

Rete di Smart Cameras autonome per il monitoraggio di infrastrutture

Davide Moroni, Gabriele Pieri

Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo", ISTI-CNR

Davide.Moroni@isti.cnr.it, Gabriele.Pieri@isti.cnr.it

Abstract

In questo documento si presentano i risultati di un'attività effettuata nel contesto di un progetto per il monitoraggio in tempo reale di infrastrutture rilevanti, in particolare riguardante la rete ferroviaria, con lo scopo di individuare automaticamente e tempestivamente eventi che possono minacciare il transito su tali infrastrutture, siano tali essi naturali o artificiali. Descriveremo una rete di sensori intelligenti basati su telecamere per fornire un allarme in caso di eventi pericolosi. Verrà poi presentato un caso di studio su un sito di test. I risultati ottenuti dimostrano le buone prestazioni della rete nel monitoraggio degli eventi investigati.

1 Introduzione

Nell'ultimo decennio si è prestata molta attenzione alla problematica del monitoraggio di eventi idrogeologici repentini (quali frane, slavine, doline e cadute di detriti) che possono mettere a repentaglio le infrastrutture di trasporto. La peculiarità di questi eventi è rappresentata dallo scarso tempo a disposizione dopo il loro verificarsi per adottare contromisure adeguate, ad esempio mediante la interdizione della circolazione sul tratto interessato. Data la complessità della rete dei trasporti italiani e la presenza di diverse tratte esposte a possibili fenomeni idrogeologici, appare auspicabile l'impiego di un sistema di monitoraggio pervasivo e scalabile, ad esempio mediante l'impiego di reti di sensori wireless. In questo contributo introduciamo l'utilizzo di una particolare rete di sensori wireless i cui nodi sono rappresentati dalle smart cameras introdotte nella Sezione 2, per poi mostrare la loro applicazione in uno scenario relativo alla rete ferroviaria nella Sezione 3.

2 Smart cameras e loro utilizzo

Una smart camera è un sensore di visione equipaggiato di logiche di visione artificiale per l'interpretazione *on board* delle immagini e dei flussi video acquisiti e di un'interfaccia di rete per comunicare l'esito dell'elaborazione. Una rete di smart cameras è una rete di sensori i cui nodi sono costituiti da un insieme di smart cameras che cooperano per l'analisi

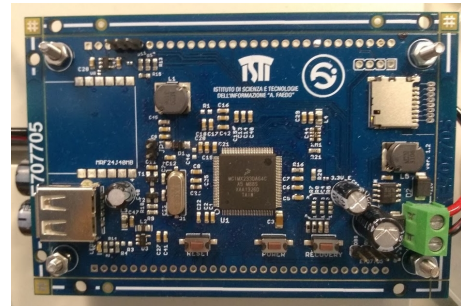


Figura 1: La scheda elettronica personalizzata progettata e realizzata.

di una scena coprendo in maniera pervasiva un'area di interesse. Per soddisfare i requisiti di autonomia necessari al monitoraggio di infrastrutture, si è proceduto al design di un prototipo di smart cameras. Entrando nel dettaglio, un singolo nodo è composto da una scheda elettronica principale che gestisce sia le attività di visione che le comunicazioni grazie a un modulo di rete wireless (Standard IEEE802.11). Altri componenti del nodo sensore sono costituite da (i) il sistema di alimentazione che controlla la carica e permette di scegliere politiche ottimali di risparmio energetico, (ii) le batterie e (iii) un modulo per l'accumulo di energia come ad es. pannelli fotovoltaici.

Nel prototipo proposto, la scheda di visione è stata progettata stampando e producendo un nuovo PCB. Il PCB, mostrato in Figura 1, è stato concepito per avere la massima flessibilità di utilizzo massimizzando il rapporto prestazioni/consumo. Un buon compromesso è stato ottenuto utilizzando una CPU Freescale basata sull'architettura ARM, con supporto per sistemi operativi basati su MMU e GNU/Linux. Questa architettura, mostrata nel complesso in Figura 2 ha il vantaggio di integrare una Power Management Unit (PMU), oltre a numerose interfacce periferiche, riducendo così al minimo la complessità della scheda. Il prototipo proposto è stato applicato a diversi contesti tra cui il monitoraggio dei flussi veicolari urbani [Leone *et al.*, 2017], lo smart parking [Alam *et al.*, 2018] e il traffico in prossimità di passaggi a livello [Magrini *et al.*, 2015]. Per ciascuna di queste applicazioni sono stati sviluppati algoritmi di visione artificiale *ad hoc*, mostrando così l'adattabilità dell'architettura proposta.

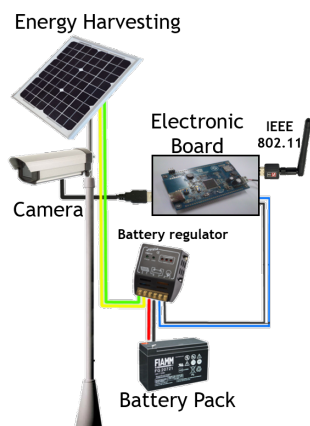


Figura 2: L'architettura progettata e realizzata per il monitoraggio autonomo mediante smart cameras.

3 Risultati su monitoraggio infrastrutture

Lo scenario di test scelto per la sperimentazione è nei pressi di Terni su una linea secondaria delle ferrovie, in una zona molto soggetta a frane e cadute massi. La linea in oggetto inoltre corre in una gola tra due ripide massicciate. I test che si sono effettuati hanno portato all'acquisizione ed elaborazione di video durante i quali alcune rocce sono state fatte cadere artificialmente sul percorso, alcune direttamente sui binari, mentre altre li hanno soltanto attraversati senza terminarci la loro caduta. In quest'ultimo caso il sistema discriminava un'eventuale modifica strutturale dei binari ed in caso affermativo produce un allerta, mentre in caso negativo veniva soltanto registrato il passaggio dei detriti senza provocare allerte [Fantini *et al.*, 2015].

Più in dettaglio, sono stati definiti degli scenari per l'addestramento ed il test dell'algorithm implementato in modo da renderlo robusto e per soddisfare i requisiti specifici definiti per l'applicazione del caso di studio. In particolare, la robustezza dell'algorithm di analisi dell'immagine è stata testata in scenari come la gestione di falsi allarmi dovuti al transito del treno, la coerenza in caso di vibrazioni causate dal transito del treno, la capacità di rilevamento dei detriti passanti dalle rotaie ma che non impedivano il transito dei treni [Leone *et al.*, 2016]. Nella Figura 3, viene mostrato un esempio di un evento rilevato (detriti in caduta) (al centro), rispetto alla situazione normale (in alto). La quantità rilevata è superiore alla soglia fissata come definizione di una situazione di pericolo, quindi viene inviata un allerta e una sovrimpressioni che evidenzia i detriti è generata (basso).

Riferimenti bibliografici

- [Alam *et al.*, 2018] Muhammad Alam, Davide Moroni, Gabriele Pieri, Marco Tampucci, Miguel Gomes, José Fonseca, e Joaquim Ferreira. Real-time smart parking systems integration in distributed its for smart cities. *Journal of Advanced Transportation*, 2018, 2018.
- [Fantini *et al.*, 2015] Andrea Fantini, Massimo Magrini, Salvatore Martino, Davide Moroni, Gabriele Pieri, Alber-

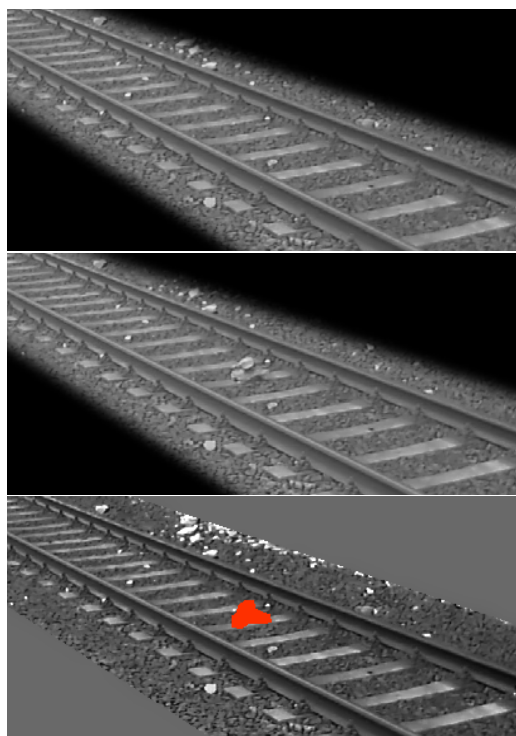


Figura 3: Esempio di individuazione del background in un frame (alto), successivamente l'individuazione di un oggetto che ostruisce i binari (mezzo) ed infine l'oggetto individuato è evidenziato sull'immagine di background (basso).

to Prestininzi, e Ovidio Salvetti. Experimenting an embedded-sensor network for early warning of natural risks due to fast failures along railways. In *IMTA*, pages 85–91, 2015.

- [Leone *et al.*, 2016] Giuseppe Riccardo Leone, Massimo Magrini, Davide Moroni, Gabriele Pieri, Ovidio Salvetti, e Marco Tampucci. A smart device for monitoring railway tracks in remote areas. In *Computational Intelligence for Multimedia Understanding (IWCIM), 2016 International Workshop on*, pages 1–5. IEEE, 2016.
- [Leone *et al.*, 2017] Giuseppe Riccardo Leone, Davide Moroni, Gabriele Pieri, Matteo Petracca, Ovidio Salvetti, Andrea Azzarà, e Francesco Marino. An intelligent cooperative visual sensor network for urban mobility. *Sensors*, 17(11):2588, 2017.
- [Magrini *et al.*, 2015] Massimo Magrini, Davide Moroni, Giovanni Palazzese, Gabriele Pieri, Ovidio Salvetti, Daniele Azzarelli, e Antonio Spada. An infrastructure for integrated management of urban railway crossing areas. In *Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2015 IEEE 18th International Conference on*, pages 42–47. IEEE, 2015.