

# Evaluation von Real-Time Appearance-Based Mapping zum Simultaneous Localization and Mapping mit RGB-Depth-Sensorik unter dem Robotic Operating System

Sebastian Berndt

Bachelorarbeit • Studiengang Informatik • Fachbereich Informatik und Medien • 29.10.2014

## Aufgabenstellung

Im Zuge dieser Arbeit wird eine Implementierung eines RGB-D SLAM-Ansatzes (RTAB-Map [LM14]) evaluiert. Es wird mit möglichst aktuellen Versionen der beteiligten Software gearbeitet. Dabei kommen das Roboterbetriebssystem ROS unter Ubuntu, das ROS-Package Real-Time Appearance-Based Mapping (RTAB-Map) sowie der Microsoft-Xbox-Kinect-Sensor zum Einsatz.

## Robot Operating System

ROS ist ein Open-Source System mit dem Ziel, die Erstellung von komplexen Robotersystem zu vereinfachen. Es stellt hauptsächlich Hardwareabstraktion, Treiber, Implementierung oft genutzter Funktionalitäten, Nachrichtenübermittlung zwischen den Prozessen und Paketmanagement zur Verfügung und dient als Grundlage in der Zusammenarbeit aller beteiligten Komponenten.

## Real-Time Appearance-Based Mapping

RTAB-Map Real-Time Appearance-Based Mapping ist ein graphbasierter 6DoF-SLAM-Ansatz, der für den Einsatz über große Umgebungen optimiert wurde. Er ermöglicht eine Ausführung zur Laufzeit und erstellt eine metrische Karte basierend auf RGB-D-Daten. Das Positionieren erfolgt global über die gesamte Karte. Eines der Hauptmerkmale dieser Implementierung ist das Speichermanagement. Der Speicher von RTAB-Map ist unterteilt in einen Kurzspeicher, einen Arbeitsspeicher und einen Langzeitspeicher.

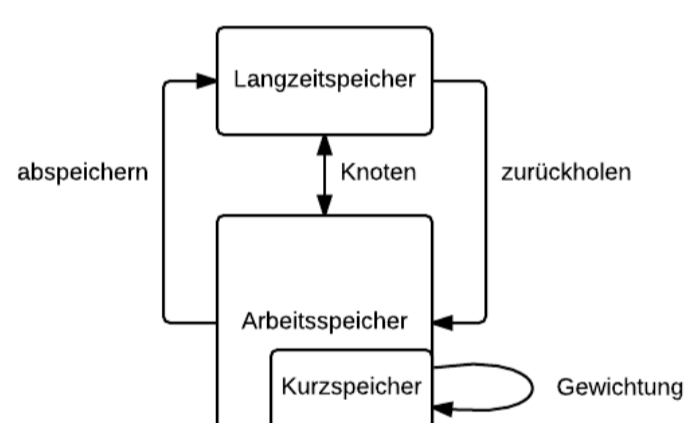


Abb. 1: Speichermanagement von RTAB-Map nach [LM14]

Der Kurzspeicher hat eine feste Größe bestehend aus den neu angelegten Knoten des Graphen, wenn neue Daten gesammelt wurden. Sobald die festgelegte Maximalgröße des Kurzspeichers erreicht ist, wird der älteste Knoten in den Arbeitsspeicher verschoben. Der Arbeitsspeicher wird als einziger Speicher zum Loop Closing (Erkennen bereits besuchter Orte) verwendet und muss daher eine gleich-bleibende Größe behalten, um den Echtzeitanforderungen gerecht zu werden. Der Arbeitsspeicher hängt von einem festen Zeitintervall ab und verschiebt Knoten in den Langzeitspeicher, sobald die Zeit zum Verarbeiten neuer Daten größer als dieses Intervall wird. Um zu erkennen, ob die derzeitige Position mit einer bereits besuchten Position im Arbeitsspeicher übereinstimmt, wird aus jedem RGB-Bild eine Signatur erstellt, die aus visuellen Wörtern nach einem bag-of-words-Ansatz besteht. Die Wörter werden aus einzelnen Merkmalsdeskriptoren (SIFT, SURF und andere) zur Laufzeit durch Open Computer Vision (OpenCV) gewonnen.

## Testaufbau

Für die Tests gibt es zwei verschiedene Systeme. Das erste System besteht lediglich aus ROS, RTAB-Map und der frei schwenkbaren Kamera mit dem freenect-Kinect-Treiber.

Die aktiven ROS-Nodes sind in Abb.2 abgebildet. Das zweite System besteht aus einer Demo-ROS-bag, ROS und RTAB-Map ohne die Kinect.

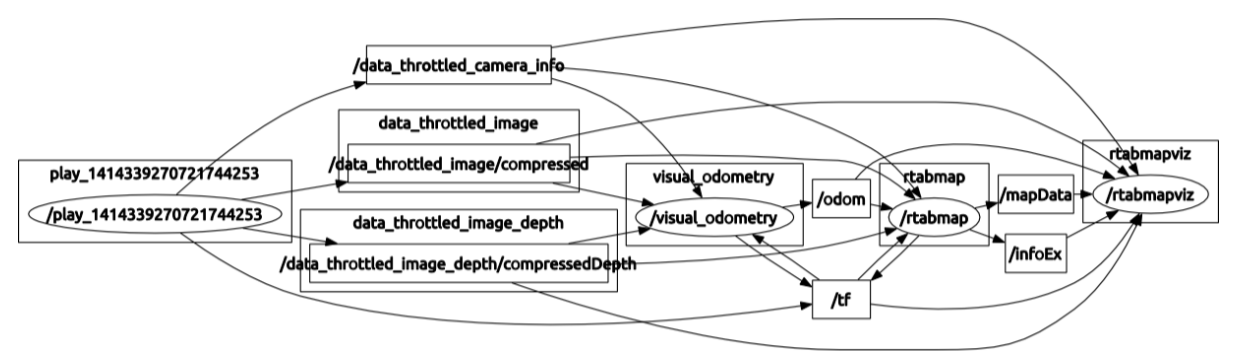


Abb. 2: Aufbau der ROS-Knoten und den Packages während des Abspielens einer ROS-bag

## Tests

Da die Tests sich nicht auf einen konkreten Roboter beziehen, sondern nur auf die Software (ROS, RTAB-MAP, etc.) und die Microsoft-Kinect, wurde vor allem die frei schwenkbare Kinect, sowie die Odometrie und das Speichermanagement getestet. Dafür wurden verschiedene Parameter wie die Erkennungsstrategie (SIFT, SURF, FAST) und die Ausführungsrate von RTAB-Map angepasst. Als Vergleichskriterium wurden die erstellten Karte verwendet und anhand grober, visueller Fehler evaluiert.

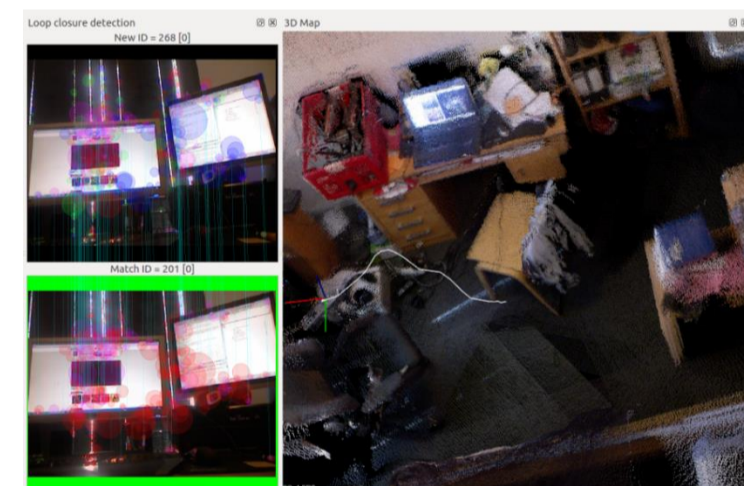


Abb. 3: RTAB-Map-Scan eines kleinen Zimmers

## Fazit

Es hat sich gezeigt, dass der vorgestellte RTAB-Map-Ansatz die Anforderungen an eine Ausführung zur Laufzeit bewältigen kann. Er ist jedoch in hohem Maß an die gefundenen Loop Closures gebunden. Der Speicheransatz für das Graph-SLAM-Verfahren erwies sich als robust und stellte zu keiner Zeit während der Tests einen limitierenden Faktor dar. Die Schätzung der Odometrie des RANSAC-Ansatzes ist zu unzuverlässig und erscheint wenig geeignet für alleinige Odometriebestimmung passiver SLAM-Ansätze. Sie kann lediglich in sehr merkmalsreichen Umgebungen passable Ergebnisse liefern. Die Nutzung des Ansatzes mit einem Odometriesystem eines mobilen Roboters verbessert die Genauigkeit dahingehend immens. Die große Parameterauswahl des gesamten Systems lässt weiteren Raum für Optimierungen. Der stark modulare Aufbau des Systems durch die Verbindung mit ROS und den vielen darin enthaltenen Paketen wie Point-Cloud-Library, erlauben insgesamt sehr interessante Erweiterungsmöglichkeiten.

## Quellen

[LM14]:Labbe, Mathieu ; Michaud, Francois: *Online Global Loop Closure Detection for Large-Scale Multi-Session Graph-Based SLAM*. Paper, in "Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems", 2014. – online unter: <https://introlab.3it.usherbrooke.ca/mediawikiintrolab/images/e/eb/Labbe14-IROS.pdf> abgerufen am 27.10.2014