

Pflichtenheft

SEP - ITS - Team

7. Oktober 2010



EPFL education robot

1 Zielbestimmung

Das Ziel des Projekts ist die automatische Erkundung eines unbekannten, rechtwinkligen Spielfelds durch bis zu sechs e-pucks. Die Erkundung soll durch Zusammenarbeit der Roboter möglichst effizient erfolgen.

Das bereits erkundete Gebiet sowie die aktuellen Positionen der e-pucks werden kontinuierlich auf einem Andorid Smartphone dargestellt.

Außerdem kann mit dem Smartphone einer der teilnehmenden e-puck Roboter ausgewählt und halbmanuell gesteuert werden.

1.1 Musskriterien

- e-puck Roboter
 - Variable Anzahl von Robotern
Die Erkundung der Spielfläche kann durch bis zu sechs e-puck Roboter erfolgen.
 - Kommunikation über ein Bluetooth-Netzwerk
Die Kommunikation der e-pucks untereinander erfolgt über ein Bluetooth-Netzwerk. Dieses wird von den e-pucks selbstständig aufgebaut.
 - Erkundung einer unbekannten rechtwinkligen Fläche ausgehend von fest definierten Startpositionen
Das Spielfeld besteht aus quadratischen Feldern. Diese sind rasterförmig und zusammenhängend angeordnet. Die Startpositionen der e-puck Roboter sind fest vordefiniert.
 - Fortbewegung auf den Kanten der Quadrate
Die Linien des Spielfeldes müssen schwarz mit ausreichendem Kontrastverhältnis zum Untergrund sein. Zwingend erforderlich ist, dass die Breite der Linien innerhalb der Spezifikation der Bodensensoren liegt.
 - Vermeidung von Kollisionen
Während der Bewegung über das Spielfeld vermeiden die Roboter Kollisionen mit anderen Robotern.
 - Gleichberechtigung der teilnehmenden Roboter
Alle Roboter der Gruppe haben den selben Aufgabenbereich. Es gibt keine zentrale Einheit zur Koordination und Synchronisation.
 - Rückkehr zum Ausgangspunkt
Nach Abschluss des Erkundungsvorgangs kehren alle Roboter zu ihren jeweiligen Startpositionen zurück.
- Smartphone
 - Kommunikation über Bluetooth
Die Verbindung und Kommunikation mit den Robotern erfolgt über die Bluetooth-Schnittstelle des Smartphones.
 - Visualisierung
Die bereits erkundeten Gebiete werden in einer benutzerfreundlichen Android-Anwendung übersichtlich dargestellt. Auf dieser Karte werden zusätzlich die aktuellen Positionen der e-pucks eingetragen.

- Steuerung des Roboters
Mit Hilfe der Anwendung kann ein teilnehmender e-puck ausgewählt werden. Dieser lässt sich durch den Benutzer entlang der Kanten steuern. Die Geschwindigkeit ist stufenweise einstellbar.
- Zwei Steuerungsarten
Die Steuerung der Roboter erfolgt wahlweise über einen On-Screen-Joystick oder über den im Handy integrierten Beschleunigungssensor.

1.2 Wunschkriterien

- e-puck Roboter
 - Kritische Bereiche
Auf dem Spielfeld gibt es Bereiche, in denen ein e-puck keine Nachrichten senden und empfangen darf. Diese Gebiete müssen während des Erkundungsvorgangs besonders berücksichtigt werden.
 - Beliebige Startpositionen
Die Roboter können auf frei wählbaren Startpositionen innerhalb des Spielfeldes abgesetzt werden. Um dennoch Synchronisation zu erreichen ist ein erweiterter Lokalisierungsvorgang notwendig.
 - Zustandsvisualisierung
Die e-pucks stellen ihren aktuellen Zustand, zum Beispiel ‘Erkundung läuft’ oder ‘Erkundung beendet’, mit Hilfe der ihnen zur Verfügung stehenden Mittel optisch dar.
 - Einstellbarer Synchronisationsmodus
Wirklich sinnvoll?!
- Smartphone
 - Anzeige von Statusinformationen
Mit Hilfe des Smartphones ist es möglich, Informationen über den aktuellen Status eines e-pucks übersichtlich anzuzeigen.
 - Pfadanzeige von einzelnen Robotern
Das Smartphone bietet die Möglichkeit, den Pfad anzuzeigen, den jeder e-puck im Rahmen der Erkundung zurückgelegt hat.
 - Exportfunktion für erkundete Karten
Teilweise und vollständig erkundete Karten können in geeigneter Weise exportiert und auf dem Smartphone abgespeichert werden.
 - Internationalisierung
Die Anwendung ist in den Sprache deutsch und englisch verfügbar.

1.3 Abgrenzungskriterien

- Keine Unterstützung für abweichende Spielfelder
Die Felder und zugehörigen Linien müssen den in den Musskriterien genannten Voraussetzungen genügen. Es sind zum Beispiel keine runden oder diagonalen Verbindungslinien erlaubt.

- Keine Berücksichtigung von dynamischen Änderungen des Spielfeldes
Nachdem der Erkundungsvorgang gestartet wurde, dürfen keine Modifikationen am Spielfeld getätigt werden, welche Einfluss auf den Erkundungsalgorithmus zur Folge haben. Insbesondere werden keine nachträglichen Änderungen an bereits erkundeten Gebieten berücksichtigt.
- Unterstützung für maximal ein Smartphone
Es darf lediglich ein Smartphone zur Auswahl, Steuerung und Visualisierung verwendet werden.

2 Produkteinsatz

2.1 Anwendungsbereiche

Das Projekt dient der Grundlagenforschung in den Bereichen:

- Robotik
- Verteilte Systeme
- Künstliche Intelligenz

2.2 Zielgruppen

Zielgruppe des Projektes sind insbesondere:

- Studenten
- Forschungsgruppen in ähnlichen Bereichen
- e-puck Community

2.3 Betriebsbedingungen

- Ausreichende Stromversorgung
Die Akkuleistung der einzelnen Roboter und des Smartphones muss für die gesamte Dauer der Lokalisierung, Erkundung und Rückkehr in die Startpositionen ausreichend sein.
- Geeignete Bedingungen für Funknetzwerke
Die Ausmaße des Spielfelds, die Abstände zwischen den e-pucks und zum Smartphone sowie Signale anderer Netze dürfen keine störenden Einflüsse auf die Bluetooth-Verbindungen haben.
- Größe des Spielfeldes
Der integrierte Arbeitsspeicher des e-puck Roboter stellt eine Begrenzung des persistierbaren lokalen Spielfeldes dar. Es werden ca. 700 Knotenpunkte unterstützt. !!! Diese Rechnung ist sehr fragwürdig !!!
- Wartungsfrei
Das System bedarf keiner regelmäßigen Wartung oder Aktualisierung.

- Betriebsbedingungen des e-puck Roboters und des Smartphones
Die weiteren Betriebsbedingungen können dem Benutzerhandbuch entnommen werden.

iiiiiii .mine

3 Produktumgebung

3.1 Software

- Geeigneter Bootloader oder Programmer zum Programmieren der e-puck Roboter
- Android Software ab Version 2.1

3.2 Hardware

- e-puck Roboter
- Bodensensor für e-puck Roboter
- Android Smartphone
Voraussetzungen: Bluetooth, geeignete Auflösung, Beschleunigungssensoren, Touch-Display.
- Computer mit Bluetooth Unterstützung

4 Produktfunktionen

4.1 e-puck Roboter

4.1.1 Netzwerkfunktionen

\F50\ Suchfunktion

Ein e-puck Roboter kann andere e-puck Roboter in Reichweite seines Bluetooth-Moduls entdecken.

\F60\ Verbindungsaufbau

Ein e-puck Roboter kann zu einem anderen e-puck Roboter, den er mit der Suchfunktion entdeckt hat, eine Bluetooth-Verbindung aufbauen.

\F70\ Broadcast-Kommunikation

Die e-puck Roboter können über bestehende Bluetooth-Verbindungen per Broadcast Nachrichten austauschen. Auch die Kommunikation mit dem Smartphone erfolgt via Broadcast.

\F75W\ Kommunikationsunterdrückung

Erreicht ein e-puck einen kritischen Bereich auf dem Spielfeld, kann er über bestehende Bluetooth-Verbindungen weder Nachrichten senden noch empfangen. Die Verbindungen an sich bleiben bestehen.

4.1.2 Bewegungsfunktionen

\F80\ Fahrsteuerung

Ein e-puck Roboter kann vorwärts und rückwärts fahren. Außerdem kann er sich links und rechts herum in eine beliebige Ausrichtung drehen.

\F90\ Kollisionsvermeidung

Ein e-puck erkennt und vermeidet direkt bevorstehende Kollisionen mit anderen e-pucks.

\F100\ Linienverfolgung

Die e-pucks bewegen sich auf dem Spielfeld nur auf den vorhandenen Linien. Das gilt auch für e-pucks, die mit dem Smartphone halbmanuell gesteuert werden.

\F110\ Knotenanalyse

Ein e-puck erkennt beim Überfahren eines Knotens, in welche Richtungen er weiterfahren kann.

4.1.3 Explorationsfunktionen

\F120\ Lokalisierung

Vor Beginn des Erkundungsvorgangs einigen sich die e-pucks untereinander auf einen gemeinsamen Bezugspunkt und ermitteln relativ dazu ihre eigene Position.

\F130\ Lokale Kartenkonstruktion

Jeder e-puck speichert lokal die komplette bisher erkundete Karte. Diese wird mit Hilfe der Informationen aus den Nachrichten der anderen e-pucks sowie den eigenen Erkundungsergebnissen konstruiert.

\F140\ Kartensynchronisation

Während des Erkundungsvorgangs tauschen die e-pucks kontinuierlich Informationen über die von ihnen erkundeten Felder aus. Ist ein Smartphone mit dem Netzwerk verbunden, erhält auch dieses entsprechende Nachrichten.

\F150\ Erkundungsfunktion

\F160\ Rückkehrfunktion

Nachdem das Gebiet vollständig erkundet worden ist, fahren die e-pucks wieder an ihre Startpositionen zurück.

\F170W\ Globale Lokalisierung (evtl. inkl. Steuerung)

4.2 Smartphone

4.2.1 Netzwerkfunktionen

\F200\ Suchfunktion

Das Smartphone kann e-puck Roboter in Reichweite seines Bluetooth-Moduls entdecken.

\F210\ Verbindungsaufbau

*Das Smartphone kann sich via Bluetooth mit einem e-puck verbinden,
den es mit Hilfe der Suchfunktion entdeckt hat.*

\F220\ Kommunikationsfunktion

4.2.2 GUI

\F230\ Kartendarstellung

\F240\ Roboterdarstellung

\F250\ Steuerungsfunktion per On-Screen-Joystick

\F260\ Steuerungsfunktion per Bewegungssensor

\F270W\ Zustandsvisualisierung (status + pfade)

\F280W\ Internationalisierung

4.2.3 Steuerungsfunktionen

\F290\ Steuerungsfunktion per On-Screen-Joystick

\F300\ Steuerungsfunktion per Bewegungssensor

=====

lllllll .r8