

Intelligenza Artificiale per la Sicurezza nei Cantieri Stradali

Marco Moltisanti¹, Emanuele Ragusa¹, Antonino Lopes¹, Giovanni Maria Farinella²

¹ Xenia Progetti, ² Università degli Studi di Catania

{mmoltisanti, eragusa, alopes}@xeniaprogetti.it, gfarinella@dmi.unict.it

Abstract

Il tema della sicurezza sul lavoro è ancora troppo presente nelle notizie di cronaca. Incidenti e infortuni sul lavoro, come mostrato dalle statistiche dell'INAIL [INAIL, 2021], seguono un trend di crescita preoccupante. L'utilizzo di sistemi integrati che fanno uso di Computer Vision e Machine Learning possono accelerare la rilevazione dei rischi e favorire quindi informazioni tempestive e soccorsi rapidi. In questo documento sono descritte le attività del progetto SAFER (SAFEty on Road construction activities), che mira allo sviluppo di un sistema di intelligenza artificiale per migliorare la sicurezza nei cantieri stradali.

1 Introduzione

L'utilizzo della tecnologia può essere un fattore discriminante nella lotta agli infortuni sul lavoro, in particolare negli ambiti in cui i lavoratori si trovano a interagire in ambienti rischiosi e a contatto con mezzi pericolosi, per massa e funzionalità, come ad esempio il settore delle costruzioni e, nello specifico, dei cantieri stradali mobili.

Il progetto SAFER, finanziato da Bando ARTES 4.0 N.3-2020, sfrutta le potenzialità offerte dalla Computer Vision e dal Machine Learning per fornire strumenti, interattivi e non, atti al monitoraggio ed alla notifica in tempo reale di eventi fonte di reale rischio o potenziale pericolo.

In Figura 1 è riportato lo scenario all'interno del quale il progetto SAFER si colloca. È possibile individuare i vari attori coinvolti: gli operai, i mezzi meccanici e i loro manovratori, il Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione. Inoltre, sono presenti attrezzature da cantiere (es., martello pneumatico, cono segnalatori) necessari allo svolgimento dei lavori e le tecnologie atte a garantire il corretto funzionamento del sistema integrato SAFER (telecamere fisse e mobili, ponti radio, dispositivi di visione indossabili). Al fine di poter migliorare la sicurezza in cantiere, sono stati sviluppati diversi moduli di Intelligenza Artificiale che permettono di monitorare situazioni di rischio per gli operatori.

Il resto del documento è strutturato come segue: in Sezione 2 vengono illustrati i casi d'uso, in 3 viene presentata l'architettura di massima del sistema, in 4 si affronta il tema dell'ad-



Figura 1: Scenario di cantiere stradale mobile, con evidenziati i casi d'uso affrontati nel progetto SAFER.

destramento degli algoritmi e in ultimo vengono analizzati i possibili futuri sviluppi.

2 Casi d'uso

Esiste un gran numero di potenziali scenari di rischio nei cantieri stradali (o edili in generali). Al fine di dare uno scopo concreto al progetto ci si è concentrati su cinque specifiche situazioni di rischio, che coinvolgono persone, oggetti e mezzi da lavoro, che riportiamo per chiarezza in forma di elenco:

Distanza uomo-mezzo Le normative vigenti prevedono che debba essere rispettata una distanza minima tra operatori a terra e mezzi da lavoro in opera. Talvolta, stimare questa distanza è difficile, quando non impossibile, ad esempio nel caso di un mezzo in retromarcia che si avvicina ad un operaio di spalle.

Distanza attrezzo-mezzo Sebbene le buone pratiche non prevedano l'abbandono di attrezzi a terra nel cantiere, questo scenario può facilmente verificarsi, creando un rischio per l'incolumità degli operatori derivante dall'oggetto stesso o da sue parti che, in seguito all'urto da parte di un mezzo, potrebbero staccarsi e muoversi a grande velocità.

Operatore senza DPI I Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) forniscono la prima barriera di sicurezza contro gli infortuni. Purtroppo, per negligenza o dimenticanza, accade che non vengano indossati correttamente.

Infrazione perimetrale I cantieri stradali sono delimitati da appositi segnalatori. Uscire dal perimetro indicato da tali segnalatori espone gli operatori a rischi derivanti dal sopraggiungere di mezzi in movimento.

Uomo a terra Un operatore che si trovi a lavorare in una zona isolata del cantiere, o da solo, potrebbe avere un malore e cadere a terra. In questo caso la tempestività dei soccorsi è cruciale per garantire la salute dell'operatore.

3 Architettura

In Figura 2 è rappresentata l'architettura del sistema. I simboli del caschetto (A), del mezzo meccanico (B), della camera fissa (C) e del caschetto con visore di MR integrato (D) rappresentano i dispositivi di acquisizione e input del sistema.

Le componenti A e B sono equipaggiate con una camera dotata con capacità di imaging sia RGB che Depth, cioè in grado di fornire sia un flusso video standard che una mappatura a falsi colori rappresentante la distanza dei singoli pixel di ogni oggetto nella scena dalla camera entro un range massimo. Il dispositivo C, invece, è una camera installata sulla cima di un palo, in modo da fornire un punto di vista più ampio dell'intero cantiere. Il dispositivo D è un visore di Mixed Reality equipaggiato con smart glasses.

Il sistema SAFER si basa sull'acquisizione di flussi video RGB e di profondità. Tali flussi saranno acquisiti da dispositivi montati sugli elmetti protettivi (A), sui mezzi meccanici (B) e su dei pali posti alle estremità dell'area di lavoro, ad una altezza tale da consentire di inquadrare quanto più possibile dell'area di lavoro. Inoltre, al CSE (o al Preposto) verrà fornito in dotazione un dispositivo di Mixed Reality (D) in grado anche di effettuare acquisizioni RGB.

I flussi video e di profondità di cui al punto precedente verranno trasmessi ad una unità di elaborazione attraverso una connessione WiFi. Per consentire la trasmissione, verranno utilizzati dispositivi (ad es. smartphone, Raspberry PI) da associare ai dispositivi di acquisizione. La copertura WiFi, qualora non presente, verrà garantita dall'utilizzo di un opportuno numero di access point.

4 Training degli algoritmi

L'analisi di requisiti e casi d'uso che ha portato alla progettazione dell'architettura presentata in Sezione 3 mostra la necessità di utilizzare algoritmi di Object Detection e Pose Estimation per il corretto funzionamento del sistema SAFER. Pertanto, si è proceduto su due strade parallele: uno studio dello stato dell'arte, che ha portato alla selezione di una rosa di algoritmi candidati, e la costruzione di un dataset di immagini, sul quale allenare e testare gli algoritmi.

Per quanto riguarda gli algoritmi di Object Detection, si è eseguito un fine tuning utilizzando il dataset menzionato in precedenza, di cui si riportano degli esempi in Figura 3

Inoltre, è stato sviluppato un tool per la generazione di dati sintetici. Studi in letteratura hanno dimostrato [Ragusa *et al.*, 2020] l'utilità dell'ampliamento del dataset ai fini di migliorare la generalizzazione delle performance, e quindi l'applicazione degli algoritmi a molteplici scenari diversi tra loro. Tramite algoritmi di Domain Adaptation, i dati sintetici sono stati utilizzati per migliorare le performance.

5 Futuri sviluppi

Il progetto SAFER si pone come obiettivo il miglioramento delle condizioni di lavoro attraverso la prevenzione dei rischi

e l'individuazione tempestiva di pericoli derivanti dalle attività di cantiere. L'utilizzo di un sistema integrato che sfrutta a pieno algoritmi di Computer Vision e Machine Learning può essere ulteriormente rafforzato con l'aggiunta di dispositivi di Mixed Reality, da fornire in dotazione per la visualizzazione delle notifiche in tempo reale, e dall'utilizzo di comunicazioni audio tra gli operatori presenti in cantiere. Il sistema sviluppato verrà inoltre industrializzato.

Riferimenti bibliografici

[INAIL, 2021] INAIL. Comunicazione sull'andamento infortunistico nel 2020. <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/news-ed-eventi/news/news-dati-inail-infortuni-mp-2020-2021.html>, 2021.

[Ragusa *et al.*, 2020] Francesco Ragusa, Daniele Di Mauro, Alfio Palermo, Antonino Furnari, e Giovanni Maria Fariella. Semantic object segmentation in cultural sites using real and synthetic data. In *International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, 2020.

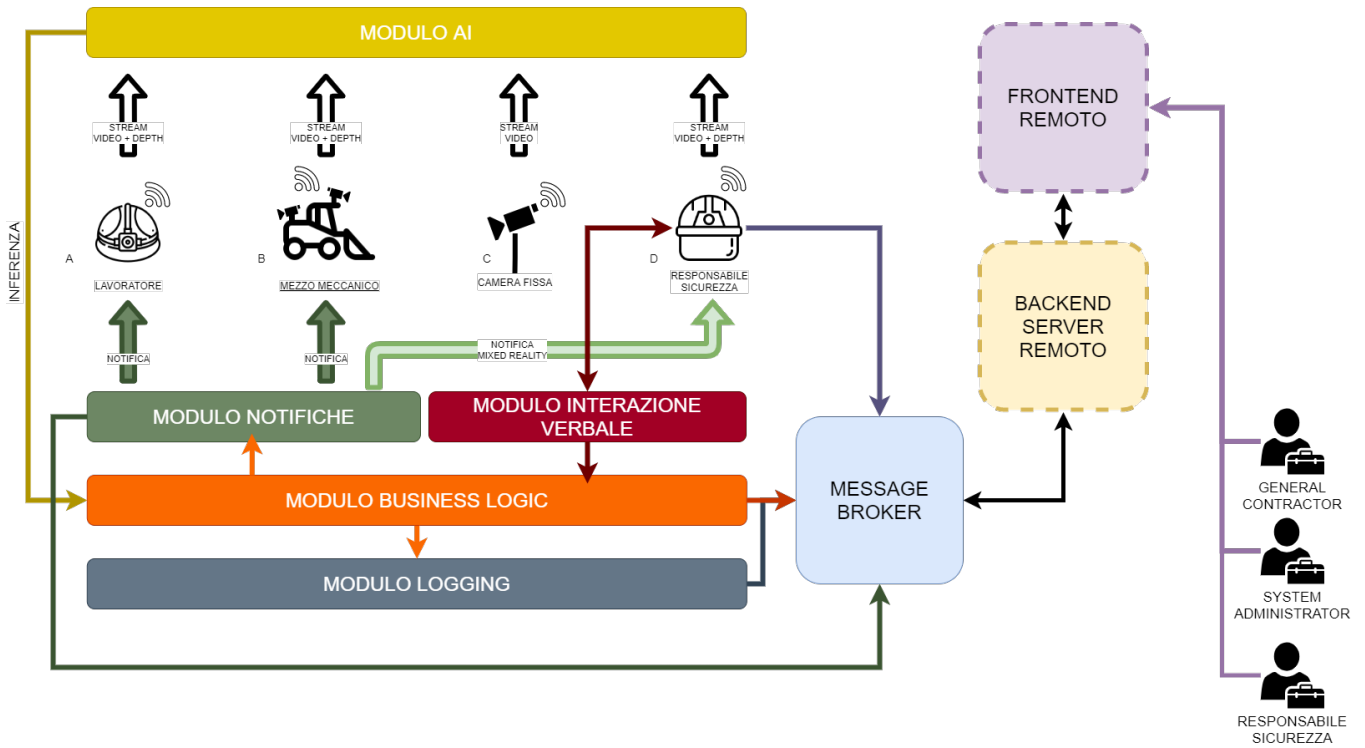


Figura 2: Architettura del sistema SAFER



Figura 3: Esempi del dataset di cantiere simulato