

Μέθοδοι Σχεδίασης κίνησης



Τασούδης Σταύρος

Ο προγραμματισμός τροχιάς (Trajectory planning) είναι η κίνηση από το σημείο A προς το σημείο B αποφεύγοντας τις συγκρούσεις με την πάροδο του χρόνου. Αυτό μπορεί να υπολογιστεί και στις discrete και συνεχείς μεθόδους. Ο προγραμματισμός τροχιάς είναι μια σημαντική περιοχή στη ρομποτική καθώς δίνει τρόπο στα αυτόνομα οχήματα.

dpsd05046

[Πληκτρολογήστε τη
διεύθυνση της εταιρείας]

[Πληκτρολογήστε τον αριθμό
τηλεφώνου]

[Πληκτρολογήστε τον αριθμό
φαξ]

13/1/2011

Περιεχόμενα

1. Προγραμματισμός τροχιάς	2
1.1 Εισαγωγή.....	2
1.2 Η προσέγγιση αποσύνθεσης κυττάρων.....	3
1.2.1 Ακριβής αποσύνθεση κυττάρων (exact cell decomposition)	3
1.2.2 Η κατά προσέγγιση αποσύνθεση κυττάρων (approximate cell decomposition)	4
1.3 Η πιθανή προσέγγιση τομέων(the potential field approach).....	5
1.4 Η προσέγγιση Χαρτών διαδρομών(the roadmap approach).....	5
1.5 Problem Constraints	6
1.5.1 Κινούμενα εμπόδια.....	6
Βιβλιογραφία.....	7

1. Προγραμματισμός τροχιάς

1.1 Εισαγωγή

Ο προγραμματισμός τροχιάς(Trajectory planning) είναι η κίνηση από το σημείο A προς το σημείο B αποφεύγοντας τις συγκρούσεις με την πάροδο του χρόνου. Αυτό μπορεί να υπολογιστεί και στις discrete και συνεχείς μεθόδους. Ο προγραμματισμός τροχιάς είναι μια σημαντική περιοχή στη ρομποτική καθώς δίνει τρόπο στα αυτόνομα οχήματα.

Ο προγραμματισμός τροχιάς αναφέρεται μερικές φορές ως προγραμματισμός κινήσεων και λανθασμένα ως προγραμματισμός πορειών. Ο προγραμματισμός τροχιάς είναι ευδιάκριτος από τον προγραμματισμό πορειών δεδομένου ότι είναι μέχρι παραμετροποιημένος με το χρόνο. Ουσιαστικά ο προγραμματισμός τροχιάς καλύπτει τον προγραμματισμό πορειών εκτός από τον προγραμματισμό του πώς να κινηθεί βασισμένος στην ταχύτητα, το χρόνο, και στις κινηματικές. (Robotics/Navigation/Trajectory Planning)

Ο βαθμός δυσκολίας του προγραμματισμού κινήσεων στα ρομπότ ποικίλλει πολύ ανάλογα με μερικούς παράγοντες: εάν όλες οι πληροφορίες σχετικά με τα εμπόδια (δηλ. μεγέθη, θέσεις, κινήσεις, κ.λπ.) είναι γνωστές πριν από τις κινήσεις ρομπότ και εάν αυτά τα εμπόδια κινούνται γύρω από ή παραμονή σε ισχύ καθώς το ρομπότ κινείται.

Το απλούστερο σενάριο, και επομένως ερευνημένο και κατανοητό, είναι όταν έχουμε σταθερά εμπόδια με τελείως γνωστές διαστάσεις στο χώρο. Σε αυτή την περίπτωση, όλα τα εμπόδια καθορίζονται στις θέσεις τους, και όλες οι λεπτομέρειες για αυτά τα εμπόδια είναι γνωστές προτού να πραγματοποιηθεί ο προγραμματισμός πορειών. Το πρόβλημα για το ρομπότ, που είναι γνωστό ως βασικό πρόβλημα προγραμματισμού κινήσεων, μπορεί να οριστεί ανεπίσημα το να φτάσεις από μια αφετηρία και να

τελειώσεις σε ένα σημείο χωρίς σύγκρουση με οποιαδήποτε εμπόδια. Αυτό το πρόβλημα λύνεται συνήθως στα ακόλουθα δύο βήματα (Stanford.edu, 1998-99) α:

- Καθορισμός μιας γραφικής παράστασης για να αντιπροσωπευτεί μια γεωμετρική δομή του περιβάλλοντος.
- Εκτέλεση μιας αναζήτησης γραφικών παραστάσεων για να βρεθεί ένα συνδεδεμένο συστατικό μεταξύ του κόμβου που περιέχει το σημείο έναρξης και του κόμβου που περιέχει το σημείο προορισμού.

Οι περισσότερες από τις υπάρχουσες μεθόδους για τον σχεδιασμό κίνησης ρομπότ βασίζονται στην έννοια του Χώρου Διαμορφώσεων και ταξινομούνται σε τρεις γενικές κατηγορίες (Ξιδιάς, 2008) : σε αυτές που βασίζονται

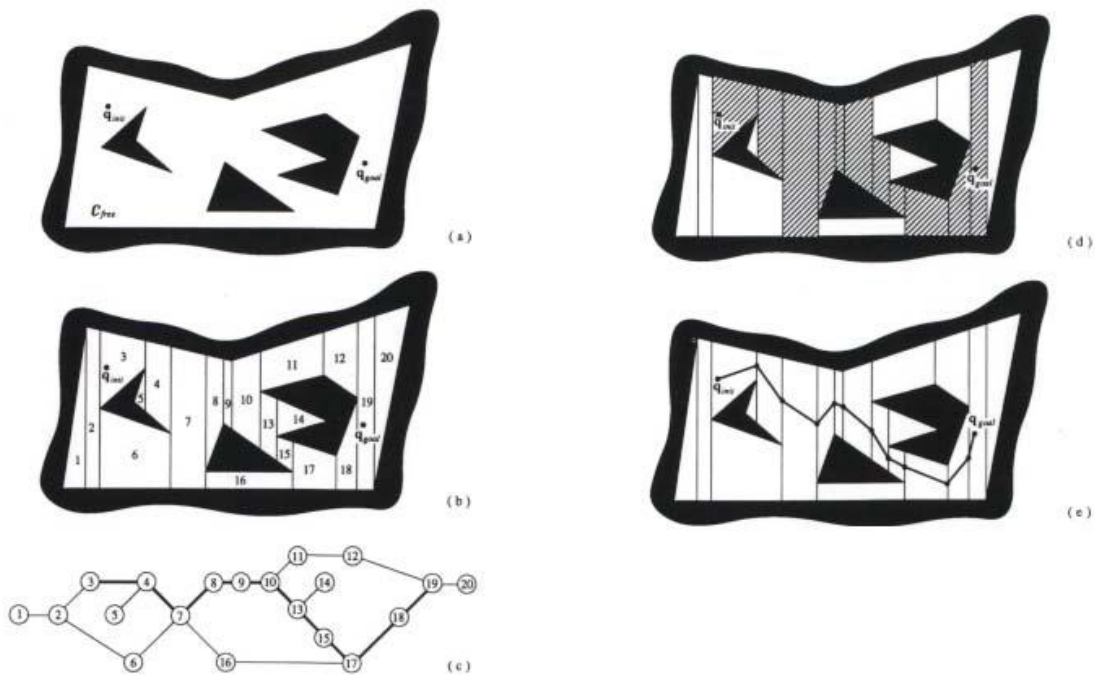
- Στην Κατάτμηση σε κελιά (Cell decomposition),
- Στα Τεχνητά Δυναμικά πεδία (Artificial Potential fields)
- Σε αυτές που βασίζονται στους Χάρτες διαδρομών (Roadmaps).

1.2 Η προσέγγιση αποσύνθεσης κυττάρων

Η βασική ιδέα πίσω από αυτήν την μέθοδο είναι ότι ένα μονοπάτι μεταξύ της αρχικής διαμόρφωσης και της διαμόρφωσης του στόχου μπορεί να καθοριστεί με την υποδιαίρεση του ελεύθερου χώρου σε μικρότερες περιοχές αποκαλούμενες κύτταρα. Μετά από αυτήν την αποσύνθεση, μια γραφική παράσταση συνδετικότητας, κατασκευάζεται σύμφωνα με τις σχέσεις γειτνίασης μεταξύ των κυττάρων, όπου οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τα κύτταρα στον ελεύθερο χώρο, και οι συνδέσεις μεταξύ των κόμβων δείχνουν ότι τα αντίστοιχα κύτταρα είναι το ένα δίπλα στο άλλο.

1.2.1 Ακριβής αποσύνθεση κυττάρων (exact cell decomposition)

Το πρώτο βήμα σε αυτόν τον τύπο αποσύνθεσης κυττάρων είναι να αποσυντεθεί ο ελεύθερος χώρος, που είναι οριακός και εξωτερικά και εσωτερικά από τα πολύγωνα, στα τραπεζοειδή και τριγωνικά κύτταρα ,απλά σχεδιάζοντας τα παράλληλα τμήματα γραμμών από κάθε vertex κάθε εσωτερικού πολυγώνου στο διάστημα διαμόρφωσης στο εξωτερικό όριο. Κατόπιν κάθε κύτταρο είναι αριθμημένο και αντιπροσωπεύομενο ως κόμβος στη γραφική παράσταση συνδετικότητας.

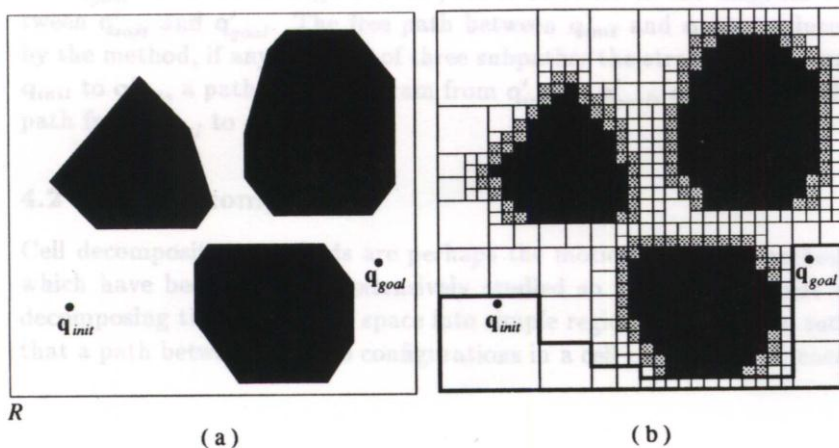


1.2.2 Η κατά προσέγγιση αποσύνθεση κυττάρων (approximate cell decomposition)

Αυτή η προσέγγιση στην αποσύνθεση κυττάρων είναι διαφορετική επειδή χρησιμοποιεί μια επαναλαμβανόμενη μέθοδο για να συνεχίσει να διαιρεί τα κύτταρα έως ότου εμφανιστεί ένα από τα ακόλουθα σενάρια (Stanford.edu, 1998-99):

- Κάθε κύτταρο βρίσκεται είτε σε εντελώς ελεύθερο χώρο είτε εντελώς στην περιοχή C-εμποδίων
- Ένα αυθαίρετο αποτέλεσμα ορίου επιτυγχάνεται.

Μόλις ένα κύτταρο εκπληρώσει ένα από αυτά τα κριτήρια, σταματά. Αυτή η μέθοδος καλείται επίσης «quadtree».



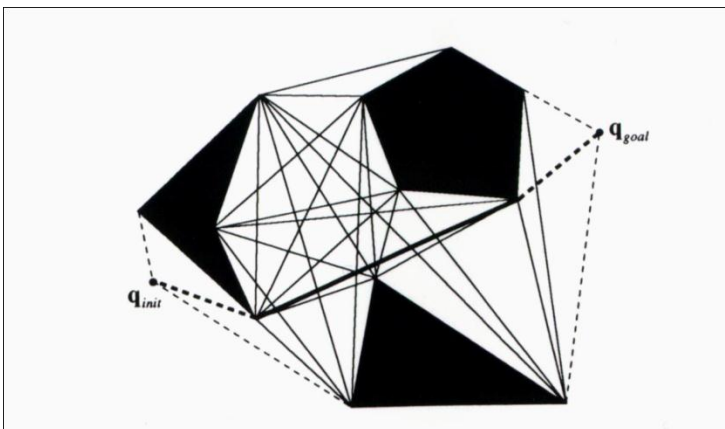
1.3 Η πιθανή προσέγγιση τομέων(the potential field approach)

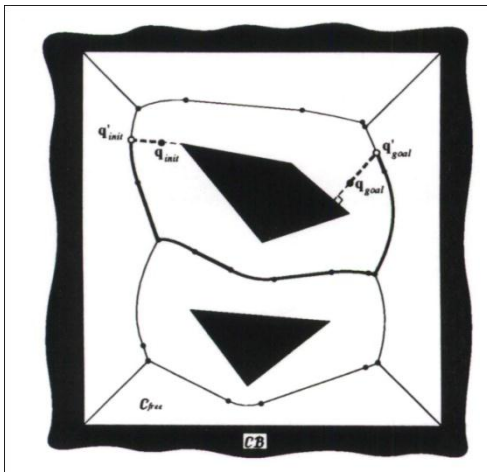
Η πιθανή μέθοδος τομέων περιλαμβάνει τη διαμόρφωση του ρομπότ ως μόριο που κινεί υπό την επήρεια ενός πιθανού τομέα που καθορίζεται από το σύνολο εμποδίων και του προορισμού στόχων. Αυτή η μέθοδος είναι συνήθως πολύ αποδοτική επειδή σε κάθε στιγμή η κίνηση του ρομπότ καθορίζεται από τον πιθανό τομέα στη θέση της. Κατά συνέπεια, οι μόνες υπολογισμένες πληροφορίες έχουν την άμεση σχετικότητα στην κίνηση του ρομπότ και καμία υπολογιστική δύναμη δεν σπαταλιέται. Είναι επίσης μια ισχυρή μέθοδος επειδή παράγεται εύκολα στις επεκτάσεις. Παραδείγματος χάριν, δεδομένου ότι οι πιθανοί τομείς είναι πρόσθετοι, η προσθήκη ενός νέου εμποδίου είναι εύκολη επειδή ο τομέας για εκείνο το εμπόδιο μπορεί να προστεθεί απλά στο παλαιό.

1.4 Η προσέγγιση Χαρτών διαδρομών(the roadmap approach)

Αυτή η προσέγγιση εξαρτάται από τις έννοιες του διαστήματος διαμόρφωσης και της συνεχούς πορείας. Ένα σύνολο μονοδιάστατων καμπυλών, κάθε μια από τις οποίες συνδέει δύο κόμβους των διαφορετικών πολύγωνων εμποδίων, βρίσκεται στον ελεύθερο χώρο και αντιπροσωπεύει ένα roadmap R . Δηλαδή όλα τα τμήματα γραμμών που συνδέουν το vertex ενός εμποδίου με το vertex ενός άλλου χωρίς να εισέρχονται στο εσωτερικό οποιωνδήποτε πολυγωνικών εμποδίων και αν σύρονται. Αυτό το σύνολο πορειών καλείται roadmap.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι roadmaps, συμπεριλαμβανομένης της γραφικής παράστασης διαφάνειας(the visibility graph), του διαγράμματος Voronoi, των καθαρών διαδρομών (the freeway net), και των σκιαγραφιών(and the silhouette).





1.4.1.1 Probabilistic Roadmaps Planners

Κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών, η τυχαία δειγματοληψία του χώρου διαμορφώσεων του ρομπότ έχει αναδειχθεί ως ένα ισχυρό εργαλείο για το σχεδιασμό κίνησης ρομπότ σε χώρους διαμορφώσεων μεγάλης διάστασης. Αλγόριθμοι οι οποίοι βασίζονται στην τυχαία δειγματοληψία, π.χ., οι στοχαστικοί χάρτες διαδρομών (Probabilistic Roadmaps Planners), είναι αποδοτικοί και εύκολοι στην υλοποίηση.(διατριβή)

1.5 Problem Constraints

Ωστόσο οι υποθέσεις που γίνονται παραπάνω αναιρούνται αν προσθέσουμε προεκτάσεις του προβλήματος όπως (Ξιδιάς, 2008):

- Να συμπεριληφθούν κινούμενα εμπόδια στο χώρο εργασίας του ρομπότ.
- Κινηματικοί Περιορισμοί
- Να θεωρήσουμε ότι το ρομπότ είναι αρθρωτό δηλαδή αποτελείται από περισσότερα ακαμπτα αντικείμενα τα οποία ενώνονται με αρθρώσεις.
- Μια ομάδα ρομπότ να εργάζεται στον ίδιο χώρο εργασίας.

1.5.1 Κινούμενα εμπόδια

1.5.1.1 Δυναμικά περιβάλλοντα (Dynamic Environments)

Στα δυναμικά περιβάλλοντα, όπως ο πραγματικός κόσμος, πολλά πιθανά αντικείμενα σύγκρουσης δεν είναι στατικά. Αυτό καθιστά τον προγραμματισμό τροχιάς δυσκολότερο δεδομένου ότι ο χρόνος αλλάζει συνεχώς και τα αντικείμενα κινούνται. Ένα ρομπότ δεν μπορεί να κινηθεί απλά προς τα πίσω εγκαίρως δεδομένου ότι απλά πιθανώς να αποφύγει μια στάτική σύγκρουση. Επιπλέον πολλές επιλογές είναι απολύτως αμετάκλητες εξαιτίας της έκτασης, όπως το να κινηθούν μακριά από έναν απότομο βράχο.

1.5.1.2 Κινηματικοί Περιορισμοί(Holonomicity)

Το Holonomicity είναι η σχέση μεταξύ των ελέγξιμων βαθμών ελευθερίας του ρομπότ και των συνολικών βαθμών ελευθερίας του ρομπότ. Εάν ο αριθμός ελέγξιμων βαθμών ελευθερίας είναι μεγαλύτερος ή ίσος από το συνολικό βαθμοί ελευθερίας το ρομπότ λέγεται ότι είναι holonomic. Με τη χρησιμοποίηση ενός holonomic ρομπότ πολλές μετακινήσεις είναι πολύ ευκολότερο να γίνουν και η επιστροφή σε μια θέση του παρελθόντος είναι πολύ ευκολότερη. (Robotics/Navigation/Trajectory Planning)
Ένα αυτοκίνητο θα ήταν μη-holonomic, δεδομένου ότι δεν έχει κανέναν τρόπο να κινηθεί πλευρικά. Αυτό κάνει ορισμένες μετακινήσεις, όπως τη παράλληλη στάθμευση, δύσκολη. Ένα παράδειγμα ενός holonomic οχήματος θα ήταν χρησιμοποιώντας μηχανικές ρόδες, όπως το νέο Segway RMP.

1.5.1.3 Αρθρωτό ρομπότ

Ένα αρθρωτό ρομπότ αποτελείται από διάφορα κινούμενα αντικείμενα τα οποία καλούνται σύνδεσμοι (links). Οι σύνδεσμοι ενώνονται μεταξύ τους με αρθρώσεις (joints). Κάθε άρθρωση περιορίζει τις σχετικές κινήσεις των δύο αντικειμένων που ενώνει.

1.5.1.4 Ομάδα ρομπότ

Ο σχεδιασμός κίνησης για μια ομάδα ρομπότ διαφέρει από τον σχεδιασμό κίνησης ρομπότ που κινείται σε χώρο που περιέχει κινούμενα εμπόδια στο ότι οι κινήσεις των ρομπότ πρέπει να ορισθούν ενώ η κίνηση των εμποδίων είναι τυχαία.

Βιβλιογραφία

Robotics/Navigation/Trajectory Planning. (n.d.). Ανάκτηση από Wikibooks:
http://en.wikibooks.org/wiki/Robotics/Navigation/Trajectory_Planning

Stanford.edu. (1998-99). Ανάκτηση από basic motion: <http://www-cs-faculty.stanford.edu/~eroberts/courses/soco/projects/1998-99/robotics/basicmotion.html>

Ξιδιάς, Η. (2008). Σχεδιασμός κίνησης ρομπότ σε περιβάλλον εμποδίων. σ. 15.