

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. Die Auswahl der Sprache erfolgt automatisch durch die Ländereinstellung des Smartphones.*

## 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 Flashen 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 Richtung 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