

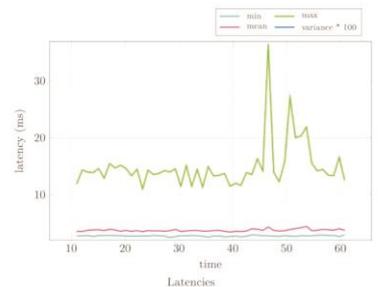
## Cloud-Konnektivität für ROS - eine Leistungsbewertung der gängigen Ansätze

Moderne Roboteranwendungen erfordern immer leistungsfähigere Rechenressourcen. Da die Computer auf den Robotern in der Regel zu klein oder nicht leistungsfähig genug sind, um die Daten zu verarbeiten, werden Cloud-Dienste genutzt, um die rechenintensiven Aufgaben in die Cloud zu verlagern. Für den Zugriff auf die Cloud-Dienste müssen die Roboter oft bestimmte Konnektivitätsanforderungen erfüllen, und virtuelle private Netzwerke (VPN) sind eine weit verbreitete Technik für diesen Zweck. Im Rahmen dieser Arbeit werden verschiedene VPN-Technologien durch Analyse und ausführliche Tests verglichen. Für die Auswertung der Ergebnisse wird das Testframework `performance_test` von Apex.AI verwendet, welches speziell für Robot Operating System (ROS) basierte Roboter entwickelt wurde. Die Analysen zeigen die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Technologien und verdeutlichen auch deren Grenzen. Die Ergebnisse werden genutzt, um eine alternative Lösung zu entwickeln. Zwei der gravierenden Nachteile von VPNs sind die meist statischen Verbindungen, die sehr empfindlich auf Änderungen durch Network Address Translation (NAT) sind oder Unterbrechungen im Netzwerk. Cloud-Provider oder die verwendeten Technologien wie Kubernetes erlauben oder unterstützen nicht immer VPNs. Der entwickelte Prototyp ist eine alternative Lösung, um die genannten Nachteile zu vermeiden. Das sogenannte Rosbridge Gateway verbindet zusammen mit der Komponente Rosbridge Server zwei ROS-Instanzen, die lokal und in der Cloud laufen können. Für die Verbindung wird das bidirektionale Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS) basierte Protokoll WebSocket verwendet. Aufgrund der HTTP-kompatiblen Unterstruktur wird WebSocket bei vielen Cloud-Diensten gut unterstützt und ist durch die Sitzungsverwaltung in der Anwendungsschicht weniger anfällig für Unterbrechungen oder Umwandlungen in den darunter liegenden Schichten.

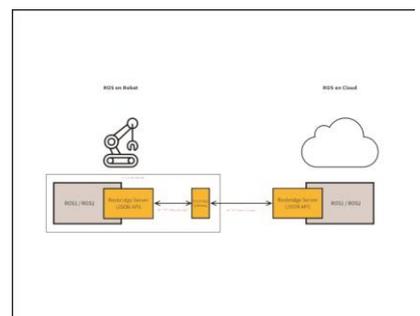


Diplomierende  
Benjamin Rechsteiner  
Lukas Stadelmann

Dozent  
Giovanni Toffetti Carughi



Grafik einer Latenzmessung  
zwischen zwei ROS-Instanzen, die  
über Wireguard VPN verbunden sind.



Das Rosbridge Gateway verbindet  
zwei ROS-Instanzen mit dem  
Rosbridge-Protokoll.