

Ρομποτική Πλατφόρμα Διάσωσης Κατασκευή και εφαρμογή στον διαγωνισμό Robocup-RoboRescue 2008.

Ομάδα ρομποτικής P.A.N.D.O.R.A. - IEEE Robotics Chapter Team *

Περίληψη

Η ομάδα ρομποτικής PANDORA, του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του ΑΠΘ, (IEEE Robotics Chapter of AUTH) θα παρουσιάσει στο demo session του συνεδρίου μία ρομποτική πλατφόρμα, με δυνατότητες πλοήγησης, εύρεσης θυμάτων και χαρτογράφησης του χώρου σε περιβάλλον που έχει προκύψει από κάποια φυσική καταστροφή. Στο 1^ο μέρος του άρθρου παρουσιάζεται το project της ομάδας, στο 2^ο μέρος λεπτομερέστερες πληροφορίες για το όχημα, στο 3^ο μέρος παρουσιάζονται οι τρόποι με τους οποίους θα επιδείξουμε το όχημα στους συνέδρους και τέλος στο 4^ο μέρος οι ειδικές μας απαιτήσεις για την επίδειξη του.

1. Εισαγωγή

Η ομάδα ρομποτικής PANDORA του Α.Π.Θ., κατά τη χρονιά 2007-2008 διεκδίκησε και πέτυχε τη συμμετοχή στο διεθνή διαγωνισμό RoboCup-RoboRescue για τις ανάγκες του οποίου υλοποίησε μία ρομποτική πλατφόρμα για αναζήτηση θυμάτων σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών. Η ομάδα επέλεξε να συμμετάσχει στο συγκεκριμένο διαγωνισμό λόγω των υψηλών απαιτήσεων και του σκληρού ανταγωνισμού, δεδομένα που αποτελούσαν πρόκληση. Παρά την έλλειψη εμπειρίας, το μειωμένο προϋπολογισμό και τα στενά χρονικά περιθώρια, κατέλαβε την 9^η θέση ανάμεσα σε 18 ομάδες αφήνοντας πίσω κάποιες με πολυετή εμπειρία στο διαγωνισμό. Η ιστοσελίδα της ομάδας βρίσκεται στη διεύθυνση <https://robotics.ee.auth.gr> όπου μπορείτε να δείτε φωτογραφίες του ρομποτικού οχήματος.

2. Ρομποτική Πλατφόρμα

Η ρομποτική πλατφόρμα που αναπτύχθηκε αποτελείται από το κύριο μηχανολογικό μέρος το οποίο έχει την ικανότητα προσπέλασης εμποδίων και διαθέτει ρομποτικό βραχίονα για την προσέγγιση σημείων. Επίσης φέρει αισθητήρες για την πλοήγησή του και την αναγνώριση θυμάτων στο χώρο καθώς και ηλεκτρονικό υπολογιστή στον οποίο τρέχει όλο, ανεξαιρέτως, το λογισμικό. Οι δύο βασικές λειτουργίες του οχήματος είναι:

-Τηλεχειριζόμενη, όπου το ρομπότ παίρνει εντολές από το χειριστή και επιστρέφει δεδομένα που περιγράφουν την κατάστασή του.

-Αυτόνομη, όπου η το ρομπότ πλοηγείται αυτόνομα στο χώρο, αναζητεί θύματα και επιστρέφει δεδομένα με την κατάστασή του.

Για αισθητήρες πλοήγησης χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθοι: 4 αισθητήρες υπερήχων, 5 αισθητήρες υπερύθρων, τρισδιάστατη ψηφιακή πυξίδα, ένα Laser Range Finder, μία web κάμερα στο πίσω μέρος του οχήματος και 3 μικρόφωνα στην κεφαλή του οχήματος.

Οι αισθητήρες αναγνώρισης με τη σειρά τους είναι οι εξής: 1 θερμικό αισθητήριο στην κεφαλή του βραχίονα για μέτρηση θερμότητας, 1 αισθητήρας CO2 που αντλεί από την κεφαλή του βραχίονα τον αέρα του περιβάλλοντος και δίνει ένδειξη για την περιεκτικότητά του σε διοξείδιο του άνθρακα, μία web κάμερα στην κεφαλή του οχήματος και τα 3 μικρόφωνα.

Όλα τα παραπάνω αισθητήρια συνδέονται σε 4 μικροελεγκτές AVR τύπου ATMEGA128 οι οποίοι με τη σειρά τους επικοινωνούν με το κεντρικό laptop μέσω σειριακής επικοινωνίας. Έχει τοποθετηθεί ακόμη ένας AVR ως εφεδρικός για την περίπτωση που χρειαστεί γρήγορη αντικατάσταση κάποιος από τους παραπάνω.

Την πλατφόρμα αποτελούν 1 ερπυστριοφόρο όχημα, 2 εμπρόσθιες ερπύστριες και 1 διαφορικό σύστημα με ρόδες στο πίσω μέρος. Κάθε ένα από τα τρία παραπάνω μέρη μπορεί να ενεργοποιηθεί ανεξάρτητα, μειώνοντας τη συνολική κατανάλωση ισχύος.

Ο βραχίονας, είναι 5 βαθμών ελευθερίας και μπορεί να προσεγγίσει και να ελέγξει για θύμα σε δυσπρόσιτα σημεία. Έχει τη δυνατότητα να κλειδώνει στη θέση ισορροπίας του με χρήση ενός ακόμη σερβοκινητήρα έτσι ώστε να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας. Για τον έλεγχο του χρησιμοποιείται ένας ακόμα μικροελεγκτής.

Η αρχιτεκτονική λογισμικού του ρομπότ υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας μονάδες λογισμικού με ρόλο διαμεσολαβητή και στοιχεία λογισμικού σχεδιασμένα με βάση την εννοιολογική τους συνοχή. Όσον αφορά το περιβάλλον υλοποίησης, από τεχνική άποψη, το μεγαλύτερο τμήμα του λογισμικού εκτελείται σε σύγχρονο πυρήνα linux. Για το λογισμικό του ρομπότ χρησιμοποιήθηκαν νήματα POSIX η επικοινωνία των οποίων υλοποιήθηκε με τη χρήση System V ουράς μηνυμάτων και κοινής μνήμης, ενώ ο συγχρονισμός τους επιτυγχάνεται με τη χρήση δυαδικών σηματοφόρων της ίδιας οικογένειας συστημάτων διαδιεργασιακής επικοι-

νωνίας. Το μεγαλύτερο μέρος του κώδικα γράφτηκε χρησιμοποιώντας C/C++ και τις αντίστοιχες αρχές προγραμματισμού.

Κατά την **αυτόνομη λειτουργία**, το ρομπότ έχει τη δυνατότητα να κινείται αυτόνομα με τη βοήθεια των περιμετρικών αισθητήρων και του συστήματος χαρτογράφησης. Η αυτόνομη λειτουργία χωρίζεται σε δύο ανεξάρτητα μέρη, την πλοήγηση και το σχεδιασμό ενεργειών. Η πλοήγηση του οχήματος στο χώρο γίνεται αποκλειστικά με τη βοήθεια των περιμετρικών αισθητήρων και του συστήματος χαρτογράφησης. Το σύστημα του πλοηγού (Navigator) υλοποιεί για την αποφυγή των εμποδίων μία αντιδραστική συμπεριφορά βασισμένη σε ένα μη γραμμικό διανυσματικό πεδίο.

Η **χαρτογράφηση του περιβάλλοντος** του ρομπότ καθώς και η **εκτίμηση της θέσης** του, (Simultaneous Localization and Mapping), γίνεται με τη χρήση του αισθητήρα Hokuyo URG04 Laser Range Finder και ενός scan-matching αλγόριθμου. Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των δεδομένων από το laser είναι ο ICP (Iterative Closest Point), που δεν απαιτεί τη χρήση οδομετρίας και επιπλέον καταναλώνει μικρότερη επεξεργαστική ισχύ. Ο χάρτης του χώρου αναπαρίσταται με τη μορφή ενός occupancy grid, ένα πλέγμα όπου το κάθε κελί παίρνει gray-scale αποχρώσεις ανάλογα με την πιθανότητα να είναι κατειλημμένο ή όχι από κάποιο εμπόδιο και αποθηκεύεται σε μορφή geoTiff.

Για την **αναγνώριση των πιθανών θυμάτων** και της **κατάστασης** στην οποία βρίσκονται έγινε χρήση **επεξεργασίας εικόνας** η οποία συνολικά περιλάμβανε δυο βασικά στάδια. Το πρώτο στάδιο αναφέρεται στην εύρεση ύπαρξης θύματος ή μη, στο οπτικό πεδίο του ρομπότ και χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο που προσπαθεί να εντοπίσει ανθρώπινα μέλη όπως πρόσωπο, χέρια κ.λ.π. κάνοντας χρήση της βιβλιοθήκης opencv. Το δεύτερο στάδιο αναφέρεται στην αναγνώριση της κατάστασης στην οποία βρίσκεται το θύμα και ενεργοποιείται εφόσον υπάρχει θετικό αποτέλεσμα από το πρώτο στάδιο. Επίσης, η εικόνα ελέγχεται ως προς την ύπαρξη υψής ανθρώπινου δέρματος η οποία και είναι χαρακτηριστική. Εφόσον διαπιστωθεί η παρουσία θύματος εκτελούνται δυο βήματα για την αξιολόγηση της κατάστασης του θύματος. Το πρώτο άφορα το κατά πόσο το θύμα έχει τις αισθήσεις του και επιτυγχάνεται αξιολογώντας την κίνηση που παρατηρείται στο χώρο και το δεύτερο αποσκοπεί στην εκτίμηση του περιβάλλοντος χώρου που βρίσκεται το θύμα και της πιθανότητας να είναι εγκλωβισμένο.

Για την πλοήγηση και την αναγνώριση της κατάστασης του θύματος, έγινε επίσης χρήση τεχνικών **αναγνώρισης ήχου**, μέσω τριών electret condenser μικροφώνων τα οποία είναι τοποθετημένα περιμετρικά στην κεφαλή του βραχίονα ώστε να αναγνωρίζουν ήχους που προέρχονται από εμπρός, πίσω, αριστερά και δεξιά του ρομπότ και να αναγνωρίζουν την κατεύθυνση τους.

3. Επίδειξη της Ρομποτικής Πλατφόρμας

Στο demo session θα γίνει μία προσπάθεια επίδειξης των βασικών λειτουργιών της ρομποτικής πλατφόρμας. Θα κάνουμε παρουσίαση της τηλεχειριζόμενης λειτουργίας η οποία θα περιλαμβάνει κάποιες στοιχειώδεις κινήσεις της πλατφόρμας καθώς επίσης και του βραχίονα, έτσι ώστε να φανούν οι δυνατότητες κίνησής της και αναγνώρισης θυμάτων στην τηλεχειριζόμενη λειτουργία. Τέλος, θα γίνει λεπτομερής επεξήγηση όλων των τμημάτων του ρομπότ, καθώς επίσης και της πορείας κατασκευής τους.

4. Απαιτήσεις

Για την παρουσίαση του project θα χρειαστούμε :

-Ένα επιπλέον πάγκο για την τοποθέτηση ενός PC.

-Απλή παροχή ρεύματος.

-Θόνη για προβολή σχεδίων και φωτογραφικού υλικού από την πορεία κατασκευής του οχήματος.

-Έναν πίνακα που να μας παρέχει την ικανότητα να τοποθετήσουμε μία αφίσα και ορισμένες φωτογραφίες.

* Η ομάδα ρομποτικής του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του ΑΠΘ, ιδρύθηκε το 2005 στο πλαίσιο της ερευνητικής διαδικασίας του πανεπιστημίου, με την υποστήριξη της IEEE και αποτελείται από προπτυχιακούς φοιτητές του ίδιου τμήματος αλλά και των τμημάτων του Μαθηματικού και της Πληροφορικής της Σχολής Θετικών Επιστημών του ΑΠΘ. Τα μέλη της ομάδας που συμμετείχαν στο project του Robocup 2007-2008 είναι με αλφαβητική σειρά τα εξής:

Αθανασιάδης Γιάννης johnny.ath@gmail.com
Γεωργίου-Σαρλικιώτης Βασίλειος billgs@gmail.com
Ζαπάρτας Παναγιώτης pazapart@gmail.com
Ζολώτας Χριστόφορος imgchris@ath.forthnet.gr
Θωμαρέης Νικήτας absintheus@gmail.com
Καστάνης Θεόδωρος kastado@gmail.com
Κουφός Δημήτριος d_th_koufos@yahoo.gr
Λάμαρης Κωνσταντίνος ironlam@gmail.com
Μαλλιάκας Παναγιώτης pmaliak@hotmail.com
Παπαδόπουλος Χαράλαμπος babisnet@gmail.com
Παπάζογλου Ανέστης mourgos23@gmail.com
Σκαλιστής Στέφανος sskalist@gmail.com
Συμονίδης Δημήτριος mitso_23@hotmail.com
Τσαλίδης Παρασκευάς rainfugi@gmail.com
Τσελεπής Νικόλαος ntselepi@ieee.org
Φελεκίδης Νικόλαος nfelekidis@gmail.com
Φούντας Ζαφείρης zfountas@hotmail.com