



netidee

PROJEKTE

RoboSim5G

Zwischenbericht | Call 19 | Projekt ID 7394

Lizenz: CC BY

Inhalt

1 Einleitung	3
2 Status der Arbeitspakete	3
2.1 Arbeitspaket 1 - Detailplanung und Formales am Projektstart	3
2.2 Arbeitspaket 2 - Projektmanagement & Kommunikation	3
2.3 Arbeitspaket 3 - Entwicklung des 5G-Plugins für Gazebo	4
2.4 Arbeitspaket 4 - Erweiterung der 5G-Funktionen	6
2.5 Arbeitspaket 5 - Erstellung und Veröffentlichung der Dokumentation	6
2.6 Arbeitspaket 6 - Community-Integration und Open-Source-Arbeit	7
3 Zusammenfassung Planaktualisierung	7
4 Öffentlichkeitsarbeit/ Vernetzung	8
5 Eigene Projektwebsite	9

1 Einleitung

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines 5G-Plugins für die Robotiksimulationssoftware Gazebo, um realitätsnahe 5G-Kommunikation in Robotiksimulationen zu ermöglichen. Damit können Roboter, die über 5G kommunizieren oder 5G Network APIs (z. B. CAMARA, Localization, Quality of Service) nutzen, in Gazebo entwickelt und Ende-zu-Ende getestet werden.

Dazu werden ein simuliertes User Equipment (UE) und eine gNodeB (Basisstation) als Plugins umgesetzt und mit Open-Source-5G-Core-Netzwerken wie OpenAirInterface, Free5GC und Open5GS verbunden. Bestehende 5G Soft-UEs und Soft-gNBs von dem Open-Source-Projekt OpenAirInterface werden dafür an Robotik-Use-Cases angepasst.

Im Folgenden wird der bisher erreichte Fortschritt in den einzelnen Arbeitspaketen dargestellt.

2 Status der Arbeitspakete

2.1 Arbeitspaket 1 - *Detailplanung und Formales am Projektstart*

Arbeitspaket 1 umfasste alle grundlegenden Schritte zum Projektbeginn: Vertragsabschluss, Detailplanung, Erstellung der Projektwebsite, Veröffentlichung des ersten Blogbeitrags sowie die Einreichung des Förderabrufformulars.

Das Arbeitspaket wurde vollständig abgeschlossen. Der Vertrag ist unterzeichnet, die Planung finalisiert, die Projektdetails samt Lizenz- und Veröffentlichungsdetails dokumentiert. Website und Blogpost sind online, die erste Förderrate wurde erfolgreich beantragt und genehmigt.

2.2 Arbeitspaket 2 - *Projektmanagement & Kommunikation*

Aufteilung der Haupttätigkeiten

Die zentralen Aufgaben im Rahmen von Arbeitspaket 2 gliedern sich wie folgt:

- 2.1 Agiles Projektmanagement
- 2.2 Zwischenbericht
- 2.3 Endbericht
- 2.4. Artikel in technik-affinen Medium veröffentlichen

Erkenntnisse zur Vorhergehensweise:

Ursprünglich geplant waren wöchentliche Meetings für dieses Projekt. Die Planung dieses Projekts ist allerdings in die phine.tech-internen Tech Weeklys mit eingeflossen, um einerseits die Anzahl der Meetings zu verringern, und andererseits ein Know-How-Exchange im Team zu ermöglichen.

Dasselbe gilt für die Retros. Aus diesem Grund wurden jeweils zweiwöchentliche Planungs- und Reviewmeetings im direkten RoboSim5G Projektteam durchgeführt.

Aktueller Fortschritt:

- Zwischenbericht ist abgeschlossen (100%)
- Agiles Projektmanagement läuft planmäßig (50%)
- Endbericht ist ausständig (0%)
- Artikel in technik-affinen Medium wurde noch nicht veröffentlicht (0%)

Besondere Erfolge und Herausforderungen

Durch die agile Planung konnte die erste Projektphase trotz sehr hoher technischer Komplexität erfolgreich abgeschlossen werden.

Das Projekt wurde bereits bei einer 5G-Konferenz und einem Startup-Messe demonstriert (siehe Kapitel 4).

Abweichungen vom ursprünglichen Plan

Das Projekt wurde technisch erst im Februar gestartet, da das Dienstverhältnis des essentiellen Mitarbeiters Riccardo Belletti erst Mitte Jänner gestartet hat. Die ersten zwei Wochen waren Einarbeitungszeit im Rahmen des Gigabot-Projekts, weshalb kein Aufwand im RoboSim5G Projekt gebucht wurde.

Der geplante Fachartikel in einem technikaffinen Medium verzögerte sich wegen Verschiebungen bei der Plugin-Entwicklung. Da diese nun abgeschlossen ist, kann die Artikelerstellung in der zweiten Hälfte der Projektphase beginnen.

2.3 Arbeitspaket 3 - *Entwicklung des 5G-Plugins für Gazebo*

Aufteilung der Haupttätigkeiten

Die zentralen Aufgaben im Rahmen von Arbeitspaket 3 gliedern sich wie folgt:

- 3.1 Analyse der technischen Anforderungen für die Integration von 5G in Gazebo
- 3.2 Entwicklung der technischen Architektur
- 3.3 Implementierung der simulierten gNodeB und UE als Gazebo-Plugins
- 3.4 Anbindung der simulierten Geräte an Open-Source-5G-Netzwerke
- 3.5 Durchführung von End-to-End-Tests und Plugin-Debugging

Erkenntnisse zur Vorgehensweise

Trotz eines fundierten Verständnisses der Problemstellung und einer klaren technischen Vision wurde der zeitliche Aufwand unterschätzt. Die wesentliche Erkenntnis: In hochkomplexen

Systemlandschaften - wie etwa Robotik oder 5G - und insbesondere bei deren Integration, sollten deutlich größere zeitliche Puffer für technische Herausforderungen eingeplant werden.

Aktueller Fortschritt

- 3.1 und 3.2 sind vollständig abgeschlossen
- 3.3 ist zu 90% abgeschlossen
- 3.4 ist im ersten Drittel realisiert
- 3.5 ist zu etwa 50% abgeschlossen

Besondere Erfolge und Herausforderungen

Ein bemerkenswerter Erfolg war die parallele Bearbeitung: Trotz technischer Herausforderungen im UE-Plugin konnten wir mit der Entwicklung des gNodeB-Plugins planmäßig starten. Gleichzeitig wurde kontinuierlich an der Problemlösung für das UE-Plugin gearbeitet.

Die detaillierte Architekturplanung in regelmäßigen Meetings ermöglichte eine strukturierte Umsetzung und reduzierte die spätere Entwicklungszeit des UE-Plugins. Dadurch wird sich die Verzögerung des gesamten Arbeitspakets voraussichtlich im Rahmen halten.

Abweichungen vom ursprünglichen Plan

Die Architekturplanung erwies sich als deutlich komplexer als ursprünglich angenommen. Technische Hürden führten zu einer erheblich höheren Komplexität in der Plugin-Entwicklung. Infolgedessen wurde zunächst ausschließlich die gNodeB-Komponente geplant und umgesetzt. Parallel dazu wurden im Rahmen interner Besprechungen Optionen für das UE-Plugin evaluiert.

Obwohl die grundlegende Plugin-Implementierung nun termingerecht abgeschlossen ist, mussten wir bei 3.4 Anpassungen vornehmen und uns vorerst auf ein Open-Source-5G-Netz (OpenAirInterface) beschränken. Die End-to-End-Tests (3.5) sind aktuell noch in Arbeit.

2.4 Arbeitspaket 4 - *Erweiterung der 5G-Funktionen*

Zu den Haupttätigkeiten von Arbeitspaket 4 gehören folgende Punkte:

- 4.1 Lokalisierung: Refactoring, Sicherstellung der Kompatibilität und Weiterentwicklung
- 4.2 QoS: Refactoring, Sicherstellung der Kompatibilität und Weiterentwicklung
- 4.3 Erstellung von Integrationstests zur Validierung der Funktionalität.
- 4.4 Validierung der erweiterten 5G-Funktionen durch simulierte Robotik-Szenarien.

Der Plan ist, dass Arbeitspaket 4 erst im August 2025 startet. Dadurch gibt es noch keine Ergebnisse, Abweichungen oder Erkenntnisse.

2.5 Arbeitspaket 5 - *Erstellung und Veröffentlichung der Dokumentation*

Aufteilung der Haupttätigkeiten

Die zentralen Aufgaben im Rahmen von Arbeitspaket 5 gliedern sich wie folgt:

- 5.1 Dokumentation der Plugins
- 5.2 Dokumentation der 5G-Netze
- 5.3 Erweiterung der Plugin-Dokumentation
- 5.4 Interne Qualitätsprüfung
- 5.5 E2E-Tests auf Basis der Dokumentation

Erkenntnisse zur Vorhergehensweise:

Die Entscheidung, die Dokumentation als eigenes Arbeitspaket zu führen, war sinnvoll - der Aufwand ist in komplexen Systemen wie 5G & Robotik beträchtlich. Aufgrund der Verzögerungen in AP 3 konnte diesem Arbeitspaket bislang jedoch weniger Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Aktueller Fortschritt:

- 5.1 ist zu 80% abgeschlossen, allerdings ist die Dokumentation noch nicht in einem Status, in dem sie veröffentlicht werden kann
- 5.2 ist zu 33% abgeschlossen, da derzeit lediglich eine Dokumentation für das OpenAirInterface Core Netzwerk existiert.
- Der Rest der Tätigkeiten beginnt erst im November laut Plan, weshalb noch nicht begonnen wurde.

Abweichungen vom Plan:

Die Dokumentation des UE-Plugins steht noch aus, da das interne Review wegen der AP 3 Verzögerungen verschoben wurde. Auch die Dokumentationen für zwei der drei geplanten Open-Source-5G-Netze fehlen noch - entsprechend dem Stand von AP 3.

2.6 Arbeitspaket 6 - *Community-Integration und Open-Source-Arbeit*

Aufteilung der Haupttätigkeiten

Die zentralen Aufgaben im Rahmen von Arbeitspaket 6 gliedern sich wie folgt:

- 6.1 Einrichtung der Projektinfrastruktur (Git-Repository)
- 6.2 Entwicklung von Coding Guidelines
- 6.3 Einrichtung und Wartung von CI/CD
- 6.4 Aufbau interner Kommunikationskanäle
- 6.5 Kommunikation und Austausch mit der Community

Erkenntnisse zur Vorgehensweise:

Community-relevante Strukturen wurden von Beginn an mitgedacht, auch wenn der Outreach durch das noch ausstehende Release verzögert wurde. Die vorbereiteten Prozesse (Guidelines, CI/CD, Kommunikation) ermöglichen jedoch einen reibungslosen Start des Community-Austauschs nach Abschluss von AP 3.

Aktueller Fortschritt:

- 6.1, 6.2 und 6.4 sind vollständig abgeschlossen (100 %)
- 6.3 ist zu 50 % abgeschlossen
- 6.5 ist zu 40 % umgesetzt

Besondere Erfolge und Herausforderungen

Durch die technischen Herausforderungen in AP 3 hat sich auch dieses Arbeitspaket verzögert, allerdings wurden alle Schritte vorbereitet.

Abweichungen vom Plan:

Die Veröffentlichung des Source Codes und der dazugehörigen Dokumentation konnte aufgrund der Verzögerungen in AP 3 noch nicht intern geprüft werden. Ebenso wurde bislang nur ein Open-Source-5G-Netz dokumentiert; die weiteren folgen gemäß Fortschritt in AP 3.

3 Zusammenfassung Planaktualisierung

In den Arbeitspaketen gab es vier zentrale Abweichungen vom ursprünglichen Plan, die im Folgenden zusammengefasst werden:

Komplexität der Architekturplanung unterschätzt

Die technische Architektur erwies sich als deutlich aufwändiger als geplant. Unerwartete Hürden führten zu einer erhöhten Komplexität bei der Plugin-Entwicklung, weshalb zunächst nur die gNodeB-Komponente umgesetzt wurde. Die Planung und Umsetzung des UE-Plugins musste parallel, aber verzögert erfolgen.

Eingeschränkte Integration in Arbeitspaket 3.4

Aufgrund des Zeitaufwands wurde die Anbindung an Open-Source-5G-Netze zunächst auf ein Netz (OpenAirInterface) beschränkt – anstelle der ursprünglich geplanten drei.

Verzögerung bei End-to-End-Tests in Arbeitspaket 3.5

Die E2E-Tests konnten zum Zeitpunkt des Zwischenberichts noch nicht vollständig abgeschlossen werden.

Rückstand bei der Dokumentation

Die Dokumentation des UE-Plugins konnte wegen der Verzögerung in AP 3 bislang nicht intern geprüft werden. Ebenso fehlen noch die Dokumentationen für zwei der drei geplanten Open-Source-5G-Netze; diese werden entsprechend dem Fortschritt in AP 3 nachgereicht.

4 Öffentlichkeitsarbeit/ Vernetzung

Für die Öffentlichkeitsarbeit wurde ein Blog auf der netidee-Webseite eingerichtet, auf dem quartalsweise Beiträge zum Projektfortschritt und relevanten Entwicklungen erscheinen. Bislang wurden dort bereits zwei Beiträge veröffentlicht. Ergänzend dazu ist eine Projektübersichtsseite auf der Website von phine.tech verfügbar, die zentrale Informationen kompakt darstellt.

Zukünftig sind begleitende LinkedIn-Postings zu den Blogbeiträgen sowie die Veröffentlichung von Fachartikeln in technikaffinen Medien geplant, um die Sichtbarkeit des Projekts weiter zu erhöhen.

Auch im Bereich Vernetzung gab es erste erfolgreiche Maßnahmen: Das Projekt wurde im Rahmen von zwei internationalen Veranstaltungen präsentiert - beim OAI Summer Workshop in Kista, Schweden, sowie bei der Nextrise Startup Messe in Seoul in Südkorea. Beide Demos trugen zur fachlichen Vernetzung und zum Austausch mit der Community bei. Das Feedback war dabei sehr positiv.

5 Eigene Projektwebsite

Neben der netidee Projekt Website wird noch eine eigene Projektseite auf der phine.tech Website betrieben. Hier ist die Adresse: <https://phine.tech/robosim5g>

Die phine.tech Projektseite wird nach Fertigstellung von AP 3 erneuert und im Zuge der geplanten Umstrukturierung und Re-Brandings unserer gesamten Webseite noch mehr in den Vordergrund rücken.