



Jan-Gerrit Jaeger
C. Brandau, D. Tutsch

Bergische Universität Wuppertal
Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik und Medientechnik
Lehrstuhl für Automatisierungstechnik / Informatik

Automatisierter Teststand für verschiedene Innenraum-Positionsbestimmungssysteme und Sensoren zur Auswertung und Verbesserung

Echtzeit 2020
20. November

1 Motivation

2 Grundlagen

- Roboter
- Sensoren
- ROS

3 Teststand

- Aufbau
- Genauigkeit

4 UWB

- Funktionsweise
- Positionssystem

5 Fazit



- Zunahme der Robotik durch fortschreitende Automatisierung
- Innenraum-Positionierung schwierig
- Breite Anwendung in der Industrie
- Verbesserung und Evaluierung
 - Sensoren
 - Algorithmen
 - Sensorfusion
- Viele offene technische Problemstellungen
- Sensoren zur räumlichen Erfassung
- Arbeitserleichterung
- Strukturierte Tests



- LEGO Mindstorms
 - Günstig
 - Eigene Kontrolleinheit
 - Not Quite C
 - Verschiedene Sensoren
 - Fortbewegung Rad/Kette



■ Lidar

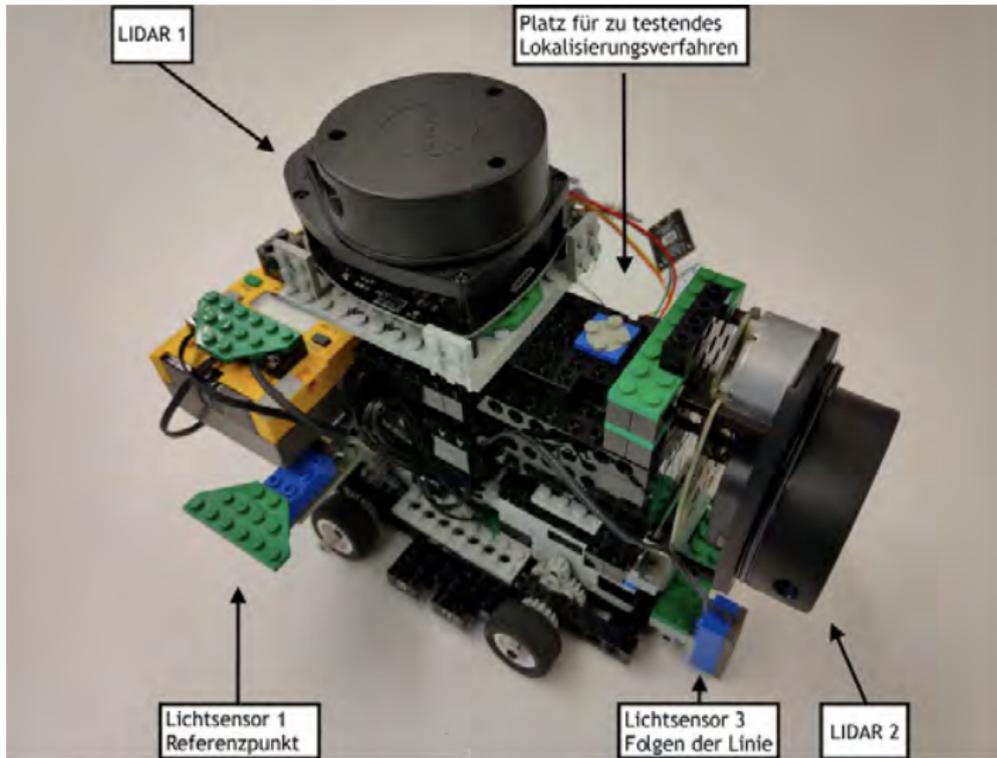
- RPLIDAR A1
- Light Detection and Ranging
- 360-Grad-Sensor
- Distanzmessung mittels Laufzeit
- Einschränkung bei gewissen Oberflächen
- Pseudo-Objekte durch Reflexion



■ Inertiale Messeinheit

- Beschleunigungssensor
- Gyroskop
- Magnetometer
- Fehleranfällig bei Integrationsverfahren





- Robot Operating System
- Entwickelt für Robotik-Anwendungen
- Open-Source
- ROS dient als Middleware
- Pakete
 - Wesentlicher Bestandteil
 - Gekapselte Elemente
 - Kann Prozesse enthalten
 - Relevante Eigenschaften
 - Auslesen der Sensordaten
 - Auswertung der bereitgestellten Daten



- Kapselung der Prozesse
 - Austausch der Komponenten vereinfacht
 - Keine direkte Kommunikation
 - Überwachbar durch ROS-eigene Werkzeuge
- Kommunikation
 - Master verwaltet die Kanäle
 - Prozessinterkommunikation über Adressen
 - Offene Nachrichtenkanäle (Topics)
 - Kanäle können abonniert werden
 - Synchroner Kommunikation

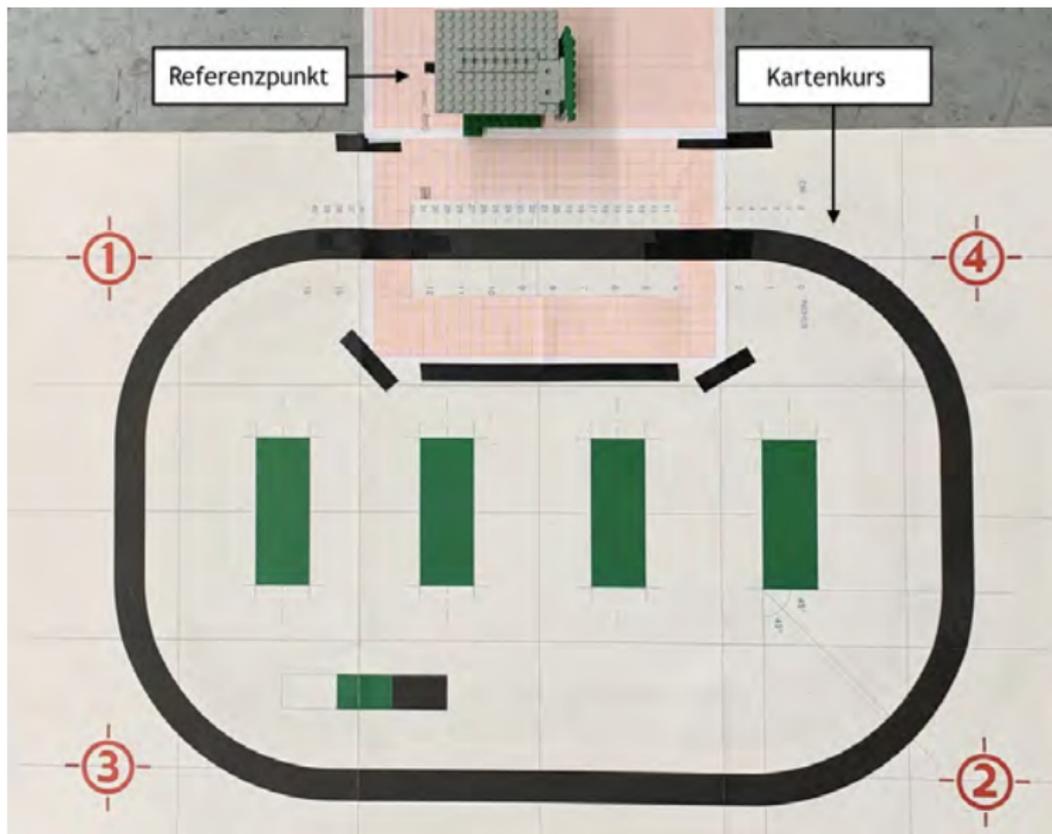


- 180 x 180 cm großer Bereich
- Abgrenzung durch Platten
 - Reflexion des Lasers gesichert
- Keine Verbindung zwischen Roboter und ROS
 - Keine Odometrie Daten der Räder
- Roboter folgt schwarzer Linie
 - Frei definierbare Rundfahrt
- Sensor auf dem Roboter platzierbar
 - ToA, AoA, RSSI
- Aktuelle Position wird seriell übertragen
 - Parameteranpassung während der Fahrt
- Zweidimensionale Limitierung
- Hindernisse in Funkstrecke möglich



- Robot Operation System
 - LIDAR
 - IMU
 - Laser Scan Matcher
 - GMapping
- Karte der Testumgebung
- Weg des Roboters
- Keine Reifendaten
- Paket Adaptive Monte Carlo Localization
 - Manuell erstellte Karte
 - Keine Verbesserung

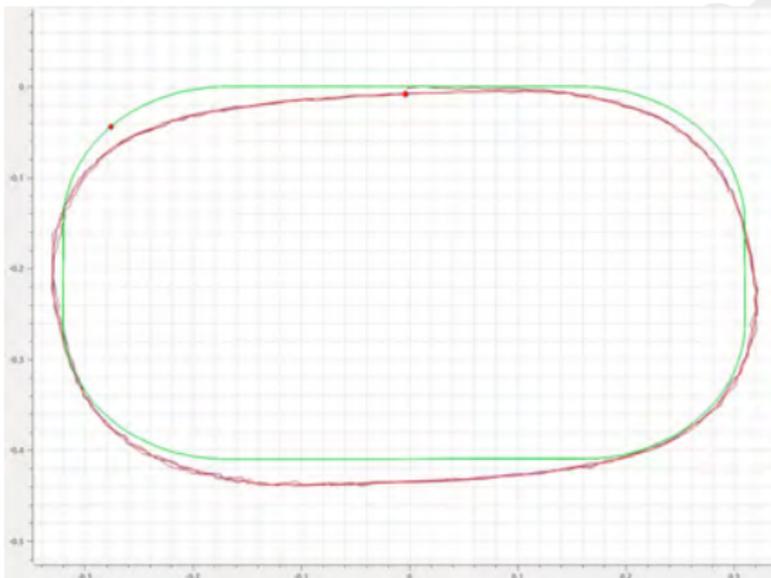




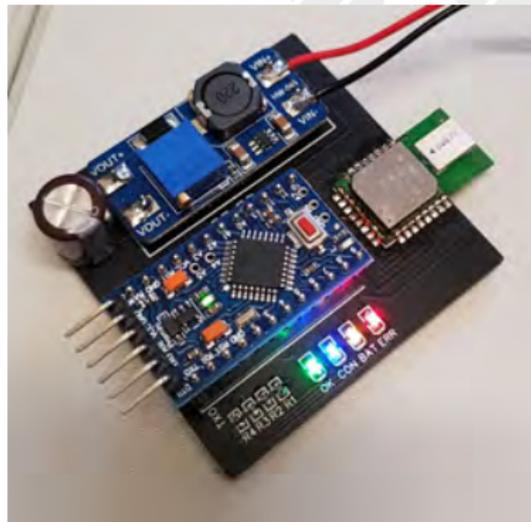
- Präzise Positionsbestimmung notwendig
- Standardisiertes Fahrverhalten erwünscht
- Feste Start-/ Stopposition
 - Referenzpunkt
- Abweichung
 - Winkel 0.5 Grad
 - Abstand 4 mm



- Wiederholbarkeit der Rundfahrt
 - Abweichung von 2,5 cm
 - Keine konstante Geschwindigkeit
- LIDAR ausschlaggebend
 - Abweichung im Millimeterbereich
- 30 Aktualisierungen pro Sekunde



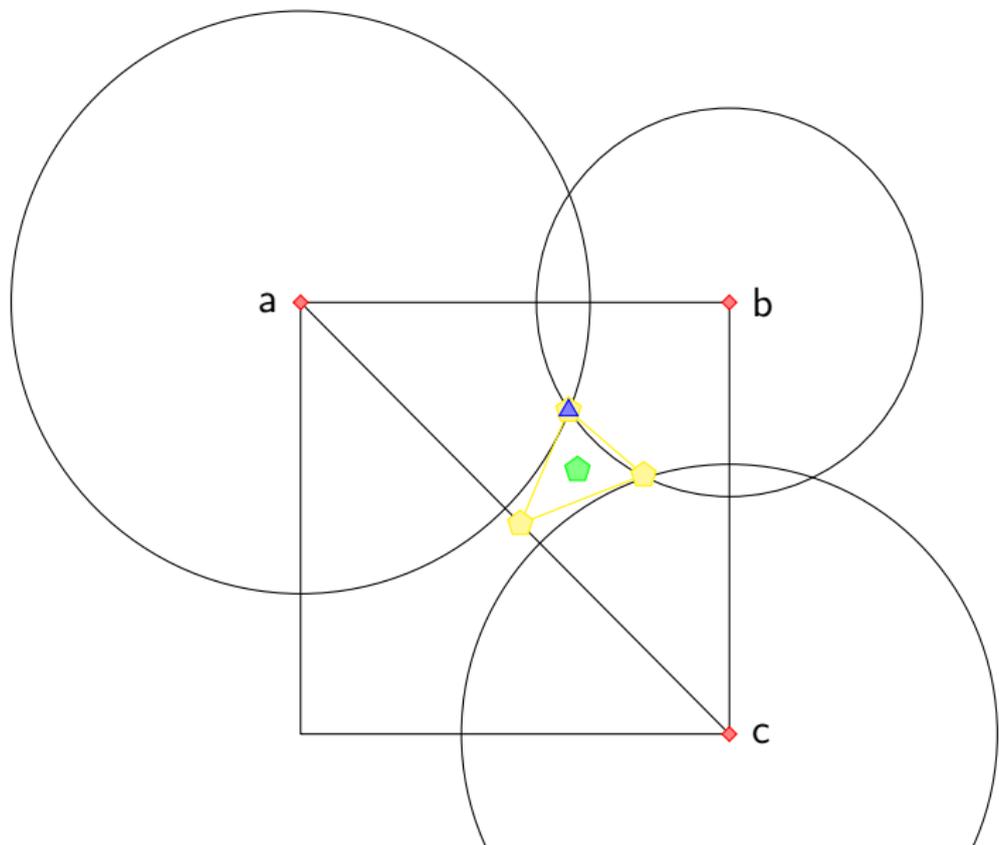
- Evaluierung
- Ultra-Breitband-Technologie
 - Impulsförmige Signale
 - Breiter Frequenzbereich
 - IEEE 802.15.4-2011
 - Geringe Beeinträchtigung durch Hindernisse
- Laufzeitbasierte Ortung (ToA)
- DW1000
 - Initialisierung notwendig



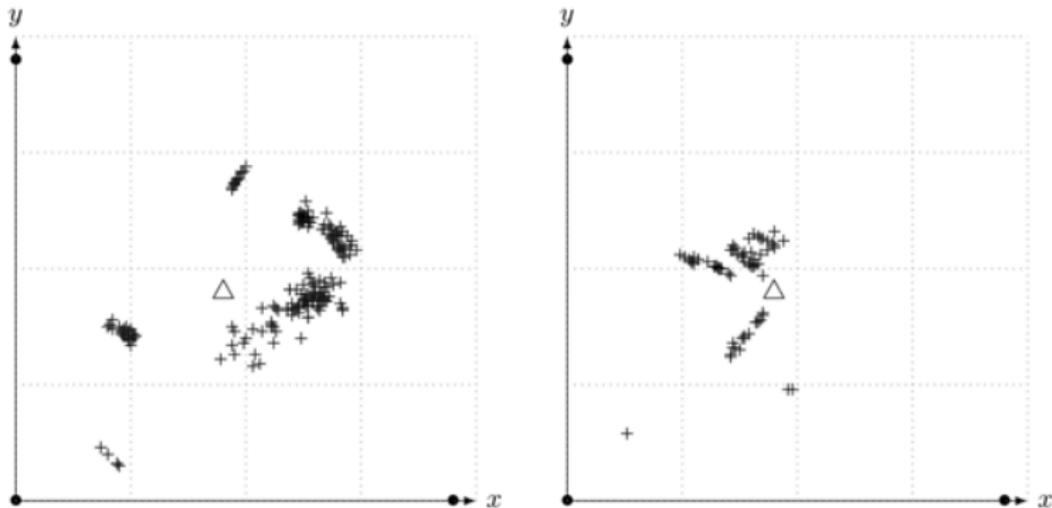
- Zweidimensionale Ortung
- Mindestens drei Anker
 - Bekannte Position
- Triangulation
- Kreisgleichung

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = d_1^2 \quad (1)$$

- Schnittpunkte nur im optimalen Fall
 - Durch Interferenz keine eindeutige Lösung



- Abweichung nicht konstant
- Manuelle Messungen ungenau und zeitaufwendig
- Abweichungen bei einem Meter Abstand
 - 12-45 cm
- Präzise Positionsbestimmung nur durch Kalibrierung



- Erstellte System ist in der Lage Position genau zu ermitteln
- Abweichung vom Kartenkurs
- Testsystem eignet sich zur Evaluation
 - Kalibrierung
- Verbesserung des UWB-IPS
- Modularer Systemaufbau

- Reduzierung der Kabelverbindungen
- Erweiterung des UWB-IPS
- Störeinfluss von Hindernissen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit