

Linee ferroviarie più sicure grazie al primo veicolo completamente autonomo

7 Maggio 2025

La ricerca FBK dietro al primo veicolo ferroviario a guida autonoma per le linee alta velocità italiane

Identificare e gestire eventuali criticità operative in tempo reale è uno degli obiettivi principali dell'**URV (Unmanned Railway Vehicle)**, un veicolo ferroviario a guida autonoma sviluppato da Rete Ferroviaria Italiana (**RFI**) per le linee ad alta velocità in Italia, nel progetto **TINO Train for INspection Of railway** – grazie anche alla collaborazione con il [Centro Digital Industry](#) della Fondazione Bruno Kessler.

Questo veicolo è in grado di **eseguire ispezioni delle linee ferroviarie in modo autonomo** e può essere utilizzato in **aree critiche** dove l'intervento umano è difficile o pericoloso. L'URV è progettato per raggiungere il **Grado di Automazione 4 (GoA4)**, il più alto livello di automazione, che implica un sistema completamente autonomo senza personale a bordo, un traguardo significativo per la tecnologia ferroviaria.

L'URV è in grado di operare in **due modalità**: completamente **autonomo** grazie al sistema di *Automatic Train Operation (ATO)*, oppure **controllato da remoto**. L'ATO segue standard di altissimo livello (**standard ERTMS/ETCS**) per garantire la sicurezza delle operazioni, monitorando costantemente la velocità e la posizione del treno attraverso un computer vitale (EVC). Il veicolo può raggiungere una velocità massima di 200 km/h, permettendo un'ampia copertura delle linee ferroviarie in tempi ridotti, e, grazie all'alimentazione a batterie, ha un'autonomia operativa di circa quattro ore. Questo consente di effettuare ispezioni continue senza necessità di fermarsi frequentemente per la ricarica, riducendo così l'impatto ambientale e aumentando l'efficienza delle operazioni.



Credits: RFI

Il contributo di FBK

Il **centro [Digital Industry](#)** è coinvolto attivamente in questo progetto innovativo e complesso, avviato nel 2017 e tuttora in evoluzione. Ha contribuito allo **sviluppo delle logiche di controllo di bordo, alla realizzazione del software ATO** (Automatic Train Operation) che gestisce il sistema di guida autonoma e remota dell'URV, realizzando anche le interfacce per l'interazione da remoto sul tablet, ed ha inoltre **effettuato i test del sistema** in diversi stadi del progetto, da quelli realizzati in laboratorio fino a quelli effettuati recentemente in campo.

In particolare nel progetto sono stati coinvolti **Stefano Tonetta, Marco Bozzano e Gianni Zampedri**, rispettivamente responsabile e ricercatori dell'unità *Formal Methods for System and Software Design* – [FM](#), **Angelo Susi** e **Roberto Tiella**, responsabile e ricercatore dell'unità *Software Engineering* – [SE](#), insieme al direttore del centro Digital Industry **Alessandro Cimatti**.

Il team di FBK, partendo dall'analisi dettagliata dei requisiti e terminando con una serie di test completi, ha sviluppato ogni fase accompagnandola con una verifica corrispondente, validando quindi accuratamente ogni elemento progettato rispetto ai requisiti.

Nelle fasi iniziali del progetto FBK ha collaborato per definire i requisiti generali del sistema e dei singoli componenti. L'approccio utilizzato, il **model-based design**, consente di sviluppare sistemi complessi realizzando un modello grafico che rappresenta i comportamenti dei componenti e permette verifiche preliminari. Sulla base di questo modello si è passati all'implementazione e generazione del software necessario per il funzionamento del sistema.

Successivamente, il progetto si è concentrato sul **processo di test**, articolato in diverse fasi. Prima è stato creato un ambiente per test automatici di laboratorio su una replica

dell'equipaggiamento del treno, usando la configurazione Hardware-in-the-Loop (HIL) per simulare il sistema reale. Sono stati poi condotti bench test presso la sede RFI di Firenze Osmannoro, verificando i sottosistemi dell'URV in condizioni controllate. Infine l'URV è stato testato in condizioni reali presso il circuito di Bologna San Donato ad agosto 2024, effettuando per la prima volta in Italia un test su rotaia di un veicolo ferroviario a guida completamente autonoma.

“Questo progetto rappresenta un esempio emblematico di come la collaborazione con un grande player industriale possa portare a ricadute concrete e immediate sul piano pratico, dimostrando come la ricerca scientifica possa tradursi in innovazione reale e applicabile a diversi contesti tecnologici. La sinergia tra RFI, i team FBK e i partner accademici, ha permesso di sviluppare soluzioni tecnologiche avanzate, fondendo le competenze in ingegneria del software e metodologie formali. Guardiamo con grande ottimismo al futuro: abbiamo in programma di espandere le attività progettuali e integrare nuove funzionalità, rafforzando una collaborazione di grande valore con un partner per noi altamente strategico”, spiega **Alessandro Cimatti**, direttore del centro Digital Industry di FBK.

La collaborazione con RFI

Il progetto si inquadra in una collaborazione tra RFI ed FBK, regolata da una serie di accordi quadro, il primo firmato nel 2017 e il secondo nel 2021. Con il terzo accordo quadro siglato recentemente, saranno sviluppate nuove funzionalità e ampliate le attività progettuali. Questi accordi vengono siglati da RFI con ogni partner coinvolto, Fondazione Bruno Kessler e Politecnico di Milano in primis: grazie ai team di ricerca con competenze multidisciplinari è possibile affrontare la complessità delle interfacce e dell'integrazione del sistema, assicurando la conformità agli standard di sicurezza e l'adozione delle migliori pratiche di progettazione.

L'ing. Ernesto Garrubba, esperto di sistemi di bordo presso RFI, ci racconta che: *“Il progetto URV permetterà ad RFI di aumentare la sicurezza delle linee AV utilizzando il mezzo a guida autonoma per l'apertura delle linee dopo la manutenzione notturna. L'impiego di sistemi di visione, affiancati ad algoritmi AI per l'analisi delle immagini, permetterà inoltre di monitorare criticità e migliorare la diagnostica della linea. La collaborazione con vari partner accademici e di ricerca, tra cui FBK, ha permesso alla direzione Ricerca e Sviluppo di RFI di realizzare un sistema altamente innovativo e per la prima volta in Italia ha permesso di condurre test in linea con un mezzo a guida completamente autonoma”.*

LINK

<https://magazine.fbk.eu/it/news/linee-ferroviarie-piu-sicure-grazie-al-primo-veicolo-completamente-autonomo/>

TAG

- #ferrovia
- #FM
- #formal methods
- #guida autonoma
- #industriadigitale
- #model-based-design
- #rfi
- #SE
- #software engineering
- #URV
- #veicolo autonomo

VIDEO COLLEGATI

- <https://www.youtube.com/watch?v=053tz2cN0Lg>

AUTORI

- Michela Antino