PROJEKT

Abschlussbericht Nuromedia
Teil 1: Kurzbericht

Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie wissenschaftliche und technische Ausgangslage

Das Teilvorhaben der Nuromedia GmbH im europäischen Forschungsprojekt DAIS zielte darauf ab, KI-basierte Softwarelösungen für verteilte Systeme zu entwickeln. Dazu gehörten Machine-Learning-Modelle zur Müdigkeitserkennung anhand physiologischer Daten sowie Algorithmen zur 3D-LiDAR-Verarbeitung für autonome Drohnen. Beide Technologien sollten Echtzeitfähigkeit, Datenschutz und Robustheit im industriellen Umfeld adressieren.

Ablauf des Vorhabens

Nach einer Anforderungsanalyse wurden erste ML-Prototypen auf Grundlage des DROZY-Datensatzes entwickelt und iterativ validiert. Parallel entstand eine Simulationsumgebung für die Verarbeitung von 3D-LiDAR-Daten. In späteren Projektphasen wurden Integrationstests durchgeführt, um die Module mit der Hardware der Partner zu verknüpfen und unter realistischen Bedingungen zu evaluieren.

Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit

Nuromedia entwickelte robuste Edge-ML-Modelle für Ermüdungserkennung sowie skalierbare Algorithmen zur LiDAR-Punktwolkenregistrierung. Ergänzend wurde ein Konzept für föderiertes Lernen erarbeitet. Die Zusammenarbeit mit den Konsortialpartnern war durch regelmäßigen Austausch geprägt und sicherte eine erfolgreiche Integration der Module in gemeinsame Demonstratoren.

PROJEKT

Abschlussbericht
Teil 2: Eingehende Darstellung

Zuwendungsempfänger: **Nuromedia GmbH**	Förderkennzeichen: **16MEE0123**
Vorhabenbezeichnung: **Distributed Artificial Intelligence Systems**	
Laufzeit des Vorhabens: von 01.05.2021 bis 30.12.2024	

Inhaltsverzeichnis

PROJEKT 1
1. Inhaltliche Darstellung 1
1.1 Übersicht 2
1.2 Anwendungskonzept 2
1.3 Systemarchitektur 2
1.4 Entwicklung der ML-Modelle für physiologische Signale 2
1.5 Entwicklung der 3D-LiDAR-Verarbeitung 3
1.6 Integration, Tests und Validierung 3
1.7 Revision und Optimierung 3
1.8 Ergebnisse und Zusammenfassung 4

1. Inhaltliche Darstellung

Das Teilvorhaben der Nuromedia GmbH im Projekt DAIS befasste sich mit der Entwicklung fortgeschrittener Softwarekomponenten für Edge-KI, föderiertes Lernen und 3D-LiDAR-

Verarbeitung. Ziel war es, skalierbare, datenschutzfreundliche und robuste KI-Module für industrielle Anwendungen wie autonome Drohnen, Wearables oder mobile Assistenzsysteme bereitzustellen.

1.1 Übersicht

Nuromedia entwickelte zwei zentrale Technologieblöcke:
• Machine-Learning-Modelle zur Müdigkeitserkennung anhand physiologischer Daten.
• LiDAR-basierte Algorithmen zur Registrierung, Fusion und Interpretation komplexer 3D-Punktwolken für autonome Navigation.

Die Arbeiten stützten sich auf aktuelle wissenschaftliche Verfahren aus Embedded Machine Learning, föderiertem Lernen, SLAM und Sensorfusion. Durch die Kombination von Edge-Verarbeitung und föderiertem Lernen sollte der Datenschutz erhöht und Echtzeitfähigkeit gewährleistet werden.

1.2 Anwendungskonzept

Das Anwendungskonzept bestand aus:
• Edge-basierten ML-Modellen für physiologische Signale (z. B. EKG),
• föderierten Lernmechanismen zur dezentralen Modellverbesserung ohne personenbezogene Datenübertragung,
• einer LiDAR-Pipeline zur robusten Registrierung von Punktwolken, auch unter stark variierenden Umweltbedingungen.

Die Konzepte wurden anhand simulierter Daten, synthetischer Sensordaten und realen Drohnensensordaten getestet.

1.3 Systemarchitektur

Die Systemarchitektur folgte einem modularen Ansatz:

Edge-Schicht:
• Lokale ML-Inferenz auf Wearables oder Drohnen-Hardware.
• Geringe Latenz, offline-fähig.

Cloud/Server-Schicht:
• Zentralisierte Analyseprozesse.
• Föderierte Aggregation von Modellupdates.

Sensorpipeline:
• LiDAR-Fusion, Filterung, Feature-Extraktion, Bewegungsartefaktkompensation.

Platzhalter Abbildung: Systemarchitektur (hier später ein Diagramm einfügen)

1.4 Entwicklung der ML-Modelle für physiologische Signale

Nuromedia entwickelte mehrere Modellvarianten (CNN/LSTM-basierte Modelle) zur Analyse von EKG-ähnlichen Signalen.

Wesentliche Arbeitsschritte:
• Datenbereinigung, Feature-Extraktion, Sliding-Window-Verfahren.
• Optimierung für Edge-Geräte (Quantisierung, Modellkompression).
• Robustheitsanalyse bei verrauschten Eingabedaten.

Platzhalter Abbildung: Beispielsignal / Modellpipeline

1.5 Entwicklung der 3D-LiDAR-Verarbeitung

Die LiDAR-Pipeline umfasste:
• Entfernung verrauschter Punkte,
• Korrektur von Bewegungsartefakten,
• Registrierung mittels ICP-Varianten und Feature Matching,
• Fusion mehrerer Sensorframes für stabilisierte Punktwolken.

Besondere Herausforderungen:
• Uneinheitliche Punktverteilung bei Drohnenbewegung,
• Licht-/Wetterbedingungen (z. B. Nebel, Schnee),
• Rechenbegrenzungen auf Edge-Hardware.

Platzhalter Abbildung: Punktwolkenregistrierung

1.6 Integration, Tests und Validierung

Die Module wurden in mehreren Schritten getestet:

Simulationsphase:
• Zuführung großer Mengen synthetischer Daten.
• Testen der Robustheit bei Störungen, Vibrationen, Sensorausfällen.

Realdatenphase:
• Verwendung realer Drohnensensordaten.
• Analyse der Punktwolkenqualität und Tracking-Stabilität.

Integrationstests:
• Einbindung der Module in Konsortial-Demonstratoren.
• Performancebewertung (Latenz, Stabilität, Energieverbrauch).

1.7 Revision und Optimierung

Die iterative Optimierung basiert auf:
• Modellschnittstellenverbesserung,
• Reduktion der Latenz,
• Anpassung der Edge-Modelle an unterschiedliche Hardwareplattformen,
• Verbesserungen der Punktwolkenregistrierung bei schnellen Bewegungen.

Platzhalter Abbildung: Entwicklungsprozess- oder Optimierungsdiagramm

1.8 Ergebnisse und Zusammenfassung

Das DAIS-Teilprojekt der Nuromedia GmbH erzielte folgende Kernbeiträge:

- Funktionierende Edge-ML-Modelle zur Müdigkeitserkennung.
- Robuste LiDAR-Pipeline für autonome Drohnen.
- Vorbereitung einer föderierten Lernarchitektur.
- Aufbau realer und simulierter Testumgebungen.
- Hohe technologische Anschlussfähigkeit für künftige F&E-Projekte.

Die Ergebnisse bilden eine belastbare Grundlage für zukünftige Produktentwicklungen und wissenschaftliche Veröffentlichungen.