

1. Projektziel

Das Projekt RoboSim5G der phine.tech GmbH stellt ein Open-Source-Plugin für die Robotiksimulationssoftware Gazebo bereit. Das Unternehmen ist gezielt auf die technologische Verknüpfung von moderner 5G-Telekommunikation und Robotik spezialisiert. Die entwickelte Lösung ermöglicht die realitätsnahe Simulation und das umfassende End-to-End-Testing von 5G-Kommunikation direkt innerhalb von Robotikumgebungen, ohne dass der Einsatz physischer 5G-Hardware oder realer Testroboter erforderlich ist. Das Tool richtet sich an Entwickler:innen, Forschungseinrichtungen, Telekommunikationsunternehmen und die globale Open-Source-Robotik-Community. Diese Anwendergruppen können damit vernetzte Roboteranwendungen für Bereiche wie Industrie 4.0 oder die Logistik kosteneffizient und unter realistischen Netzwerkbedingungen testen. Technisch realisiert wird dies durch die Bereitstellung eines simulierten User Equipments (Endgerät) sowie einer gNodeB (Basisstation) in Form von integrierbaren Gazebo-Plugins. Diese Komponenten lassen sich nahtlos an führende Open-Source-5G-Kernetze wie OpenAirInterface, Free5GC oder Open5GS anbinden. Ergänzt wird die Architektur durch zusätzliche GUI-Plugins. Diese erlauben das kontinuierliche Monitoring von Quality of Service (QoS)-Metriken wie Latenz und Bandbreite sowie die direkte Verwaltung der Radio Access Network (RAN) Konfiguration aus der Simulation heraus.

2. Projektergebnisse

1	<i>Projektzwischenbericht</i>	CC BY 4.0	https://www.netidee.at/RoboSim5G
2	<i>Projektendbericht</i>	CC BY 4.0	https://www.netidee.at/RoboSim5G
3	<i>Entwickler_innen-DOKUMENTATION</i>	CC BY 4.0	https://www.netidee.at/RoboSim5G
4	<i>Anwender_innen-DOKUMENTATION</i>	CC BY 4.0	https://www.netidee.at/RoboSim5G
5	<i>Veröffentlichungsfähiger Einseiter / Zusammenfassung</i>	CC BY 4.0	https://www.netidee.at/RoboSim5G
6	<i>Dokumentation Externkommunikation zur Erreichung Sichtbarkeit /Nachhaltigkeit</i>	CC BY 4.0	https://www.netidee.at/RoboSim5G (Teil des Endberichts)
7	<i>Simulierte gNodeB als Gazebo Plugin</i>	Apache License 2.0	https://github.com/phinotech/RoboSim5G
8	<i>Simuliertes UE (User Equipment) als Gazebo Plugin</i>	Apache License 2.0	https://github.com/phinotech/RoboSim5G
9	<i>Dokumentation zur Verwendung mit den drei größten Open-Source 5G Core Networks</i>	Apache License 2.0	https://github.com/phinotech/RoboSim5G

10	QoS-Erweiterung für simulierte gNodeB und QoS	Apache License 2.0	https://github.com/phinetech/RoboSim5G
11	Abgrenzung zu GigaApp Projekt (Gigabot)	CC BY 4.0	https://www.netidee.at/RoboSim5G (Teil des Endberichts)

3. Geplante weiterführende Aktivitäten nach netidee-Projektende

Dynamische Kanalmodellierung und Raytracing:

Wir planen die zukünftige Integration von Raytracing-Tools wie NVIDIA Sionna. Damit können detaillierte 3D-Geometrien aus der Gazebo-Simulation genutzt werden, um hochpräzise Kanalmodellierungen durchzuführen und realistische Signalabschattungen durch physische Hindernisse (z. B. Metallobjekte in Fabriken) zu simulieren.

Lokalisierungsfunktion (LMF) & mmWave-Szenarien:

Da es derzeit keine ausreichend ausgereifte Open-Source-Lösung für die 5G-Lokalisierung gibt, forciert phine.tech die Eigenentwicklung einer Location Management Function (LMF) im Rahmen des parallel anlaufenden Projekts „LUMEIK-5G“. Perspektivisch wird evaluiert, in welcher Form eine technische Anbindung dieser LMF an RoboSim5G realisiert werden kann, um zukünftig End-to-End-Lokalisierungstests zu ermöglichen. Zudem ist geplant, die Simulationsobjekte um hochfrequente mmWave-Szenarien zu erweitern, um industrielle Anforderungen noch präziser abbilden zu können.

4. Anregungen für Weiterentwicklungen durch Dritte

Erweiterung um zusätzliche Kommunikationstechnologien:

Die offene Architektur bietet Dritten die ideale Basis, um neben 5G auch andere Netzstandards wie WLAN (Wi-Fi 6/7) oder Time-Sensitive Networking (TSN) zu integrieren. Dies könnte RoboSim5G zu einem ganzheitlichen, technologieübergreifenden Planungstool für smarte Fertigungshallen ausbauen.

Domänenübergreifende Nachnutzung der Netzwerk-Architektur:

Eine der größten technologischen Leistungen des Projekts war das komplexe IP-Routing des DDS-Traffics (Data Distribution Service) über virtuelle 5G-Interfaces. Da DDS branchenübergreifend ein Standardprotokoll für sicherheitskritische IoT- und Automatisierungsanwendungen ist, lässt sich dieses Open-Source-Routing-Konzept von Dritten sehr einfach auf völlig andere, nicht-robotische Software-Domänen übertragen.

Hohe Adaptierbarkeit für individuelle Use-Cases:

Externe Entwickler:innen können die bereitgestellte Codebasis hochdynamisch anpassen. Eigene Robotermodelle, abweichende 3D-Welten oder verschiedene 5G-Frequenzbänder und TDD-Pattern lassen sich mühelos austauschen und in Gazebo auf ihre Auswirkungen (Latenz, Bandbreite) testen.