

TP2 partie 4 : Speed Run

Énoncé

La démonstration devant tous les partenaires du projet est prévue cet après-midi. Le responsable du projet à la mairie vous félicite de l'intégration aussi rapide des nouveaux métros de la ligne « C » or vous n'avez jamais entendu parler de cette demande. A la fin de la réunion, vous allez voir le responsable technique de TISSEO qui vous explique que les rames de métro de la ligne « C » embarquent des nouveaux boîtiers de télématique réalisés par SIEMENS. Vous avez la matinée pour les intégrer.

Vous devez faire vos développements dans une branche « tp2-demo » et les pusher à 11h59 aujourd'hui.

Il est attendu pour la démonstration que les logs spring-boot affichent tous les VIN complets.

Vous pouvez écrire un paragraphe particulier dans le README à la racine du dépôt pour expliquer les modifications que vous avez fait pour permettre à l'équipe qui va faire la démonstration de comprendre les évolutions si un problème surgissait pendant la démo. Ajouter aussi les tests que vous avez fait pour tester votre système.

Voici la documentation technique fourni par SIEMENS à TISSEO :

Documentation

Im Rahmen des Demonstrators SIEMENS 2025 wurden sechs U-Bahn-Züge speziell für Tests mit an Bord befindlicher Telemetrie über MQTT im privaten 4G-Netz ausgerüstet. Jeder Zug ist mit redundanten Sendemodulen ausgestattet, die zentral installiert und elektrisch über ein sekundäres 24V-Netz versorgt werden, welches durch einen isolierten DC/DC-Wandler gespeist wird, der an die Hauptfahrleitung (750 V DC nominal, bis zu 1500 V DC Spitze bei Überlast) angeschlossen ist. Dabei werden die effektive Spannung, der Fahrstrom und die momentane Leistungsaufnahme kontinuierlich erfasst.

Die Rückgewinnung der Bremsenergie erfolgt über einen IGBT-Wechselrichter, der mit einem widerstandsbehafteten Bremskreis gekoppelt ist und durch Vektorregelung gesteuert wird. Dadurch kann ein Teil der an Bord befindlichen Systeme wie Türüberwachung, Klimasteuerung und Datenübertragung versorgt werden.

Die Fahrzeug-Identifikationsnummern (VIN) der Züge lauten:

VF7VSIETLS6740687, VF7VSIETLS6740688, VF7VSIETLS6740689, VF7VSIETLS6740690, VF7VSIETLS6740691 und VF7VSIETLS6740692.

Für die Bildung des Kurzidentifikators VEHID, der in die MQTT-Nachrichten eingebettet ist, werden jeweils nur die letzten sechs Ziffern verwendet.

Die Telegramme folgen dem einheitlichen Format:

%VEHID%TIMESTAMP%SPEED%NBPASSENGERS%ELECTRICCONSUMPTION%

und werden mit einer Frequenz von 1 Hz von jeder zentralen Steuereinheit an Bord gesendet.

Die optische Erfassung der Passagieranzahl erfolgt durch hochauflösende Time-of-Flight (ToF)-Sensoren, die oberhalb der Einstiegsbereiche montiert sind. Jeder Sensor nutzt eine modulierte Infrarotlichtquelle (850 nm), kombiniert mit einer Matrixkamera, um die Bewegung und Anzahl von ein- und aussteigenden Personen präzise zu bestimmen. Durch den Einsatz eines adaptiven Schwellenwertalgorithmus wird zwischen Gepäck, Kinderwagen und echten Passagieren unterschieden. Die Datenverarbeitung erfolgt lokal mit einer durchschnittlichen Latenzzeit von weniger als 100 ms pro Messzyklus.

Die MQTT-Nachrichten werden über ein industrielles Embedded-Telematikmodul (IP65-zertifiziert, -25 °C bis +70 °C) gesendet, das auf einem ARM Cortex-A53 Quad-Core-Prozessor (1.5 GHz) basiert. Das Betriebssystem ist ein Linux Embedded OS (Yocto-basiert) mit einem lightweight MQTT-Client (paho-mqtt). Das Modul ist mit einem 4G-LTE-Modem, Dual-SIM-Funktionalität und integriertem Hardware-Watchdog ausgestattet, was eine hohe Zuverlässigkeit in mobilen Anwendungen garantiert.

Die aufgezeichneten Daten umfassen:

- die momentane Geschwindigkeit (in km/h),
- die über die optischen Sensoren mit adaptivem Schwellenwert geschätzte Anzahl an Fahrgästen (standardmäßig mit 70 kg pro Person gewichtet),
- sowie den momentanen Stromverbrauch (in kWh, auf eine Dezimalstelle gerundet).

Beispielhafte Telegramme:

- %740687%1677058311%12.9%25%25.5%
- %740689%1677058320%00.0%52%41.9%
- %740692%1677058325%31.1%67%23.7%

Diese Daten dienen der Analyse der Korrelation zwischen Beschleunigungsprofilen, Passagierdichte und feinen Schwankungen im Stromverbrauch unter simulierten städtischen Bedingungen.