GeoSmart Lab®
Laboratory of Geographical Sciences and Technologies and Smart Cities

Smart Waste Management basato su Machine Learning per il comune di Delft

Il contesto applicativo di riferimento del servizio è un applicativo di Smart Waste Management implementato per il comune di Delft in Olanda volto ad ottimizzare e migliorare le attività di raccolta dei rifiuti della città attraverso l'installazione di sensori per la lettura del livello di riempimento dei cestini e analisi delle informazioni raccolte. In particolare sono stati analizzati i dati disponibili di riempimento dei cestini di Delft su cui GeoSmartLab da due anni raccoglie sistematicamente le informazioni. Il servizio affronta due aspetti: l'elaborazione di algoritmi predittivi basati sull'intelligenza artificiale e algoritmi di ottimizzazione multicriteriali basati sui risultati di scenario dei primi. Nello specifico sono stati sviluppati una serie di algoritmi con linguaggio Python sfruttando strumenti previsionali (Time Series Forecasting) e di ottimizzazione basati su Machine Learning per prevedere il livello di riempimento dei cestini dotati di sensore. Si è cercato di valutare in una data situazione caratterizzata dal livello di riempimento, dalla data di ultimo svuotamento e dalla zona di ciascuno dei cestini, quali sia meglio svuotare, considerando che nello svolgere il compito sono presenti un numero variabile di mezzi dalla capacità limitata.

"Gestione smart della raccolta dei rifiuti urbani"

Laboratorio	GeoSMART Lab
Area di specializzazione	Digitale
Referenti	Alessandro Seravalli
Keyword	Smart Waste Managemet, Machine Learning, Rete Neurale Convoluzionale, Time Series Forecasting

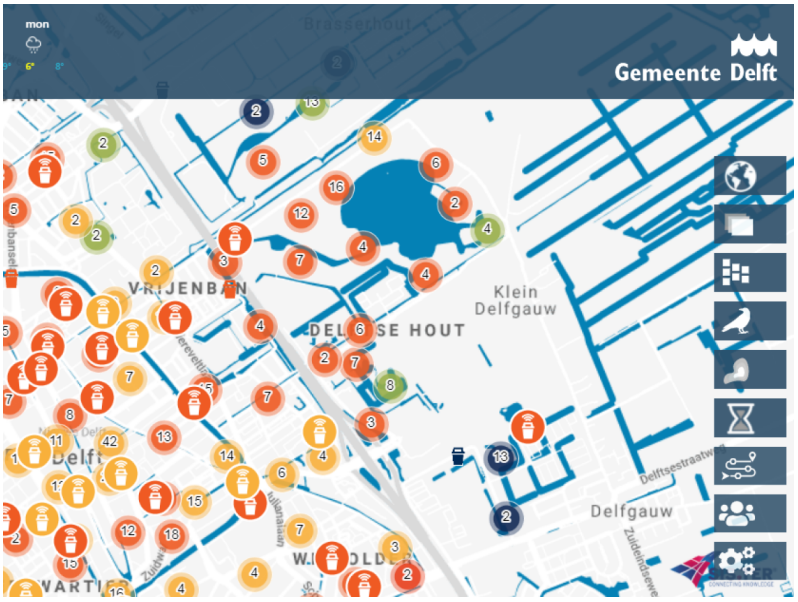


Fig. 1: Smart waste management

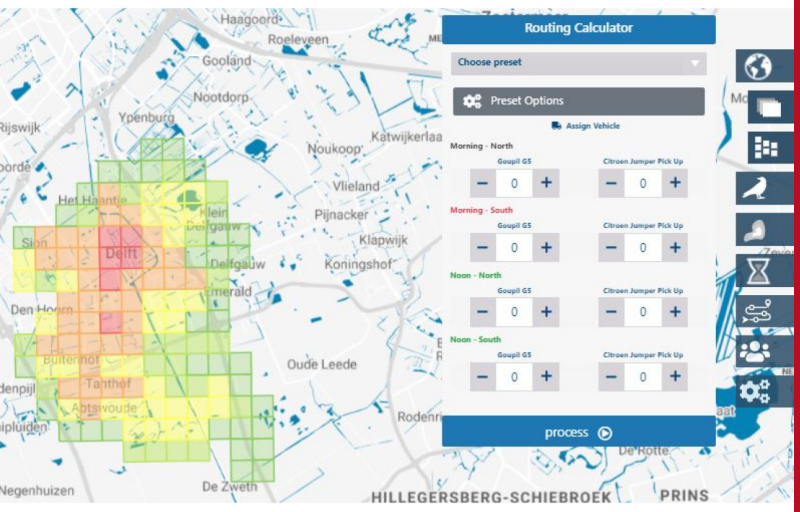


Fig. 2: Routing Calculator

Descrizione

E' stata implementata una Rete Neurale Convoluzionale al fine di predire con un giorno di anticipo il livello di riempimento dei cestini e, successivamente, una funzione di ranking dei vari cestini in base ad alcuni parametri rilevanti (attuale livello di riempimento, distanza dai punti di partenza e arrivo scelti, tempo trascorso dall'ultimo svuotamento, cestini dal buon rank nel proprio intorno di 50m), in modo da individuare quelli con una maggior necessità di essere svuotati.Considerando inoltre che ad effettuare il tragitto e la raccolta dei rifiuti sarebbe stato un numero variabile di camioncini con capienze diverse (solo un volume limitato di rifiuti sarebbe quindi stato caricabile), è stato risolto un Knapsack Problem, dove la capacità era quella totale dei mezzi disponibili ad ogni turno di raccolta e gli elementi erano i cestini, ciascuno col proprio peso pari al volume di rifiuti contenuto e valore pari al rank che aveva ottenuto nella fase precedente.Infine, per ottimizzare il percorso di raccolta è stato risolto un Asymmetric Vehicle Routing Problem sul grafo stradale della città.

Aspetti innovativi

Il servizio si propone di fornire una soluzione al problema dell'ottimizzazione della raccolta rifiuti nella città di Delft sfruttando la grande quantità di dati a disposizione e cercando di valutare in una data situazione caratterizzata dal livello di riempimento, dalla data di ultimo svuotamento e dalla zona di ciascuno dei cestini dei rifiuti, quali cestini sia meglio svuotare riducendo tempi, costi e conseguentemente emissioni di inquinanti all'interno dei centri urbani.

Applicazioni

Questa soluzione può essere potenzialmente adottata da ogni città/comune consentendo di ridisegnare i percorsi di raccolta e ridurre i viaggi non necessari tramite la previsione dei livelli di riempimento. Con questi dati, le aziende di raccolta dei rifiuti possono organizzare e personalizzare nuovi itinerari in tempo reale riducendo gli sprechi e massimizzando il rapporto costi-efficienza

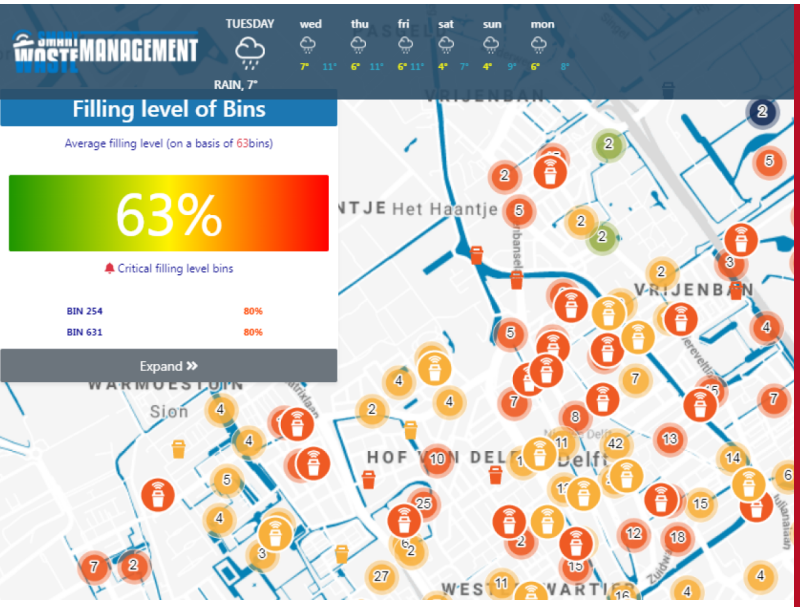


Fig. 3: Filling level of Bins

Partner coinvolti	Il Comune di Delft (Gemeente Delft) e Werkse! , l'azienda incaricata della gestione dei rifiuti.
Tempi di realizzazione	due/sei persona
Livello di maturità tecnologica	TRL 9 - sistema reale testato in ambiente operativo
Valorizzazione applicazione	La creazione di un grigliato volto alla definizione del livello di stress da rifiuti delle varie aree della città per identificare i cestini in cui installare i sensori, le previsioni di riempimento effettuate per mezzo di una Rete Neurale Convoluzionale (CNN) e l'utilizzo di algoritmi basati su strumenti propri dell'ottimizzazione combinatoria permettono di creare uno strumento per la gestione di raccolta dei rifiuti innovativo ed inesplorato nell'ambito dello smart waste management.

Esempio di applicazione

Smart Waste Managemet nel comune di Delft.

Il contesto applicativo di riferimento del servizio è un applicativo di Smart Waste Managemet implementato per il comune di Delft in Olanda volto ad ottimizzare e migliorare le attività di raccolta dei rifiuti della città attraverso l'installazione di sensori per la lettura del livello di riempimento dei cestini e analisi delle informazioni raccolte. Durante la prima fase del progetto è stato creato un grigliato composto da aree di 500x500 metri volto alla definizione del livello di stress da rifiuti del comune di Delft, sulla base di vari indicatori (presenza di attrazioni turistiche, tipi di edifici al suo interno e scorrimento viario e ciclabile nella zona). Sulla base di quest'analisi urbana del comune sono stati poi individuati alcuni cestini che ben si prestavano, data la loro zona, ad essere usati anche come base per la stima dello stato di riempimento dei cestini non dotati di sensori. Sfruttando la grande quantità di dati a disposizione creata dai sensori, è stata quindi stata implementata una Rete Neurale Convoluzionale (CNN) al fine di predire con un giorno di anticipo il livello di riempimento dei cestini. Percorsi di raccolta ottimizzati in termine di tempo, distanze e risorse utilizzate, vengono quindi elaborati tramite tecniche di ottimizzazione basate su algoritmi di Machine Learning e visualizzati sia in una dashboard a disposizione delle autorità incaricate della raccolta dei rifiuti urbani, sia in una mobile web-app a disposizione dei singoli operatori.

GeoSmart Lab®
Laboratory of Geographical Sciences and Technologies and Smart Cities

GeoSMART Lab

Laboratorio di Ricerca sulle Scienze e Tecnologie Geografiche e sulle Smart Cities



Sito web	http://www.geosmartlab.org/
Direttore	Alessandro Seravalli
Data pubblicazione	23/02/2022

GeosmartLab è un Laboratorio privato di Ricerca sulle Scienze e Tecnologie e sulle Smart Cities. Si propone quale soggetto attivo nella formazione, nella ricerca applicata e nel trasferimento tecnologico. Nasce nel 2015 e costituisce la forma in cui si consolida l'attività di ricerca e sviluppo dell'azienda Sis.Ter srl.
Il laboratorio è accreditato alla Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna, certificato al MIUR con iscrizione nello Schedario Anagrafe nazionale delle Ricerche art.64 c.1 DPR 11/1980 n.382.
Il laboratorio sviluppa tecnologie e servizi relativamente alle tematiche geografiche e delle smart cities in sintonia e allineamento con la linea RIS3ER (Smart Specialization Strategy) relativamente alle priorità strategiche S3.Aderisce come socio fondatore dal 2017 ai Cluster-ER focalizzando la propria attività nei settori:
• Agroalimentare
• Edilizia e Costruzioni
• Innovazione nei Servizi
Gli ambiti prevalenti di attività su cui il Laboratorio opera sono:
• IoT e sensor&monitoring, per la raccolta dati in tempo reale nei diversi settori (Industry, cities, agricolture, innovazione servizi).
• Decision Support System e Dashboard basati sull'intelligenza artificiale (AI).
• AI e Data Visualizzation integrata da fonti eterogenee applicabile a contesti legati alla città e alla sua fruizione da parte dei cittadini e dei turisti
• AR/VR per la valorizzazione e diffusione della conoscenza.
• Piattaforme collaborative cloud/saas dato.