



EPFL education robot

Pflichtenheft

SEP - ITS - Team

Max Binder, Florian Büchner, Martin Freund,
Florian Lorenz, Andreas Poxrucker, Andreas Wilhelm

8. Oktober 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Zielbestimmung	3
1.1	Musskriterien	3
1.2	Wunschkriterien	4
1.3	Abgrenzungskriterien	5
2	Produkteinsatz	5
2.1	Anwendungsbereiche	5
2.2	Zielgruppen	5
2.3	Betriebsbedingungen	5
3	Produktumgebung	6
3.1	Software	6
3.2	Hardware	6
4	Produktfunktionen	6
4.1	e-puck Roboter	6
4.1.1	Netzwerkfunktionen	6
4.1.2	Bewegungsfunktionen	7
4.1.3	Explorationsfunktionen	7
4.2	Smartphone	8
4.2.1	Netzwerkfunktionen	8
4.2.2	Steuerungsfunktionen	8
4.2.3	Grafische Benutzerschnittstelle	8

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 Felder sind mindestens so groß, dass ein im Zentrum des Quadrats stehender e-puck vollständig in das Innere des Feldes passt. 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.
- Manuelle Regelung der Bewegungsgeschwindigkeit
Mit dem Smartphone kann die Geschwindigkeit der teilnehmenden, automatisch erkundenden e-pucks stufenweise eingestellt werden.
- Manuelle Steuerung eines Roboters
Mit Hilfe der Anwendung kann einer der teilnehmenden e-pucks ausgewählt werden. Dieser lässt sich durch den Benutzer entlang der Kanten steuern. Es kann jeweils nur ein Roboter zur selben Zeit ausgewählt und gesteuert werden.
- Zwei Steuerungsarten
Die manuelle 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 werden als ‘Kritische Bereiche’ bezeichnet und 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 hätten. Insbesondere werden keine nachträglichen Änderungen an bereits erkundeten Gebieten berücksichtigt.
- Unterstützung für maximal ein Smartphone
Es kann lediglich ein Smartphone zur Auswahl, Steuerung und Visualisierung verwendet werden.

2 Produkteinsatz

2.1 Anwendungsbereiche

Das Projekt ist eine Forschungsarbeit in den Gebieten:

- 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 !!!

- Betriebsbedingungen der e-puck Roboter und des Smartphones
Die weiteren Betriebsbedingungen können dem Benutzerhandbuch entnommen werden.
- Wartungsfrei
Das System bedarf keiner regelmäßigen Wartung oder Aktualisierung.

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 45 Grad Schritten drehen.

\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.

\F90 Kollisionsvermeidung

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

\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. Die e-pucks starten in diesem Fall von fest definierten Startpositionen.

\F150 Erkundungsfunktion

Nach Abschluss des Lokalisierungsvorgangs erkunden die e-pucks in Zusammenarbeit das unbekannte Spielfeld vollständig.

\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.

\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.

\F160 Rückkehrfunktion

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

\F170W Globale Lokalisierung (evtl. inkl. Steuerung)

Starten die e-pucks nicht auf fest definierten Startpositionen, sondern auf beliebigen Feldern innerhalb des Spielfeldes, sammeln sich die Roboter zunächst nebeneinander in einem Gebiet des Spielfeldes. Dort beginnt der Erkundungsvorgang mit der oben beschriebenen Lokalisierung.

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 Steuerungsfunktionen

\F290\ Steuerungsfunktion mit einem On-Screen-Joystick

Der ausgewählte e-puck kann mit einem On-Screen-Joystick halbmanuell gesteuert werden. Die Bewegung erfolgt weiterhin auf den Linien des Spielfeldes.

\F300\ Steuerungsfunktion mit dem eingebauten Beschleunigungssensoren

Alternativ kann der ausgewählte e-puck kann mit Hilfe des eingebauten Beschleunigungssensors halbmanuell gesteuert werden. Auch in diesem Fall kann sich der Roboter auf den Linien des Spielfeldes bewegen.

4.2.3 Grafische Benutzerschnittstelle

\F230\ Kartendarstellung

Die GUI stellt die bereits erkundeten Gebiete in geeigneter Art und Weise dar.

\F240\ Roboterdarstellung

Die aktuelle Position der e-pucks wird auf der Karte der bisher erkundeten Gebiete eingezeichnet.

\F250\ Steuerungsfunktion per On-Screen-Joystick

\F260\ Steuerungsfunktion per Bewegungssensor

\F270W\ Zustandsvisualisierung (status + pfade)

\F280W\ Internationalisierung

=====
 lllllll .r8