

# Improving Local Navigation by Application of Scan Matching Techniques in Mobile Robotics\*

Jakob Hasse

Bachelorarbeit • Studiengang Informatik • Fachbereich Informatik und Medien • 04.10.2013

\* Die Arbeit wurde in Englischer Sprache verfasst.

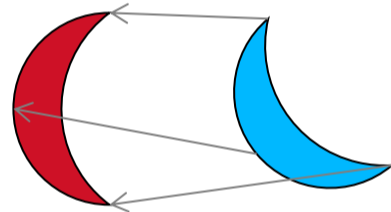
## Aufgabenstellung

Ziel der Arbeit ist es, die Auswirkungen von Scan-Matching-Techniken auf die lokale Navigation eines KUKA omniRob zu untersuchen.

Eine Verbesserung der Navigation soll vor allem vor und in vom Roboter befahrenen engen Bereichen angestrebt werden. Bisher korrigierte der Roboter seine Position aufgrund fehlender Genauigkeit sehr häufig vor engen Stellen. Weiterhin soll eine Änderung an der Navigationskomponente in Situationen nach angewandtem Scan-Matching für eine optimierte Fahrt sorgen. Da der reale omniRob noch nicht mit allen Implementierungen verfügbar ist, wird durchgehend in einer Simulation gearbeitet.

## Scan-Matching

Scan-Matching ist das Ausrichten zweier Modelle eines Objekts aneinander, sodass Abweichungen minimiert werden.



In dieser Arbeit wird Scan-Matching auf 3D-Punktwolken (Abb. 1) angewandt.

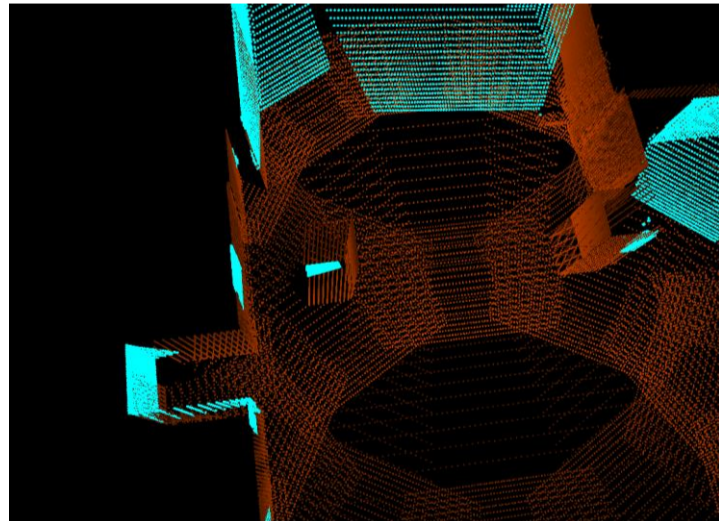


Abb. 1: Gut gematchte 3D-Punktwolken.

## Konzept

Drei verschiedene Verfahren kommen in Betracht:

- Registrierung durch den Iterative Closest Point Algorithm (ICP) mit den originalen Punktwolken,
- Monte-Carlo-Registrierung (MCR) mit Punktwolken, auf denen geometrische Features berechnet wurden,
- MCR oder ICP mit Punktwolken, auf denen Features mit Hilfe bildverarbeitender Methoden direkt auf den Tiefenbildern erzeugt werden.

Bei einer groben Auswertung der Verfahren stellt sich heraus, dass vorerst nur der ICP angewendet werden kann. Allerdings findet der ICP nur lokale Minima beim Matching. Also wird die Monte-Carlo-Lokalisation (MCL), aktuell schon auf dem Roboter implementiert, als initiale Lageschätzung verwendet. Wurde die Positionsschätzung mit zusätzlichem Scan-Matching verbessert, wird geprüft, ob der Weg zum nächsten Wegpunkt frei ist (Abb. 2a). So kann gegebenenfalls ohne Korrektur weitergefahren werden (grüner Pfeil), auch wenn der aktuelle Wegpunkt (schwarze Raute) noch nicht erreicht ist.

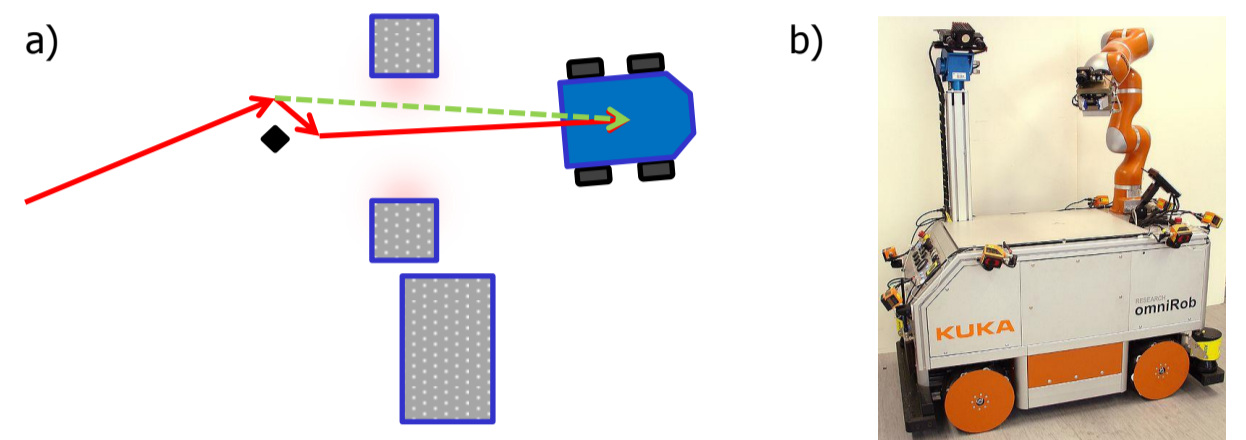


Abb. 2: a) Alternativer Weg (grün) sollte vorher geprüft werden  
b) KUKA-Roboter des DLR (Bildquelle: DLR intern)

## Test

Es werden zwei Wege ausgewertet. Sie decken beide möglichen Fahrtrichtungen durch den engen Bereich ab. Untersucht werden die Abweichung der X- und Y-Komponente und die Winkelabweichung der Positionsschätzung mit und ohne Scan-Matching auf dem jeweiligen Weg.

## Ergebnisse

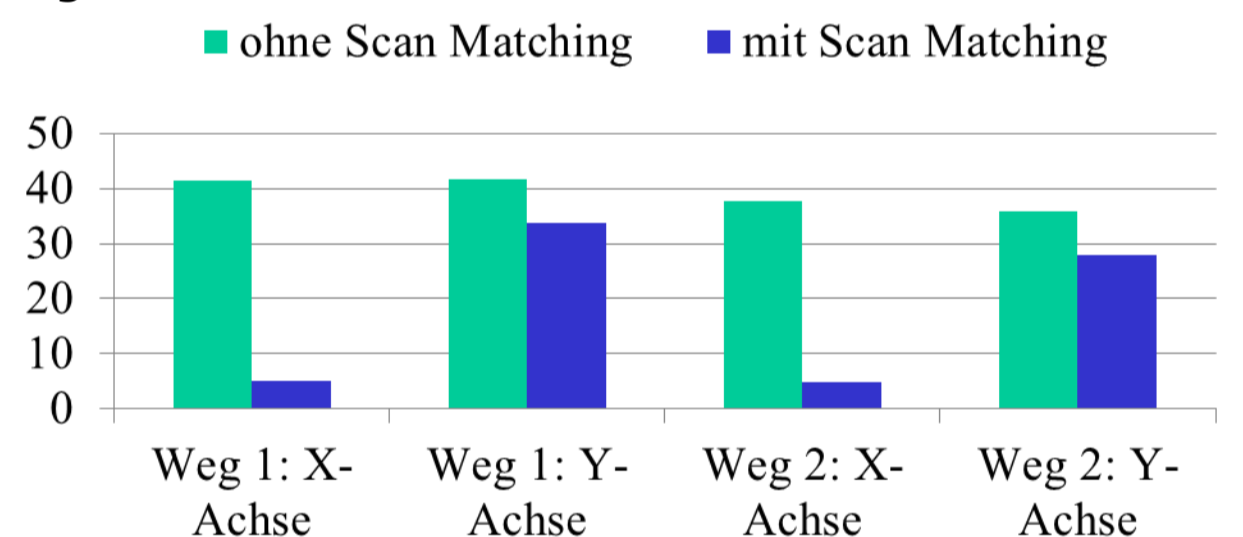


Abb. 3: Durchschnittlicher Betrag der Abweichungen auf den Achsen. Pro Weg wurden jeweils 100 Versuche durchgeführt.

Abb. 3 zeigt, dass die Abweichungen vom Sollwert insgesamt kleiner werden. Allerdings ist das Ergebnis in einer Richtung, hier die X-Richtung, viel besser als in der anderen, was an der Umgebung liegt, die dem ICP nur in einer Richtung viele Flächen zum Ausrichten liefert.

Die Abweichung der Winkel kann ebenfalls verbessert werden. Die durchschnittliche Laufzeit des Roboters für jeweils einen Weg kann nicht verbessert werden, sie verlängert sich hingegen um etwa 3 s auf Weg 1 und um etwa 7 s auf Weg 2. Weiterhin wurde festgestellt, dass alle Ergebnisse einer relativ hohen Varianz unterliegen.

## Fazit

Insgesamt wurde die Genauigkeit der Positionsschätzung in engen Bereichen durch das Scan-Matching verbessert. Allerdings gibt es noch einige Probleme, insbesondere das schlechte Matching in einer Richtung. Trotzdem sollte dieses Verfahren weiter untersucht werden, weil es viele Erweiterungs- und Kombinationsmöglichkeiten gibt. Wenn es gelingt, die Laufzeit zu verringern, wird sich das Scan-Matching in und vor engen Bereichen zur Verbesserung der lokalen Navigation durchaus lohnen.