

ΠΛΗ 513 – Αυτόνομοι Πράκτορες – 2017

Διδάσκων: Μ. Γ. Λαγουδάκης 1η Εργαστηριακή Άσκηση Παράδοση: 23/10/17, 11μμ

Εισαγωγή

Μια μεγάλη κλάση λογισμικού για ρομποτική είναι οι προσομοιωτές ρομποτικών συστημάτων. Αυτές οι εφαρμογές προσομοιώνουν την κινηματική και δυναμική κατάσταση διαφόρων ρομποτικών συστημάτων μέσα σε ιδεατούς κόσμους και δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να δοκιμάσουν αλγορίθμους ελέγχου και να πειραματιστούν με διάφορες τεχνικές αποφεύγοντας το κόστος και τους κινδύνους που εγκυμονούν οι πειραματισμοί με τα αντίστοιχα φυσικά ρομποτικά συστήματα. Μ' αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται η ανάπτυξη ρομποτικού λογισμικού και επιταχύνεται η διαδικασία αποσφαλμάτωσης του κώδικα. Επίσης, οι προσομοιωτές αποκτούν σημαντικό ρόλο στη χρήση αλγορίθμων ρομποτικής μάθησης, καθώς μπορούν να προσφέρουν σχετικά εύκολα τους μεγάλους όγκους δεδομένων που απαιτούν αυτοί οι αλγόριθμοι, χωρίς καταπόνηση των πραγματικών ρομποτικών συστημάτων και χωρίς δαπανηρή επένδυση χρόνου. Ωστόσο, κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί κριτικές που κατά κανόνα σχετίζονται με το βαθμό στον οποίο ένας προσομοιωτής καταφέρνει να προσομοιώσει ρεαλιστικά κάθε πτυχή της πραγματικότητας, συμπεριλαμβανομένης και της έμφυτης αβεβαιότητας του φυσικού κόσμου. Πολλές φορές μικρές αποκλίσεις στον προσομοιωτή μπορούν να οδηγήσουν σε τεράστιες αποκλίσεις αποτελεσμάτων στο φυσικό σύστημα. Παρά τα προβλήματα, οι προσομοιωτές αποτελούν και θα συνεχίσουν να αποτελούν σημαντικό μέρος της έρευνας στη ρομποτική. Στόχος της παρούσας εργαστηριακής άσκησης είναι η γνωριμία με έναν από τους πλέον καταξιωμένους προσομοιωτές, τον προσομοιωτή Webots, ο οποίος αναπτύχθηκε αρχικά στο EPFL στην Ελβετία και τώρα διατίθεται εμπορικά μέσω της εταιρείας Cyberbotics [www.cyberbotics.com] που εδρεύει επίσης στη Ελβετία.

Εγκατάσταση

Για να δουλέψετε με τον προσομοιωτή Webots, θα χρειαστεί να κατεβάσετε:

- το κατάλληλο αρχείο εγκατάστασης για την έκδοση **7.4.3**¹ από www.cyberbotics.com/archive
- τα εγχειρίδια για την έκδοση **7.4.3** από την ενότητα εργαστηριακού υλικού στο courses

Webots

Ο προσομοιωτής Webots παρέχει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης ρομποτικών εφαρμογών. Για την ακρίβεια, ο χρήστης έχει στη διάθεσή του τέσσερα βασικά στάδια ανάπτυξης: Model, Program, Simulate, Transfer. Στο στάδιο της μοντελοποίησης ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ένα ακριβές μοντέλο του ρομποτικού του συστήματος με όλα τα φυσικά χαρακτηριστικά του (αρθρώσεις, τμήματα, αισθητήρες, επενεργητές, μέγεθος, βάρος, τριβές, κλπ.) ή να επιλέξει να χρησιμοποιήσει ένα από τα ήδη έτοιμα μοντέλα για μια πληθώρα εμπορικών ρομποτικών συστημάτων, όπως το Aibo ή το Nao. Στη συνέχεια μέσα από ένα ολοκληρωμένο γραφικό περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού μπορεί να προγραμματίσει το ρομποτικό του σύστημα χρησιμοποιώντας μία από τις πολλές προσφερόμενες γλώσσες προγραμματισμού και τα αντίστοιχα ενσωματωμένα εργαλεία για μεταγλώττιση και αποσφαλμάτωση. Κατόπιν, η εκτέλεση του κώδικα μπορεί να δοκιμαστεί μέσω του ρομποτικού μοντέλου σε οποιονδήποτε ιδεατό κόσμο, ώστε να εκτιμηθεί η τελική συμπεριφορά του ρομποτικού συστήματος υπό διάφορες συνθήκες. Τέλος, ο κώδικας αυτός μπορεί να μεταφερθεί σχετικά εύκολα στο πραγματικό ρομποτικό σύστημα χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα εργαλεία για διαμεταγλώττιση και βελτιστοποίηση. Ο προσομοιωτής Webots προσφέρει πολλές ευκολίες στη σύνθεση ρομποτικών τμημάτων από βιβλιοθήκες αισθητήρων και επενεργητών, ρεαλιστική προσομοίωση κινηματικών και δυναμικών καταστάσεων σύμφωνα με τους νόμους φυσικής των στερεών, επιτάχυνση ή επιβράδυνση του χρόνου προσομοίωσης και διαδραστική τρισδιάστατη οπτικοποίηση και επικοινωνία με το χρήστη. Περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν στην ιστοσελίδα www.cyberbotics.com.

Εγχειρίδια

Τα εγχειρίδια για το Webots περιλαμβάνουν οδηγίες για την εκμάθηση της χρήσης του, αλλά και τεχνικές λεπτομέρειες για κάθε ρομποτικό σύστημα που υποστηρίζεται (είναι προσβάσιμα κι από το Menu Help).

Webots Overview - Σύντομη εισαγωγή στον προσομοιωτή

Webots User Guide - Οδηγός χρήσης του προσομοιωτή

Webots Reference Manual - Εγχειρίδιο αναφοράς του προσομοιωτή

Διαδικασία

Ξεκινήστε τον προσομοιωτή Webots στον υπολογιστή σας (επιλέξτε Continue with the free version of Webots). Αφιερώστε χρόνο για να ολοκληρώσετε το Webots Guided Tour (ανοίγει από το Menu Help,

¹Η τελευταία έκδοση (8.6.2) δυστυχώς δεν παρέχει πλέον δωρεάν λειτουργικότητα.

αν δεν ανοίξει αυτόματα) για να δείτε τι σας προσφέρει (κρατήστε το παράθυρο του tour ανοικτό και χρησιμοποιήστε τα Previous/Next για να δείτε και τα 25 demos). Διαβάστε τις πληροφορίες που δίνονται για κάθε περιβάλλον και κάθε ρομποτικό σύστημα. Χρησιμοποιήστε το ποντίκι για να αλλάξετε την οπτική γωνία στον τριδιάστατο κόσμο και τα πλήκτρα ελέγχου (όπου προσφέρονται) για να κατευθύνετε το προσομοιωμένο ρομπότ. Στα δεξιά μπορείτε να βλέπετε τον κώδικα που εκτελείται και στο κάτω μέρος μηνύματα που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Στα αριστερά βλέπετε όλα τα αντικείμενα που υπάρχουν στον τρέχοντα τριδιάστατο κόσμο καθώς και τις ιδιότητές τους. Διαβάστε στο User Guide τη λειτουργία του User Interface ώστε να το χειρίζεστε εύκολα.

RobotStadium

Το RobotStadium (robotstadium.org) είναι ένας ρομποτικός διαγωνισμός που διεξήχθη επίσημα κατά τα έτη 2008–2011 και πρόκειται ουσιαστικά για online αγώνες RoboCup Standard Platform League (SPL) σε προσομοίωση με τέσσερα ανθρωποειδή Aldebaran Nao robots ανά ομάδα. Είναι ένας συναρπαστικός διαγωνισμός που επιτρέπει τη μελέτη όλων των υποπροβλημάτων του RoboCup (αντίληψη, εντοπισμός, κίνηση, συντονισμός) σε αρκετά ρεαλιστικό περιβάλλον. Οι συμμετέχοντες μπορούν να προγραμματίσουν την ομάδα τους σε διάφορες γλώσσες (C++, Java, Python, URBI). Τα τελευταία χρόνια προστέθηκε και η δυνατότητα προγραμματισμού και προσομοίωσης ανθρωποειδών ρομπότ Robotis Darwin-OP και φυσικά η δυνατότητα διεξαγωγής αγώνων μεταξύ ομάδων από Nao και Darwin-OP.

Πειραματισμός

Αντιγράψτε το φάκελο `webots/projects/contests/robotstadium` σε κάποιο δικό σας χώρο (όλες οι αναφορές στο εξής θα είναι στο δικό σας αντίγραφο). Από το File επιλέξτε να ανοίξετε τον κόσμο `robotstadium_nao_vs_nao.wbt` που βρίσκεται στο φάκελο `robotstadium/worlds`. Θα δείτε το γήπεδο με τα 4 ρομπότ Nao (τρεις επιθετικοί και ένας τερματοφύλακας) ανά ομάδα στο γραφικό περιβάλλον. Η μπλε ομάδα ελέγχεται από τον κώδικα C++ που βρίσκεται στο φάκελο `robotstadium/controllers/nao_team_0`, ενώ η κόκκινη ομάδα ελέγχεται από τον κώδικα Java που βρίσκεται στο φάκελο `robotstadium/controllers/nao_team_1`². Πιο συγκεκριμένα, ο (κοινός) κώδικας για τους επιθετικούς είναι στο `FieldPlayer.{cpp|java}`, ενώ για τον τερματοφύλακα στο `GoalKeeper.{cpp|java}`. Στο παράθυρο κώδικα του Webots βλέπετε τα δύο αρχεία για τους επιθετικούς. Πατήστε Clean και Build για να δημιουργηθούν τα εκτελέσιμα. Πατήστε το Run και παρακολουθήστε για λίγο την προσομοίωση του αγώνα (η προσομοίωση περνάει διαδοχικά από τις καταστάσεις Initial, Ready, Set, Play πριν αρχίσει ο αγώνας). Ανοίξτε και το `GoalKeeper.java` και προσπαθήστε να καταλάβετε τη λογική που περιέχεται στα δύο αρχεία Java. Αν κάνετε κάποια αλλαγή, πατήστε Clean και Build για να δημιουργηθεί ξανά το εκτελέσιμο και ξεκινήστε πάλι την προσομοίωση με το Revert.

Άσκησης

Τώρα είναι η σειρά σας να προγραμματίσετε μια απλή συμπεριφορά στο Webots για το μοντέλο του Nao. Η έτοιμη συμπεριφορά του επιθετικού, όπως θα δείτε και θα καταλάβετε κι από τον κώδικα, είναι πολύ βασική και πιθανότατα δεν θα καταφέρει να σκοράρει. Τροποποιήστε τον κώδικα του `FieldPlayer.java` ώστε το ρομπότ σας να κάνει κάτι διαφορετικό από την έτοιμη συμπεριφορά. Παρακολουθείτε στην προσομοίωση³ αν πετυχαίνετε αυτό που θέλετε και διορθώστε ανάλογα. Ένα από τα πράγματα που πρέπει να κάνετε ως άσκηση είναι να δημιουργήσετε κάποια δική σας κίνηση χρησιμοποιώντας τον motion editor που προσφέρει το Webots ξεκινώντας ίσως από κάποιο υπάρχον `.motion` αρχείο μέσα από το φάκελο `robotstadium/motions` και να την ενσωματώσετε στη συμπεριφορά σας. Για να το κάνετε αυτό, κάνετε click πάνω σε κάποιον παίκτη, επιλέγετε τον void controller από τις ιδιότητες στο scene tree ώστε να μην κινείται και μετά τον Motion Editor από το Robot Window στο Menu Robot. Κάθε κίνηση είναι μια χρονισμένη ακολουθία από στάσεις (poses), όπου η κάθε στάση δηλώνει τη διάταξη κάποιων αρθρώσεων (servos). Σώστε την κίνησή σας στο φάκελο `robotstadium/motions` και δείτε στο `FieldPlayer.java` πως ενσωματώνονται τέτοιες κινήσεις στον κώδικα. Χρησιμοποιήστε τη φαντασία σας για την επιθυμητή συμπεριφορά του παίκτη σας. Προσπαθήστε να παίζετε πιο επιθετικά, να αποφύγετε τον παίκτη που είναι μπροστά σας, να κλωτσήσετε τη μπάλα, να σηκωθείτε αν πέσετε, και γιατί όχι να σημειώσετε και κάποιο τέρμα! Εντάξει, υπερβάλλουμε ... Φυσικά, δεν περιμένει κανείς να φτιάξετε τον τέλειο ποδοσφαιριστή, αλλά εμπλουτίστε λίγο τη συμπεριφορά του και δώστε του τη δυνατότητα να κάνει κάποια νέα κίνηση που δημιουργήσατε εσείς, π.χ. έναν χαιρετισμό με το χέρι (εύκολο) ή μια κλωτσιά με το πόδι (δύσκολο)!

Αναφορά/Παράδοση/Βαθμολογία

Συμπίεστε τον φάκελο εργασίας `robotstadium` με τον κώδικά σας (`FieldPlayer.java` και `.motion`). Καταγράψτε ένα βίντεο της τελικής συμπεριφοράς του παίκτη σας μέσα από το Webots (δείτε στο File). Γράψτε μια σύντομη αναφορά (σε PDF) όπου θα περιγράφετε τη δουλειά σας και παραδώστε κώδικα, αναφορά και βίντεο μέσω του courses. Η βαθμολογία θα προκύψει από την ποιότητα της εργασίας σας.

²Μπείτε στο φάκελο και διαγράψτε τα αρχεία `robotstadium/controllers/nao_team_1/nao_team_1.*` εκτός του `.java`.

³Διαγράψτε τους παίκτες που δεν χρειάζεστε από το scene tree στα αριστερά για να μειώσετε τον υπολογιστικό φόρτο.