

La piattaforma software

AdmiRail®

di Matteo Lelli > m.elli@ptv.it

Nuovi strumenti a supporto della gestione operativa per l'ottimizzazione della circolazione ferroviaria

Introduzione

Il trasporto ferroviario italiano è afflitto da limiti infrastrutturali legati in parte alla particolare morfologia del nostro territorio nazionale ed in parte al fatto che la battuta d'arresto nello sviluppo della rete, verificatasi all'indomani del secondo conflitto mondiale, ha prodotto uno squilibrio tra lo sviluppo urbano delle grandi aree metropolitane e la loro dotazione di infrastrutture ferroviarie.

Questo ha generato una saturazione degli spazi che rende difficile ipotizzare possibilità di potenziamento proprio nelle aree in cui la domanda di servizi è più rilevante. Si tratta di aree in cui i servizi ferroviari circolano su reti a saturazione, senza la possibilità di introdurre nuovi servizi che pur sarebbero necessari a soddisfare la crescita della domanda. Questa situazione genera problemi di abbassamento della qualità del servizio: la saturazione della capacità am-

plifica gli effetti delle perturbazioni dovute a conflitti di circolazione, riduce la puntualità e la stabilità dell'esercizio e impedisce di ridurre i buffer tra le tracce per incrementare la capacità reale di far fronte alle richieste di nuovi servizi. La mancanza di puntualità e l'elevato numero di conflitti di circolazione, insieme al sovraffollamento, riducono la qualità percepita dai viaggiatori ed aumentano il dispendio energetico dovuto agli arresti in linea.

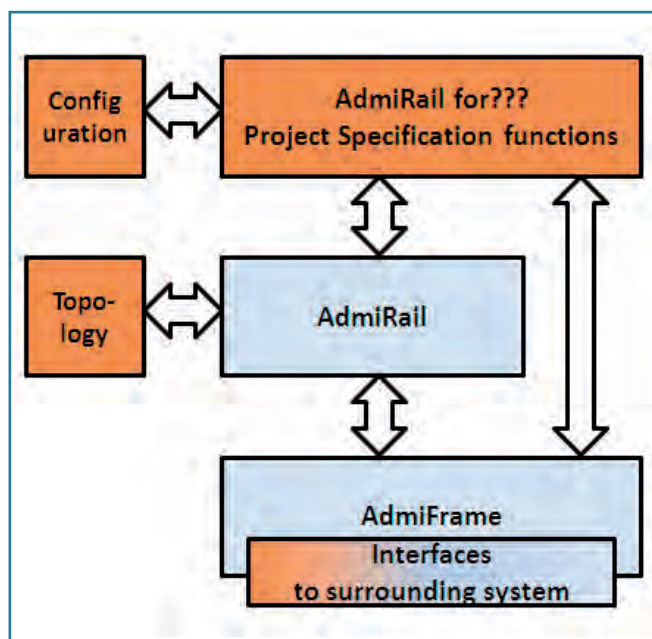
Negli ultimi anni una delle strade che è stata intrapresa per far fronte a queste problematiche, specie in contesti in cui non sono attuabili a condizioni accettabili interventi di potenziamento infrastrutturale, è quella delle piattaforme software per la gestione del traffico ferroviario.

Un'applicazione in cui questo approccio ha mostrato la sua validità è il sistema IT utilizzato per il controllo e la gestione del traffico ferroviario nel tunnel del Lötschberg, denominato Automatic Function.

AF: Automatic Function

Con una lunghezza complessiva di 34.6 km il tunnel di base del Lötschberg è attualmente il tunnel ferroviario più lungo del mondo. Con 21 km a semplice binario, un bivio in linea per il passaggio dal semplice al doppio binario, pendenze fino all'11%, velocità massima di 250 km/h, traffico misto (treni a lunga percorrenza veloci, regionali e merci) e fino a 110 transiti al giorno, il tunnel di base del Lötschberg pone problemi di gestione della circolazione ferroviaria al suo interno e nelle aree di ingresso e uscita cui i sistemi tradizionali non sono in grado di rispondere in maniera efficiente.

Per garantire la stabilità del programma d'esercizio e massimizzare la capacità dell'infrastruttura, il **sistema di gestione del traffico (Train Traffic Control)** appositamente sviluppato da Thales è stato integrato con specifiche funzioni automatiche,



Architettura personalizzabile di AdmiRail

fornite dal modulo software denominato **Automatikfunktion (AF)**. AF, sviluppato dalla Systransis AG nell'ambito della linee ferroviarie primarie, rappresenta una soluzione pionieristica ed innovativa per i principi di ottimizzazione che consente di mettere in pratica.

Le esigenze del gestore dell'infrastruttura per quanto riguarda lo specifico sistema di gestione della circolazione erano le seguenti:

- utilizzare **criteri fissi e prevedibili** nella definizione della successione dei treni sulla base del programma d'esercizio fornito;
- **minimizzare i ritardi** in caso di conflitti nella circolazione;
- **minimizzare** l'eventualità di necessità di **arresto in linea all'interno del tunnel**;
- ottimizzare la velocità di marcia dei treni coinvolti in conflitti nella circolazione al fine di **recuperare tempo**;
- provvedere ad una **fluida integrazione** del traffico in uscita dal tunnel nelle linee esistenti.

Per la maggior parte delle sopracitate esigenze i sistemi di gestione della circolazione convenzionali forniscono un supporto automatico solo in misura molto limitata.

Al contrario, l'introduzione di AF ha permesso di realizzare un sistema in grado di fornire un supporto alla gestione della circolazione in maniera automatica nella maggior parte delle situazioni che possono verificarsi in condizioni ordinarie. In caso di irregolarità nella circolazione, il sistema individua gli interventi ottimali di regolazione

del traffico e li propone al coordinatore movimento che stabilisce se adottarli o meno. In aggiunta, **individuando la velocità ottimale per i treni e trasmettendola ai macchinisti come velocità consigliata**, consente di ridurre i ritardi e il consumo di energia. Infine, **individuando la strategia ottimale di evacuazione dei treni dal tunnel** in caso di incendio o allagamento, aumenta il livello di sicurezza.

Gli elementi principali che caratterizzano il

funzionamento di AF e di conseguenza del sistema di gestione della circolazione specificamente sviluppato per il tunnel di base del Lötschberg, sono i seguenti:

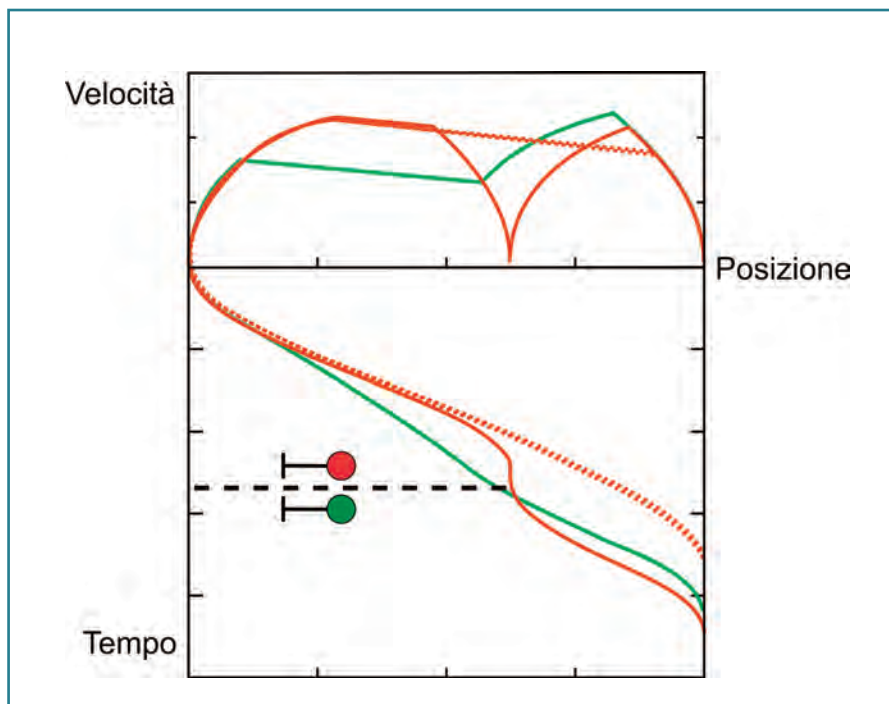
- Per ciascun treno viene effettuata una previsione del tempo di transito all'interno della tratta controllata, dell'istante di uscita da questa e dell'eventuale ritardo rispetto al programma d'esercizio prestabilito. Tale previsione è effettuata sulla base degli algoritmi di simulazione della circolazione sviluppati per la realizzazione del software OpenTrack dallo Swiss Federal Institute

of Technology di Zurigo. Tali algoritmi, che tengono conto di un gran numero di parametri, consentono previsioni molto accurate con tolleranze di soli pochi secondi.

- Il sistema è anche in grado di individuare i conflitti nella circolazione. Un conflitto si verifica quando un treno ostacola un altro treno liberando una sezione di blocco o un binario di attestamento in stazione troppo tardi e in questo modo impedisce ad un secondo treno di rispettare la traccia assegnatagli. In questo caso AF cerca di trovare una traccia alternativa; nel caso del Lötschberg questo può comportare lo spostamento di un incrocio o di una precedenza oppure il cambiamento, rispetto a quanto programmato, dell'ordine in cui si succedono treni circolanti nella stessa direzione.

- Per ottimizzare la circolazione all'interno della tratta controllata in caso di conflitto, il sistema effettua iterativamente una somma pesata dei ritardi previsti in uscita; ai treni considerati più sensibili ai ritardi viene attribuito un peso maggiore a quelli meno sensibili ai ritardi un peso minore. Se il risultato della somma così calcolata supera una soglia predefinita, il sistema cerca di individuare una soluzione migliore.

- Gli interventi di regolazione del traffico individuati per la risoluzione dei conflitti non vengono implementati automaticamente ma vengono presentati al coordinatore movimento come proposte che deve decidere se confermare, predisporre altri interventi



Ottimizzazione velocità di marcia in caso di conflitto di circolazione.

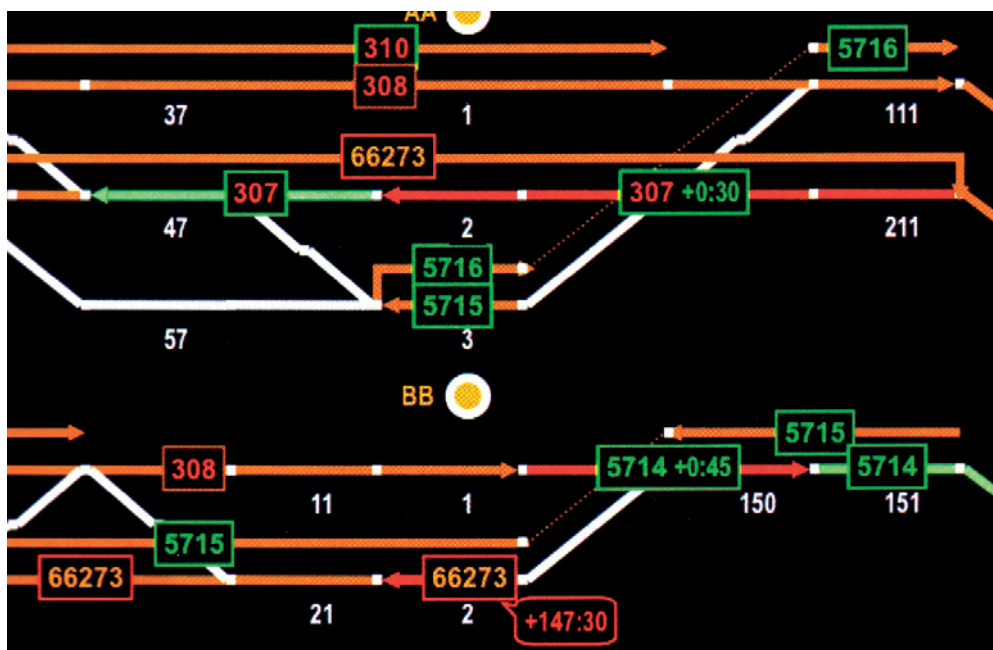
o non intervenire e lasciare quindi che la circolazione rispetti il programma d'esercizio originario nonostante il verificarsi di interferenze.

- Per i treni coinvolti in conflitti di circolazione l'ottimizzatore della velocità di marcia calcola la curva di velocità ottimale per minimizzare i ritardi ed evitare la necessità di arresto in linea: al macchinista viene suggerito di decelerare immediatamente fino alla velocità individuata per non arrivare nel punto del conflitto troppo presto (e doversi quindi fermare); successivamente, al momento opportuno, il sistema invita il macchinista ad accelerare nuovamente. In questo modo, attraverso il supporto alla condotta del treno in caso di conflitto di circolazione, si può ridurre di diversi minuti il ritardo accumulato e, evitando gli arresti in linea, risparmiare significative quantità di energia (le stime sperimentali hanno quantificato nel 12,4% il risparmio conseguito nell'area gestita da AF).

Dopo una fase di pre-esercizio, AF è in funzione e gestisce la circolazione ferroviaria nel tunnel di base del Lötschberg dal dicembre del 2007 secondo le specifiche e senza alcun significativo problema tecnico. Sulla base dei feedback provenienti dagli utilizzatori, il sistema è stato comunque costantemente migliorato e sulla base dell'esperienza accumulata AF è stato sviluppato e incrementato di ulteriori funzionalità che lo rendono adattabile ad altre situazioni in cui sia necessaria l'ottimizzazione della circolazione. Tale lavoro ha portato alla messa a punto della piattaforma software a supporto della gestione operativa AdmiRail®.

AdmiRail®

AdmiRail®, è una piattaforma software modulare concepita per affiancare i sistemi di comando traffico centralizzato o sistemi di comando e controllo del traffico ferroviario e fornire strumenti e funzionalità in grado di supportare l'attività dei dirigenti e coordinatori del movimento sia in fase di monitoraggio delle possibili situazioni di conflitto sia in fase di gestione operativa di tali conflitti. L'interfacciamento diretto con i sistemi di gestione centralizzata del traffico preesistenti e, virtualmente, con qualsiasi tipo di sistema di IT, consentono ad AdmiRail® di accedere in tempo reale ai dati necessari a ricostruire, istante per istante, non solo lo stato corrente della circolazione ma anche la sua evoluzione futura (con livelli di precisione tanto più accurati quanto più completi e accurati sono i dati di input). Una volta effettuata tale ricostruzione, sempre in maniera automatica e in tempo reale, avviene il confronto tra questa e il programma d'esercizio prestabilito per individuare irregolarità o conflitti di circolazione. I conflitti di circolazione possono in questo modo essere individuati in maniera automatica e in anticipo rispetto al loro verificarsi con il doppio vantaggio di sgravare, almeno in parte, i dirigenti e i coordinatori del movimento da compiti di monitoraggio in condizioni ordinarie, così che possano dedicare maggiori risorse all'individuazione delle contromisure ottimali che garantiscano la possibilità di ridurre gli effetti negativi sulla circolazione prima che questi inizino a manifestarsi.



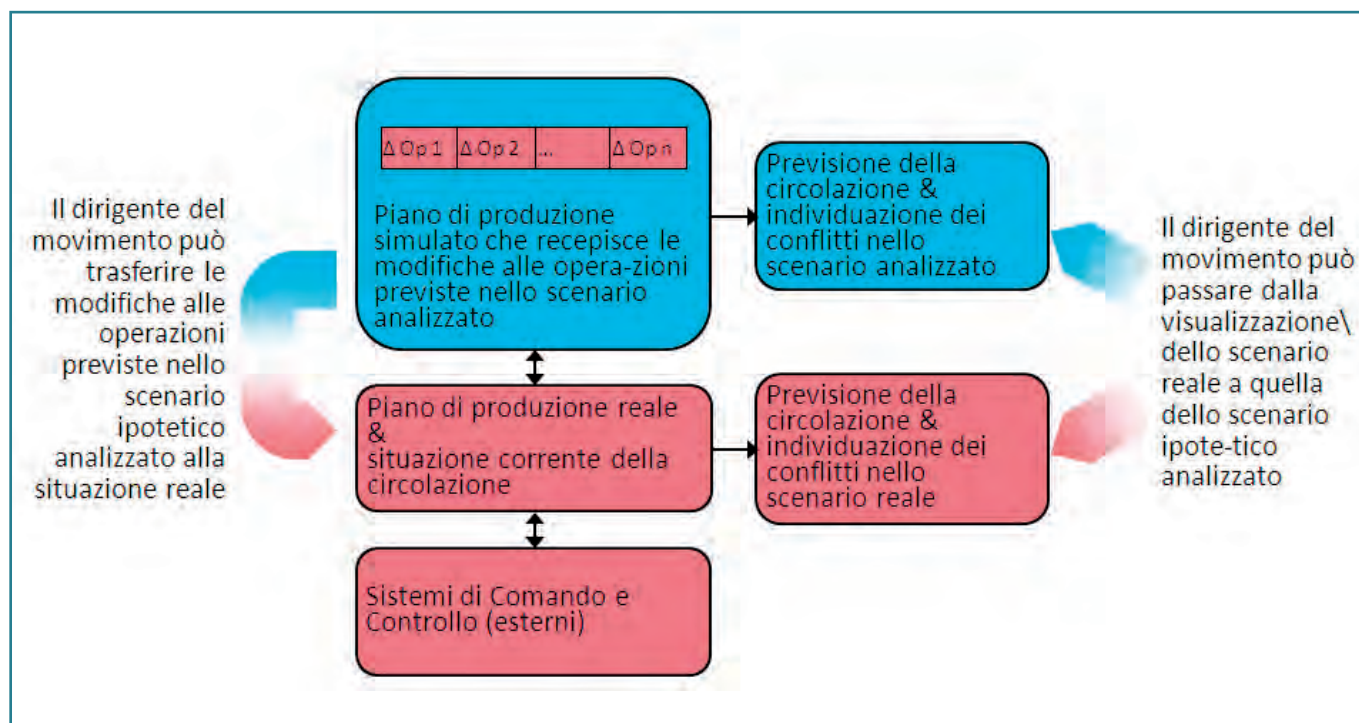
La Systransis AG è una azienda indipendente fondata nel 2003, la cui sede principale si trova all'interno della stazione ferroviaria di Zug (CH). Si occupa principalmente di produzione e gestione di sistemi elettronici, soluzioni software e banche dati per l'industria dei trasporti e del traffico.

La fase in cui le funzionalità che compongono AdmiRail® possono offrire un valido supporto nella gestione della circolazione non si limitano alla fase di monitoraggio e individuazione dei possibili conflitti. Infatti, tra le funzionalità che caratterizzano questa piattaforma di supporto alla gestione della circolazione vi sono le seguenti:

- **Modulo "What if"**, che consente ai dirigenti o coordinatori movimento di sfruttare gli algoritmi di simulazione utilizzati da AdmiRail® per analizzare, fuori linea in uno scenario virtuale, gli effetti di specifici interventi di riprogrammazione della circolazione per far fronte ad un conflitto prima di metterli effettivamente in pratica o per confrontare gli effetti di diverse ipotesi di intervento.

- **Modulo di Ottimizzazione.**

Sulla base di criteri di ottimizzazione generici o definiti a partire dalle specifiche esigenze del gestore dell'infrastruttura, AdmiRail® è in grado di individuare in maniera automatica gli interventi di ottimizzazione della circolazione che consentono di minimizzare gli effetti di un conflitto. Tale soluzione viene proposta al coordinatore movimento che può valutarla e confrontarla con altre attraverso le funzionalità del modulo "what if" e decidere o meno di metterla in pratica.



Modulo "what-if".

- Modulo "speed advisory", che consente di inviare automaticamente ai macchinisti indicazioni sulla velocità di marcia ottimale per evitare la necessità di arresti in linea dovuti a conflitti o per ottimizzare il distanziamento senza far intervenire sistemi automatici di frenatura nel caso di circolazione di più treni nella stessa direzione a distanza di blocco.

- Modulo di feedback al sistema di comando e controllo (SSC) o comando traffico centralizzato (CTC) attraverso il quale qualsiasi intervento di riprogrammazione della circolazione, proposto dal modulo di ottimizzazione o analizzato attraverso il modulo "what if", può essere direttamente trasferito dal coordinatore movimento all'SCC o al CTC per essere attuato.

- Modulo di feedback al sistema di informazione al pubblico, con il quale è possibile sfruttare l'iterativa simulazione della circolazione futura, tenuto conto dei possibili conflitti e delle eventuali contromisure in termini di riprogrammazione dell'esercizio messe in atto, per fornire al sistema di informazione al pubblico dati sui ritardi che rappresentino effettivamente delle previsioni e non la semplice presa d'atto del ritardo attuale senza alcun riferimento alla sua possibile evoluzione futura.

I benefici dell'utilizzo di tali strumenti di supporto alla gestione della circolazione

sono ovviamente molteplici:

- la possibilità di incrementare la capacità reale dell'infrastruttura derivante dalla possibilità di ridurre i buffer necessari a garantire un'adeguata stabilità del programma d'esercizio;
- incremento della stabilità e puntualità dell'orario;
- maggiore fluidità del traffico;
- riduzione dei consumi di energia (stimabili tra il 5% e il 20%, a seconda del tipo di traffico);
- riduzione dei fenomeni di usura dell'infrastruttura e del materiale rotabile;
- miglioramento dell'esperienza di viaggio per i passeggeri;
- miglioramento della qualità e attendibilità dell'informazione all'utenza.

Conclusioni

Sistemi di gestione della circolazione ferroviaria di questo tipo, che integrino funzio-

nalità a supporto della gestione operativa, appaiono in grado (lo dimostrano le prime applicazioni che iniziano a imporsi all'attenzione in particolare in Svizzera e Germania) di fornire una risposta adeguata alle diverse problematiche evidenziate, come nel caso italiano, sul trasporto ferroviario: l'incremento della capacità, il miglioramento della qualità del servizio (stabilità, puntualità, incremento dell'offerta, informazione all'utenza attendibile, ecc.), riduzione dei consumi energetici, programmazione a breve termine dei servizi merce.

Tale risposta risulta inoltre economicamente meno impegnativa del ricorso ad interventi infrastrutturali e in molte situazioni più adatta a risolvere problemi puntuali o locali nei colli di bottiglia delle reti ferroviarie o ad incrementare in maniera significativa il livello qualitativo del servizio in aree a traffico intenso (come quelle metropolitane) in cui interventi infrastrutturali risultano difficilmente praticabili.



Matteo Lelli

Laureato in Ingegneria Edile indirizzo Urbanistico, Univ. di Bologna. Lavora dal 2004 in TPS, dove è Responsabile di Progetto e si occupa di implementazione e analisi di modelli di macro e micro simulazione per la progettazione e la pianificazione dei trasporti.