλων βιβλιοθηκών, διαβάζει τις τιμές τάσης στην είσοδό του και στην συνέχεια μετατρέπει την εισερχόμενη τάση σε τιμές τις οποίες μπορούμε να αξιοποιήσουμε.



Εφαρμογή στον τομέα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Παρακολούθηση ποιότητας αέρα

Ο βαθμός ρύπανσης του αέρα πρέπει να μετράται προκειμένου να προστατευθεί ο άνθρωπος και το περιβάλλον από κάθε είδους ζημιά που οφείλεται στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

- Εσωτερικός έλεγχος
- Εξωτερικός έλεγχος
 - Χρήση ακριβών ασύρματων αισθητήρων, ανθεκτικών στην βροχή και τον άνεμο.
 - Εφαρμογή μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας για επάρκεια ενέργειας σε μηχανήματα που τυχόν θα έχουν δύσκολη πρόσβαση.



Εφαρμογή στον τομέα των κατολισθήσεων

Αναγνώριση – παρακολούθηση κατολισθήσεων

- Υπάρχει η δυνατότητα συνεργίας παθητικών/οπτικών και ενεργητικών/μικροκυματικών (SAR) δορυφορικών δεδομένων, ώστε να παραχθεί πληροφόρηση για την εδαφική κάλυψη και την γεωμορφολογία των πρανών, προκειμένου να καταγραφεί και να αναδειχθεί το δυναμικό εμφάνισης κατολισθητικών φαινομένων, καθώς και να παρακολουθηθεί η κίνηση και να εκτιμηθούν τα μεγέθη και η κατανομή των κορημάτων.



Βιβλιογραφία 1/3

- Ανδρεοπούλου, Ζ. (2008). Νέες Τεχνολογίες, Περιβαλλοντική Αειφορία και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Κεφάλαιο 15 στο Βιβλίο «Φυσικοί Πόροι, Περιβάλλον και Ανάπτυξη». Αραμπατζής, Γ. και Πολύζος, Σ.. Εκδόσεις Τζιόλα. Θεσσαλονίκη. Σελίδες 385-404.
- Ανδρεοπούλου, Ζ.Σ. 2009. Δίκτυα Υπολογιστών, Αειφορία και Περιβάλλον. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 2009.
- Andreopoulou, Z.S. 2009. Adoption of Information and Communication Technologies (ICTs) in public forest service in Greece. Journal of Environmental Protection and Ecology. Vol. 10, No. 4, pp. 1194-1204.



Βιβλιογραφία 2/3

- Andreopoulou Z. 2013. Green Informatics: ICT for Green and Sustainability. Journal of Agricultural Informatics; 3(2); 1-8
- Andreopoulou, Z., Cesaretti, G.P. and Misso, R. (Editors) 2012. Sostenibilita dello sviluppo e dimensione territorial: Il ruolo dei sistemi regionali a vocazione rurale. FrancoAngeli. Italy.
- Andreopoulou, Z., Manos, B., Viaggi, D. and Polman, N. (Editors) 2011. Agricultural and environmental Informatics, governance, and management: Emerging research applications. IGI Global. USA



Βιβλιογραφία 3/3

- Ανδρεοπούλου, Ζ.Σ. και Παπασταύρου, Α.Κ. 2005. Πληροφορική – Εφαρμογές Πολυμέσων. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 2005.
- Andreopoulou, Z., Samathrakis V., Louca S. and Vlachopoulou M. (Editors) 2013. E-innovation for sustainable development during global economic crisis. IGI Global. USA.
- Norton, P. 2012. Εισαγωγή στους Υπολογιστές. Επιμέλεια μετάφρασης: Μ.Γ. Δημόπουλος. 6η έκδοση. Εκδόσεις Τζιόλα. Θεσσαλονίκη 2012



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ζαχαρούλα Ανδρεοπούλου. «Δίκτυα Η/Υ στη Δασοπονία. Δίκτυα Αισθητήρων και Εφαρμογές για το Περιβάλλον». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS350/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Χριστιάνα Κολιούσκα
Θεσσαλονίκη, 6/5/2015



**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

