

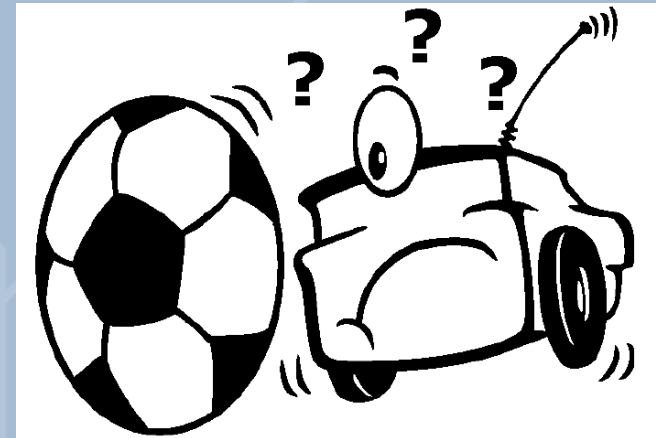


ifgi

Institute for Geoinformatics
University of Münster

Praktische Probleme beim Robotfussball

Die Visuelle Problematik



Inhalt

- Einführung
 - Autonome visuelle Kalibrierung (Ulm)
 - Selbst-Lokalisierung
 - Ball-Lokalisierung
 - Gegner-Lokalisierung
 - Fazit
- } (München)



Einführung

- Veränderliche Umweltbedingungen
 - Ball
 - Spieler
 - Spielfeld
 - Objekte am Spielfeldrand



Einführung

- Veränderung:
 - Größe
 - Farbe
 - Form
 - Material
 - Dynamik
 - Licht- und Wetterverhältnisse



Einführung

- Regeln Robocup 2003 (Middle Sized)
 - Roboter müssen schwarz sein
 - Farbmarkierungen für das jeweilige Team
 - Größe der Randlinien
 - Helligkeit: 800-1200 Lux
(Vergleich 2002: 950-1050 Lux)



Einführung

Object	Colour
Field surface	GREEN
Field safety boundary	GREEN or BLACK
Lines on the field and the walls.	WHITE
Ball	ORANGE
One of the goals	BLUE
The other goal	YELLOW
Flagposts	BLUE and YELLOW
Robot bodies	BLACK
Markers of robots for team A	LIGHT BLUE
Markers of robots for team B	MAGENTA/PURPLE

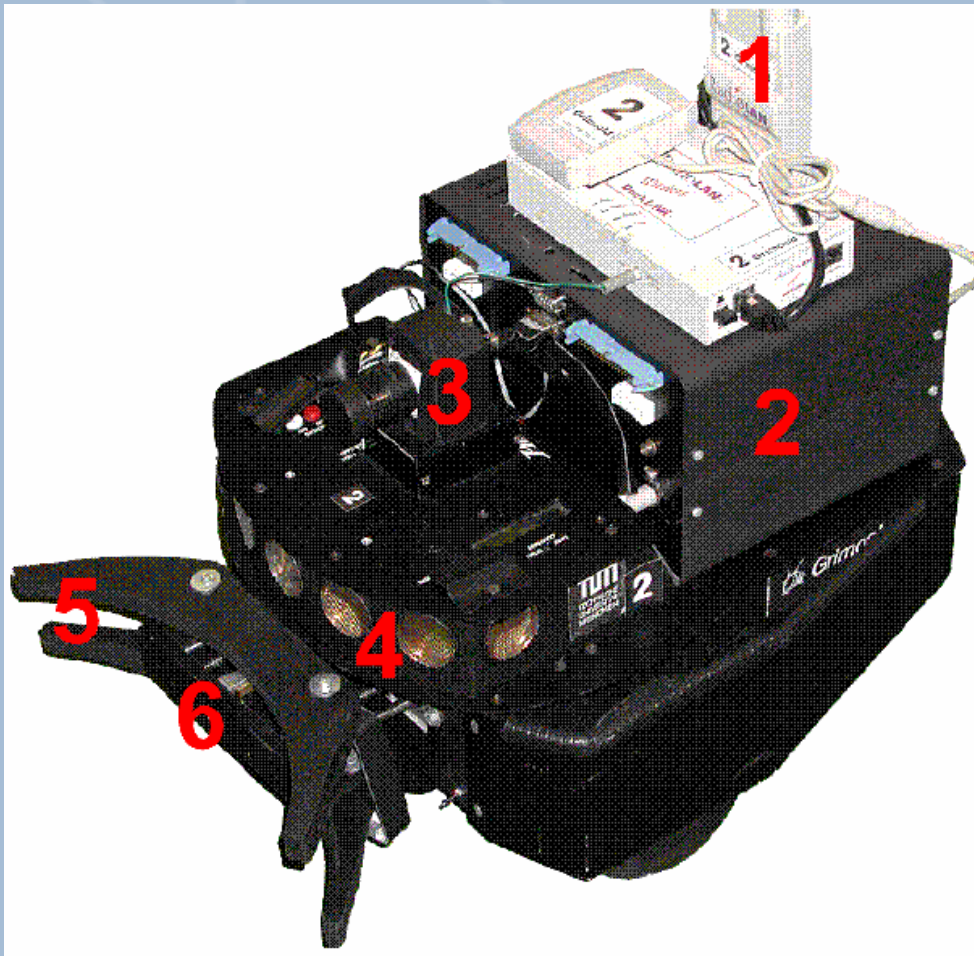


Einführung - Sensoren

- PAL oder NTSC Farb-CCD-Kameras
 - fix
 - schwenkbar
 - omnidirektional
- Ultraschallsensoren
- Laserscanner



Einführung - Sensoren



Inhalt

- Einführung
- **Autonome visuelle Kalibrierung**
- Selbst-Lokalisierung
- Ball-Lokalisierung
- Gegner-Lokalisierung
- Fazit



Autonome visuelle Kalibrierung

- Umgebung erkunden
- Verbesserung der Farbgleichmäßigkeit
- Clustern im HSV Farbraum
- Zuweisung von Farbklassen
- Rückprojektion in den RGB Farbraum



Umgebung erkunden

- autonom
- Roboter fährt umher und macht Bilder
- Visualisierungssystem beendet Erkundung selbstständig



Verbesserung der Farbgleichmäßigkeit



3 Bilder unter verschiedenen Lichtbedingungen

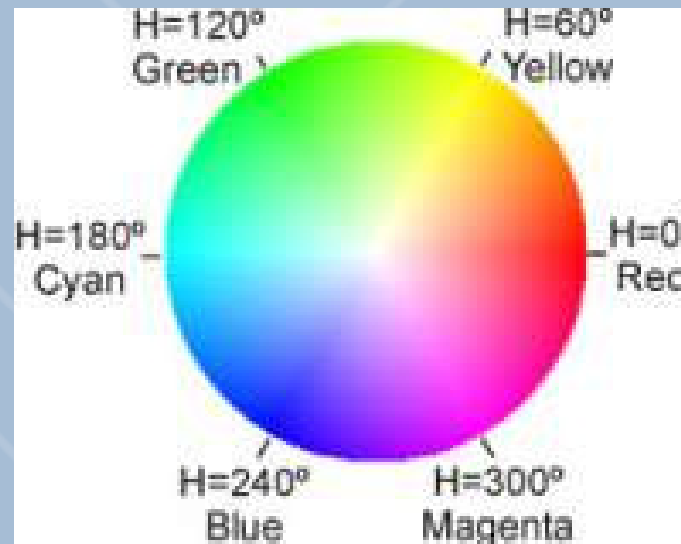
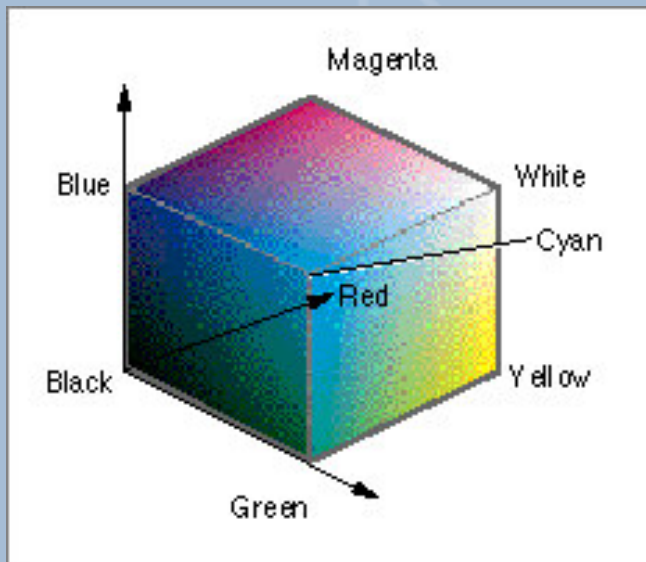
Verbesserung der Farbgleichmäßigkeit

- RETINEX Algorithmus
 - Ausgleich von Farbunregelmäßigkeiten
 - Unabhängig von der Angabe der Lichverhältnisse
 - Farben innerhalb eines Objekts werden einander angeglichen



Clustern im HSV Farbraum

- Transformation RGB in HSV

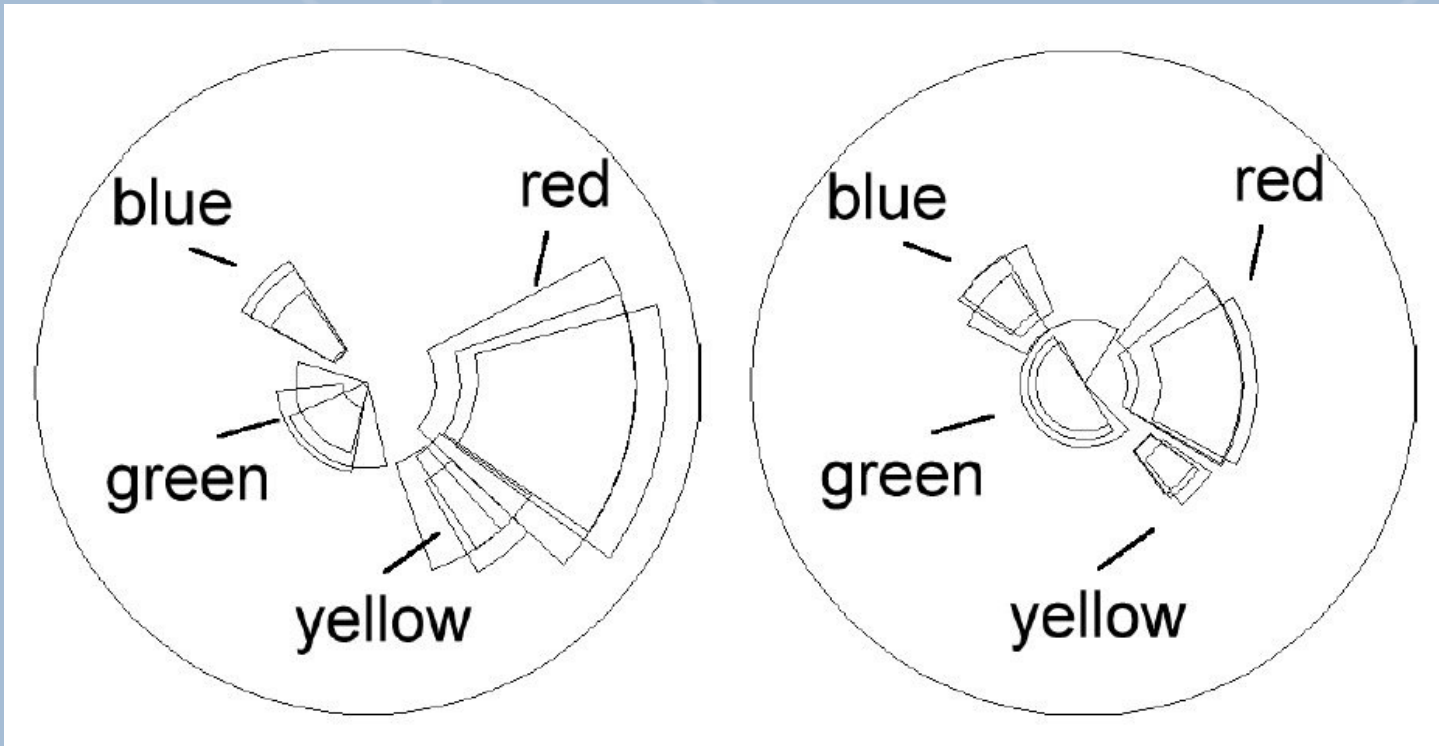


Clustern im HSV Farbraum

- K-means Clustern
 - Pixel-Wolkenbildung
 - Regel 1: Jedes Cluster hat ein repräsentatives Zentrum
 - Regel 2: Jedes Pixel gehört zu dem Zentrum, mit dem geringsten Abstand zu ihm.
- Zentren der Cluster werden festgestellt



Clustern im HSV Farbraum



Cluster ohne RETINEX

Cluster mit RETINEX

Zuweisung von Farbklassen

- Cluster zu Farbklassen
- Farbklassen = Objekte
- Farbklassen beziehen sich auf den zentralen Clusterpunkt

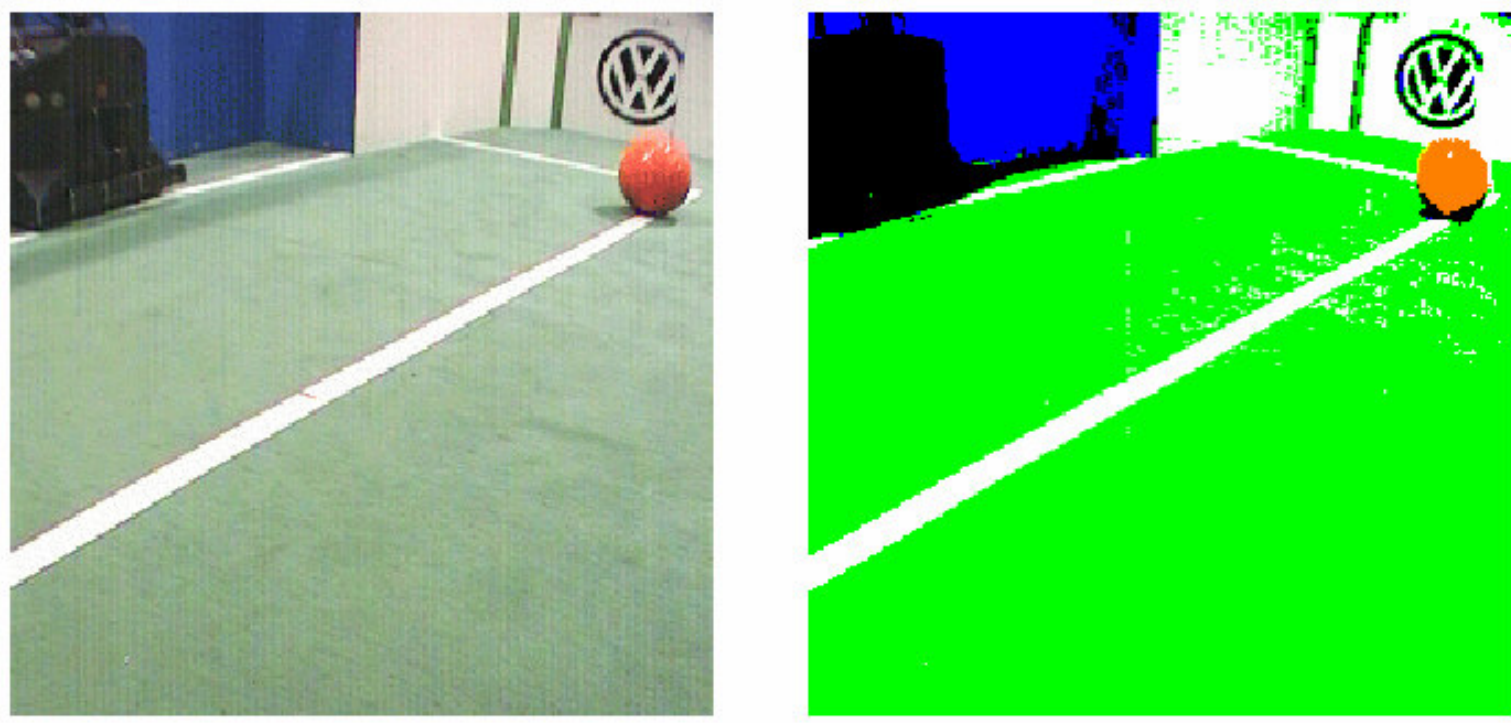


Rückprojektion in den RGB Farbraum

- Beschleunigung der online Bildverarbeitung
- Transformation nur einmal für alle Pixelwerte
- Indextabelle
- RGB Wert \leftrightarrow Farbklasse \leftrightarrow Objekt



Autonome visuelle Kalibrierung



Bildaufteilung nach Selbstkalibrierung

Inhalt

- Einführung
- Autonome visuelle Kalibrierung
- **Selbst-Lokalisierung**
- Ball-Lokalisierung
- Gegner-Lokalisierung
- Fazit



Selbst-Lokalisierung

- Roboter schätzen ihre Position
- Umwelt ist bekannt
- Einbinden der Schätzwerte von Mitspielern
- Erhöhung der Präzision



Selbst-Lokalisierung

- 3 Datenarten
 - Bilddaten
 - Odometriedaten
 - Beobachtungsdaten von Mitspielern



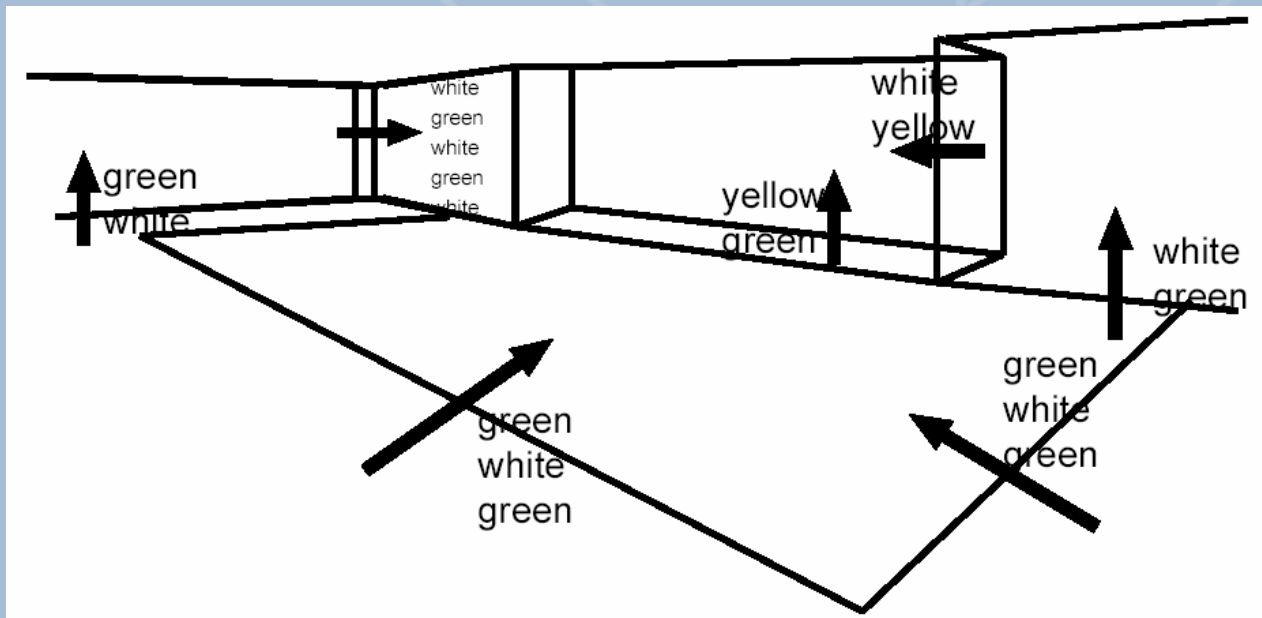
Selbst-Lokalisierung

- Probleme
 - Sensoren erfassen nur einen Teil der Umwelt
 - Messungen ungenau
 - Ungenaue Modellierung (Dynamik)
 - Andere Roboter stören Messungen



Selbst-Lokalisierung

- Modell der Umwelt
 - Kanten an Farbübergängen
 - Kanten als Funktionen



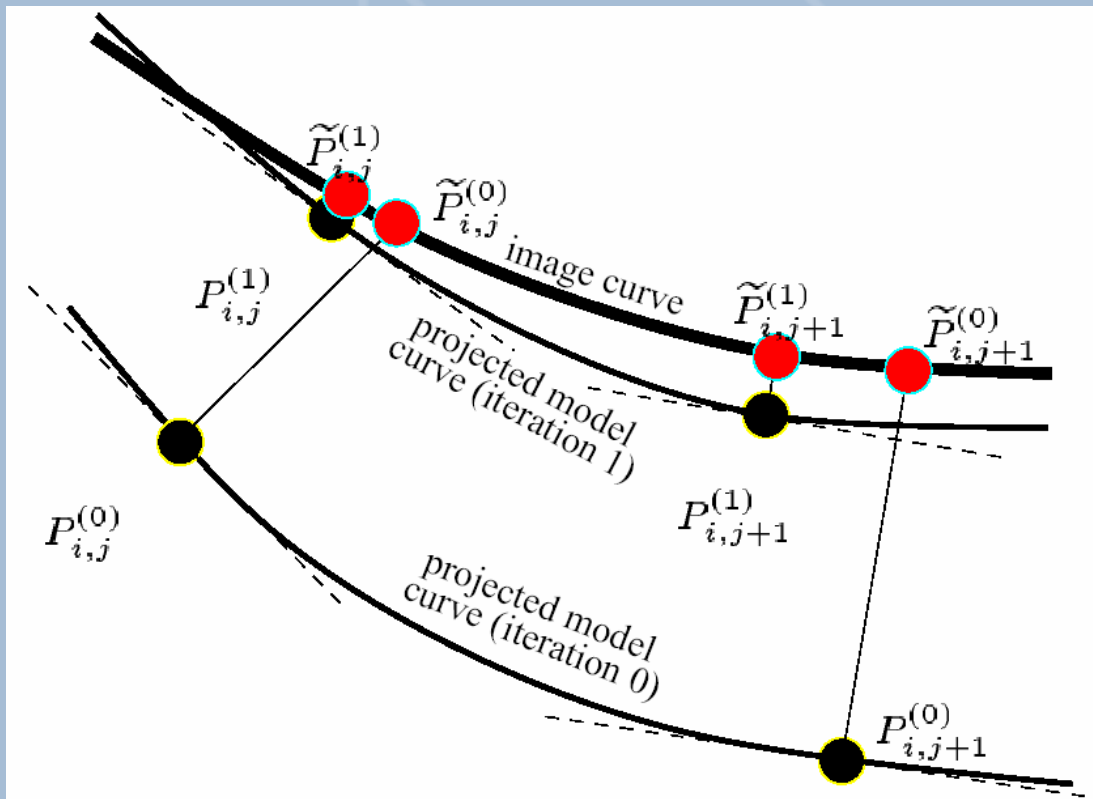
Selbst-Lokalisierung

- Positionsabschätzung anhand des Modells
 - Erkennen der Kanten
 - Koordinatentransformation in Pixelkoordinaten
 - Bestimmen der Kurvenfunktion
 - Abgleich mit dem Weltmodell



Selbst-Lokalisierung

- Iteration



Selbst-Lokalisierung

- Iteration
 - Gleicher Vorgang mit neuer Position
 - Wiederholung bis Unterschiede minimal
 - Meist nur 2 bis 3 Iterationen
 - Rechenaufwand viel geringer als für die Bildanalyse



Inhalt

- Einführung
- Autonome visuelle Kalibrierung
- Selbst-Lokalisierung
- **Ball-Lokalisierung**
- Gegner-Lokalisierung
- Fazit



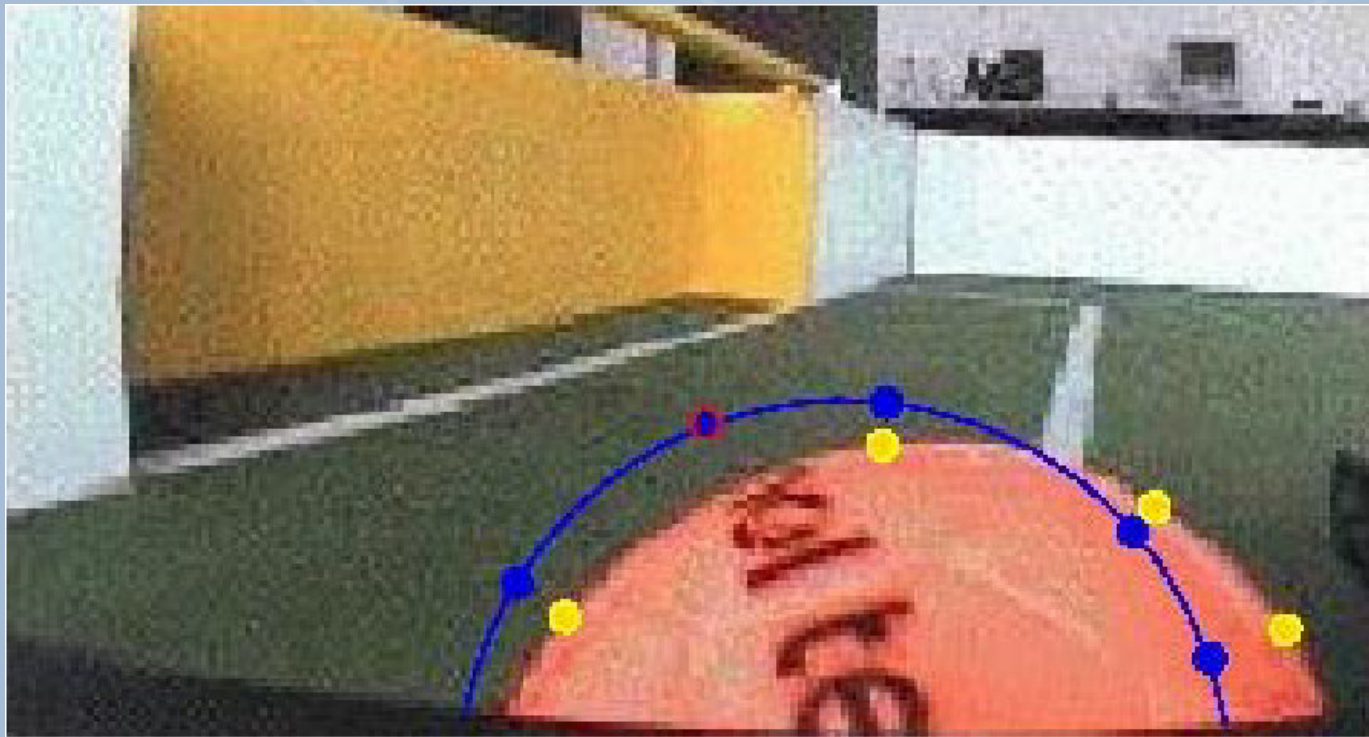
Ball-Lokalisierung

- Ablauf

- Initialisierung durch Erkennen des Balles als roten Farbkumpen (Bildanalyse)
- Silhouette des Balls – Kurvenfunktion
- Optimierung durch Iteration
- Positionsbestimmung



Ball-Lokalisierung



Ball-Lokalisierung

- Weitergabe der Position an Mitspieler
- Mitspieler aktualisieren Weltbild
- Mitspieler richten sich aus
- Ball als dynamischer Bezugspunkt



Inhalt

- Einführung
- Autonome visuelle Kalibrierung
- Selbst-Lokalisierung
- Ball-Lokalisierung
- **Gegner-Lokalisierung**
- Fazit



Gegner-Lokalisierung

- Vorraussetzungen
 - Anzahl aufgenommener Objekte variiert
 - Gegner außer Sensorreichweite
 - Roboter sind schwarz und annäherungsweise kreisförmig
 - Freund-Feind Erkennung über Farben



Gegner-Lokalisierung

- Ablauf
 - Schwarze Klumpen sind erkannt (Initialisierung)
 - Überprüfung auf
 - Min./ max. Größe
 - Rote oder grüne Farbregionen am Boden (Logos)
 - Farbregionen mit Freund-Farben keine Gegner

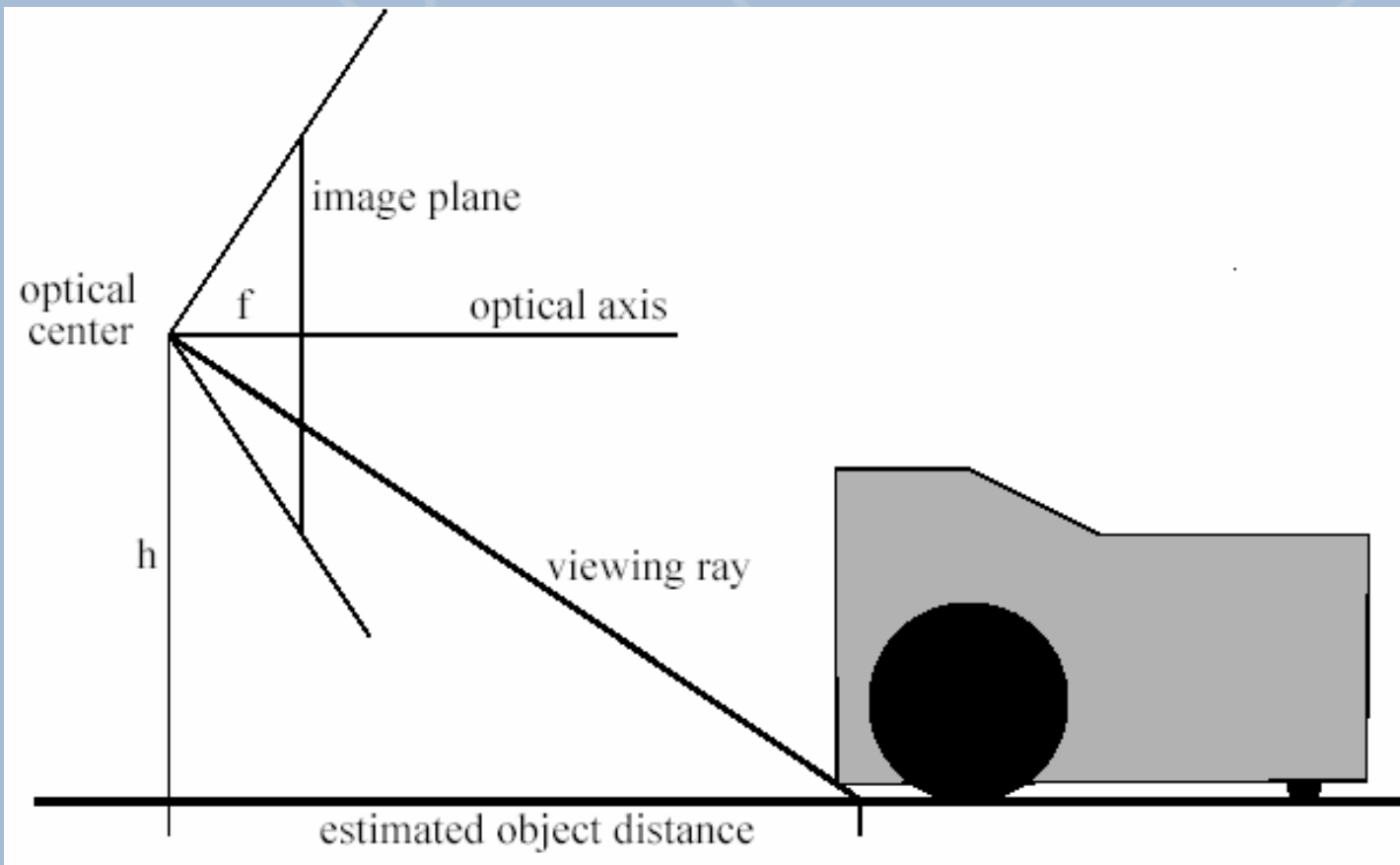


Gegner-Lokalisierung

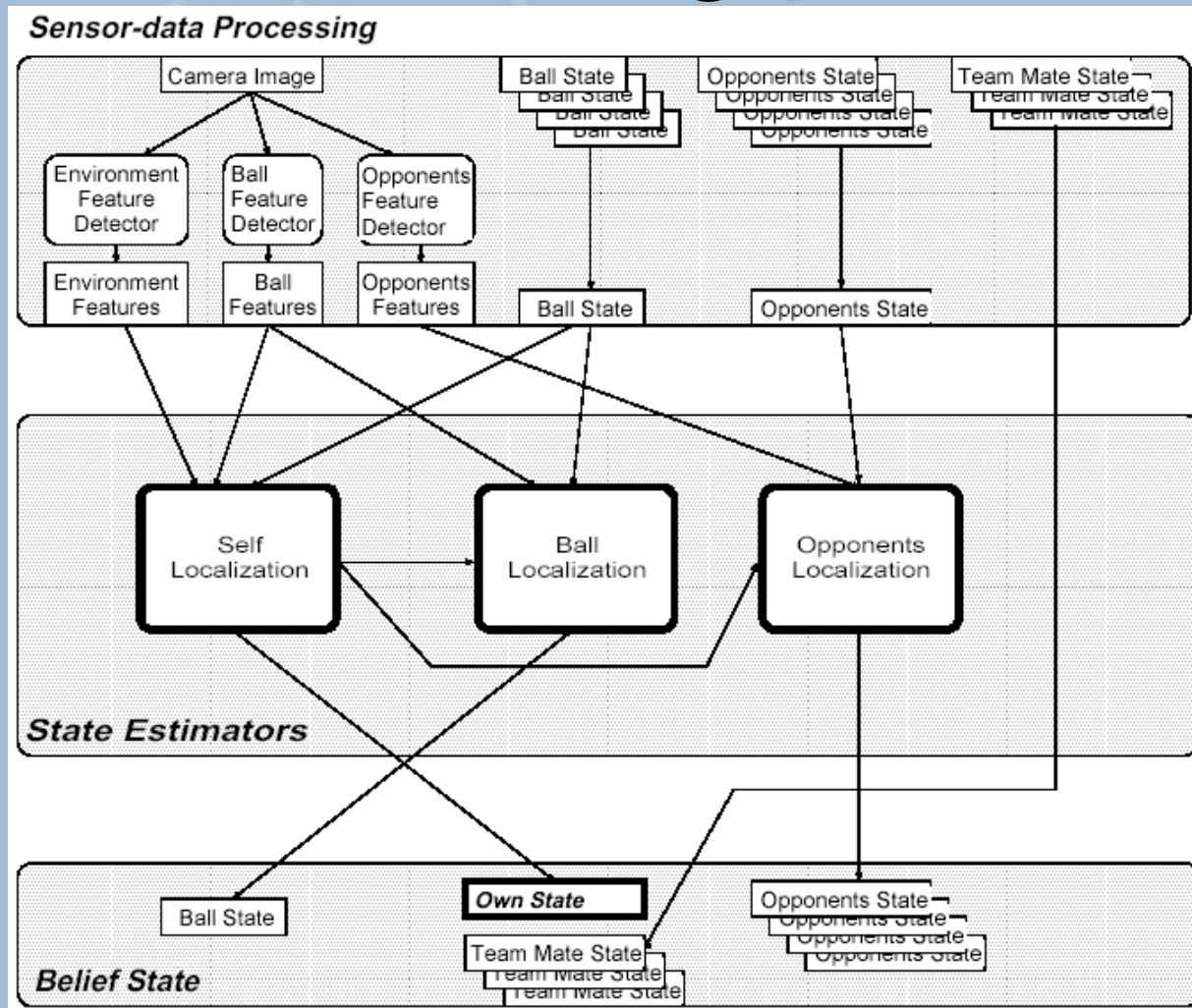
- Physische Größe (relativ zum Farbklecks) wird bestimmt
- Übersteigt diese einen Wert
→ Annahme: Zwei Roboter
- Durch Funktion Opp wird die Gegnerposition bestimmt
 - Entfernung zum untersten Punkt
 - Entfernung zum Zentrum
 - Abgeschätzter Radius



Gegner-Lokalisierung



Zusammenfassung (München)

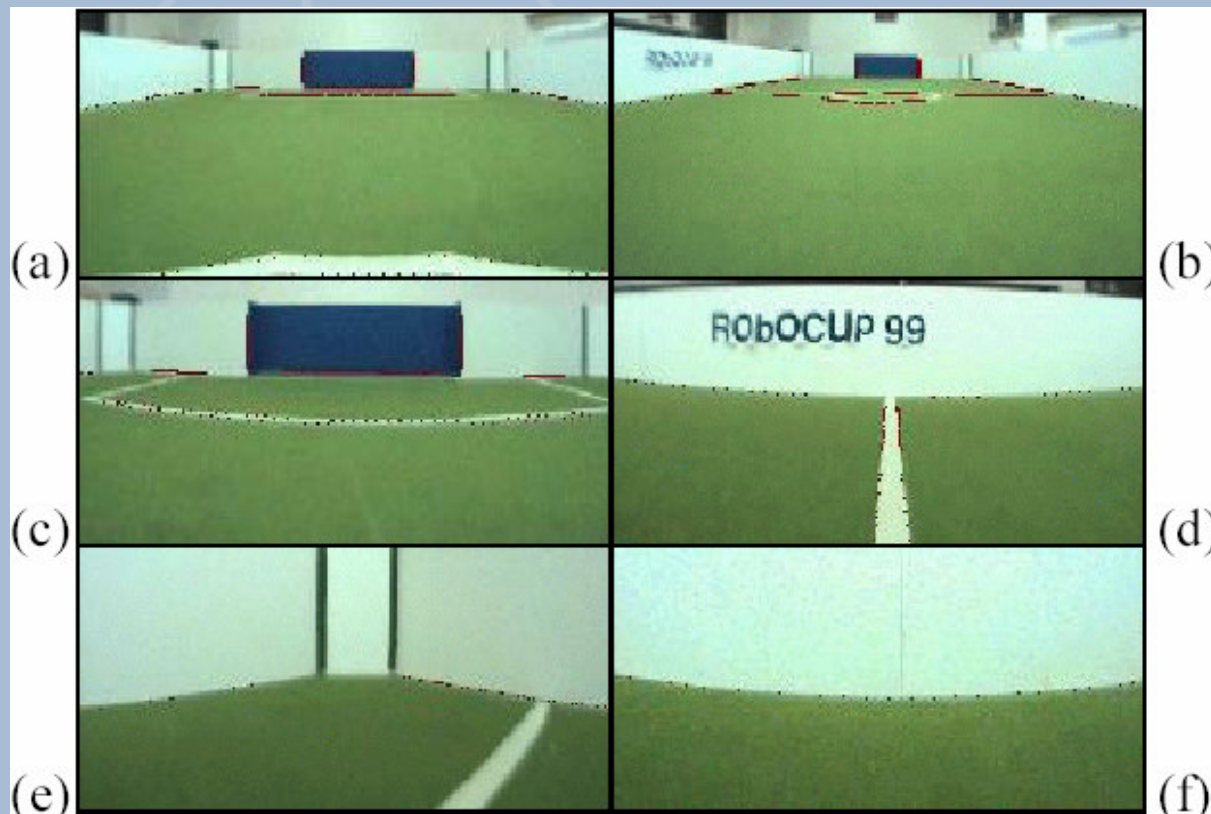


Rechengeschwindigkeit

- 15 frames pro Sekunde
- Jeder Frame eine
 - Selbst Lokalisierung
 - Ball Lokalisierung
 - Set von Gegner Lokalisierungen
- Jeder Roboter aktualisiert sein Weltbild ständig
- Weltbild als Grundlage zur Aktionsbestimmung



Genauigkeit



Mean pose errors	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Φ_x (cm)	0.4	26.0	1.9	0.3	4.3	>99
Φ_y (cm)	1.0	20.3	15.5	8.0	3.2	2.3
Φ_φ (degree)	1.1	4.1	8.1	2.4	7.5	2.8



Die Welt durch die Augen eines Robots



Quelle: AGILO RoboCuppers (München)



Inhalt

- Einführung
- Autonome visuelle Kalibrierung
- Selbst-Lokalisierung
- Ball-Lokalisierung
- Gegner-Lokalisierung
- Fazit



Fazit

- Selbstständige Anpassung an eine stark vorgegebene Umwelt
 - Selbst-Lokalisierung
 - Ball-Lokalisierung
 - Gegner-Lokalisierung
- } mit Umweltmodell



Fazit

- Negativ
 - Methoden stark an beschränkte Umwelt angepasst
 - Forschungsfeld Bild- und Videoanalyse noch in Kinderschuhen
 - Anpassung an Dynamische Umgebungen noch in weiter Ferne



Fazit

- Positiv
 - Jetzige Methoden funktionieren
 - Neue Hardware macht Verarbeitung noch schneller und effektiver
 - Viele gute Ansätze einzelner Teams
→ Zusammenführung/ Ergänzung



Danke für die Aufmerksamkeit!

