



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΕΘΕΝΙΤΗΣ

με θέμα

**“Συμπεριφορά Παικτών και Στρατηγική Ομάδας για το Πρωτάθλημα
RoboCup 3D Simulation”
“Player Behavior and Team Strategy for the RoboCup 3D
Simulation League”**

**Παρασκευή 24 Αυγούστου 2012, 11πμ
Αίθουσα 145.Π42, Κτίριο Επιστημών, Πολυτεχνειούπολη**

Εξεταστική Επιτροπή

**Επ. Καθ. Μιχαήλ. Γ. Αλαγουδάκης (επιβλέπων)
Επ. Καθ. Γεώργιος Χαλκιαδάκης
Καθ. Μίνως Γαροφαλάκης**

ABSTRACT

Any team participating in a team sport requires both individual and team skills in order to be successful. For human teams, these skills are inherent and naturally improve over time. However, for robot teams these skills must be programmed by the designers of the team. Robotic soccer, known as RoboCup, represents a complex, stochastic, real-time, multi-agent, competitive domain. In such domains, team skills are as important as individual player skills, considering that in soccer simulation leagues there are up to 9 or 11 players per team. This thesis presents a complete team design for the RoboCup 3D Simulation League focusing on player behavior, team strategy, and team coordination. Our agents are designed in a way that enables them to act effectively both autonomously and as members of the team. Initially, the development of the individual player skills is described. These skills include robust self localization and object tracking, effective locomotion and soccer motions, basic and complex action execution, and communication with teammates. Subsequently, a hierarchical coordination protocol is described, which coordinates all the individual player skills yielding a complete behavior for each agent within the frame of a global team strategy. Our approach is based on first sharing and fusing information about the game state and then decomposing the global coordination problem for the 9 or 11 players to smaller coordination problems over dynamically-determined subsets of players adhering to an adaptive global team formation. An exhaustive algorithm is used over the most important subset of active players (the three ones closest to the ball) to derive an optimal set of actions, whereas a less-expensive dynamic programming algorithm is used over the remaining players (support players) to derive their actions. Coordinated actions are evaluated through a function that combines costs related to positions, distances, potential collisions, and field

coverage. Our approach and our Java implementation enable the team to compute coordinated actions approximately every two seconds yielding quick responsiveness to dynamically changing game states. The results of complete games against existing teams, some of which compete for several years in the RoboCup 3D Simulation League, reveal that our team is quite competitive mostly thanks to the proposed coordination approach.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κάθε ομάδα που συμμετέχει σε ένα ομαδικό άθλημα απαιτεί δεξιότητες τόσο σε ατομικό όσο και σε ομαδικό επίπεδο, προκειμένου να είναι επιτυχημένη. Για τις ανθρώπινες ομάδες αυτό είναι κάτι τετριμμένο, που είναι έμφυτο και βελτιώνεται με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο για μια ρομποτική ομάδα αυτές οι ικανότητες θα πρέπει να προγραμματιστούν από τους σχεδιαστές. Το ρομποτικό ποδόσφαιρο, που είναι γνωστό με το όνομα RoboCup, αποτελεί ένα σύνθετο, στοχαστικό, με περιορισμούς πραγματικού χρόνου, πολύ-πρακτορικό και ανταγωνιστικό περιβάλλον. Σε αυτό το περιβάλλον, οι δεξιότητες της ομάδας είναι εξίσου σημαντικές με τις ατομικές ικανότητες των παικτών. Ειδικότερα αν σκεφτούμε ότι στο πρωτάθλημα προσομοίωσης ποδόσφαιρου υπάρχουν μέχρι 9 ή μέχρι 11 παίκτες ανά ομάδα το πρόβλημα του συντονισμού και της στρατηγικής γίνεται αρκετά δύσκολο. Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει τον πλήρη σχεδιασμό μιας ομάδας για το RoboCup 3D Simulation League, δίνοντας έμφαση στην στρατηγική, καθώς και στον συντονισμό της. Οι πράκτορες μας σχεδιαστήκαν με τρόπο που τους επιτρέπει να δρουν αποτελεσματικά τόσο αυτόνομα όσο και ως μέλη μιας ομάδας. Αρχικά αναφερόμαστε, στην ανάπτυξη και τον σχεδιασμό των ατομικών δεξιοτήτων. Αυτές οι δεξιότητες περιλαμβάνουν τον εντοπισμό της θέσης και την παρακολούθηση των θέσεων άλλων αντικειμένων, την μετακίνηση, τις κινήσεις που ως επί το πλείστον χρησιμοποιούνται στο ποδόσφαιρο, βασικές και πολύπλοκες δράσεις, καθώς και την επικοινωνία με τους συμπαίκτες τους. Στη συνέχεια, περιγράφεται ένα ιεραρχικό πρωτόκολλο συντονισμού, το οποίο συντονίζει όλες τις επιμέρους ικανότητες των παικτών παρέχοντας μια πλήρη συμπεριφορά για κάθε πράκτορα στο πλαίσιο μιας συνολικής στρατηγικής για την ομάδα. Η προσέγγισή βασίζεται στην ανταλλαγή των πληροφοριών σχετικά με τη κατάσταση του παιχνιδιού και στη συνέχεια στην αποσύνθεση του προβλήματος του συντονισμού για τους 9 ή τους 11 παίκτες σε μικρότερα προβλήματα συντονισμού, χωρίζοντας του παίκτες σε δυναμικά υποσύνολα που αποφασίζονται ακολουθώντας μια προσαρμοστική λειτουργία για τον σχηματισμό της ομάδας. Ένας εξαντλητικός αλγόριθμος χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια του συντονισμού των δράσεων του πιο σημαντικού υποσύνολου, των ενεργών παικτών (οι τρεις πλησιέστεροι στην μπάλα), εγγυώνται μας ένα βέλτιστο σύνολο δράσεων για αυτό το υποσύνολο, ενώ ένας λιγότερο δαπανηρός αλγόριθμος δυναμικού προγραμματισμού χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια του συντονισμού των υπόλοιπων παικτών (υποστηρικτικοί παίκτες) για να αντλήσει τις ενέργειές τους. Οι συντονισμένες ενέργειες αξιολογούνται μέσω μιας λειτουργίας που χρησιμοποιεί δαπάνες που σχετίζονται με τις θέσεις, τις αποστάσεις, πιθανές συγκρούσεις, και την κάλυψη του χώρου. Η προσέγγισή μας και η εφαρμογή μας σε γλώσσα προγραμματισμού Java επιτρέπουν στην ομάδα μας να υπολογίζει συντονισμένες δράσεις περίπου κάθε δύο δευτερόλεπτα αποδίδοντας γρήγορη ανταπόκριση στις δυναμικά μεταβαλλόμενες συνθήκες του παιχνιδιού. Τα αποτελέσματα που πρόέκυψαν από παιχνίδια με αντιπάλους υπάρχουσες ομάδες, μερικές από τις οποίες αγωνίζονται για αρκετά χρόνια στο πρωτάθλημα RoboCup 3D Simulation, αποκαλύπτουν ότι η ομάδα μας είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική ως επί το πλείστον χάρη στο προτεινόμενο πρωτόκολλο συντονισμού.