

ΠΛΗ 513 – Αυτόνομοι Πράκτορες – 2021

Διδάσκων: Μ. Γ. Λαγουδάκης 3η Εργαστηριακή Άσκηση Παράδοση: 10/12/21, 11μμ

Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας εργαστηριακής άσκησης είναι η γνωριμία με έναν από τους πλέον διαδεδομένους προσομοιωτές ρομποτικών συστημάτων, τον προσομοιωτή Gazebo [<http://gazebo.org/>], ο οποίος άρχισε να αναπτύσσεται στο University of Southern California (USC) στις Η.Π.Α. το 2002 από τους Nate Koenig (υποψήφιο διδάκτορα) και Andrew Howard (επιβλέποντα καθηγητή). Μετά από διάφορες φάσεις εξέλιξης, το 2012 τέθηκε υπό την αιγίδα του πάλαι ποτέ Open Source Robotics Foundation (OSRF), τώρα πια Open Robotics [www.openrobotics.org], και πλέον αναπτύσσεται με σταθερό ρυθμό από μια έμπειρη ομάδα προγραμματιστών. Ο προσομοιωτής Gazebo αναπτύχθηκε για να αποτελέσει βασικό εργαλείο στην εργαλειοθήκη του κάθε ερευνητή της ρομποτικής. Επιτρέπει τον γρήγορο έλεγχο ρομποτικών σχεδιασμών και αλγορίθμων σε ρεαλιστικά σενάρια. Μέσα στο Gazebo κρύβεται μία ισχυρή μηχανή φυσικής (για την ακρίβεια, υποστηρίζονται συνολικά τέσσερις μηχανές φυσικής), η οποία σε συνδυασμό με υψηλής ποιότητας γραφικά και φιλική προγραμματιστική διεπαφή, επιτρέπει την ακριβή και αποτελεσματική προσομοίωση πολυ-ρομποτικών συστημάτων σε πολύπλοκα, περιβάλλοντα εσωτερικού και εξωτερικού χώρου στις τρεις διαστάσεις. Και το σημαντικότερο απ' όλα, το Gazebo προσφέρεται δωρεάν στους ενδιαφερόμενους χρήστες και ήδη υποστηρίζεται από μια μεγάλη, ενεργή κοινότητα χρηστών.

Εγκατάσταση

Για να δουλέψετε με την τελευταία έκδοση του προσομοιωτή Gazebo **11.x.x**, θα χρειαστεί να εξασφαλίσετε πρόσβαση σε υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα Linux, διότι δεν υπάρχει προς το παρόν ολοκληρωμένη έκδοση για Windows διαθέσιμη¹. Για όσους έχουν πρόσβαση μόνο σε λειτουργικό σύστημα Windows, η εύκολη λύση είναι να εγκαταστήσετε το Virtual Box (freeware) [www.virtualbox.org] και να δημιουργήσετε ένα virtual machine στο οποίο θα εγκαταστήσετε Linux. Προτιμήστε διανομές, όπως Ubuntu 20.04 LTS ή Ubuntu 18.04 LTS [www.ubuntu.com]. Θεωρώ δεδομένο ότι όλοι αυτοί οι όροι δεν σας ξενίζουν· αν αναρωτιέστε τι είναι το virtual machine και τι είναι το Linux, τότε φροντίστε άμεσα να μάθετε! Εφόσον, εξασφαλίσετε τα παραπάνω, ακολουθήστε τις κατάλληλες οδηγίες:

- καταφόρτωση (download): <http://gazebo.org/download> (δείτε εκεί που λέει Debian)
- εγκατάσταση (installation): <http://gazebo.org/tutorials?cat=install>
- εκδόσεις (releases): <http://gazebo.org/distributions/gazebo/releases>

Από αυτό το σημείο και κάτω υποθέτουμε ότι η εγκατάσταση έχει γίνει χωρίς λάθη ή προβλήματα.

Gazebo Tutorials

Τα εγχειρίδια εκμάθησης (tutorials) για το Gazebo περιλαμβάνουν λεπτομερείς οδηγίες για την εκμάθηση της χρήσης του, αλλά και τεχνικές λεπτομέρειες για κάθε ρομποτικό σύστημα που υποστηρίζεται. Τα κείμενα αυτά είναι προσβάσιμα από την ιστοσελίδα <http://gazebo.org/tutorials>. Στην ενότητα του εργαστηριακού υλικού στο eClass θα βρείτε και κάποια συμπληρωματικά στοιχεία από τις εταιρείες ρομποτικής Willow Garage και The Construct που υποστηρίζουν την ανάπτυξη του Gazebo.

Διαδικασία

Ξεκινήστε τον προσομοιωτή Gazebo στον υπολογιστή σας γράφοντας **gazebo** σε κάποιο terminal. Στην πραγματικότητα, θα τρέξουν δύο προγράμματα: ο **gzserver** που είναι ο καθ' εαυτός προσομοιωτής και ο **gzclient** που είναι η γραφική διεπαφή, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους βάσει ενός πρωτοκόλλου που χρησιμοποιεί Google Protocol Buffers. Τα δύο αυτά προγράμματα μπορούν να τρέξουν και ανεξάρτητα γράφοντας το όνομά τους σε αντίστοιχα terminals. Μάλιστα, υπάρχει η δυνατότητα να έχουμε πολλούς clients για διαφορετική γραφική παρουσίαση της προσομοίωσης από τον ίδιο server. Πάνω δεξιά στο γραφικό παράθυρο θα δείτε μια μικρή κάμερα· πατώντας εκεί μπορούμε να αποθηκεύσουμε ένα screenshot του κεντρικού γραφικού παραθύρου. Στον φάκελο **/usr/share/gazebo-9/worlds** υπάρχουν διάφοροι έτοιμοι κόσμοι. Ανοίξτε κάποιον κόσμο δίνοντας **gazebo worlds/<someWorldName>.world**. Παίξτε λίγο με τις επιλογές που δίνονται στο πάνω μέρος του παραθύρου (αλλάξτε την προοπτική, τον φωτισμό, μετακινήστε/περιστρέψτε αντικείμενα, κλπ.). Μην ανησυχείτε αν «χαλάσετε» τον κόσμο, μπορείτε πάντα να τον ξαναοιζείτε από την αρχή.

Gazebo Models

Κάθε φυσική οντότητα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε μια προσομοίωση στο Gazebo, από ένα απλό γεωμετρικό αντικείμενο μέχρι ένα πολύπλοκο ρομποτικό σύστημα, ονομάζεται μοντέλο (model). Κάθε κόσμος αποτελείται από ένα ή περισσότερα τέτοια μοντέλα. Ακόμη και το έδαφος στην προσομοίωση

¹Υπάρχουν κάποιες οδηγίες για installation σε Windows, αλλά η λύση αυτή δεν ενδείκνυται για την ώρα.

είναι ένα τέτοιο μοντέλο! Κάθε μοντέλο περιλαμβάνει πληροφορία σχετικά με τις δυναμικές, κινητικές, γραφικές ιδιότητες της οντότητας που περιγράφει, καθώς και τα όποια πρόσθετα (plugins) επηρεάζουν την συμπεριφορά του. Παραδείγματα μοντέλων (από κόσμους που έχετε ανοίξει) θα βρείτε στον φάκελο `$HOME/.gazebo/models/`. Κάθε μοντέλο model έχει τον δικό του υποφάκελο που περιλαμβάνει τα εξής:

- `model.config` (υποχρεωτικά): αρχείο xml με βασικές πληροφορίες για το μοντέλο
- `model.sdf` (υποχρεωτικά): περιγραφή σε Simulator Description Format [<http://sdformat.org>]
- `model.sdf.erb` (εναλλακτικά): αρχείο sdf με ενσωματωμένο κώδικα Ruby για δυναμική δημιουργία
- `meshes` (προαιρετικά): φάκελος με αρχεία COLLADA και STL για το μοντέλο
- `materials` (προαιρετικά): φάκελος με υφές, εικόνες και OGRE scripts για το μοντέλο
- `plugins` (προαιρετικά): φάκελος με τα πρόσθετα στοιχεία για το μοντέλο

Το βασικό αρχείο `.sdf` περιγράφει με xml tags τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν: συμπαγή τμήματα, γεωμετρία, μάζες, μεγέθη, αρθρώσεις, αδρανειακές ιδιότητες, γεωμετρία συγκρούσεων, κλπ.

Πειραματισμός

Εξασκηθείτε στην δημιουργία ρομποτικών μοντέλων μέσω του tutorial [Build a Robot](#), συγκεκριμένα εκτελώντας βήμα-βήμα τις διαδικασίες που περιγράφονται μόνο στις ενότητες [Make a Mobile Robot](#), [Attach Meshes](#), [Add a Sensor to a Robot](#) για να φτιάξετε το μοντέλο ενός απλού δίτροχου ρομπότ. Μπορείτε να αντιγράψετε από το tutorial τα τμήματα κώδικα που χρειάζονται σε κάθε βήμα. Προχωρήστε στην εξάσκηση χρήσης του γραφικού εργαλείου για τη δημιουργία μοντέλων, εκτελώντας βήμα-βήμα τις διαδικασίες που περιγράφονται στην ενότητα [Model Editor](#). Κάποια αρχεία `.dae` ή `.stl` για πρόσθετα σχήματα θα βρείτε στα υπάρχοντα μοντέλα στον φάκελο `$HOME/.gazebo/models/`. Όταν δημιουργήσετε το δικό σας μοντέλο και το αποθηκεύσετε θα δημιουργηθεί ένας φάκελος με όλα τα σχετικά αρχεία. Φροντίστε να το βάλετε μαζί με τα υπάρχοντα μοντέλα για να τα έχετε συγκεντρωμένα. Τέλος, εξασκηθείτε στην δημιουργία κόσμων, εκτελώντας βήμα-βήμα τις διαδικασίες που περιγράφονται στην ενότητα [Building a world](#) και στην χρήση του γραφικού εργαλείου για την δημιουργία εικονικών κτιρίων, εκτελώντας βήμα-βήμα τις διαδικασίες που περιγράφονται στην ενότητα [Building Editor](#). Στον κόσμο που θα φτιάξετε φροντίστε να συμπεριλάβετε και το μοντέλο που δημιουργήσατε νωρίτερα σε όσα αντίγραφα θέλετε. Φυσικά, μπορείτε να συμπεριλάβετε και οποιοδήποτε από τα έτοιμα μοντέλα θέλετε. Ο κάθε κόσμος αποθηκεύεται σε έναν δικό του φάκελο, όπου θέλετε. Για να τον ξανανοίξετε να πρέπει να δώσετε στο command line την εντολή `gazebo <path-to-my-world>/<my-world-name>.sdf`. Στην δημιουργία κτιρίου, υπάρχει ένα έτοιμο floorplan που δίνεται, αλλά προτιμήστε να εισάγετε και να φτιάξετε κάτι πιο απλό, για παράδειγμα ένα δωμάτιο των ονείρων σας με πόρτες, παράθυρα, ίσως και με δύο ορόφους και σκάλα. Όχι κάτι σύνθετο, απλά κάτι πρωτότυπο. Αποθηκεύστε το κτίριό σας στον προτεινόμενο φάκελο `$HOME/building_editor_models/`. Προσθέστε κατόπιν το κτίριο που φτιάξατε στον κόσμο που είχατε δημιουργήσει για να έχετε μια ολοκληρωμένη τελική δημιουργία.

Θα προσέξατε ίσως ότι όλες οι παραπάνω ενότητες του tutorial είναι στο επίπεδο δυσκολίας Beginner, οπότε δεν θα σας δυσκολέψουν ιδιαίτερα, και επίσης οι οδηγίες που δίνονται στο κείμενο και στα βίντεο είναι αρκετά αναλυτικές.

Ασκήσεις

Τι;;; Πρέπει να κάνουμε και ασκήσεις τώρα; Δεν αρκούν τα παραπάνω; Βεβαίως και αρκούν!!! Και ελπίζω τα κάνετε όλα! Για να δώσετε όμως έναν πιο προσωπικό χαρακτήρα στην παραπάνω διαδικασία εκμάθησης του Gazebo, φροντίστε σε κάποια βήματα του tutorial να κάνετε μικρές παραλλαγές κατά την κρίση σας (διαφορετικά νούμερα, διαφορετικές διαστάσεις, διαφορετική γεωμετρία, διαφορετικά χαρακτηριστικά κόσμου, διαφορετικά στοιχεία κτιρίου, ...), ώστε να αφήσετε την δική σας πινελιά στο μοντέλο, στον κόσμο, και στο κτίριο που θα δημιουργήσετε. Κάθε φορά που ολοκληρώνετε μια ενότητα του tutorial, φροντίστε να βγάξετε ένα (ή περισσότερα) screenshot(s) του αποτελέσματος για να μπορείτε να δείξετε τι κάνατε.

Αναφορά/Παράδοση/Βαθμολογία

Συγκεντρώστε τους φακέλους με τα αρχεία xml κώδικα που δημιουργήσατε για το μοντέλο σας, τον κόσμο και το κτίριο. Συγκεντρώστε επίσης τα screenshots της εργασίας σας σε μια σύντομη αναφορά (σε PDF) όπου θα περιγράψετε τι κάνατε και ιδιαίτερα τις όποιες διαφοροποιήσεις από το tutorial υιοθετήσατε. Παραδώστε κώδικα και αναφορά σε ένα συμπίεσμένο αρχείο μέσω του eClass. Η βαθμολογία θα προκύψει από την πληρότητα της εργασίας σας.