

# Magnifier: sistema intelligente per la visualizzazione in tempo reale di informazioni sulla infrastruttura stradale e per analisi avanzate

**Giuseppe Cammarata, Susanna Bonura, Gabriele Giunta**  
Engineering Ingegneria Informatica SpA  
giuseppe.cammarata@ng.it, susanna.bonura@eng.it

## Abstract

Nel dominio dei trasporti su strada il tema della sicurezza e della prevenzione è sicuramente di cruciale importanza. Pioggia, neve, cattiva manutenzione, sottosuolo fragile sono le cause dello stato di degrado strutturale delle pavimentazioni stradali, che progressivamente evolvono nella formazione di buche stradali che mettono a rischio la sicurezza di automobilisti, pedoni e ciclisti, ma soprattutto motociclisti esposti a rovinose cadute con gravi conseguenze [4].

Per aumentare i livelli di sicurezza dei trasporti su strada particolare attenzione deve essere rivolta alle infrastrutture [1][2][3]. I processi di innovazione dei servizi in questo senso devono essere volti allo sviluppo di sistemi di monitoraggio integrati, diretti alla realizzazione di metodi di manutenzione predittiva delle infrastrutture. In questo ambito, gioca un ruolo fondamentale il veicolo dotato di opportuni sensori, che diventa un oggetto intelligente, in grado di acquisire dati, di elaborarli e dare suggerimenti in tempo reale al conducente. L'utilizzo innovativo del veicolo che da mezzo di trasporto diventa mezzo di raccolta dati consente agli operatori di acquisire maggiore consapevolezza sulla situazione attraverso la cosiddetta *situational picture* che può essere usata anche per gestire e/o anticipare eventi futuri.

Questo documento descrive il sistema *Magnifier*, sviluppato come dimostratore all'interno del progetto BA2Know (PON03PE\_00001\_1). Con l'installazione di diversi sensori a bordo di una nutrita flotta di veicoli, *Magnifier* mira ad analizzare la grande quantità di dati raccolti. Questi ultimi, i risultati della loro elaborazione e della loro analisi sono aggregati geograficamente e messi a disposizione in diversi Layer GIS attraverso un sistema Web GIS integrato in *Magnifier*.

## 1 Introduzione

Il sistema *Magnifier*, colloca il veicolo all'interno del territorio per l'acquisizione di dati legati all'ambiente, e all'infrastruttura su cui transita, con l'obiettivo di utilizzare sensori di tipo accelerometrico sui veicoli per eseguire una mappatura continua nel tempo e distribuita sul territorio della qualità del manto stradale. Il dispositivo è equipaggiato, inoltre

di sensori ambientali per la valutazione della pericolosità del manto stradale, in grado di fornire nell'immediato al conducente le condizioni del manto (asciutto, bagnato e/o ghiacciato). I dati acquisiti previa elaborazione vengono trasformati in informazioni utili e rappresentati in una mappa in continuo aggiornamento. Appare quindi cruciale lo sfruttamento delle enormi moli di dati (Big Data) che vengono generati nell'ambito della mobilità in ogni istante di tempo ed in ogni luogo.

I gestori delle infrastrutture potranno sfruttare la possibilità di una accurata e tempestiva pianificazione degli interventi di manutenzione. La rilevazione delle condizioni ambientali, consentiranno inoltre di risalire alle cause di degrado ed eventualmente fare delle stime di deterioramento in funzione delle condizioni climatiche.

## 2 *Magnifier*

*Magnifier* è stato progettato come un sistema in grado di memorizzare e gestire dati da differenti e sorgenti. Il *core* di *MAGNIFIER* è costituito da molte componenti tecnologiche che sono state scelte e integrate per soddisfare i requisiti di sistema.

L'architettura di *Magnifier* è stata disegnata in modo che il sistema fosse conforme con il nostro modello di data processing, chiamato *Intelligent Information Processing Chain*. Secondo questo modello i dati raccolti da differenti sorgenti, sono elaborati per estrarre informazioni utili (attraverso analisi avanzate). Alcune informazioni, propriamente integrate e messe in correlazione, si tradurranno in eventi, l'insieme dei quali fornirà una fotografia dello stato della situazione attuale più completa possibile rappresentabile mediante layer GIS.

### 2.1 Architettura Tecnologica

*Magnifier* è il risultato dell'integrazione di diverse soluzioni open source. Per alcune componenti abbiamo deciso di adottare le tecnologie open source di FIWARE. FIWARE è un'iniziativa (supportata da 25 entità ICT partecipanti, di cui Engineering Ingegneria Informatica S.p.A fa parte) il cui obiettivo è quello di fornire piattaforme software dedicate alla creazione di applicazioni in ambito Future Internet, facendo leva su tecnologie avanzate come *Cloud Computing*,

*Internet Of Things, Engineering Services, Data & Content Management, Advanced User Interfaces and Future Networks Security* (<https://www.fiware.org/>). Il catalogo FIWARE contiene un set di librerie consultabili, con componenti open source (Generic Enablers) che permettono agli sviluppatori di creare soluzioni e definire specifiche funzionalità come la connessione al mondo Internet Of Things oppure analisi dei Big Data, avendo la possibilità di costruire soluzioni in modalità semplice e immediata.

Nell'architettura abbiamo adottato il Context Broker ORION, CYGNUS e PROTON, per la gestione, manipolazione e storicizzazione dei *Context*. Un componente fondamentale è l'Information Handler, che ha in carico le trasformazioni delle informazioni ricevute dalle sorgenti e da PROTON in informazioni complesse sfruttando le potenzialità dell'engine Spark ed R.

I dati processati periodicamente dagli engine e le informazioni generate a tutti i livelli sono disponibili su Mongo DB e PostGIS. Le informazioni memorizzate su PostGIS saranno

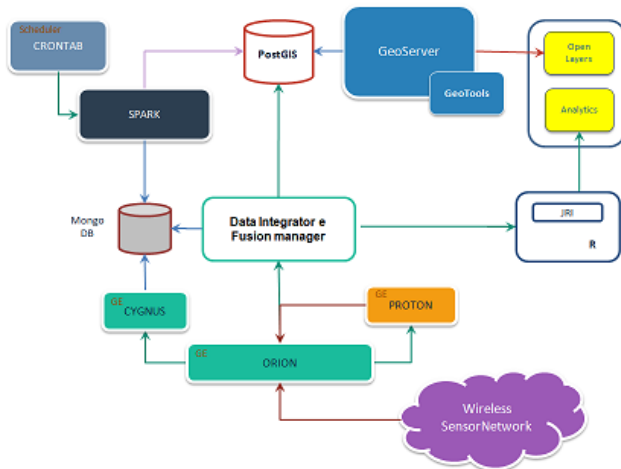


Figura 1: Architettura Tecnologica di *Magnifier*

no usate da Geoserver per la generazione di layer tematici.

## 2.2 Road Classifier

Il Road Classifier è uno dei componenti del sistema che classifica i dati in entrata, sfruttando le potenzialità dell'engine R, un linguaggio di programmazione nonché un ambiente di sviluppo specifico per l'analisi statistica dei dati. Utilizzando l'implementazione dell'algoritmo K-Means fornita da R, il primo set di dati raccolti è stato suddiviso in cluster. Tale algoritmo, applicando una tecnica di apprendimento non supervisionato, permette di suddividere il dataset di partenza nel numero di cluster desiderato. I campioni appartenenti al medesimo cluster avranno alcune caratteristiche in comune. Il dataset clusterizzato è stato quindi utilizzato per addestrare una rete neurale al riconoscimento dei campioni appartenenti ad ognuno dei cluster identificati. Tale addestramento, che rientra nell'ambito delle tecniche di apprendimento supervisionato, ha permesso di creare il modello (Neural Network Model) che è stato usato per

l'istanziamento di una rete neurale in grado di classificare in tempo reale i campioni raccolti. La rete neurale così costruita rappresenta il cuore del componente *Road Classifier* che è in grado di associare ad ogni campione acquisito il cluster al quale appartiene ognuno dei quali è stato associato ad un diverso livello qualitativo del tratto della stradale.

## 2.4 Analytics Computing

Il componente *Analytics Computing* sfrutta le caratteristiche di SPARK, un framework open-source per l'analisi di grandi quantità di dati su cluster, veloce e flessibile alternativa a MapReduce. SPARK per l'elaborazione dei dati offre un motore computazionale che viene sfruttato da tutti gli altri suoi componenti con lo scopo di generare risultati significativi e inglobati per ogni strada a partire dai dati in ingresso.

Le analitiche elaborate si concentrano su due fenomeni: qualità della strada (Road Class) e buche stradali (Road Potholes). Per ogni strada è stato possibile determinare il valore medio della classe, lunghezza totale dei tratti per classe, continuità ed interruzioni e andamento nel tempo della classe. Relativamente alle buche il componente consente di classificare le buche rilevate in funzione del grado di evitabilità, densità per tratto di strada e buche attualmente attive.

## 3 WebGIS e Data Charts Visualizator

I dati generati dai sensori e le informazioni utili generate dai componenti del sistema sono resi disponibili sotto forma di layer. La piattaforma consente all'utente, attraverso l'analisi geo-spaziale e la sovrapposizione di layer diversi, di acquisire consapevolezza della situazione. *Magnifier* consente di accedere ai dati aggregati sotto forma di charts, sfruttando il componente Data Chart Visualizator. Quest'ultimo utilizza la libreria JavaScript di CanvasJS per accedere ai dati del database e generare chart interattivi capaci di catturare l'attenzione dell'utente sulle informazioni più rilevanti.

## Riferimenti bibliografici

- [1] Piano Nazionale della Sicurezza Stradale Orizzonte 2020 – Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. [http://www.mit.gov.it/mit/mop\\_all.php?p\\_id=17834](http://www.mit.gov.it/mit/mop_all.php?p_id=17834)
- [2] Direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture. [http://www.mit.gov.it/mit/mop\\_all.php?p\\_id=12853](http://www.mit.gov.it/mit/mop_all.php?p_id=12853)
- [3] Linee guida per le analisi di sicurezza delle strade, a cura dell'Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
- [4] Infrastrutture Incidentalità e caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali Progettazione e Sicurezza. [http://www.ctl.uniroma1.it/newsmagazine/2013\\_10/2013\\_10\\_a8\\_infrastruttura.pdf](http://www.ctl.uniroma1.it/newsmagazine/2013_10/2013_10_a8_infrastruttura.pdf)