

Bahnplanung am stationären Hindernis

von Ilona Blanck

01. Dez 2008

im Rahmen der Seminar Ring – Vorlesung des
Masterstudiums Informatik der
Fakultät Technik und Informatik der
HAW Hamburg

Übersicht

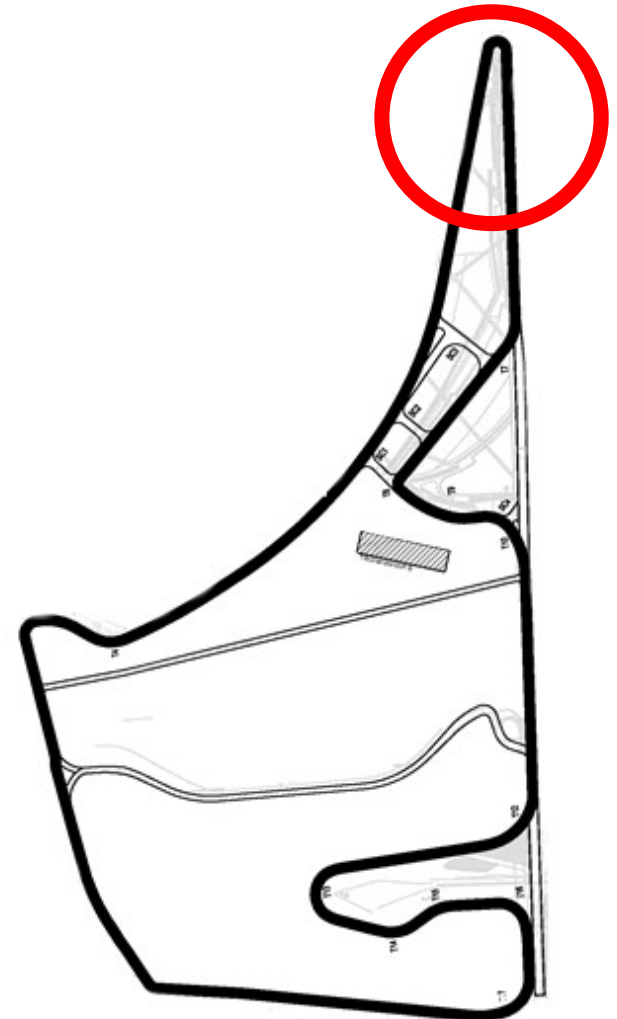
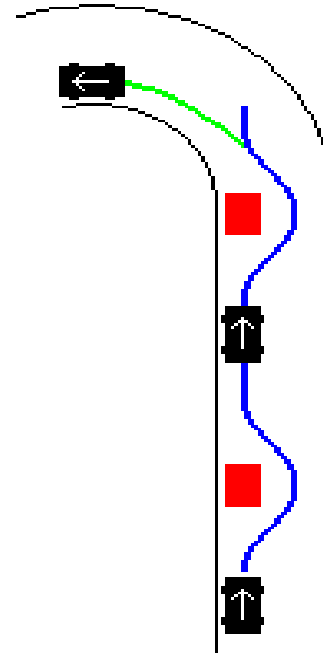
1. Motivation
2. Aufgabe - Kurzbeschreibung
3. Teamarbeit + Abgrenzung zum Team
4. Bahnplanung - Hindernisvermeidung
5. Risiken
6. Fazit
7. Aussicht
8. Literaturangaben

Motivation



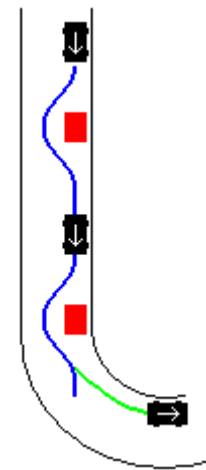
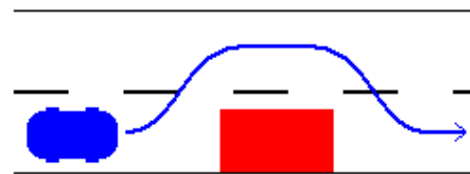
1. *Carolo-Cup*

- a. Schneller sein
- b. In der Bahn bleiben
- c. Voraussehen



Aufgabe – Kurzbeschreibung

- Ziel: Autonomes Ausweichen eines Hindernisses unter Berücksichtigung des verdeckten Bereiches
 - Gerade
 - Kurve links/rechts
- Randbedingungen
 - Ohne Berühren der Hindernisse
 - Kein Verlassen der Fahrbahn
- Hilfsmittel
 - Karte
 - Sensoren



Teamarbeit

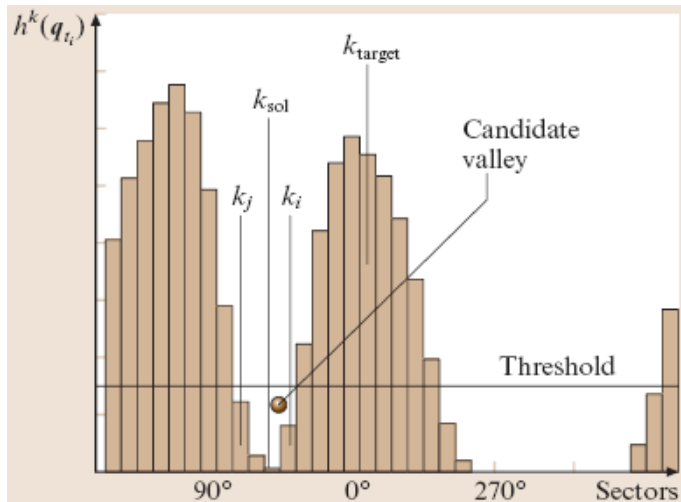
- Carolo-Cup (TU Braunschweig) Feb. 2009
 - 2 Teams (Bachelor- und Master-Team)
 - Neues Fahrzeug
 - Andrej Rull, Manuel Trittel, Filip Nowacki, Ilona Blanck, Enrico Hensel, Sebastian Eickhof, Christian Möller
 - Konzeptidee: Ausweichen, Erkennen des Verlassens der Fahrbahn, Kurvenfahrt durch Karte optimieren



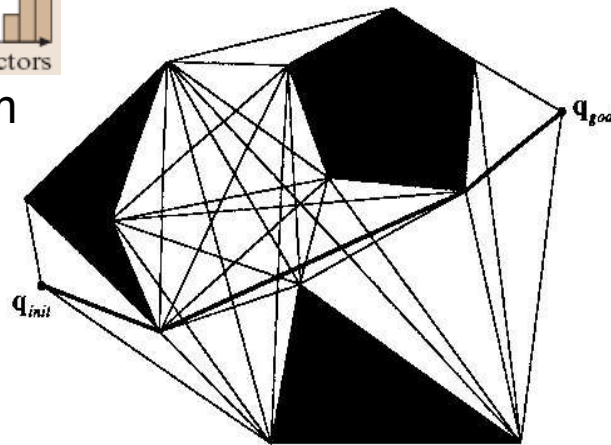
Bahnplanung

- Definition (Jean-Claude Latombe, 1991)
 - „Given a robot A moving in a workspace W amidst a collection of fixed rigid obstacles B , and a start placement s and goal placement g for A , find a continuous path P for A from s to g avoiding contact with B .“
- Unterscheidungspunkte:
 - Globale Wegplanung
 - Lokale Hindernisvermeidung

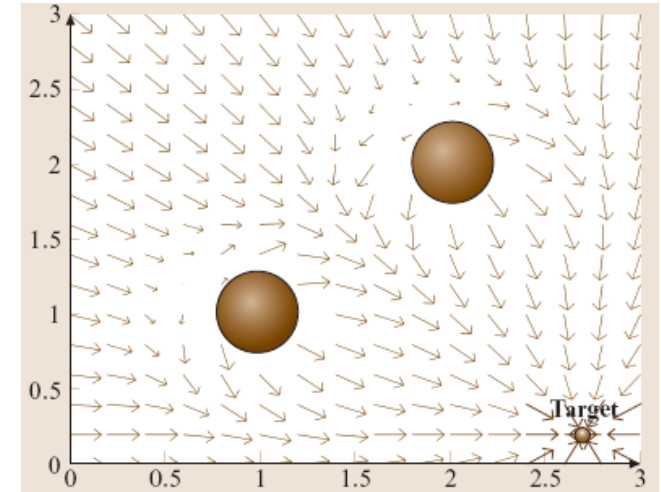
Globale Bahnplanung



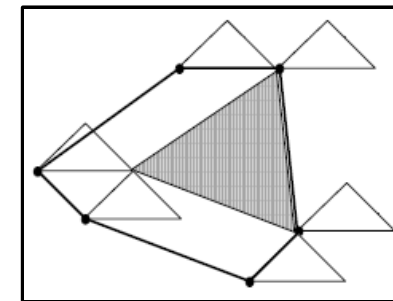
VFH – Vector Field Histogram



Sichtbarkeits-Graph



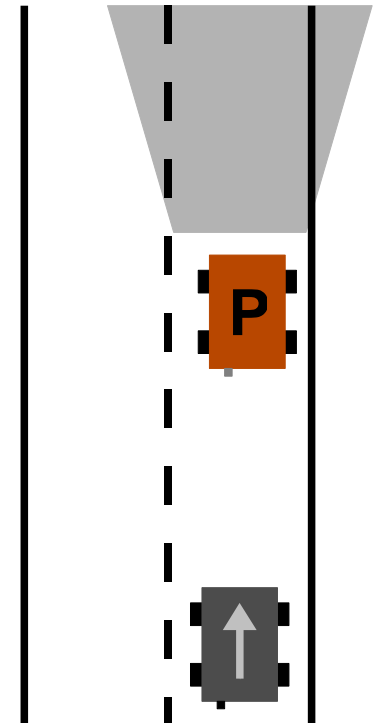
Potentialfeld-Methode



Konfigurationshindernis

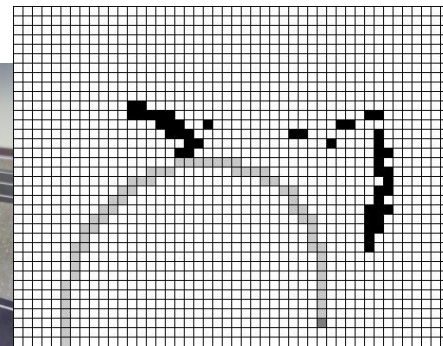
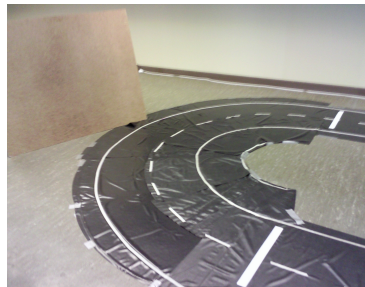
Lokale Hindernisvermeidung

- Vorgehen
 - Hindernis erkennen
 - Ausweichmöglichkeiten suchen
 - Hindernis umfahren
 - Überprüfen ob Hindernis noch da
 - Weiter Fahren
 - Einlenken
 - Berücksichtigen des verdeckten Raumes durch Karte



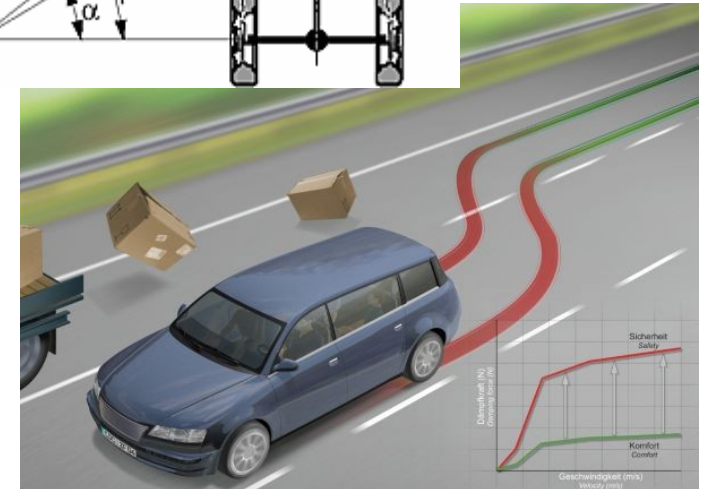
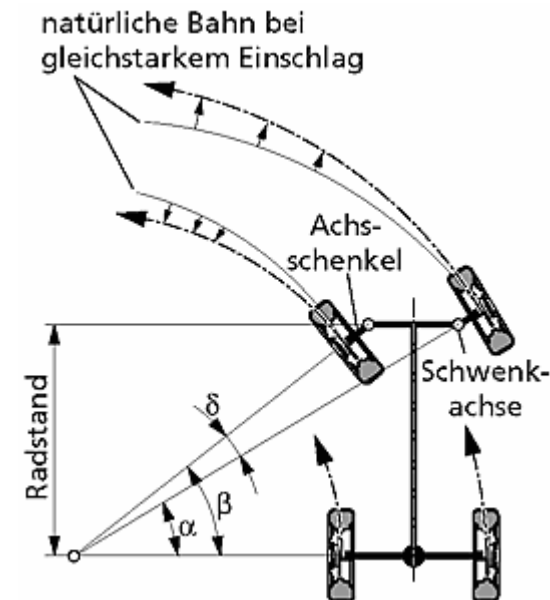
Plattform

- Modell:
 - Carolo-Cup Fahrzeug
- Hilfsmittel - Sensoren:
 - Linienlaser (vorne)
 - Ultraschall (vorne, hinten)
 - Infrarotsensoren (seitlich vorne, hinten)
 - Inkrementalgeber (2 Vorderreifen)
 - CCD – Kamera
- Hilfsmittel - Karte



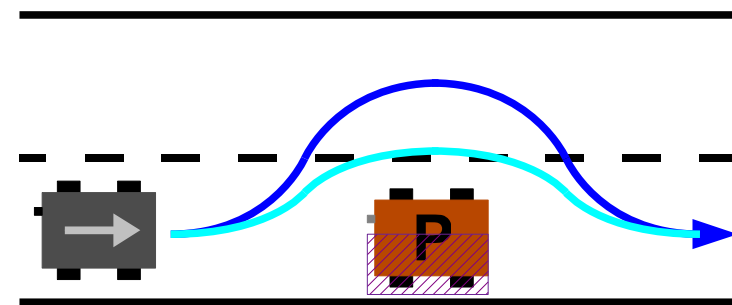
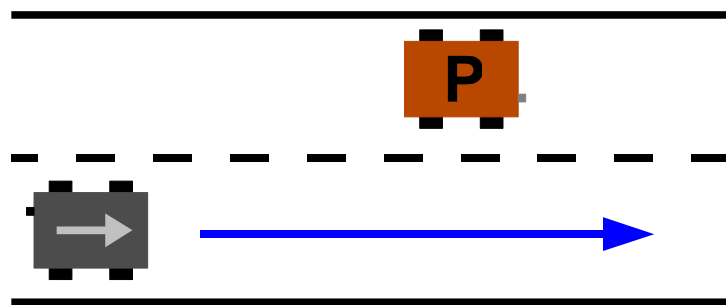
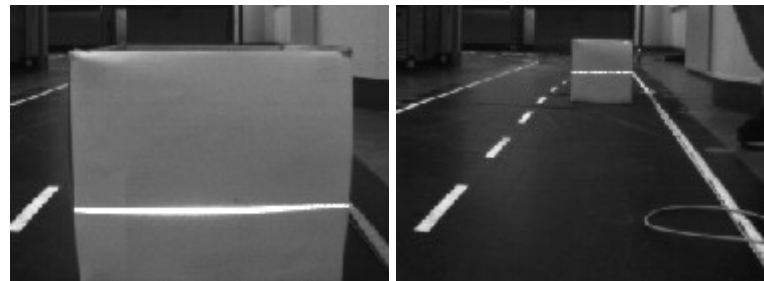
Problematik bei Ausweichmanövern

- Nicht eckig fahren
 - Frühzeitig Ausweichen
- Größe des Fahrzeugs
 - Seitenabstand wahren
 - Länge des Ausweichvorgangs
- Sensoren
 - Linienlaser
 - Ungenaue Ultraschallsensoren
 - Kartierung ungenau



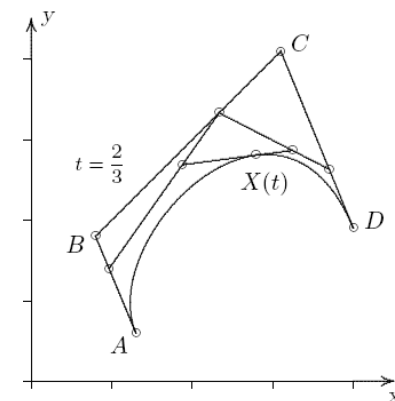
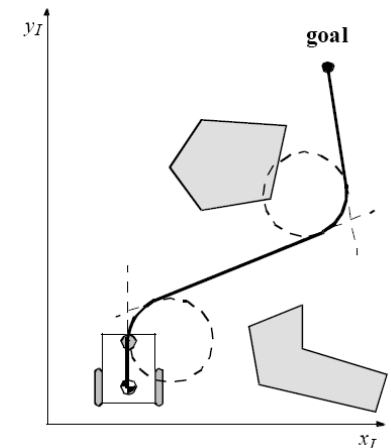
Hindernis Erkennen

- Ist das Hindernis auf meiner Straßenseite
- Wie breit ist das Hindernis
- Wie weit entfernt ist das Hindernis
 - Bis wann muss spätestens ausgewichen werden



Lokale Hindernisvermeidung

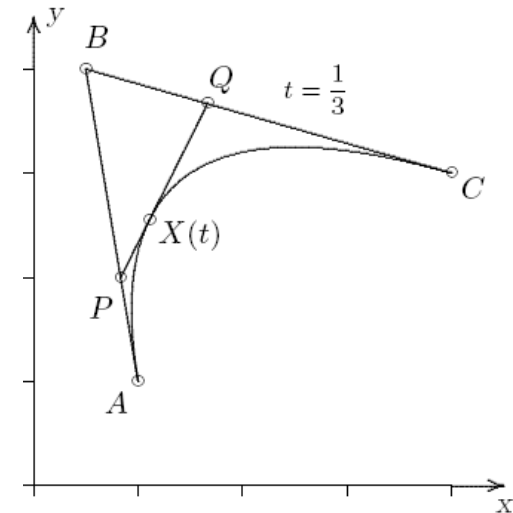
- Verfahren:
 - Regelung
 - Denis Schetler; benötigt genaue Sensordaten
 - Problematik des Verlassen der Fahrbahn
 - Fahrbahn hinter Hindernis nicht sichtbar
 - Bewegungssegmente
 - Gerade + Kreissegment
 - weiche Trajektorie
 - Keine Adaption bei Änderung der Umwelt
 - Bézier-Kurven



Lokale Hindernisvermeidung

Bézier-Kurve

- Pierre Étienne Bézier
- 1962
- Renault
- Paul de Casteljau
- 1959
- Citroën



Lokale Hindernisvermeidung

Bézier-Kurve

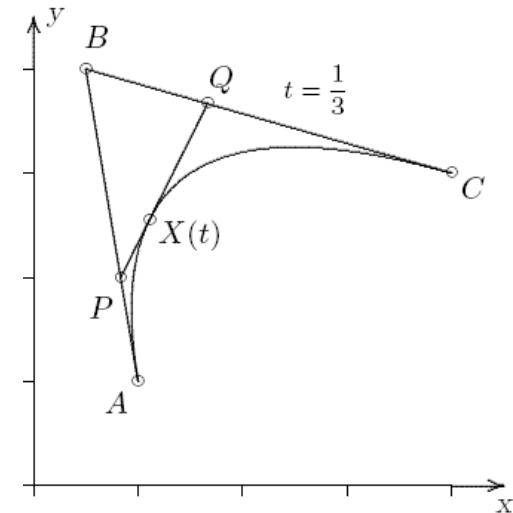
- Allgemeine Formel:

$$X(t) = \sum_{i=0}^n \binom{n}{i} \cdot t^i \cdot (1-t)^{n-i} \cdot P_i \quad ; t \in [0, 1]$$

- Prinzip:

- Start- und Endpunkt (A, C)
- Bezugspunkt B als Tangente
- $\overline{AB}$ und $\overline{BC}$ im gleichen Verhältnis „teilen“
- Quadratische Bézier-Kurve

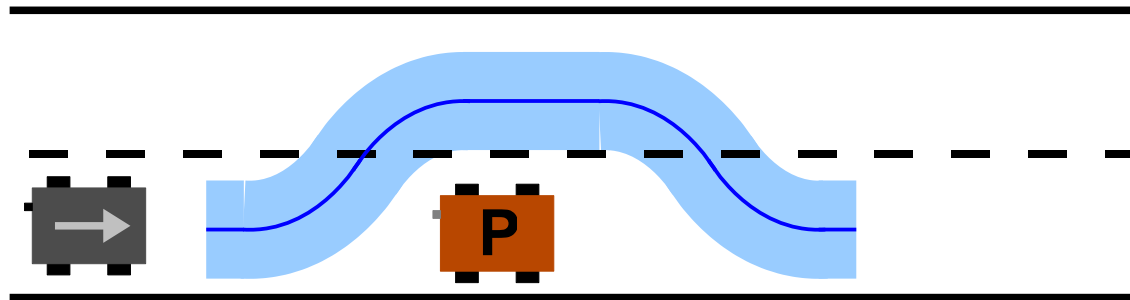
$$X(t) = (1-t)^2 \cdot A + 2 \cdot (1-t) \cdot t \cdot B + t^2 \cdot C$$



Lokale Hindernisvermeidung

Bézier-Kurve

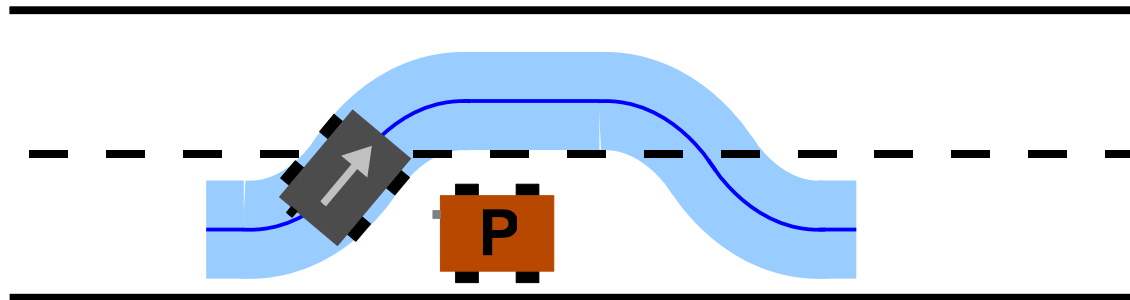
- Aneinanderreihung verschiedener Bézier - Kurven
 - weiche Bahnplanung
 - Reagieren auf Veränderung der Umgebung



Lokale Hindernisvermeidung

Bézier-Kurve

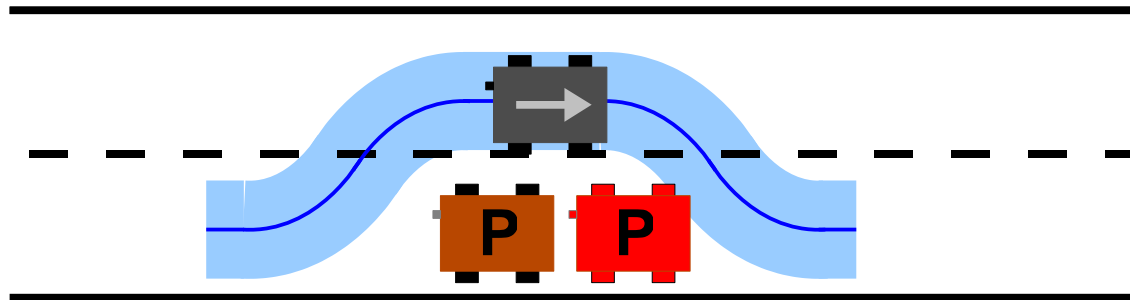
- Aneinanderreihung verschiedener Bézier - Kurven
 - weiche Bahnplanung
 - Reagieren auf Veränderung der Umgebung



Lokale Hindernisvermeidung

Bézier-Kurve

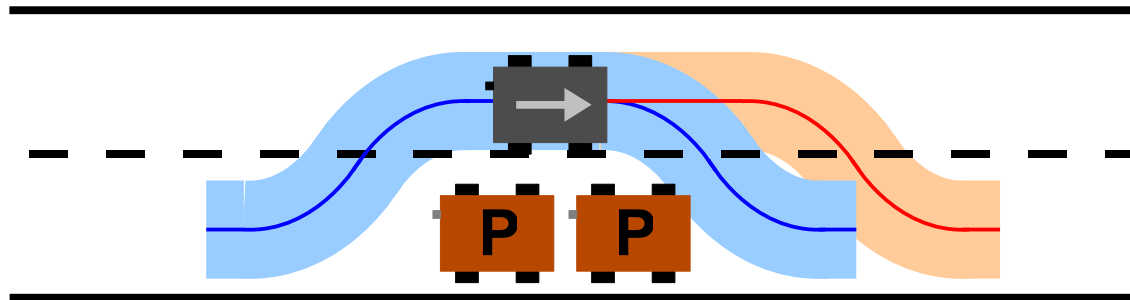
- Aneinanderreihung verschiedener Bézier - Kurven
 - weiche Bahnplanung
 - Reagieren auf Veränderung der Umgebung



Lokale Hindernisvermeidung

Bézier-Kurve

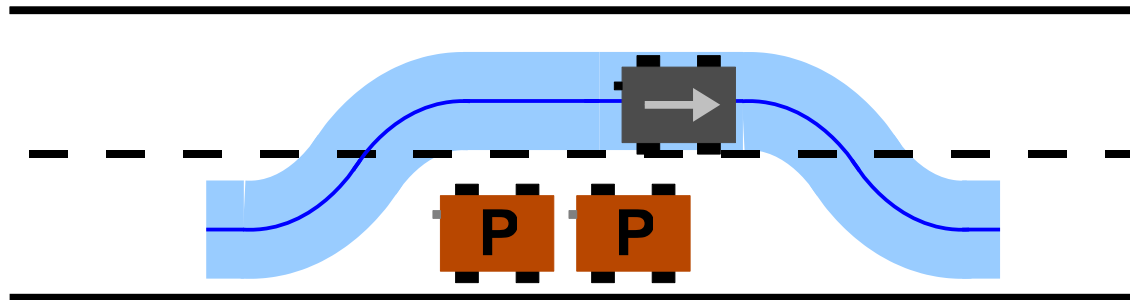
- Aneinanderreihung verschiedener Bézier - Kurven
 - weiche Bahnplanung
 - Reagieren auf Veränderung der Umgebung



Lokale Hindernisvermeidung

Bézier-Kurve

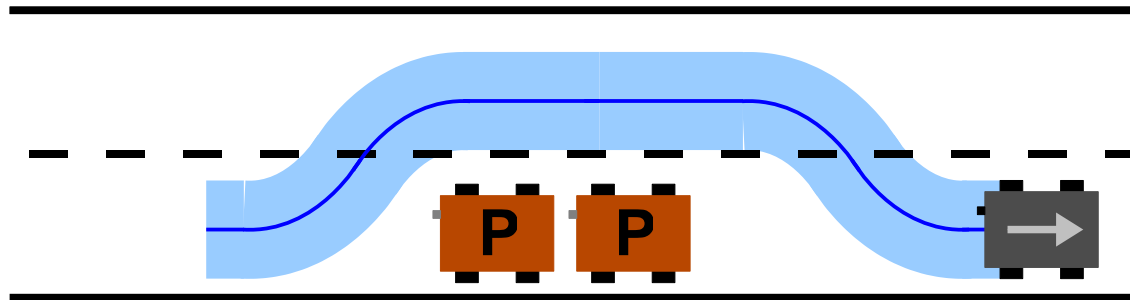
- Aneinanderreihung verschiedener Bézier - Kurven
 - weiche Bahnplanung
 - Reagieren auf Veränderung der Umgebung



Lokale Hindernisvermeidung

Bézier-Kurve

- Aneinanderreihung verschiedener Bézier - Kurven
 - weiche Bahnplanung
 - Reagieren auf Veränderung der Umgebung



Risiken

- Abhängigkeit von der HW
 - Teillösung: Simulation
- Abhängigkeit von der Genauigkeit der Karte

Fazit

- Bahnplanung
 - Globale Bahnplanung
 - **Lokale Hindernisvermeidung**
- Vorgehen
 - Relevantes Hindernis erkennen
 - Bézier – Kurven berechnen (+ Karte)
 - Hindernis umfahren
 - Bézier – Kurven ggf. anpassen

Aussicht

- Erkennen eines relevanten Hindernisses
- Ermitteln der Parameter für die Erstellung der Bézier – Kurven
- Berechnung der Bézier – Kurven
- Simulation erstellen

Literaturangaben (1)

- „Algorithmic Motion Planning in Robotics“, M.Sharir, IEEE
- „Randomized Motion Planning“, N. Amato, Univ. of Padova, Folien vom Herbst 04
- „Sampling-based Motion Planning: Analysis and Path Quality“, R.J. Geraets, Doktorarbeit an der Universität Utrecht 2006
- „Automatische Bahnplanung und Hindernisumfahrung für ein autonom navigierendes Fahrzeug“, R. Schubert, Diplomarbeit an der TU Chemnitz 2006
- „Automatischer Ausweichassistent mit einer Laserscanner – basierten Abstandsregelung für ein fahrerloses Transportsystem“, D. Schetler, Masterarbeit an der HAW-Hamburg, 2007

Literaturangaben (2)

- „Aktives Mapping und Positionsbestimmung eines autonomen Modellfahrzeugs“, M. Ebert, Bachelorarbeit an der HAW-Hamburg; 2007
- „Handbook of Robotics“, B. Siciliano, O.Khatib (Eds.), Springer
- „Planning Algorithms“, S.M.LaValle, Cambridge University Press
<http://planning.cs.uiuc.edu>
- „Robot Motion Planning and Control“, J.-P. Laumond, LAAS report 97438
- http://www.kfztech.de/kfztechnik/fahrwerk/federung/cdc_spurwechsel.jpg
- <http://nibis.ni.schule.de/~lbs-gym/AnalysisTeil4pdf/Bezierkurven.pdf>

Ende

A thick dark blue L-shaped line that starts at the top right, goes left, and then turns down to the bottom right corner.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fragen?