

Bildfolgenbasierte semilokale 3D Landmarken zur Navigation in dynamischen Umgebungen

Prof. Dr. Bernd Krieg-Brückner
Thomas Röfer

PD Dr. Hans-Otto Carmesin
Dirk Goldbeck

Universität Bremen

Gliederung

Markenwissen

- Abgrenzung Landmarken ↔ Wegmarken
- Repräsentation, Erwerb, Wiedererkennung

Routenwissen

- Repräsentation, Erwerb

Überblickswissen

- Mögliche Repräsentationen

Navigation

- Bildbasierte Navigation, Ergebnisse
- Übergang bildbasiert → landmarkenbasiert

Arbeitsplan

Landmarken ↔ Wegmarken

Landmarken

- Verwendung auch ohne vorgegebene Wege (2D)
- Bestimmung der Position relativ zu mehreren Landmarken durch Triangulation
- Unmittelbare Verknüpfung einer Position mit einer Aktion
 - *Wenn ich mich an der durch die Landmarkenkonstellation ABC beschriebenen Position befinde, drehe ich mich nach rechts*

Wegmarken

- Nur an Wegen (1D)
 - *d.h. die Wege selbst müssen durch andere Mechanismen erkannt werden*
- Zum Weiterschalten in der Routenbeschreibung
 - *Nachdem ich die Wegmarke A gesehen habe, muß ich bei der nächsten Möglichkeit nach links einbiegen*



Repräsentation von Markenwissen

Klassifizierung

- Unterscheidung von Typen
- Darstellung als Eigenschaftsvektor
 - *Mit Einträgen z.B. zur 3D-Struktur oder Farbe*

Ort

- Landmarken
 - *Peilung relativ zum Roboter*
Richtung, Orientierung, (Entfernung)
 - *Innerhalb eines globalen Koordinatensystems*
Position, Orientierung
- Wegmarken
 - *Peilung relativ zum Roboter*
Links, rechts



Erwerb von Markenwissen

Lernen durch Vormachen (Teaching)

- Vorgabe von Marken
- Selektion aus Vorauswahl

Autonom

- in Abhängigkeit von anderen bereits ausgewählten Marken
 - *Eindeutigkeit der Marke im lokalen Kontext*
 - *Mindestanzahl gleichzeitig sichtbarer Landmarken für Navigation*
 - *Gleichmäßige räumliche Verteilung der Landmarken*
 - *Lange Sichtbarkeit der Landmarke*
- Aktive Suche
 - *Suchbewegungen mit der Kamera*
 - *Vorzugsrichtungen für Landmarken?*
- Wegmarkenauswahl nur im Routenkontext



Wiedererkennung von Marken

Ähnlichkeitsbestimmung

- Klassifizierung der Marken
- Relative Position zu anderen Landmarken
 - z.B. *im Uhrzeigersinn links von*
- Wahrscheinlichkeitshierarchie innerhalb des Routenkontextes
 - *Anhand geschätzter Position und Bewegungsrichtung (Richtungseffekt)*

Suchrichtung für Kamera

- Anhand geschätzter Position



Repräsentation von Routenwissen

Start- und Zielposition

- Symbolisch

Wegbeschreibung

- Folge von Positionen
 - *Positionsbeschreibung durch Landmarkenkonstellationen*
- Folge von Positions-Aktions-Paaren
 - *Positionsbeschreibung durch Landmarkenkonstellationen*
- Folge von Wegmarken und Aktionen
 - *Keine Positionsbeschreibung*
 - *Erfordert abstraktere Bewegungsmöglichkeiten, z.B. biege rechts ein*
- Mögliche Kooperation mit AG Wender, Trier



Erwerb von Routenwissen

Lernen durch Vormachen (Teaching)

- Vollständige Routen
 - z.B. zwischen Räumen
 - Landmarken oder Wegmarken

Teaching/autonome Auswahl
- Nur Zielpositionen
 - z.B. innerhalb eines Raumes oder im Freien
 - Landmarken

Teaching/autonome Auswahl

Autonomes Explorieren

- Eher für “Artificial Life”

Beschreibung durch Bediener

- Erfordert sprachlichen Zugang zum Routenmodell
 - *Mögliche spätere Kooperation mit AG Habel, Hamburg*



Repräsentation von Überblickswissen

Topologische Karte

Zusammenfügung von Routen, Wiedererkennung bekannter Orte (Kooperation mit AG Nehmzow, Manchester)

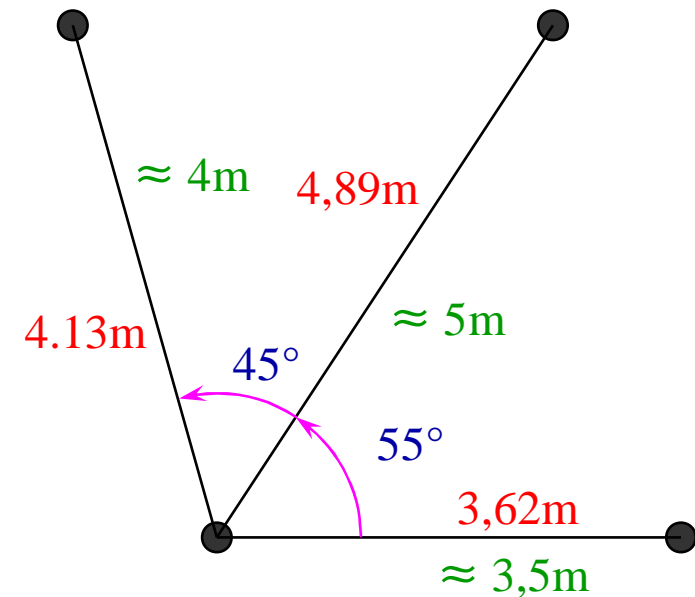
Nachbarschaftsrelationen

Reihenfolge

Winkel

geschätzt metrisch

exakt metrisch



Metrische Karte

Exakte Bahnplanung, Vorhersage von Abkürzungen



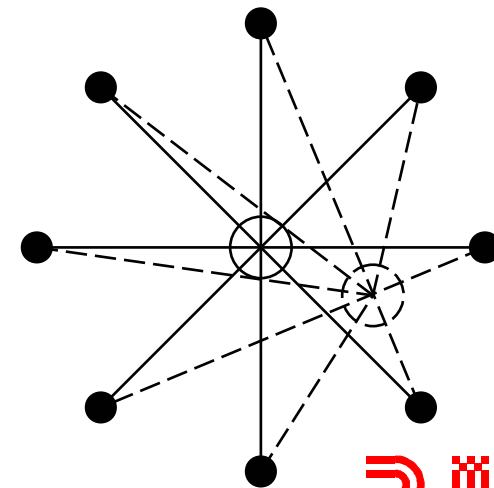
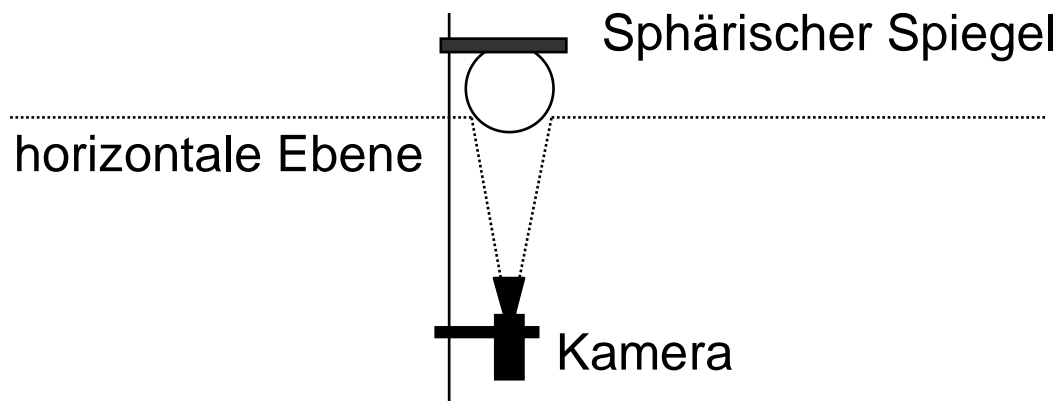
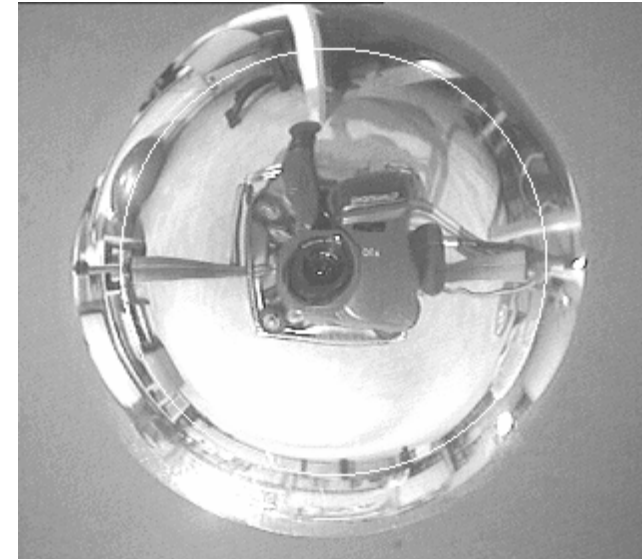
Bildbasierte Navigation

Eingabe

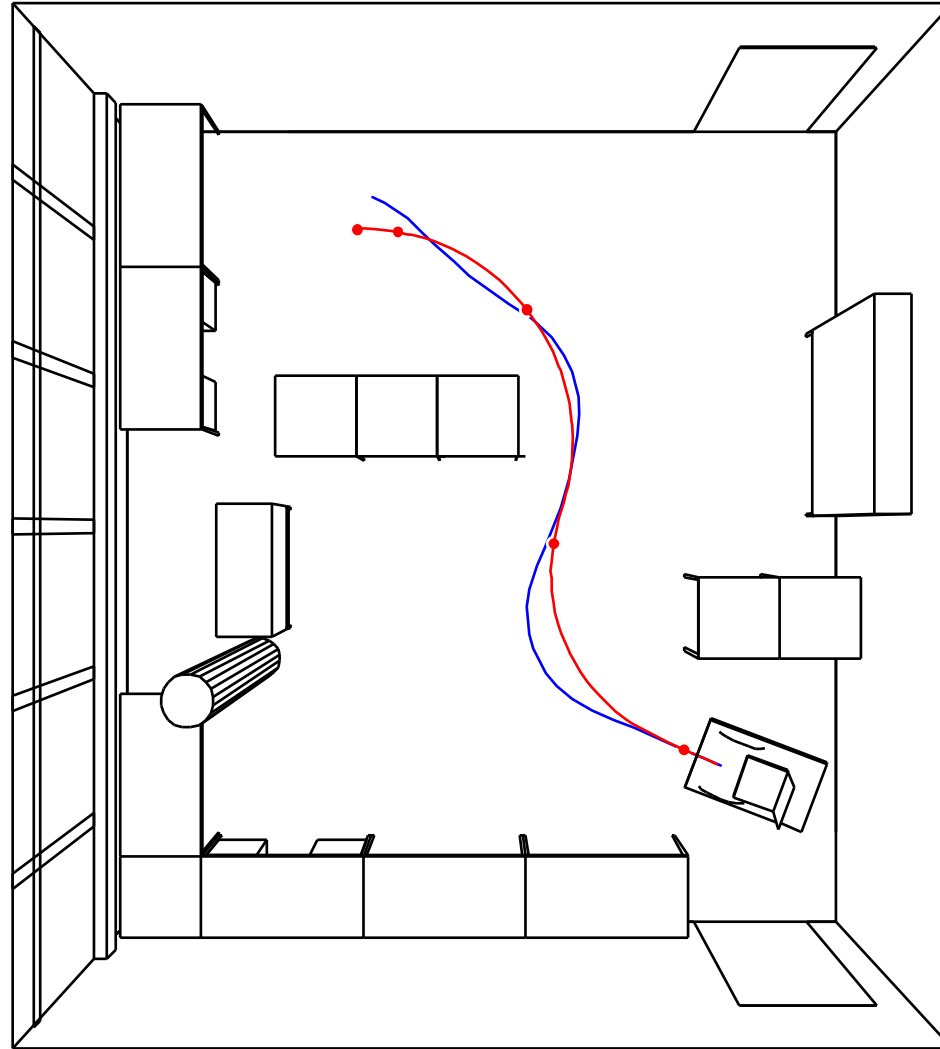
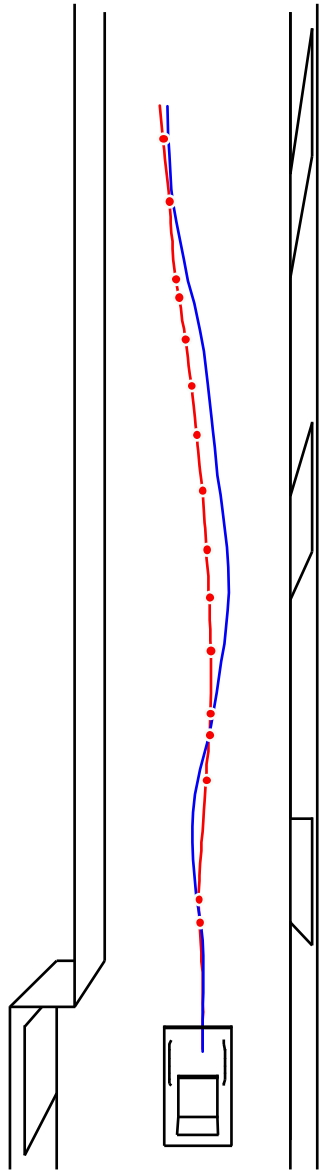
- Zwei eindimensionale 360°-Farbbilder

Ausgabe

- Verdrehung gegenüber dem Ziel
- Richtung zum Ziel



Ergebnisse



Bildbasiert → landmarkenbasiert

Ein globales “Perzept”

Die gesamte Umgebung ist eine “Landmarke”



Viele einfache “Perzepte”

Jedes Pixel ist eine Landmarke



wenige komplexe “Perzepte”

Innerhalb des lokalen Kontextes eindeutige Landmarken



Arbeitsplan

3D-Strukturerkennung

Markenwissen

(Zuerst einfache Prototypen)

Extraktion von Merkmalen

Routenwissen

Klassifizierung

Überblickswissen

Markenwissen

Navigation

