

Una testimonianza di utilizzo: L' AI per pesare un treno in movimento.



Elisa Duca

- R&D Head presso Generale Costruzioni Ferroviarie (GCF)
- PhD in Microelectronics and Telecommunication Engineering



ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESSE ICT



Perché pesare un treno?



- Chi gestisce **l'infrastruttura**, ossia i binari, può ottimizzare la manutenzione
- Chi gestisce il **trasporto**, cioè i treni merci e passeggeri, può definire i costi di utilizzo
- Chi **produce le merci**, può verificare i costi e i pesi
- Il **cittadino**, può avere una maggiore garanzia di sicurezza perché un treno in sovraccarico o con sbilanciamenti in certi tracciati è a rischio deragliamento



Misura dei carichi e la gestione dell'infrastruttura ferroviaria

Le variabili principali che influenzano il costo del trasporto su rotaia:

- orario
- traffico sulla tratta
- durata del percorso e maggiore occupazione della tratta
- peso complessivo



Maggiore è il peso, maggiore sarà :

- l'usura sulle rotaie
- l'energia necessaria per lo spostamento

Perché il peso incide?

Aumentare l'accuratezza delle stime del carico per:

- controllare i sovraccarichi,
- identificare le carrozze potenzialmente non sicure,
- migliorare la pianificazione della manutenzione.

Una questione di
sicurezza



ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESSE ICT

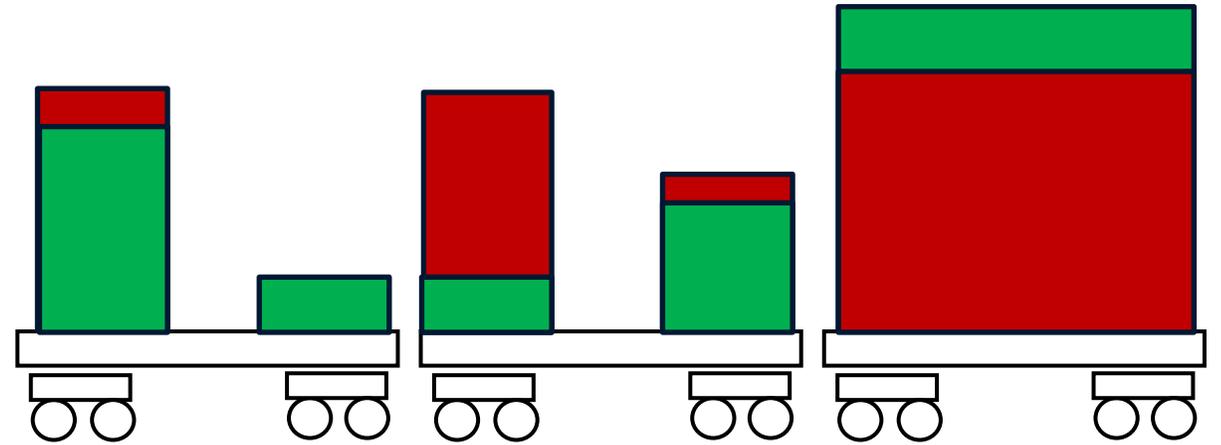


Misura dei carichi per il trasporto merci

Necessità di verifica della corretta composizione del treno rispetto alle regole di sicurezza:

- Sovraccarico assiale
- Sbilanciamento laterale
- Sbilanciamento longitudinale

DX
SX



Possibilità di verifica dei pesi dichiarati utilizzando pese dinamiche certificate (for trade) per l'utilizzo commerciale



ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESE ICT



Come pesare un treno: le pese statiche



METTLER TOLEDO



LIBRAWEIGHING

Il treno si ferma su punti strumentati – Pese a ponte – che misurano il carico di ciascun vagone alla volta



Accuratezza



Tempo



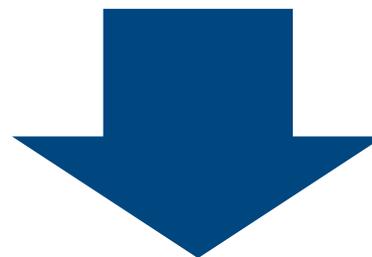
ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESSE ICT



Come pesare un treno : le pese dinamiche



Il treno transita a velocità costante ($>5\text{km/h}$) su un binario strumentato con sensori che misurano il carico di tutti gli elementi del treno (ruote, assi, carrelli, vagoni)



Velocità



Minore
ripetibilità



ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESE ICT



Migliorare la pesa dinamica ferroviaria

| | Infrastruttura | Sensori | Elaborazione |
|--|---|---|---|
| Configurazione più comune | Realizzazione di un tratto di binario a rigidità controllata e misurata | Impiego di celle di carico o sensori piezoelettrici | Approccio tradizionale e deterministico dalla misura diretta delle deformazioni |
|  | Installazione dei sensori sul tratto di binario preesistente | Impiego di sensori in fibra ottica , passivi, immuni alle interferenze elettromagnetiche | Approccio basato su modelli di intelligenza artificiale |



La pesa intelligente si installa facilmente

Al contrario dei sistemi statici di pesa, i sistemi dinamici migliorano nettamente i tempi di circolazione e di ottimizzazione dell'attività commerciale.

Il sistema sviluppato da GCF è semplice da installare, basato su sensori di deformazione che non richiedono lavorazioni speciali, ed è applicabile "ovunque".

Sensori in fibra ottica:

- passivi,
- immuni alle EMI,
- non interferenti con i sistemi di segnalamento

Sensori magnetici:

- Rimovibili,
- Riutilizzabili
- Rapida installazione



Non servono lavori di armamento
I sensori si rimuovono e riutilizzano

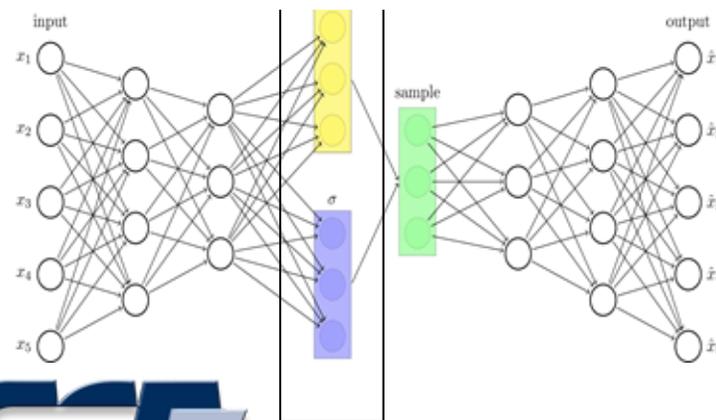


ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESSE ICT



La pesa intelligente impara l'accuratezza

- I segnali di deformazione dipendono da **diversi fattori locali** spesso non misurabili
- **I pesi degli assi sono raramente disponibili**, perché è difficile organizzare il passaggio sulla linea del treno dal peso conosciuto e verificato.
- **I difetti del treno e del binario modificano il peso rilevato da un sistema dinamico tradizionale**
- Centinaia di treni con **pesi sconosciuti** passano sulla scala dinamica ogni giorno.
- E' stato sviluppato un modello di IA che sfrutta sia i pesi noti e verificati che i transiti di pesi sconosciuti



ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESSE ICT



Addestramento e Test



Caratterizzazione del binario su cui si installa la pesa dinamica



Misura statica del peso di alcuni vagoni di prova



Addestramento del modello tramite il transito dei vagoni di prova a **diverse velocità** sulla pesa dinamica



Verifica dei risultati ottenuti e misura dell'errore commesso dalla pesa dinamica
Risultati fino a 50km/h

PROCESSO DI CERTIFICAZIONE – ENI 5654

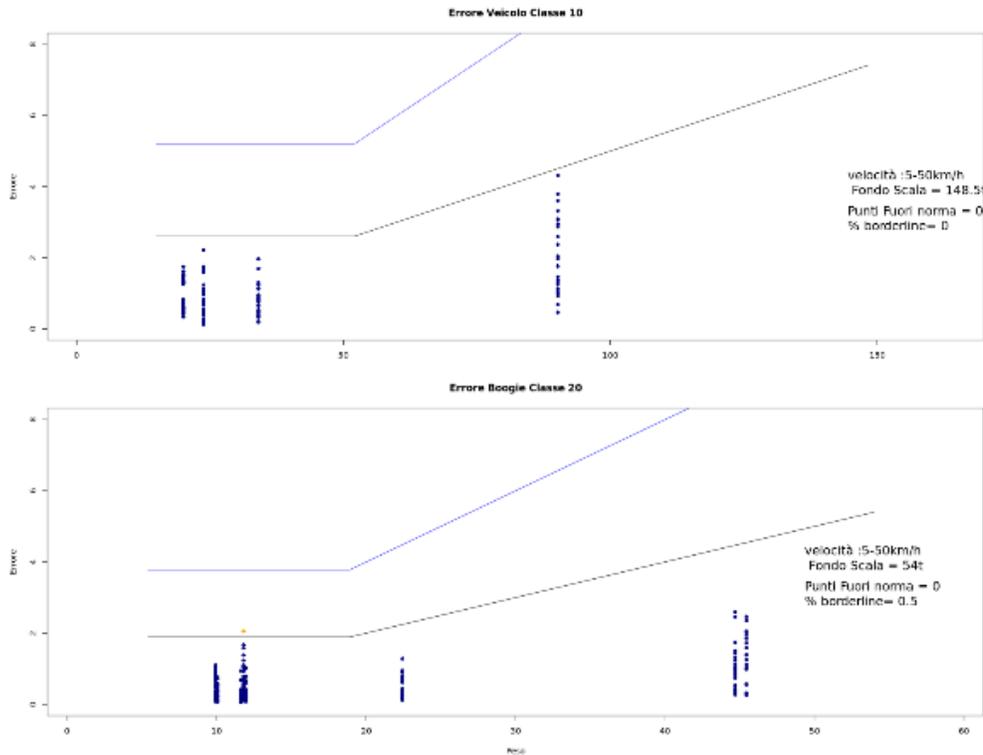


ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESE ICT

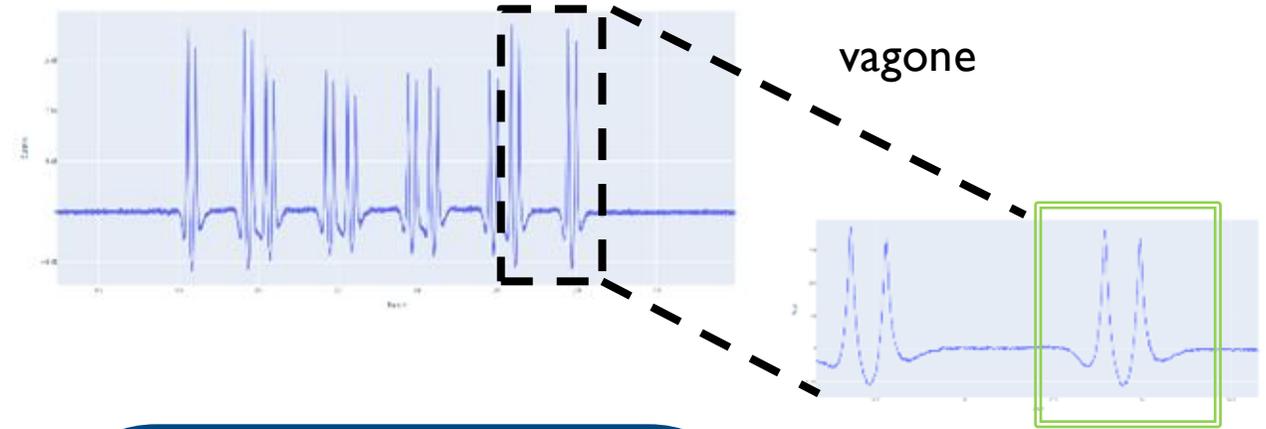


Sistema certificato

- ENI 5654 definisce lo standard europeo per i sistemi di pesatura dinamica dei treni



Segnale di deformazione dell'intero treno



Sistema certificato per il peso dei treni in movimento fino a 50km/h



ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESE ICT



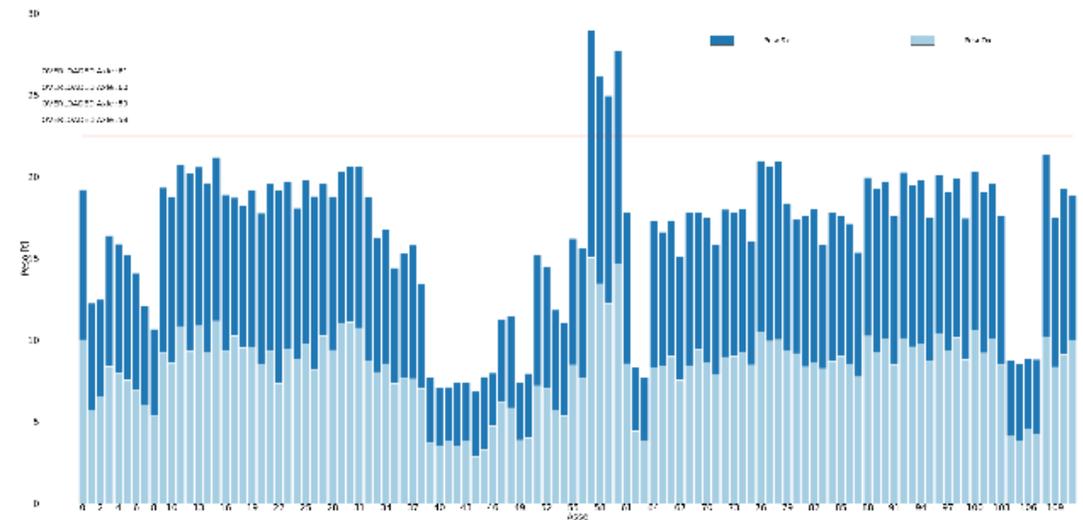
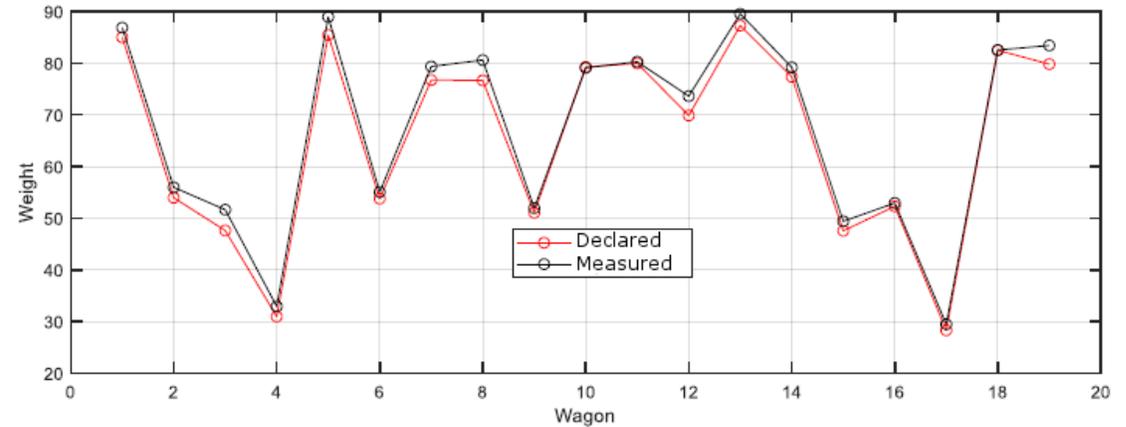
Apprendimento continuo

Secondo un approccio di apprendimento potenziato da una conoscenza pregressa, abbiamo integrato:

- i dati parziali raccolti sul **campo**
- i dati della letteratura sul tema, confrontandoci con **esperti** in materia di tonnellaggio dei convogli

I risultati sono difficili da convalidare, poiché i pesi dei treni non sono noti. Ecco perché servono le conoscenze degli esperti:

- Pesi delle carrozze di treni passeggeri ottenute dai costruttori
- Pesi delle locomotive di elettrotreni
- Pesi dei carri pianale e dei container vuoti



Riassumendo

NEED: NECESSITÀ DI SVILUPPARE UN METODO EFFICIENTE PER LA PESATURA DEI TRENI MERCI IN MOVIMENTO

METHOD: RACCOLTA DI DATI FISICI PRESENTI SUL CAMPO E INTEGRAZIONE CON ALTRE INFORMAZIONI

OUTPUT: UN SISTEMA DI RACCOLTA DATI DINAMICO, INSTALLATO SULLE TRATTE DI PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI, ANZICHÉ SULLE ROTAIE SPECIALI PER LA PESATURA

BENEFITS: UN METODO DI PESATURA CHE CONSENTE AI COMMITTENTI DEL TRASPORTO MERCI DI OTTENERE RANGE DI COSTO REALISTICI, BASATI SUL PESO DEL TRENO CARICO.



ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESSE ICT



Nuove sfide

Realizzare un sistema accurato, removibile e **portatile** per la pesatura dinamica dei treni

Siti temporanei che richiedono la misura dei carichi per scopi commerciali

Verifica rapida di carichi da parte dell'autorità

Misura del tonnellaggio per ridurre il rallentamento in seguito a rinnovi dell'armamento



ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESSE ICT



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



ASSINTEL
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
IMPRESI ICT