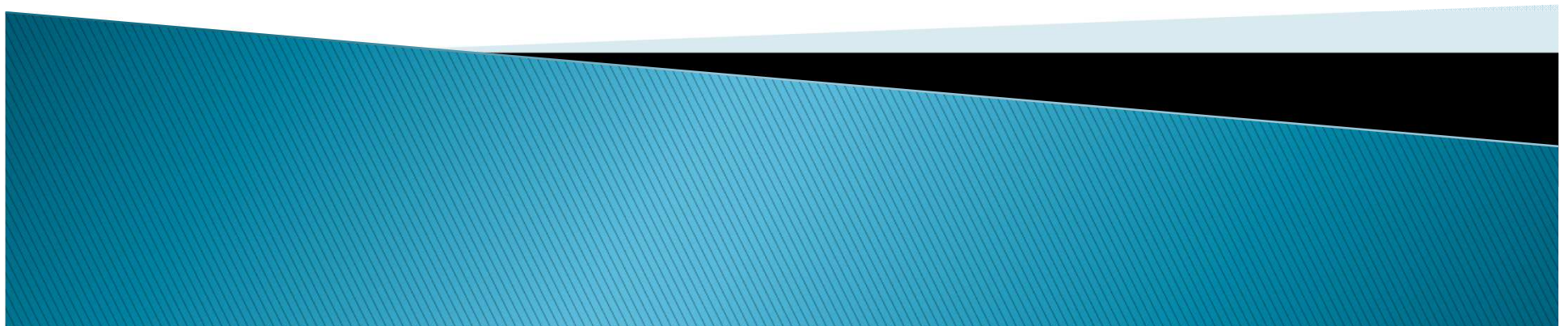


Autonome 3D-Kartierung von halbstatischen Indoor Umgebungen

Ben Struss
Anwendung 2
25.05.2011



Gliederung

- ▶ Entwicklung seit AW1
- ▶ Related Work
 - SLAM Verfahren
 - Scanmatching
 - Kartierung und Weltdarstellung
 - Exploration
- ▶ Fazit & Abgrenzung
- ▶ Ausblick & Projekt 1
- ▶ Quellenangaben



Entwicklung seit AW1

- ▶ 3D Erfassung mittels Microsoft Kinect Sensor
- ▶ Einsatz von ROS als Basisframework
- ▶ Fokus verstärkt auf Mapping
- ▶ „Neugieriger Roboter“



Entwicklung seit AW1

- ▶ Anforderungen „Neugieriger Roboter“:
 - Autonome Erkundung
 - Möglichst vollständige Erfassung der Umgebung
 - Erstellung einer lokal detaillierten, sowie global konsistenten Karte
 - Erkennung (und Filterung) dynamischer Objekte während des Mappings
 - Lokalisierung anhand statischer Merkmale
 - Lokale Anpassung der Karte bei Änderung von einzelnen Objektpositionen



Related Work

- ▶ SLAM Verfahren



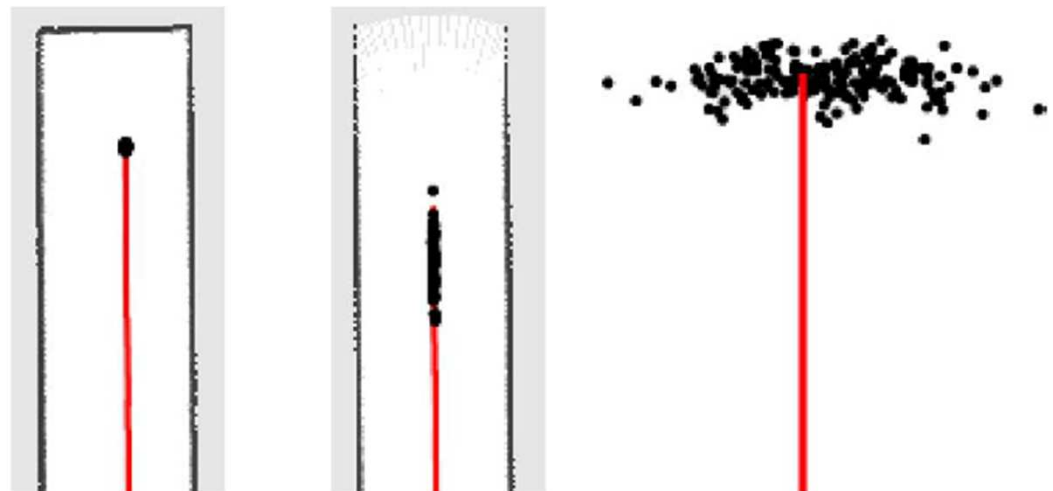
FastSLAM (2.0)

- ▶ Michael Montemerlo, Sebastian Thrun (2003) [4, 7]
- ▶ Erster populärer probabilistischer Ansatz
- ▶ Basierend auf Partikelfiltern
- ▶ Jeder Partikel enthält eine Schätzung der Trajektorie, sowie aller Beobachtungen von Merkmalen
- ▶ Nach Integration von neuen Merkmalen wird ein Resampling durchgeführt, bei dem solche Partikel eher überleben, die am besten zur aktuellen Beobachtung passen



GMapping

- ▶ Giorgio Grisetti, Cyrill Stachniss, and Wolfram Burgard (2007) [3]
- ▶ Ebenfalls basierend auf einem Partikelfilter
- ▶ Wesentliche Verbesserungen:
 - Integration genauerer Sensordaten in die Schätzung der neuen Partikelposition beim Update
 - Resampling erst wenn gewisser Grenzwert der Partikelvarianz überschritten ist



Related Work

- ▶ (3D) Scanmatching



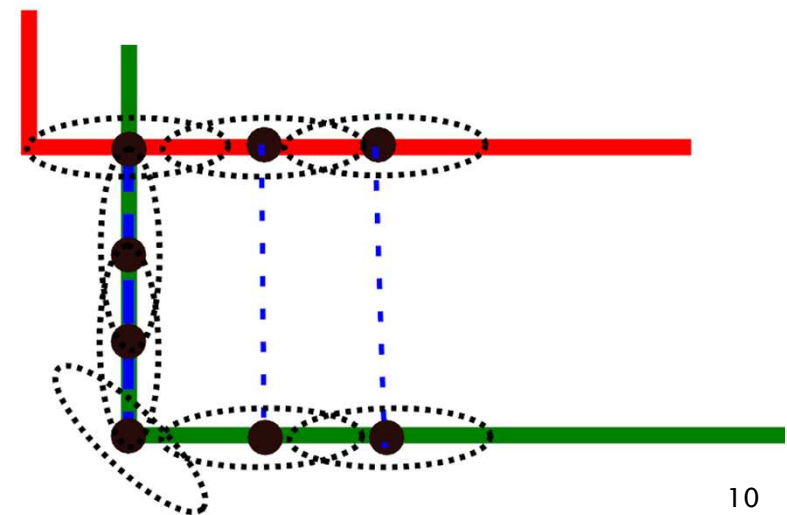
ICP – Iterative Closest Point

- ▶ Paul Besl und Neil McKay (1992) [2]
- ▶ Verfahren zur optimalen Ausrichtung einer Punktwolke an einem Basismodell
- ▶ Ablauf:
 - Ausgehend von einer Initialschätzung wird für jeden Punkt der dichteste Nachbar bestimmt
 - Es wird eine Transformation und Rotation berechnet, die die Summe der quadratischen Distanzen minimiert
 - Wenn die Änderung kleiner als Grenzwert ist –> Abbruch, sonst Anwendung und nächste Iteration



GICP – Generalized Iterative Closest Point

- ▶ Aleksandr V. Segal, Dirk Haehnel, Sebastian Thrun (2009) [6]
- ▶ Anstelle von „Punkt-zu-Punkt“ oder „Punkt-zu-Ebene“ eher ein „Ebene-zu-Ebene“ Ansatz
- ▶ Macht sich zunutze, dass in beinahe allen Umgebungen stellenweise ebene Stellen existieren.
- ▶ Berücksichtigt die „Ausrichtung“ von Flächen bei der Bewertung



Visuelles Scanmatching

- ▶ Felix Endres, Juergen Hess, Nikolas Engelhard, Juergen Sturm, Wolfram Burgard (2011)
- ▶ Extraktion und Matching optischer Merkmale mittels SIFT/SURF
- ▶ Projektion der Merkmale auf die 3D Punkte und Berechnung der Translation und Rotation
- ▶ Löst weitgehend das Problem falscher Punktzuordnungen und kommt ohne iterative Näherung aus

<http://openslam.org/rgbdslam.html>

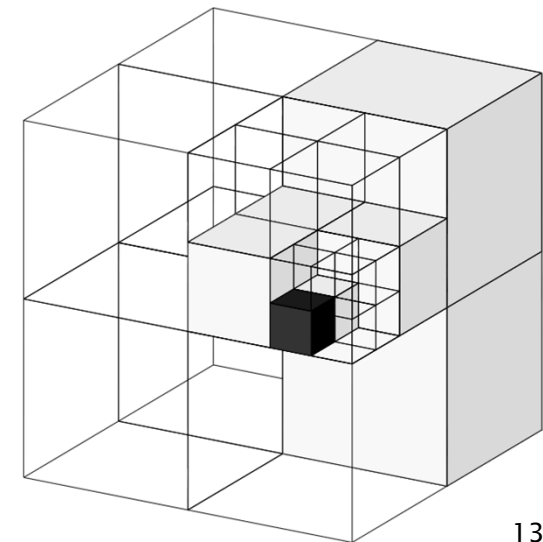
Related Work

- ▶ Kartierung und Weltdarstellung



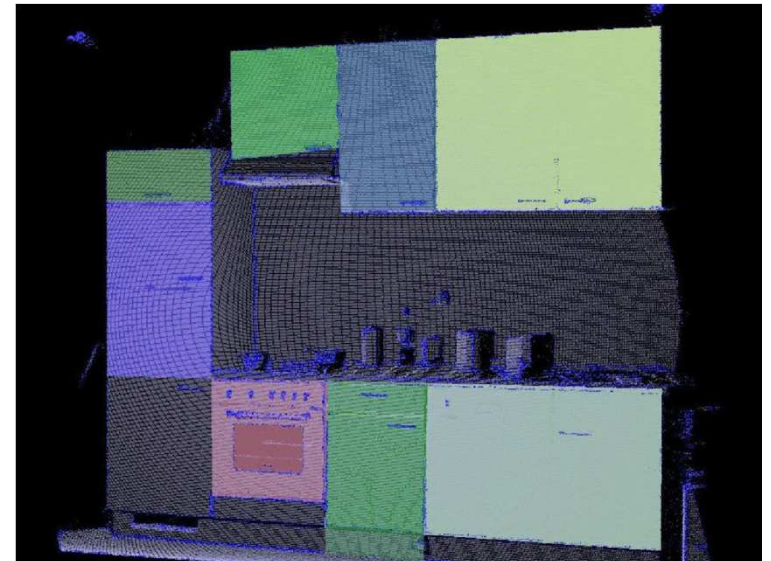
Octomap

- ▶ Kai M. Wurm, Armin Hornung, Maren Bennewitz, Cyrill Stachniss, Wolfram Burgard (2010) [8]
- ▶ Repräsentation der Karte als Octree
- ▶ Effiziente Modellierung von freien und unbekannten Regionen im Raum
- ▶ Adaptive Auflösung, je nach Anforderung der Aufgabe
- ▶ Flexibel erweiterbar
- ▶ Probabilistischer Voxelstatus



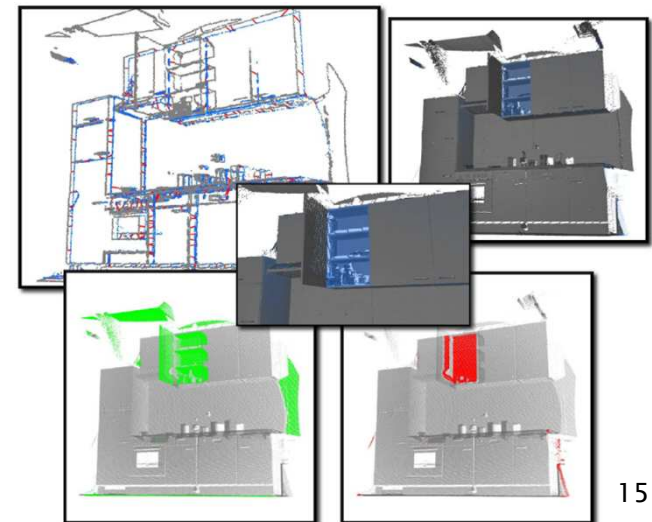
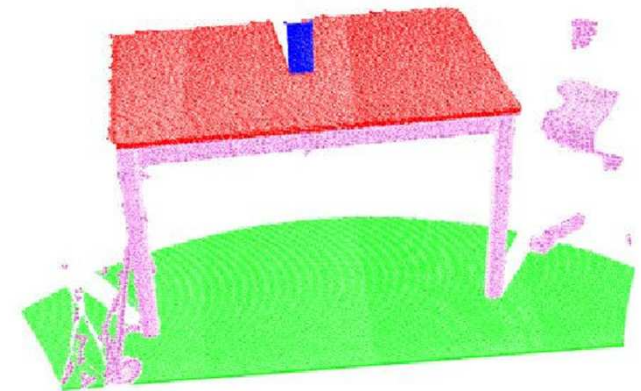
3D Object Maps

- ▶ Radu Bogdan Rusu, Nico Blodow, Zoltan Marton, Alina Soos, Michael Beetz (2007) [5]
- ▶ Ansatz zur Erkennung, Segmentierung und Klassifikation von Objekten in Punktwolken
- ▶ Die Karte wird in eine polygonale Darstellung überführt und getrennt von den Objekten behandelt
- ▶ Beides wird in eine semantische Karte integriert



3D Object Maps – Fortsetzung

- ▶ Wichtige Objekte, wie Schränke und Tische werden explizit modelliert und detektiert
- ▶ Segmentierung der Karte in relevante Regionen
- ▶ Optimierung der Objektmodelle für Wiedererkennung
- ▶ Training neuer Gegenstände anhand von 3D-Modellen aus Google Sketchup



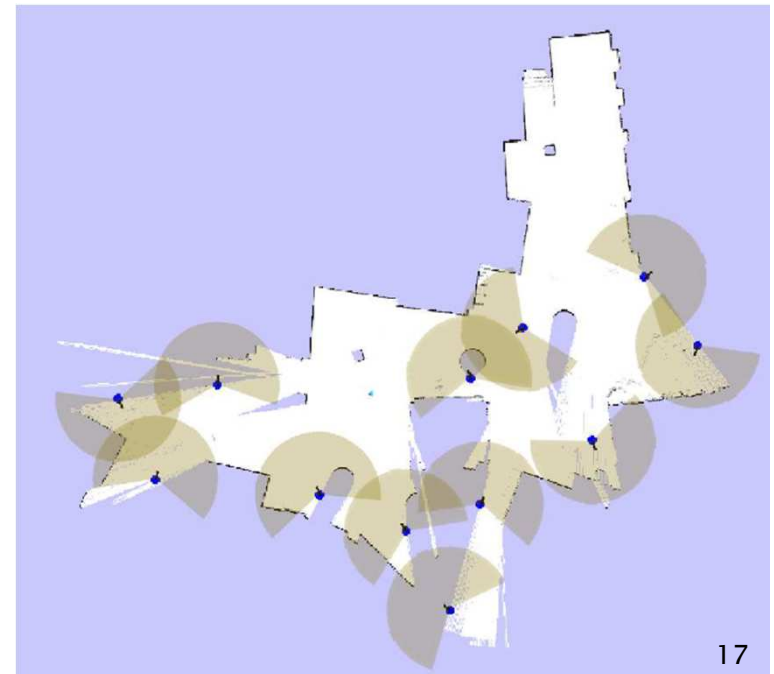
Related Work

► Exploration



RANGE

- ▶ Abraham Bachrach, Samuel Prentice, Ruijie He, Nicholas Roy (2010) [1]
- ▶ Ansatz basierend auf [9]
- ▶ Es werden Punkte an der Grenze zu unerkundeten Bereichen gesucht und bewertet
- ▶ Bewertung erfolgt anhand erwartetem Informationsgewinn durch simulierten Scan



Fazit & Abgrenzung

- ▶ Robotik ist wohl eines der aktivsten Forschungsgebiete überhaupt
- ▶ Aufgrund der extrem unterschiedlichen Einsatzbereiche, häufig Speziallösungen
- ▶ Große, detaillierte 3D Kartierung noch relativ frisch durch Verfügbarkeit von Sensorik
- ▶ Herausforderung nach wie vor Erfassung von nicht-statischen Objekten
- ▶ Gamechanger: Microsoft Kinect



Abgrenzung Kinect

- ▶ Kinect liegt zwischen Stereoskopie und ToF
- ▶ Key Features:
 - Auflösung des Tiefenbildes: 640x480/30 Fps
 - Farbbild max. 1280x960/15 Fps oder 640x480/30
 - Arbeitsbereich ca. 0,8 – 3,5m (Werte bis 10m)
 - Räumliche Auflösung bei 2m: 3mm
 - Tiefenauflösung bei 2m: 1cm
 - „Aktive Stereoskopie“
- ▶ Die meisten aktuellen Verfahren haben Schwierigkeiten die Datenmenge der Kinect in „Echtzeit“ zu verarbeiten

Ausblick und Projekt 1

- ▶ Implementierung einer robusten 3D-Kartierung auf Basis des Kinect
- ▶ Überführung der Daten in eine sinnvolle Kartendarstellung, welche als Basis für Planungsaufgaben des Roboters verwendet werden kann
- ▶ Anpassung oder Auswahl einer Kinematik für den Arm um den Grundstein für autonome Erkundung (→ Projekt 2) zu legen



RGBD-Slam mit Kinect



Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit!

»» Gibt es Fragen?

Quellen

- ▶ [1] BACHRACH, A. ; PRENTICE, S. ; HE, R. ; ROY, N.: RANGE – Robust Autonomous Navigation in GPS-denied Environments. In: Journal of Field Robotics (To appear)
- ▶ [2] BESL, P.J. ; MCKAY, H.D.: A method for registration of 3-D shapes. In: Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 14 (1992), feb, Nr. 2, S. 239 –256. – ISSN 0162–8828
- ▶ [3] GRISETTI, G. ; STACHNISS, C. ; BURGARD, W.: Improved Techniques for Grid Mapping With Rao–Blackwellized Particle Filters. In: Robotics, IEEE Transactions on 23 (2007), feb., Nr. 1, S. 34 –46. – ISSN 1552–3098

Quellen

- ▶ [4] MONTEMERLO, M. ; THRUN, S.: Simultaneous localization and mapping with unknown data association using FastSLAM. In: Robotics and Automation, 2003. Proceedings. ICRA '03. IEEE International Conference on Bd. 2, 2003, S. 1985 – 1991 vol.2. – ISSN 1050-4729
- ▶ [5] RUSU, R.B. ; BLODOW, N. ; MARTON, Z. ; SOOS, A. ; BEETZ, M.: Towards 3D object maps for autonomous household robots. In: Intelligent Robots and Systems, 2007. IROS 2007. IEEE/RSJ International Conference on, 29 2007–nov. 2 2007, S. 3191 –3198
- ▶ [6] SEGAL, A. ; HAEHNEL, D. ; THRUN, S.: Generalized-ICP. In: Proceedings of Robotics: Science and Systems, URL <http://www.roboticsproceedings.org/rss05/p21.pdf>, Juni 2009



Quellen

- ▶ [7] THRUN, Sebastian ; LEONARD, John J.: Simultaneous Localization and Mapping. In: SICILIANO, Bruno (Hrsg.) ; KHATIB, Oussama (Hrsg.): Springer Handbook of Robotics. Springer Berlin Heidelberg, 2008, S. 871–889. – ISBN 978–3–540–30301–5
- ▶ [8] WURM, K.M. ; HORNUNG, A. ; BENNEWITZ, M. ; STACHNISS, C. ; BURGARD, W.: OctoMap: A Probabilistic, Flexible, and Compact 3D Map Representation for Robotic Systems. In: Proc. of the ICRA 2010 Workshop on Best Practice in 3D Perception and Modeling for Mobile Manipulation. Anchorage, USA, Mai 2010
- ▶ [9] YAMAUCHI, B.: A frontier-based approach for autonomous exploration. In: Computational Intelligence in Robotics and Automation, 1997. CIRA'97., Proceedings., 1997 IEEE International Symposium on, jul 1997, S. 146 –151