



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CAROLO-WILHELMINA
ZU BRAUNSCHWEIG

Kooperative Steuerung von Modellversuchsfahrzeugen

Gruppe Wall•E und ECAR

Betreuer: Kai Homeier, Carina Flämig

Softwareentwicklungspraktikum

Sommersemester 2008

Institut für Betriebssysteme und Rechnerverbund
Abteilung Kommunikation und Multimedia
Technische Universität Braunschweig



Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

- ✘ **Vorstellung der Gruppen**

- ✘ **Aufgabenbeschreibung**

- ✘ **Vorstellen der Lösungsansätze**
 - ▶ Gruppe Wall•E
 - ▶ Gruppe ECAR



Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

× **Gruppe Wall•E**

- ▶ Daniel Rother
- ▶ Mark Albers
- ▶ Isabel Hungar
- ▶ Romuald Simo Kom
- ▶ Francoise Jacqueline Ekoue
- ▶ Timo Veit

× **Gruppe ECAR**

- ▶ Günter Dusch
- ▶ Rayan Merched El Masri
- ▶ Ekrem Enes Duman
- ▶ Zhiwei Chen
- ▶ Wira Kakar



Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

× Besonderheiten am Projekt

- ▶ Homepage zur ständigen Präsentation nach außen
- ▶ Ernennung von Phasenverantwortlichen
- ▶ nach Abschluss einer Phase Präsentation durch Phasenverantwortlichen vor beiden Gruppen (ca. jede 2. Woche)



Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

× **Roboter vom IBR**

× **Anforderungen:**

- ▶ selbstständig in einem unbekanntem Labyrinth fahren
- ▶ nicht mit Hindernissen kollidieren
- ▶ ein Zielobjekt (roter Ball) finden
- ▶ seine Position im Labyrinth anhand von Baken berechnen

- ▶ optional: Einsatz mehrerer Roboter

× **Programmieren in C++**



Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

× **Auf dem Roboter:**

- ▶ eine Webcam
- ▶ bis zu acht Abstandssensoren
- ▶ sonstige Hardware:
 - Mini-ITX Board
 - Motorsteuerung

× **Framework zur Ansteuerung der Hardware vom IBR gegeben**



Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

× Simulator

- ▶ nicht auf Hardware angewiesen
- ▶ zum einfacheren Testen

- ▶ mit Config-Datei lässt sich das Labyrinth leicht editieren



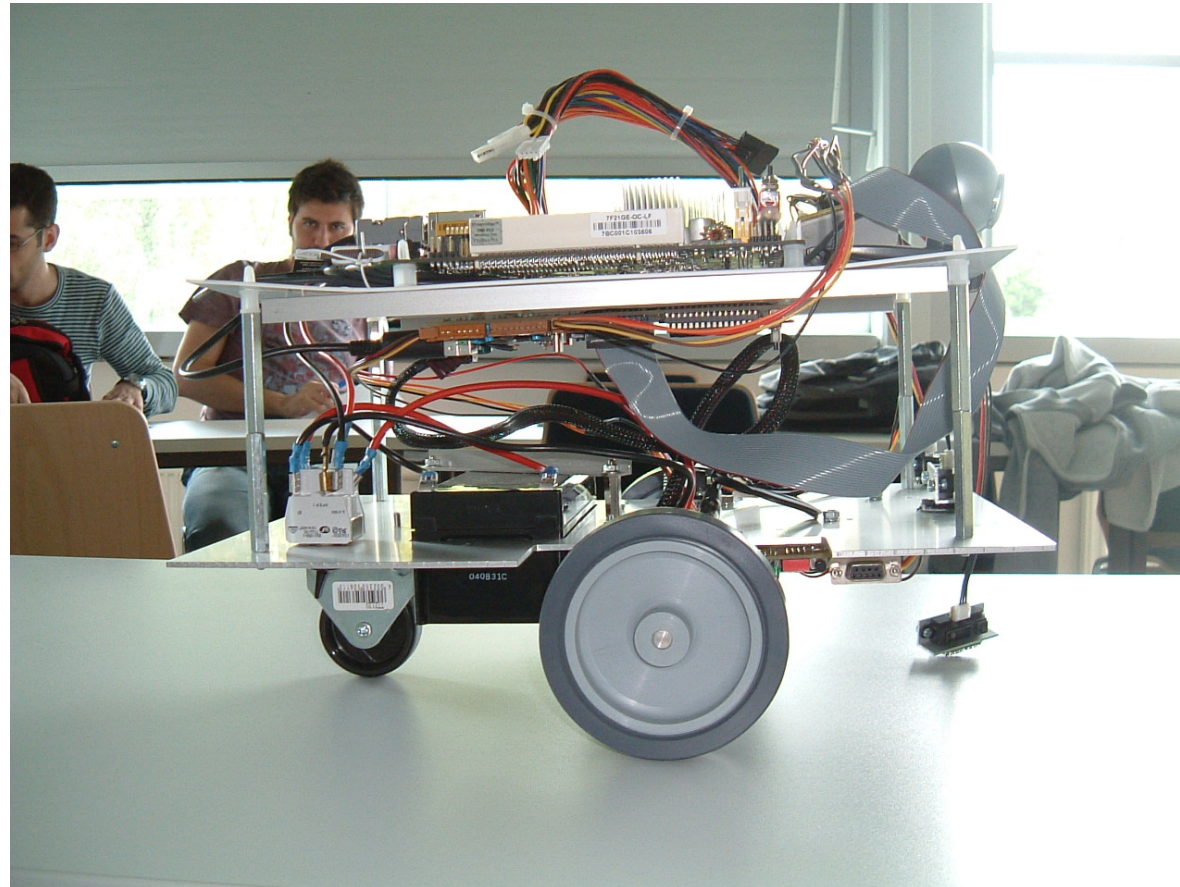
Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR



Zwischenpräsentation
Gruppen Wall•E und ECAR



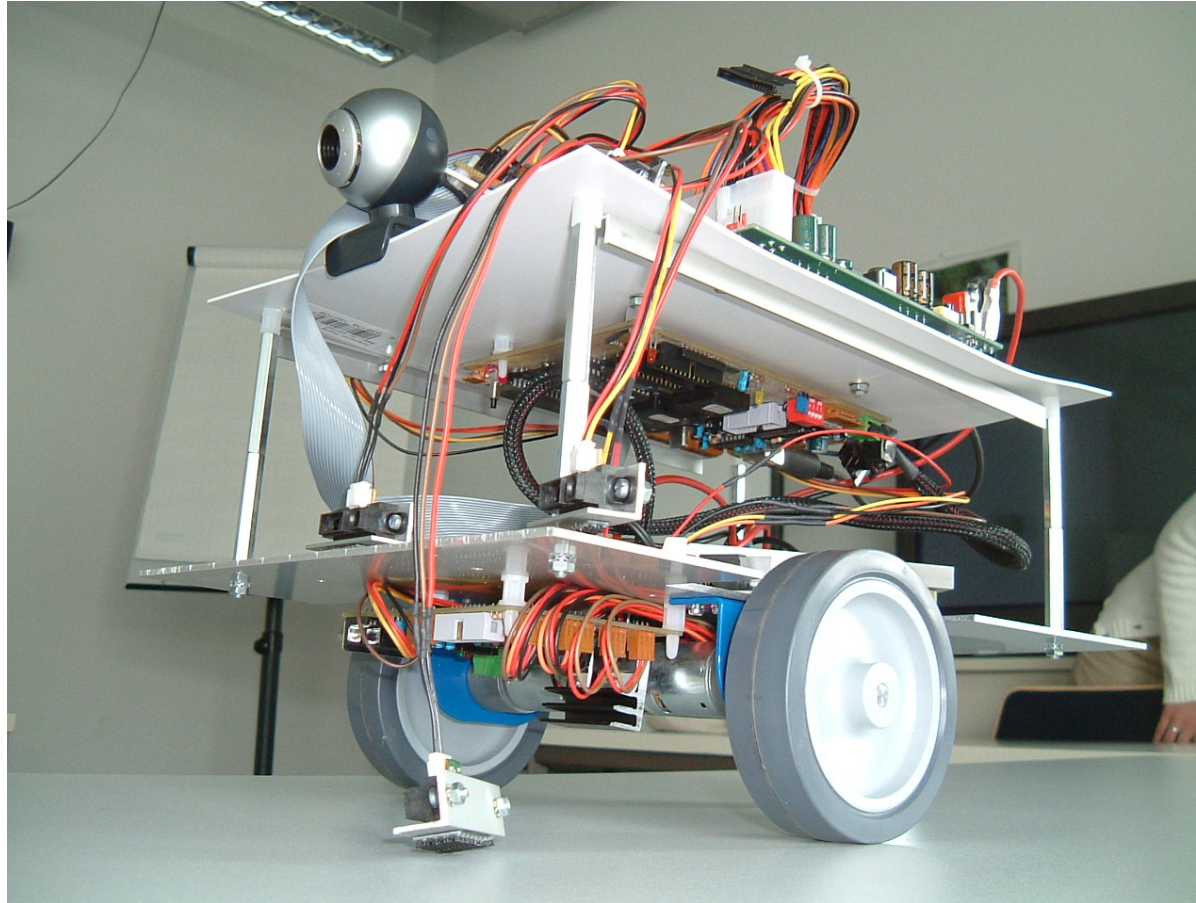
Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR



Zwischenpräsentation
Gruppen Wall•E und ECAR



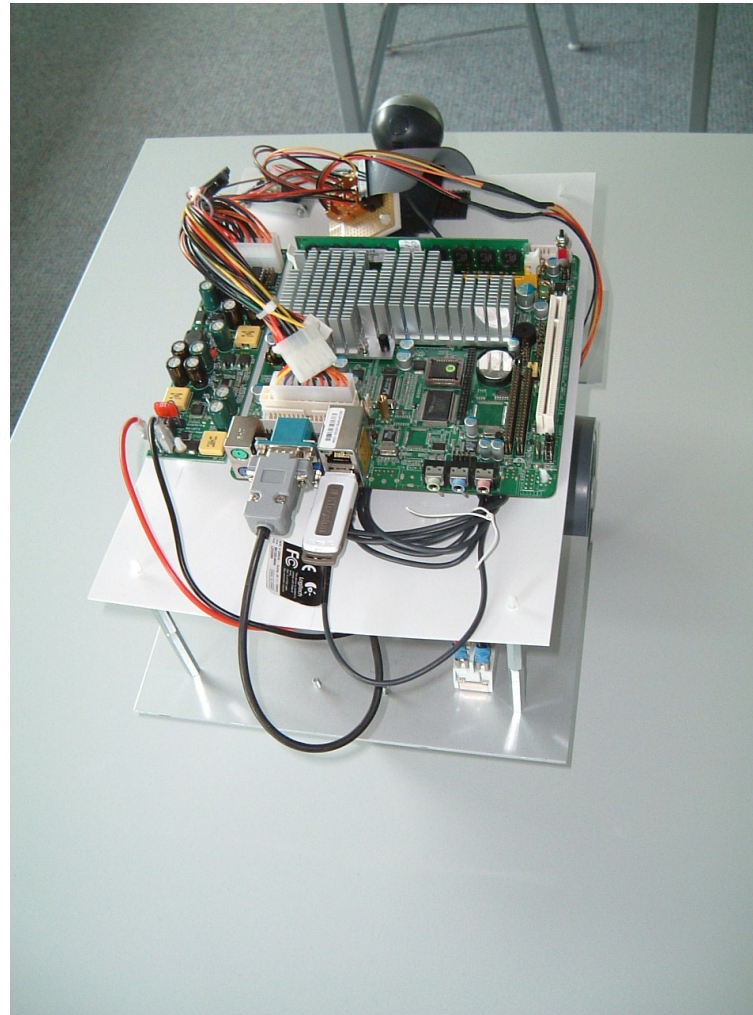
Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR



Zwischenpräsentation
Gruppen Wall•E und ECAR



Kooperative Steuerung von

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

Allgemeine Projektbeschreibung endet hier.

ES FOLGT:

Präsentation der gruppenspezifischen Arbeit



Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR





Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

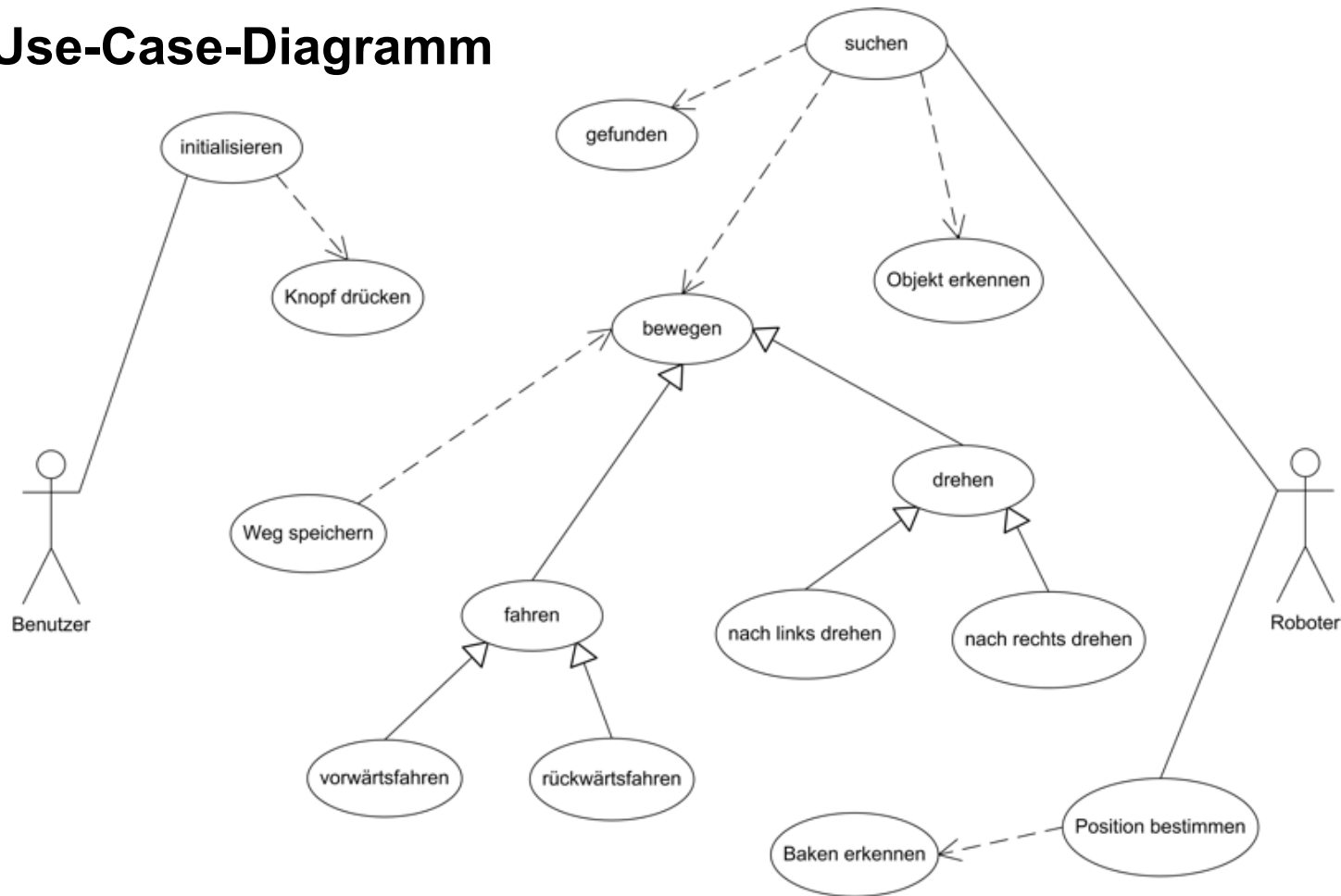
Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

× Use-Case-Diagramm





Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

✘ **Ablauf unseres Programms:**

- ▶ der Benutzer schaltet den Roboter ein und startet das Programm
- ▶ zunächst überprüft der Roboter seine Hardware und gibt ggf. eine Fehlermeldung aus
- ▶ anschließend wird die eigentliche Suche gestartet
- ▶ dabei wird der Weg protokolliert
- ▶ wenn der Ball gefunden wurde, fährt der Roboter zu diesem und beendet das Programm



Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

✘ Schwierigkeiten bei dem Suchalgorithmus

- ▶ kein „klassischer“ Irrgarten



- ▶ sondern freie Fläche mit Hindernissen



Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

× **Grundidee unserer Suche:**

- ▶ der Roboter entscheidet sich alle drei Sekunden für eine neue Richtung
- ▶ dabei bevorzugt er Orte, an denen er noch nicht war
- ▶ Hindernissen wird ausgewichen



× **Positionsbestimmung**

- ▶ farbige Baken in den Ecken des Labyrinths
- ▶ über Triangulation wird die Position berechnet

- ▶ während der Fahrt werden Fahrtrichtung und Strecke protokolliert und daraus die aktuelle Position berechnet

- ▶ alle zwölf Sekunden wird die Position mithilfe der Baken neu berechnet
- ▶ diese neu gemessene Position wird mit der zuvor berechneten verglichen



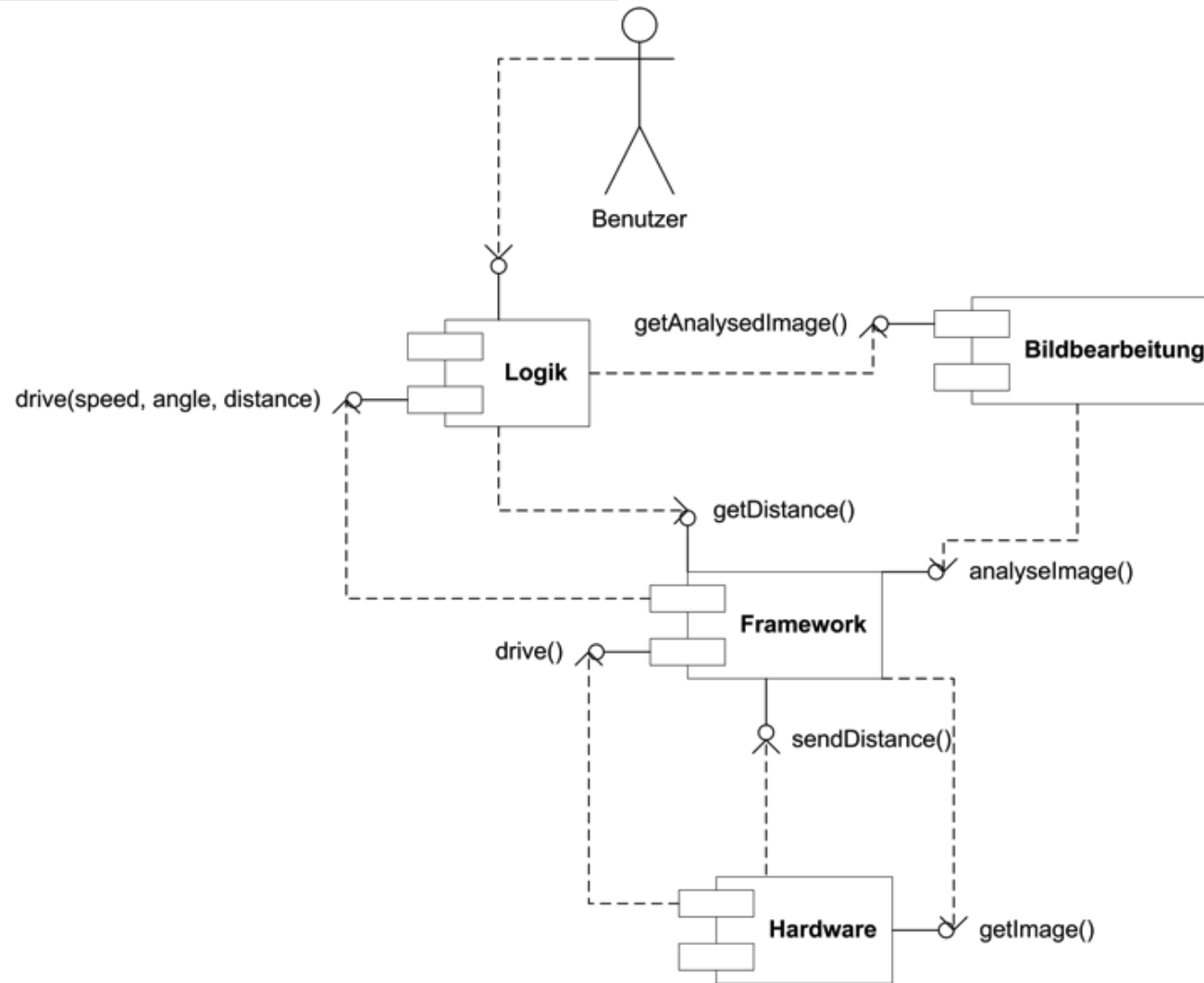
Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR





× **Komponente: Bildverarbeitung**

- ▶ mithilfe von OpenCV
- ▶ Bakenerkennung
 - Rechtecksdetektion mit Canny-Algorithmus
 - Colotracking mit CamShift
- ▶ Zielobjekterkennung
 - Canny-Algorithmus
 - Kreisfindung mit der Methode der kleinsten Quadrate
 - Colotracking mit CamShift



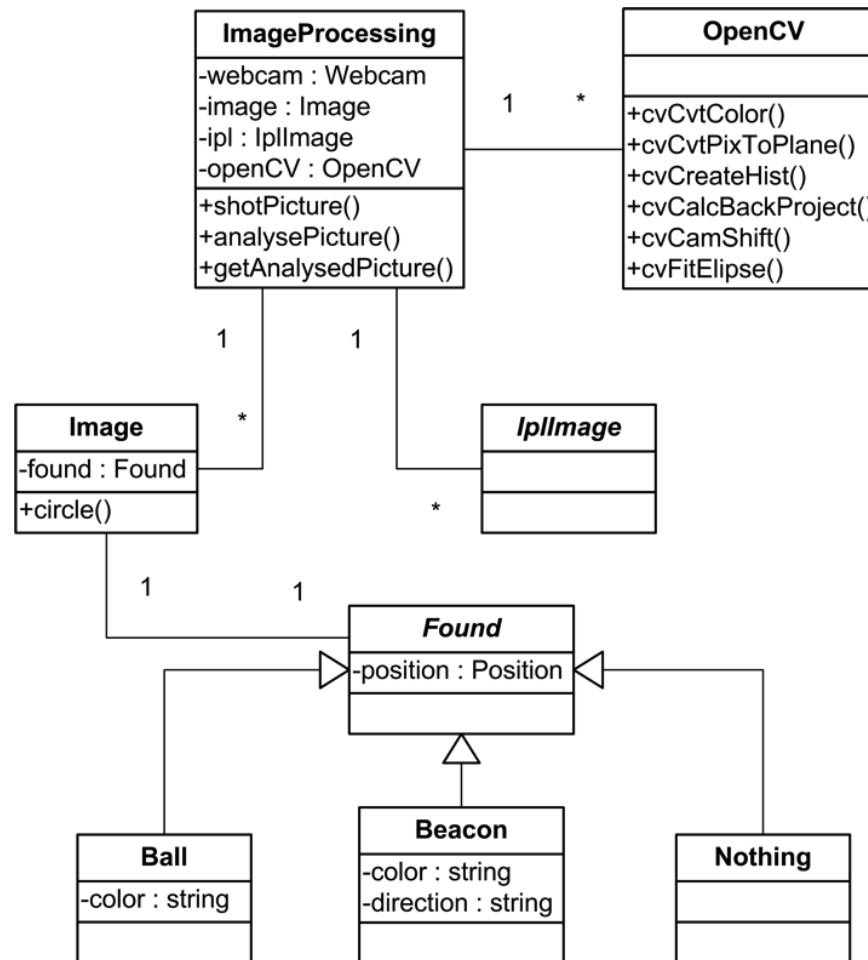
Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR





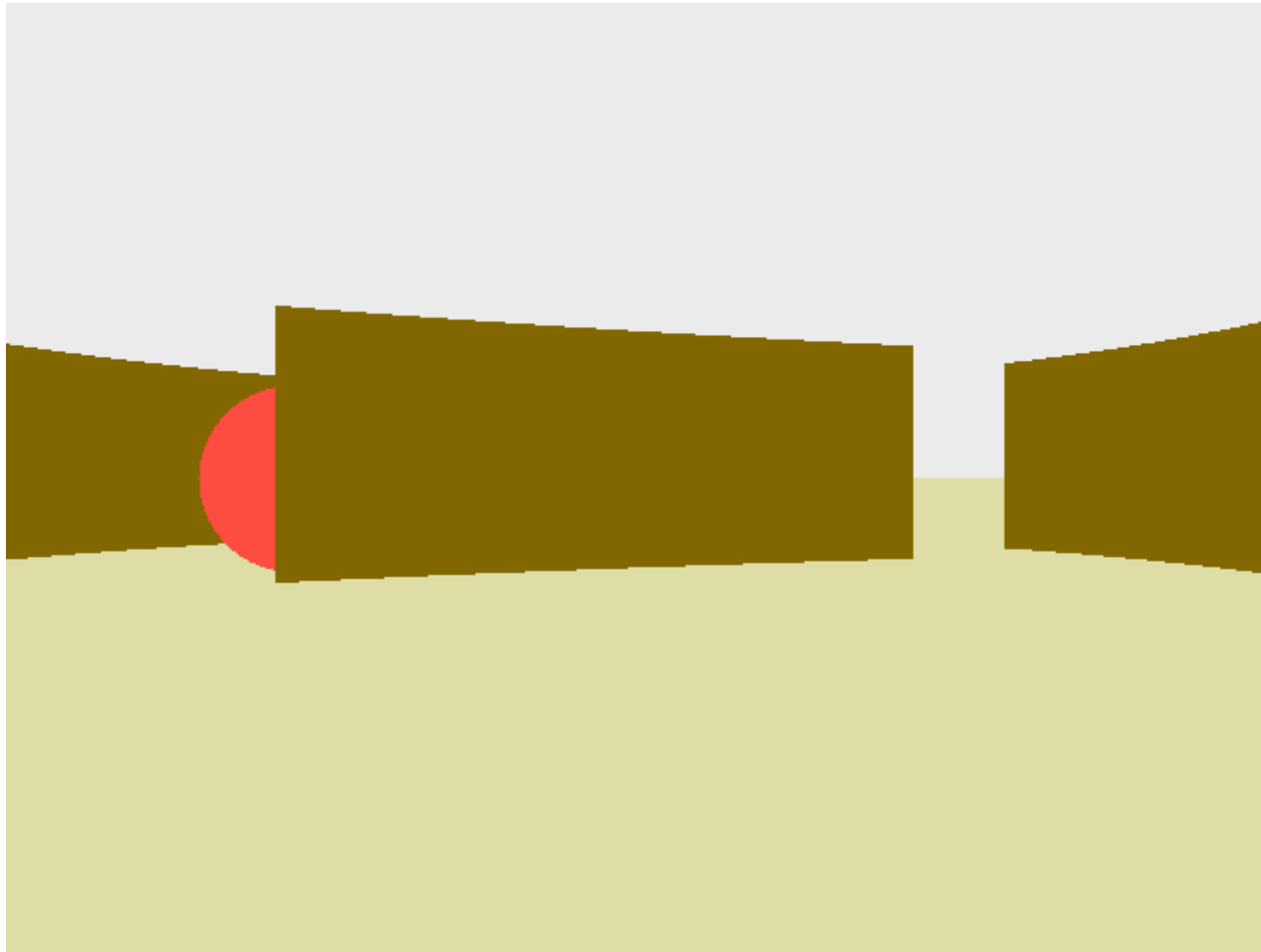
Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR





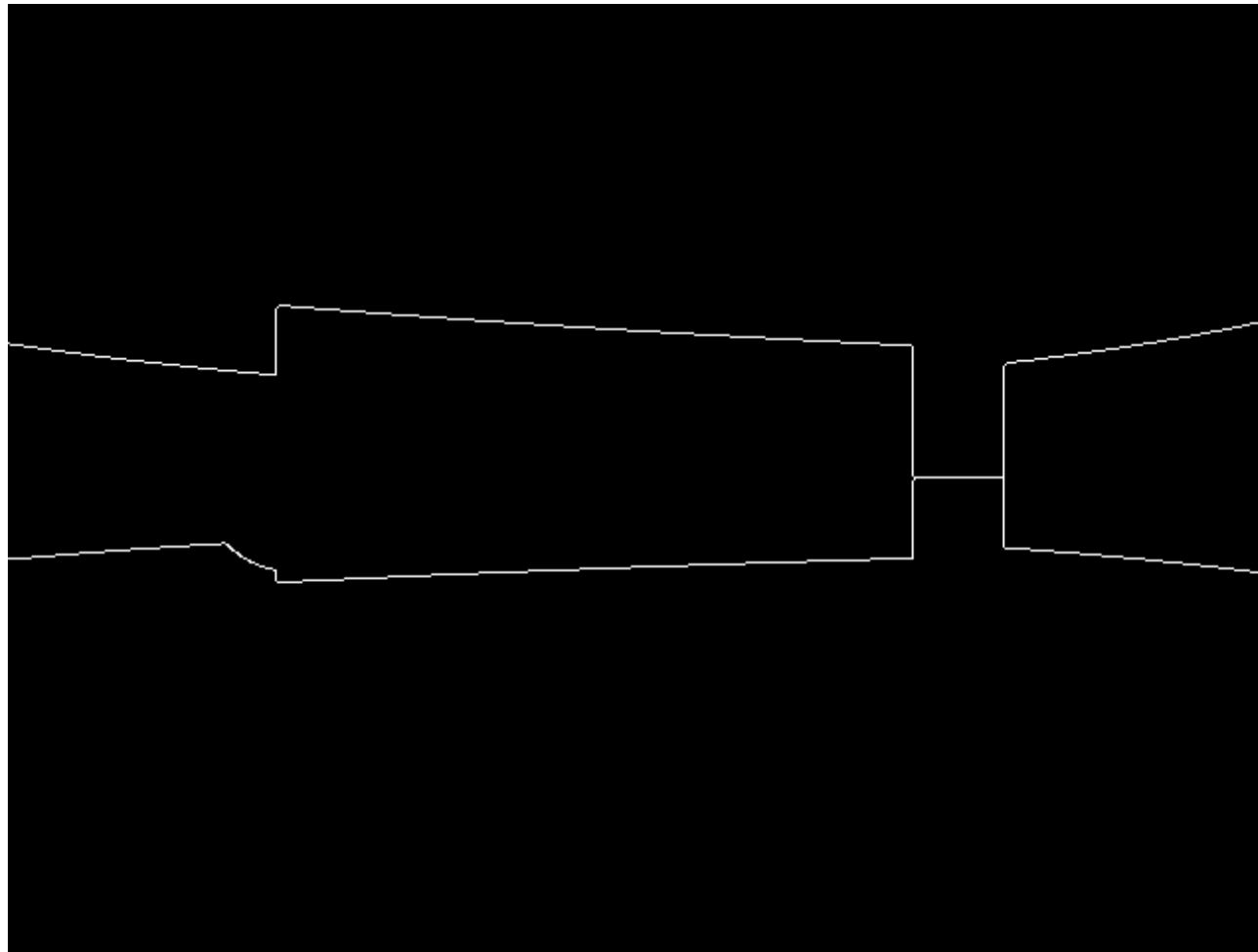
Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR





Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

× **Komponente: Logik**

- ▶ Hauptkomponente unseres Programms
- ▶ koordiniert die Suche und das Ansteuern des Zielobjekts
 - wählt Fahrtrichtung aus
 - steuert die Motoren
 - reagiert auf die Sensoren
 - fordert Bilder der Webcam an und lässt sie analysieren



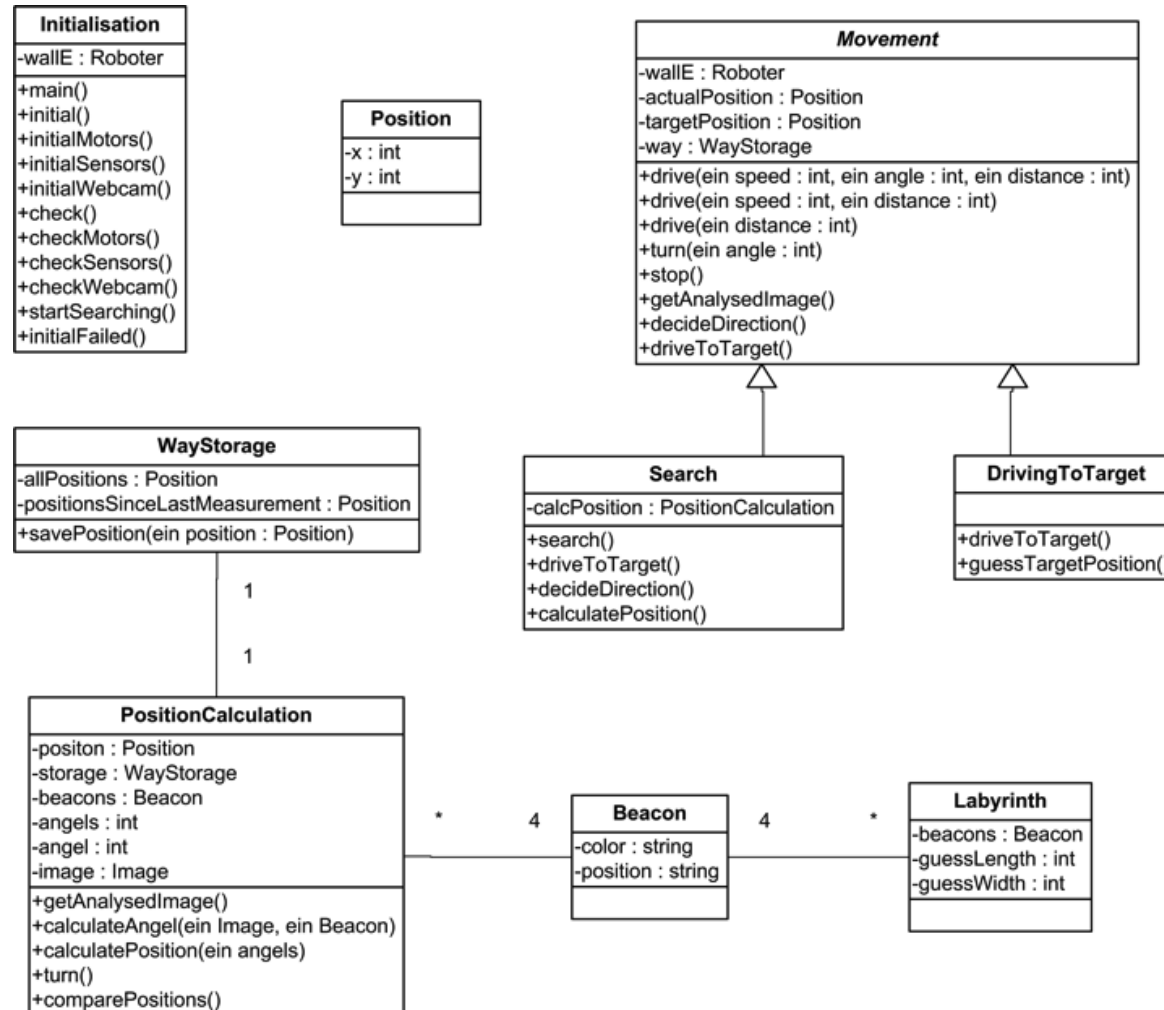
Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR





Kooperative Steuerung von Modellfahrzeugen

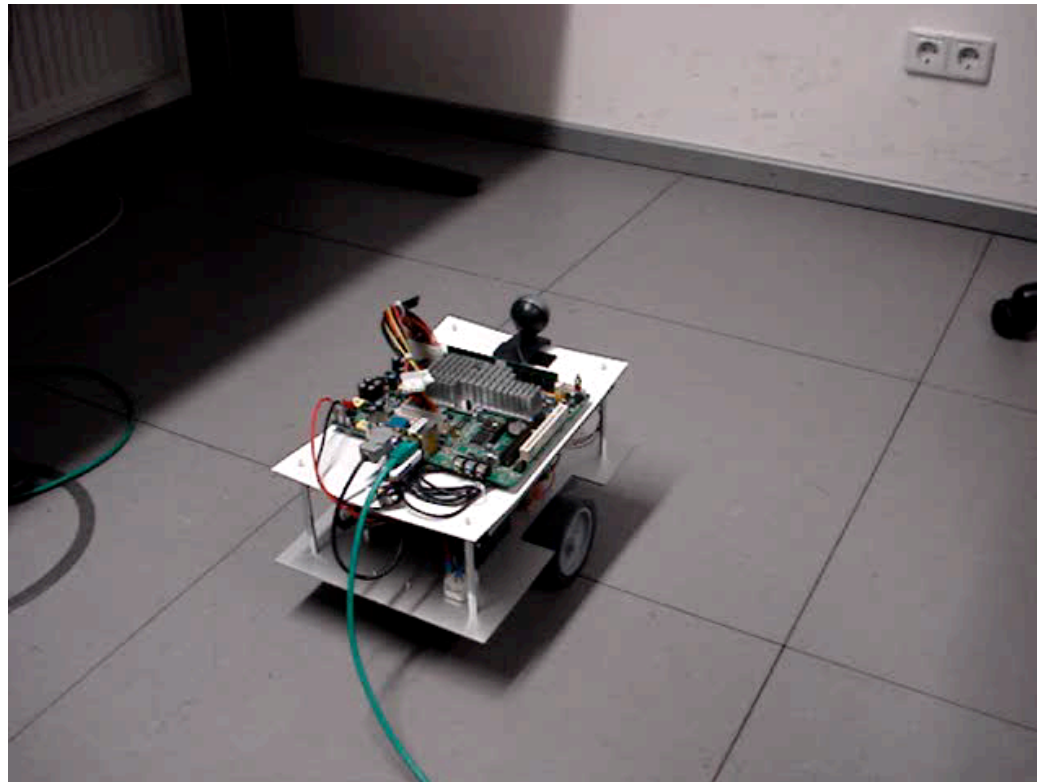
Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

× Demonstration:





Kooperative Steuerung von

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

Team: ECAR [Extreme Challene for Autonomos Robots]



× Programmablauf

- ▶ Initialisierung und Start durch den User
- ▶ Roboter erkundet das Labyrinth autonom
- ▶ Positionsberechnung immer wenn:
 - Richtungsänderung
 - Countdown abgelaufen
- ▶ Bildverarbeitung
 - Canny-Algorithmus und weitere aus der openCV-Bibliothek
 - ◆ Zur Identifikation des ges. Objektes (roter Ball)
 - ◆ Zur Identifikation der Baken



Kooperative Steuerung von

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

✘ TemplateMatching

- ▶ Bild des gesuchten Objekts wird über das aktuelle geschoben
- ▶ An jeder Position wird ein Ähnlichkeitsmaß berechnet
- ▶ Wenn Position hinreichenden Ähnlichkeitswert hat, dann wird davon ausgegangen, dass sich das ges. Objekt dort befindet.



Kooperative Steuerung von

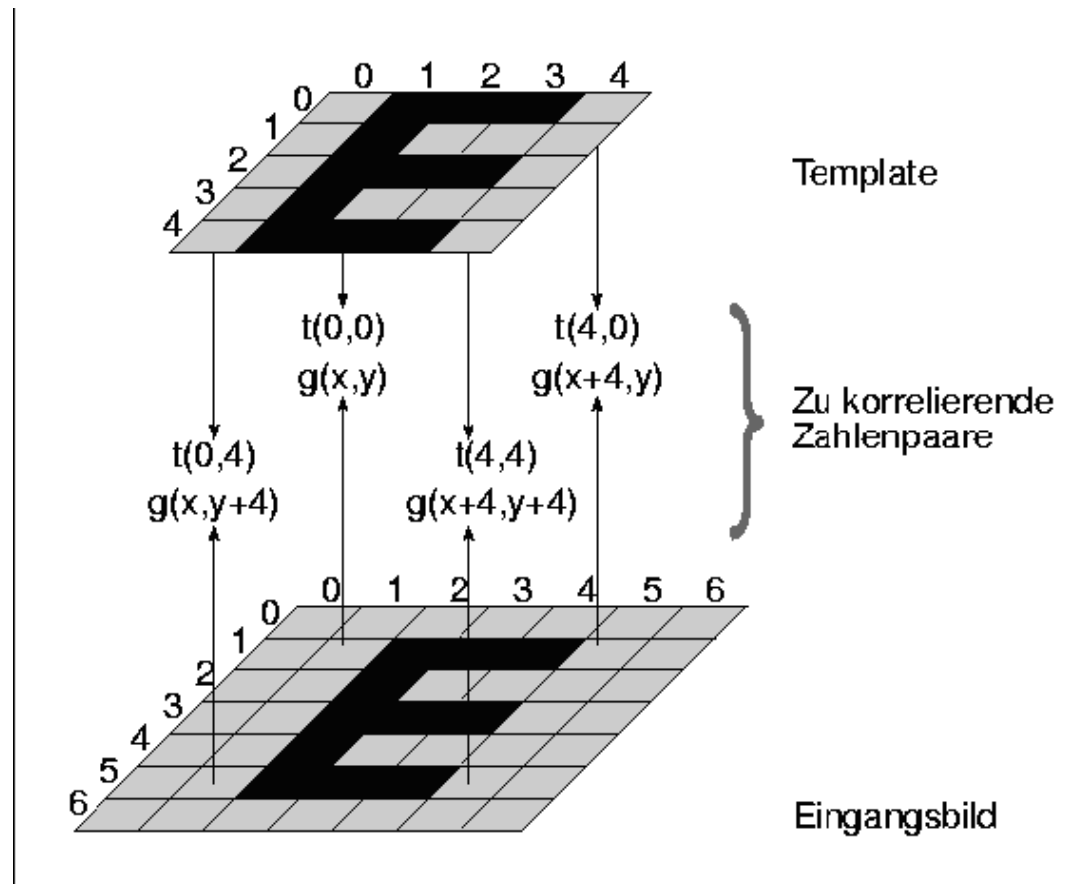
Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

TemplateMatching





Kooperative Steuerung von

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

✘ Kreuzpeilung

- ▶ Voraussetzung: 2. beobachtbare Punkte im Gelände mit bekannter Position
- ▶ Richtung und Winkel zum ersten Punkt messen
- ▶ Richtung und Winkel zum zweiten Punkt messen
- ▶ Der Schnittpunkt der beiden Geraden bildet die Position des Fahrzeugs



Kooperative Steuerung von

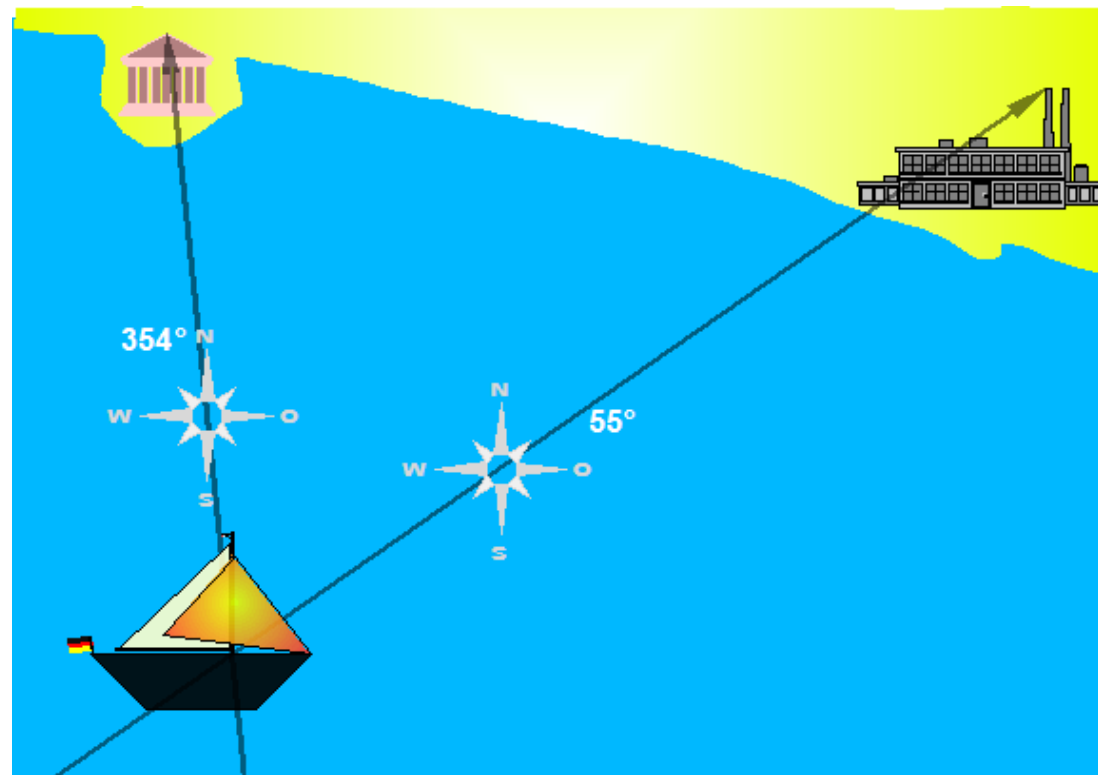
Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

Kreuzpeilung





Kooperative Steuerung von

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

- ✘ Wozu eine Positionsrechnung mit Baken?
 - ▶ prinzipiell auch ohne Baken möglich
 - ▶ Startposition gegeben, restliche Positionen berechenbar (Geschwindigkeit, Winkel, Zeit)
 - ▶ Vorteil: Geringer Aufwand
 - ▶ Problem: Ungenauigkeit
 - daher Positionsrechnung mit Baken und Kreuzpeilung



Kooperative Steuerung von

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

✘ Suchprozess

- ▶ Labyrinth wird in kleine Einheiten (Zellen) unterteilt
- ▶ Da kein konventionelles Labyrinth
 - Bsp. Tiefensuche ungeeignet
 - ◆ Daher sukzessive Suche von Zelle zu Zelle (20x20cm)
- ▶ Speicherung bereits besuchter Wege



Kooperative Steuerung von

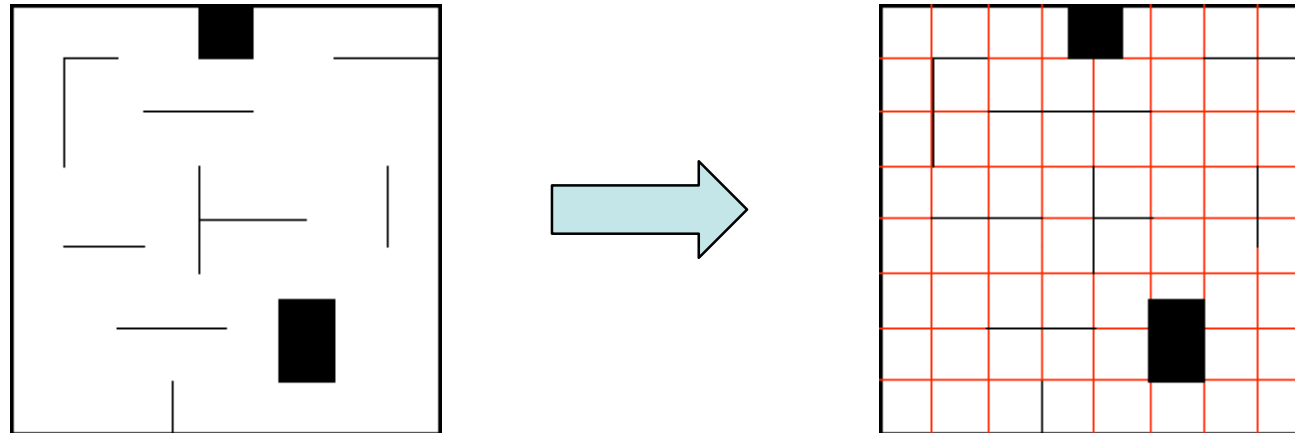
Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

Unterteilung des Labyrinths in Zellen





Kooperative Steuerung von

Einleitung

Aufgabenbeschreibung

Gruppe Wall•E

Gruppe ECAR

Wir bedanken uns für die Aufmerksamkeit