

Διπλωματική Εργασία

Βέλτιστη δρομολόγηση μη επανδρωμένων οχημάτων σε τρισδιάστατο χώρο υπό περιορισμούς

Νικόλαος Μπαράς

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Μηνάς Δασυγένης

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων και Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών
<https://arch.icte.uowm.gr/>

Μάρτιος 2019



Δομή παρουσίασης

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή



- Εισαγωγή
- Θεωρητικό υπόβαθρο
- Υλοποίηση του λογισμικού μέρος
- Πειραματικές Μετρήσεις
- Συμπεράσματα και μελλοντικές βελτιώσεις
- Σύντομο παρουσίαση (demo) του εργαλείου



Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή



Εισαγωγή



Ορισμός προβλήματος

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τριδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

- Συνεχής ανάπτυξη των ρομποτικών μηχανισμών και αυτόνομων οχημάτων
- Χρήση αυτόνομων οχημάτων σε πολλούς τομείς (γεωργία, εξερεύνηση υποθαλάσσιων περιοχών, διαστημικές αποστολές)
- Έλλειψη λογισμικού δρομολόγησης οχημάτων
- Ανάγκη για βέλτιστη δρομολόγηση σε πραγματικές συνθήκες



Βέλτιστη δρομολόγηση

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή



- Εύρεση μονοπατιού κάλυψης χώρου σε περιβάλλον δύο ή τριών διαστάσεων
- Πλήρης κάλυψη διαθέσιμου χώρου
- Αποφυγή εμποδίων
- Εφαρμογή περιορισμών
 - Ενέργεια
 - Χωρητικότητα αποθήκευσης
 - Ταχύτητα



Η πρότασή μας

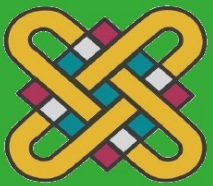
Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή



- Ενιαίος αλγόριθμος για κάλυψη χώρου σε δισδιάστατα και τρισδιάστατα περιβάλλοντα
- Παραμετροποιήσιμος ως προς τον αριθμό των οχημάτων
- Υποστήριξη εναέριων οχημάτων και οχημάτων εδάφους
- Αρθρωτός και επεκτάσιμος αλγόριθμος



Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρειςδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή



Θεωρητικό
υπόβαθρο



Θεωρητικό υπόβαθρο



Αλγόριθμοι δρομολόγησης

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

- Online αλγόριθμοι
 - Περιορισμένη γνώση του χώρου
 - Δυναμικό περιβάλλον
- Offline αλγόριθμοι
 - Πλήρης γνώση του χώρου και των ιδιαιτεροτήτων του
 - Στατικό περιβάλλον
 - Εφικτή η εύρεση του βέλτιστου μονοπατιού κάλυψης χώρου



Εργαλεία ανάπτυξης

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

- Αναπτυξιακό περιβάλλον
 - Microsoft Visual Studio
- Επεξεργαστές πηγαίου κώδικα
 - Notepad++
 - Visual Studio Code
- Γλώσσες προγραμματισμού
 - C Sharp



Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

Λογισμικό μέρος



Επισκόπηση αλγορίθμου

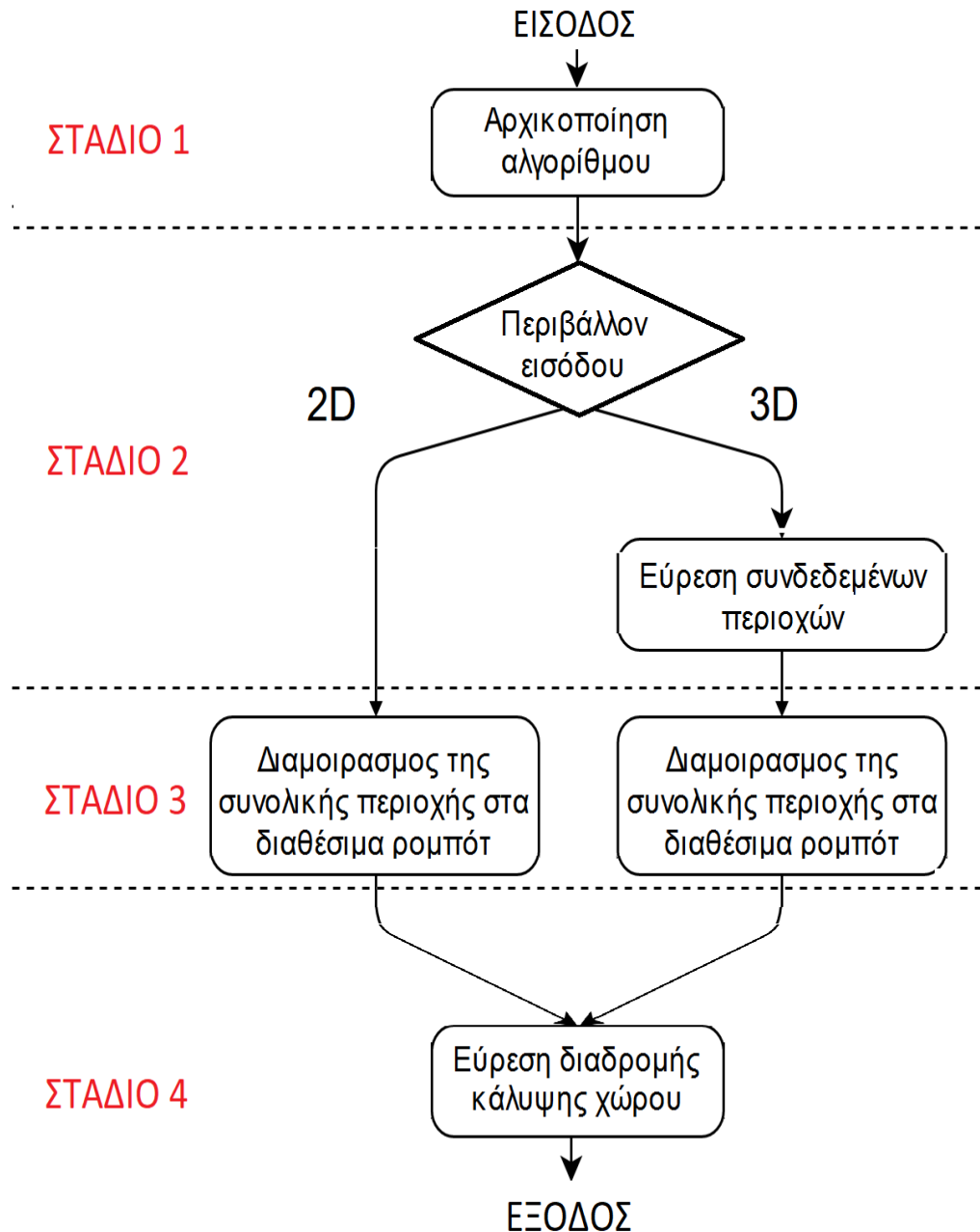
Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος





Στάδιο 1 - Αρχικοποίηση

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

- Είσοδος αλγορίθμου
 - Διαστάσεις & χαρακτηριστικά περιβάλλοντος
 - Πλήθος & χαρακτηριστικά οχημάτων
- Μορφή εισόδου
 - Αρχείο κειμένου (text file)
 - Παράμετροι γραμμής εντολών (command line arguments)



Στάδιο 2 – Εύρεση μη συνδεδεμένων περιοχών (I)

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

- Εύρεση μη συνδεδεμένων περιοχών στο επίπεδο εδάφους
- Ομαδοποίηση σημείων ανά περιοχή
- Υπολογισμός ελάχιστης απόστασης και συντομότερου μονοπατιού μεταξύ των μη συνδεδεμένων περιοχών χρησιμοποιώντας την τρίτη διάσταση



Στάδιο 2 – Εύρεση μη συνδεδεμένων περιοχών (II)

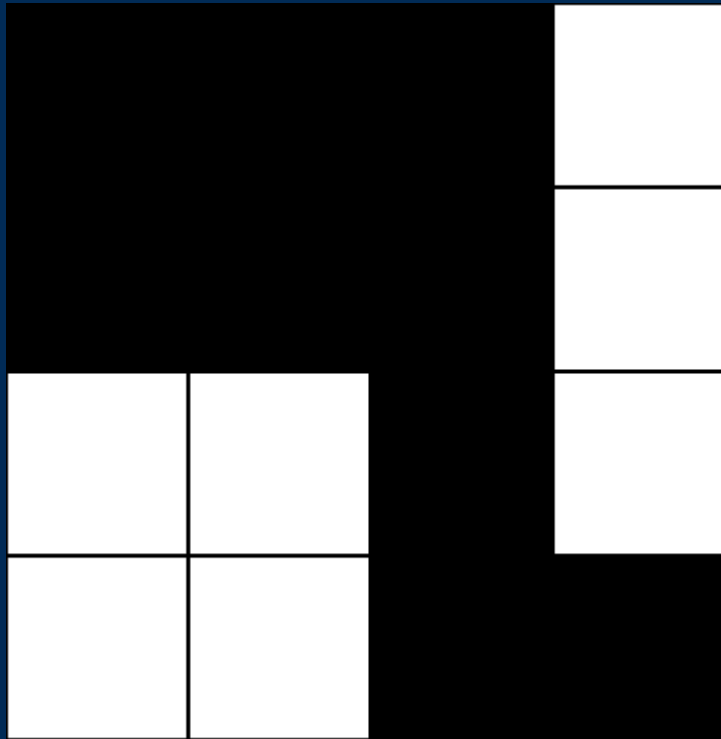
Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

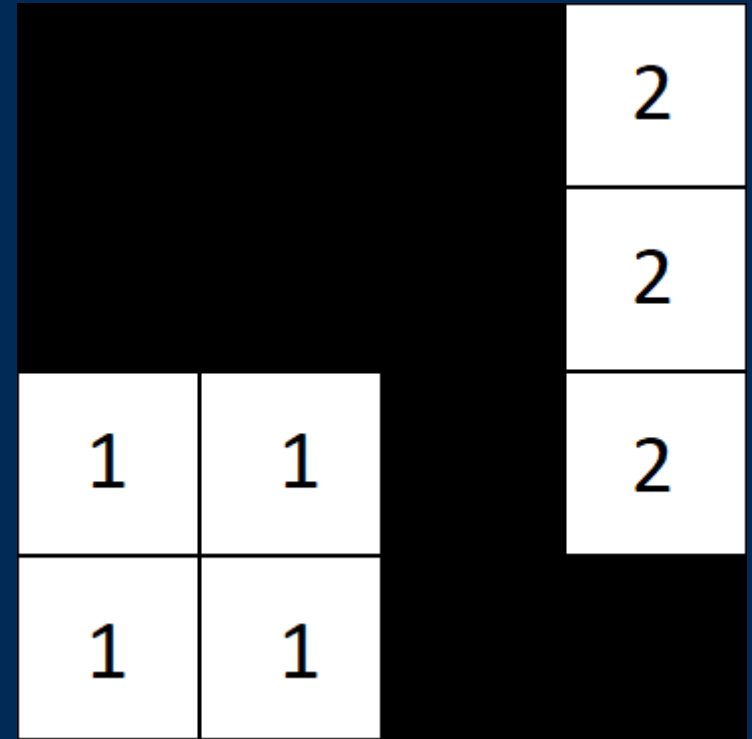
Εισαγωγή

↓
Θεωρητικό
υπόβαθρο

↓
Λογισμικό
μέρος



α



β

Εικόνα: (α) Αρχικό περιβάλλον εισόδου, (β) εύρεση μη συνδεδεμένων περιοχών στο επίπεδο εδάφους



Στάδιο 3 – Διαμοιρασμός περιοχής στα οχήματα (I)

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

- Διαμοιρασμός της περιοχής βάσει της ταχύτητας των οχημάτων
- Τα σημεία κατανέμονται στα οχήματα βάσει των αρχικών τους τοποθεσιών
- Πλήρης κατανομή του συνολικού χώρου στα οχήματα



Στάδιο 3 – Διαμοιρασμός περιοχής στα οχήματα (II)

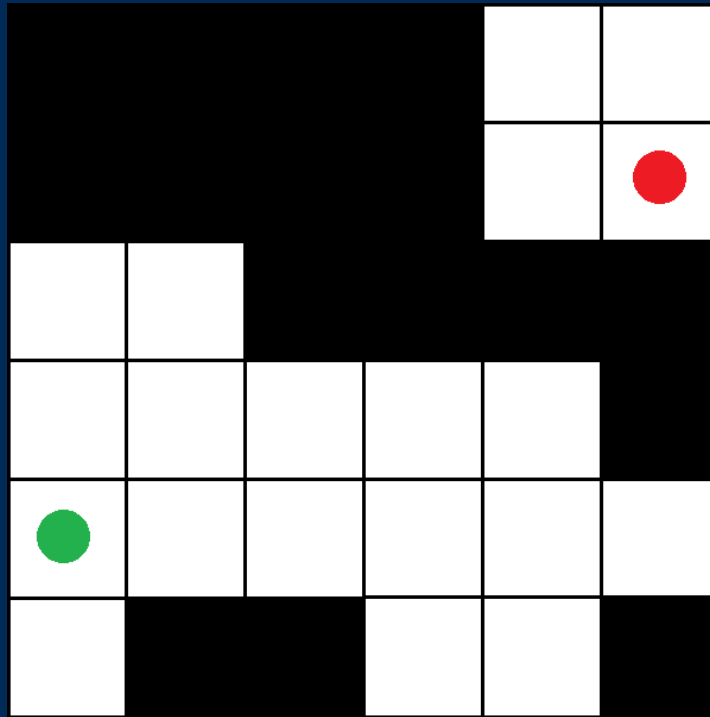
Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

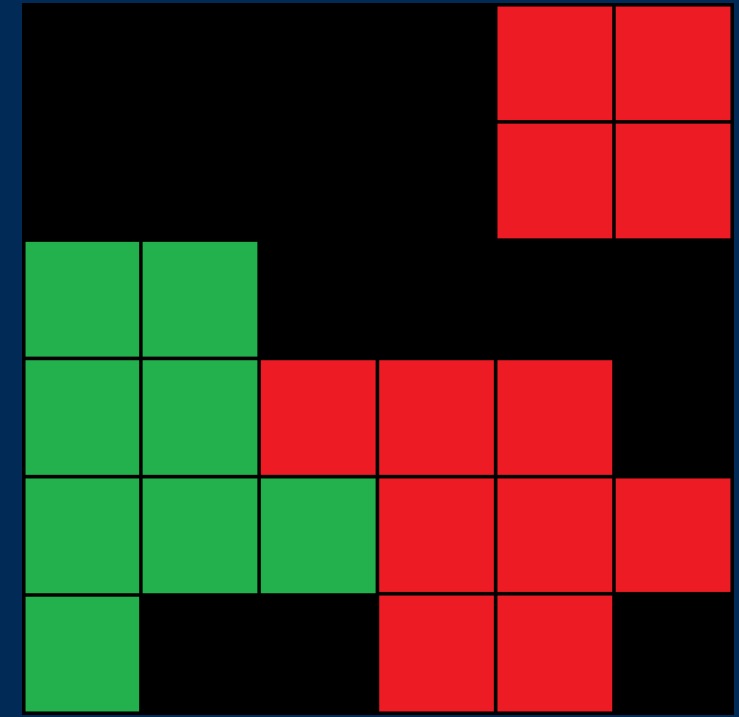
Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος



α



β

Εικόνα: (α) Αρχικό περιβάλλον εισόδου, (β) διαμοιρασμός περιοχής στα διαθέσιμα οχήματα



Στάδιο 4 – Δημιουργία Ελαχίστου Γεννητικού Δέντρου

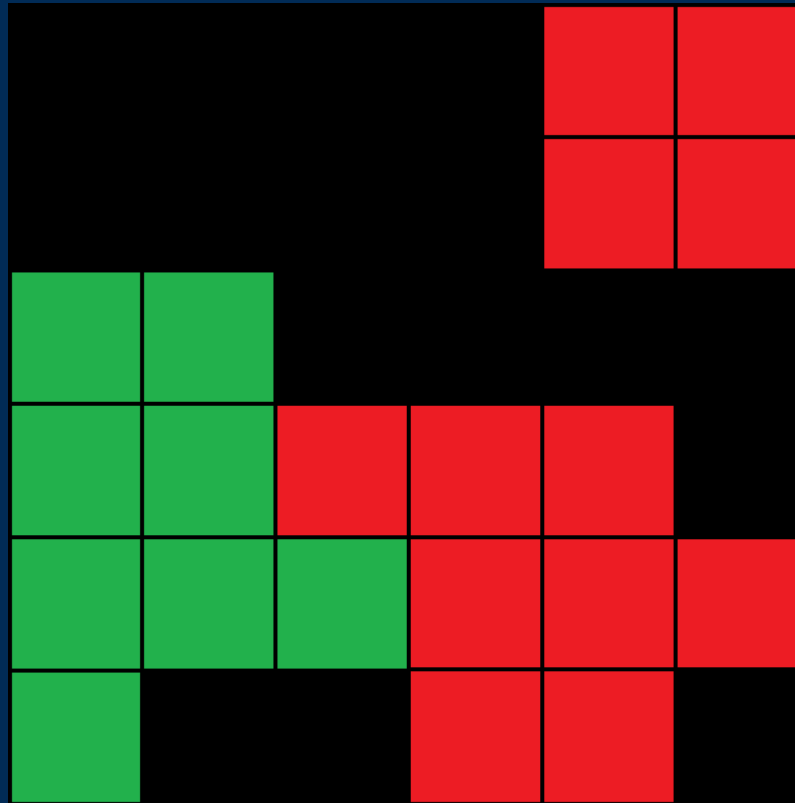
Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

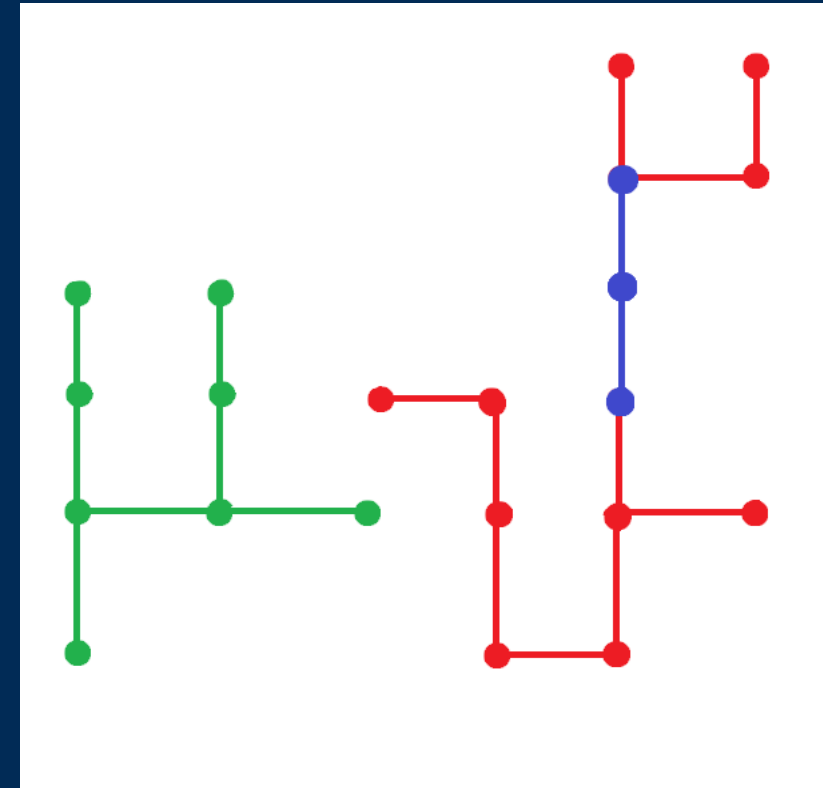
Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος



α



β

Εικόνα: (α) διαμοιρασμός περιοχής στα διαθέσιμα οχήματα,
(β) υπολογισμός του Ελαχίστου Γεννητικού Δέντρου



Στάδιο 4 – Προσπέλαση του Ελαχίστου Γεννητικού Δέντρου

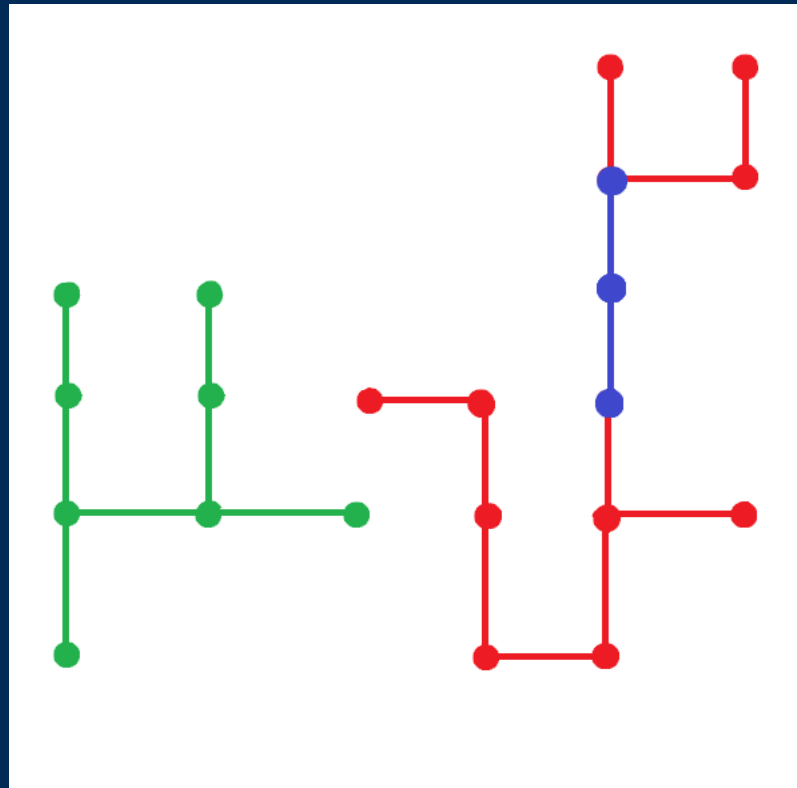
Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

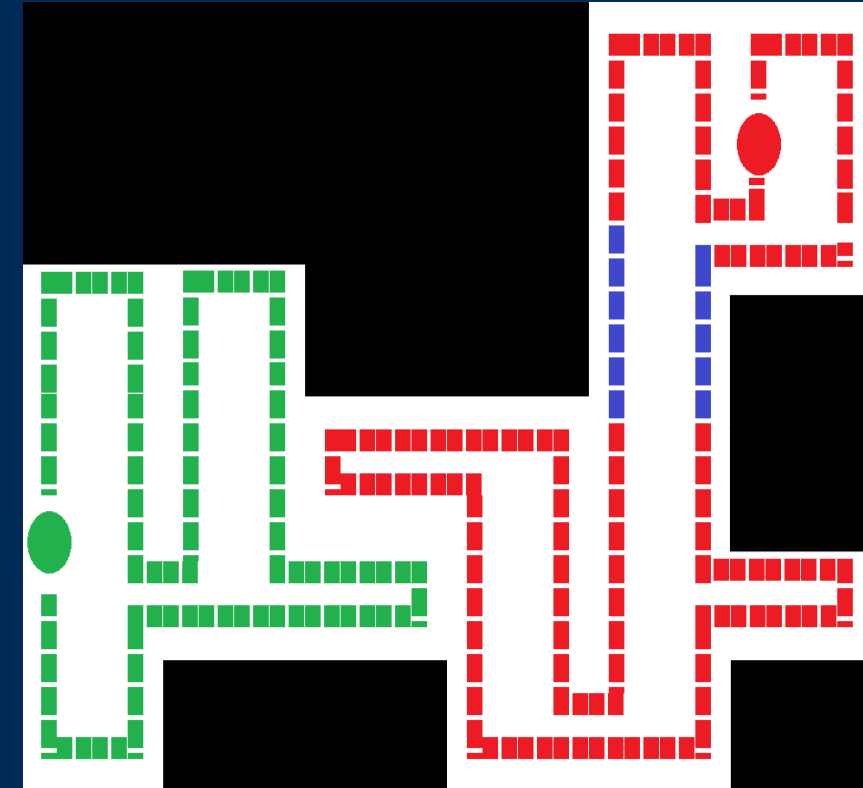
Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος



α



β

Εικόνα: (α) Ελάχιστο Γεννητικό Δέντρο, (β) προσπέλαση και υπολογισμός τελικού μονοπατιού



Στάδιο 4 – Εφαρμογή περιορισμών δρομολόγησης

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

- Εφαρμογή περιορισμού ενέργειας
- Εφαρμογή περιορισμού αποθηκευτικού χώρου
- Τροποποίηση του μονοπατιού κάλυψης χώρου ώστε:
 - Όταν η διαθέσιμη ενέργεια του οχήματος τελειώνει, να κατευθύνεται προς την κοντινότερη πηγή ενέργειας
 - Όταν ο διαθέσιμος αποθηκευτικός χώρος του οχήματος τελειώνει, να κατευθύνεται προς οποιοδήποτε σημείο εντός εμβέλειας ενός σταθμού κάλυψης



Στάδιο 4 – Έξοδος αλγορίθμου

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

- Εμφάνιση τελικού μονοπατιού
- Αποθήκευση τελικού μονοπατιού σε αρχείο κειμένου
- Το τελικό μονοπάτι έχει την μορφή:
From 0,0,0 → To 0,1,0
From 0,1,0 → To 1,1,0
From 1,1,0 → To 1,2,0



Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρειςδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

Πειραματικές
μετρήσεις

Πειραματικές μετρήσεις



Πειραματικές μετρήσεις

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

Πειραματικές
μετρήσεις

Εκτέλεση εργαλείου σε χώρο διαστάσεων 30x30x2 με 2 εναέρια οχήματα:

- Εύρεση συνδεδεμένων περιοχών: 3,21 δευτ.
- Εύρεση μονοπατιού μεταξύ συνδεδεμένων περιοχών: 3,72 δευτ.
- Διαμοιρασμός της συνολικής περιοχής στα οχήματα: 3,56 δευτ.
- Υπολογισμός των Ελαχίστων Γεννητικών Δέντρων: 2,21 δευτ.
- Υπολογισμός των τελικών μονοπατιών κάλυψης και εφαρμογή περιορισμών ενέργειας: 1,90 δευτ.

Συνολικός χρόνος: 14,6 δευτερόλεπτα



Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

Πειραματικές
μετρήσεις

Συμπεράσματα

Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις



Συμπεράσματα

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

Πειραματικές
μετρήσεις

Συμπεράσματα

- Υλοποίηση εργαλείου δρομολόγησης αυτόνομων οχημάτων
- Καινοτόμο εργαλείο
 - Εννιαίος αλγόριθμος για δισδιάστατα και τρισδιάστατα περιβάλλοντα
 - Υποστήριξη διαφορετικού τύπου οχημάτων
 - Παραμετροποιήσιμο ως προς τους περιορισμούς
- Αποδοτικό και επεκτάσιμο εργαλείο



Μελλοντικές επεκτάσεις

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς

Εισαγωγή

Θεωρητικό
υπόβαθρο

Λογισμικό
μέρος

Πειραματικές
μετρήσεις

Συμπεράσματα

- Ενσωμάτωση επιπλέον περιορισμών
 - Παραμετροποίηση κατανάλωσης ενέργειας
 - Παραμετροποίηση περιβάλλοντος (περιοχές θάλασσας, λάσπης, χώματος κ.α.)
- Βελτίωση της απόδοσης του εργαλείου
 - Παραλληλοποίηση
 - Υλοποίηση αλγορίθμων σε γλώσσες χαμηλού επιπέδου όπως C ή FPGA
- Υλοποίηση ιστοχώρου και API για τη διάθεση της υπηρεσίας



Ευχαριστώ!

Βέλτιστη
δρομολόγηση σε
τρισδιάστατο χώρο

Νικόλαος Μπαράς


Εισαγωγή

↓
Θεωρητικό
υπόβαθρο

↓
Λογισμικό
μέρος

↓
Πειραματικές
μετρήσεις

↓
Συμπεράσματα



QUESTIONS?