

Relazione Sistemi Context Aware: RiciclaMe, un app per lo smaltimento dei rifiuti abbandonati

Michele Contu*,

* Laurea Magistrale in Informatica, Università di Bologna, Italia

Email: michele.contu@studio.unibo.it

Abstract—Lo smaltimento e il riciclaggio dei rifiuti da parte dei cittadini è un argomento sempre più caldo, che si unisce col sempre più sentito problema dell'inquinamento globale. Sono tanti i tentativi di ottimizzazione dell'intero sistema di smaltimento, tuttavia sono gli stessi cittadini, alla base del sistema, che ancora si mostrano inefficienti nella differenziazione dei rifiuti prodotti. Si aggiungono inoltre ai problemi citati gli ingenti quantitativi di rifiuti che quotidianamente sono abbandonati in maniera incontrollata, che necessitano interventi di smaltimento straordinari, e che oltre a creare un grave danno a livello ambientale rappresentano un pericolo concreto anche per la salute. [1] L'applicazione qui modellata si ispira in particolare all'"onda verde" che ha investito l'Europa recentemente, e in particolare a tutti i volontari che si occupano di identificare e smaltire i rifiuti dispersi nell'ambiente. Con l'applicazione proposta è possibile identificare i rifiuti raccolti tramite AI, che vengono poi geotagati con la posizione del loro ritrovamento. Attraverso un sistema di mappe, geo-fence e geo-query è possibile visualizzare i rifiuti colti dall'intero bacino di utenti, interrogare i dati di determinate località e visualizzare le specifiche di ogni rifiuto raccolto. Si spera che con l'utilizzo massivo dell'applicazione qui descritta si riesca a costruire un dataset robusto che sia di supporto alle operazioni di tutela ambientale.

I. INTRODUZIONE

La relazione andrà a esporre come dalle fasi di ideazione e progettazione si è passati alla realizzazione effettiva dell'applicativo qui presentato. Si è prima di tutto effettuata una fase di ricerca, per attestare quali fossero le tecnologie più convenienti dal punto di vista implementativo, e successivamente si è proceduto con la realizzazione modulare di tutte le componenti costitutive dall'architettura progettata. La porzione più consistente del progetto, sul quale è stato dedicato più lavoro è stata quella dell'interfaccia utente, di cui si parlerà con dettaglio nella sezione use-case, in cui oltre alla presentazione dell'interfaccia mobile, saranno presentati dei casi d'uso reali dell'applicazione in relazione a quelli che sono i task eseguibili attraverso il suo utilizzo. Anche se il progetto è qui proposto a livello embrionale, getta le basi per la costruzione di un applicativo completo, che può con l'integrazione di un sistema gamificato, incentivare realmente l'utente allo smaltimento e alla corretta differenziazione dei rifiuti abbandonati.

II. PUBBLICAZIONI CORRELATE

Le pubblicazioni in ambito di waste management e waste recycling sono in crescita. In particolare le applicazioni in

ambito recycling sono quelle più studiate. In WasteApp: Smarter Waste Recycling for Smart Citizens [2] è proposta una soluzione user friendly che basandosi sull'user centered design, propone un'applicazione innovativa che incentiva l'utente all'attuazione delle corrette procedure di riciclaggio. In generale, in tale ambito, la direzione intrapresa da molti paper di tipo applicativo si basa sulla creazione di applicativi che mettono in risalto l'interazione uomo-macchina e la gamificazione del processo di riciclo, incentivando l'utente a svolgere correttamente tale onere. In GarbMAS: Simulation of the Application of Gamification Techniques to Increase the Amount of Recycled Waste Through a Multi-agent System [3] si studiano proprio i processi di gamificazione (anche se in un sistema ad agenti) per il miglioramento del processo di smaltimento dei rifiuti. GarbMAS impiega un sistema multi-agente che simula la raccolta dei dati e una gestione efficiente dei rifiuti nelle città attraverso tecniche di gamification per incrementare la motivazione al cambiamento dei cittadini e quindi aumentare la partecipazione e la quantità di materiale riciclato. Un altro paper in questa direzione è Use of Gamification Techniques to Encourage Garbage Recycling. A Smart City Approach, in cui in un'ottica più estesa, considerando un approccio in larga scala, si punta a tecniche di gamificazione, non solo per l'aumento del materiale riciclato ma anche per il conferimento di incentivi concreti all'utenza.

III. PROGETTAZIONE

Già dalle prime fasi della progettazione si è pensato alla creazione di una semplice API Rest utile per il salvataggio dei rifiuti identificati dall'utenza e da un front-end ad esso collegato, utile per l'elaborazione parziale dei dati interrogati e per la loro visualizzazione.

A. Rest API

Il flowchart definisce quali siano le possibili routes dell'API e quali operazioni siano eseguibili su di esse, oltre che specificare quali siano i tipi di risposte generate dal back-end dipendentemente dai parametri e dalle richieste effettuate.

Per la progettazione del back-end si è pensato a un'API REST che potesse immagazzinare e restituire i dati dei reperti immagazzinati dall'utenza, e che fosse completamente slegata

Express.js Backend API

michele.contu | June 27, 2019

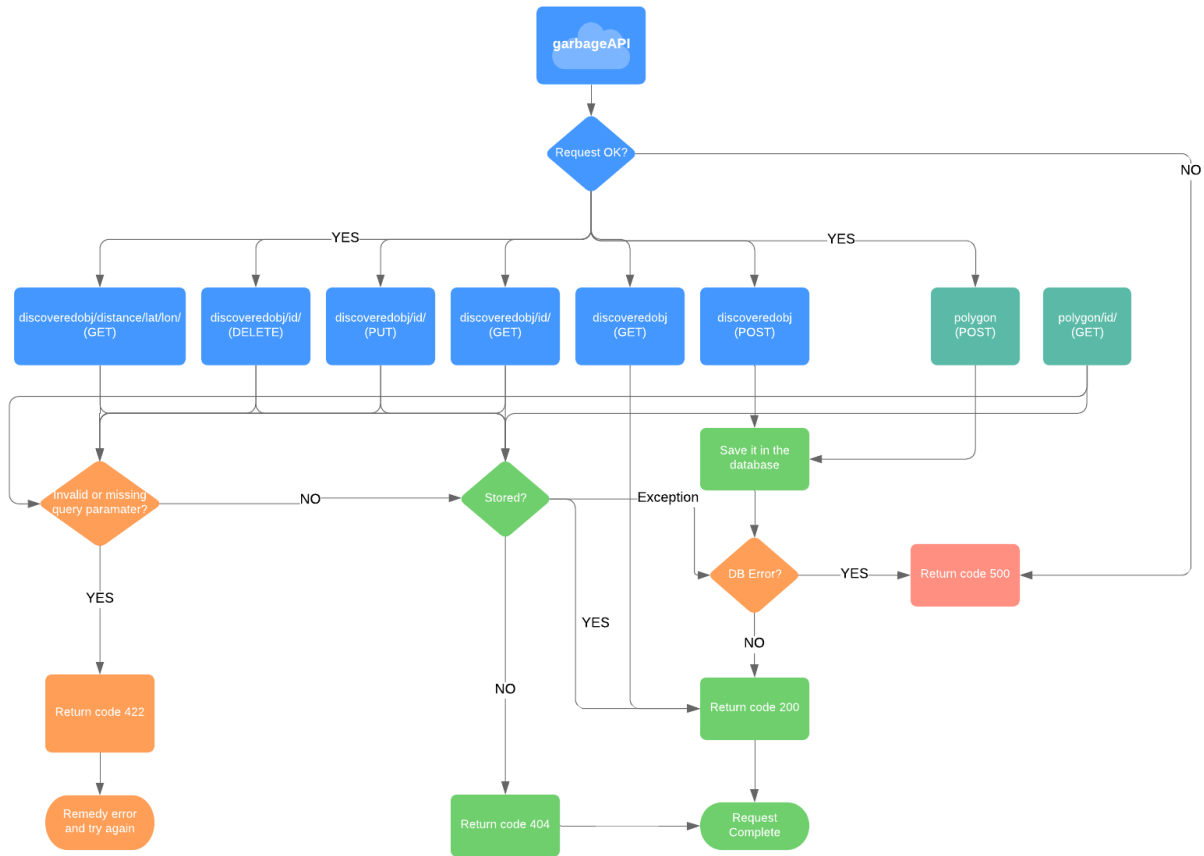


Fig. 1. API Flowchart.

da ogni applicazione front-end, mobile o desktop. Le principali risorse dell'API sono due:

- **Discovered Objects:** l'API come si può notare nella figura 1 permette la creazione, modifica, eliminazione e interrogazione di tutti i rifiuti trovati dell'utenza;
- **Polygons:** è una risorsa di supporto alla ricerca tramite geo-fence, è possibile creare un poligono entro il quale effettuare la ricerca dei rifiuti. Inoltre è possibile ricercare un poligono per ID.

B. Frontend

Il frontend si occupa dell'elaborazione parziale dei dati richiesti e ricevuti dall'API e della loro visualizzazione. Le principali funzioni che esso esegue sono le seguenti:

- **Identificazione di un rifiuto tramite foto:** una volta che un oggetto è stato trovato, sarà possibile per l'utente scattare una foto e avviare il processo di riconoscimento automatico di questo.

- **Salvataggio del ritrovamento:** una volta che il processo di riconoscimento di immagine è andato a buon fine, è possibile salvare quanto trovato tramite l'API con database dedicato.
- **Localizzazione della posizione:** la posizione dell'utente è riconosciuta in tempo reale, e viene utilizzata per geotaggar i ritrovamenti degli oggetti, in modo che siano interrogabili tramite query geospaziali.
- **Query geospaziali:** è possibile interrogare il database degli oggetti ritrovati attraverso query geospaziali, in questo modo conoscendo la posizione di un oggetto sarà possibile visualizzare quanti oggetti sono stati ritrovati a una determinata distanza, o definendo un geo-fence sarà possibile identificare quali oggetti rientrino nell'area circoscritta.

Il sequence diagram in figura 2 permette di capire a livello architetturale come i dati passino da una componente all'altra per la registrazione di un ritrovamento, e per la successiva visualizzazione e ricerca.

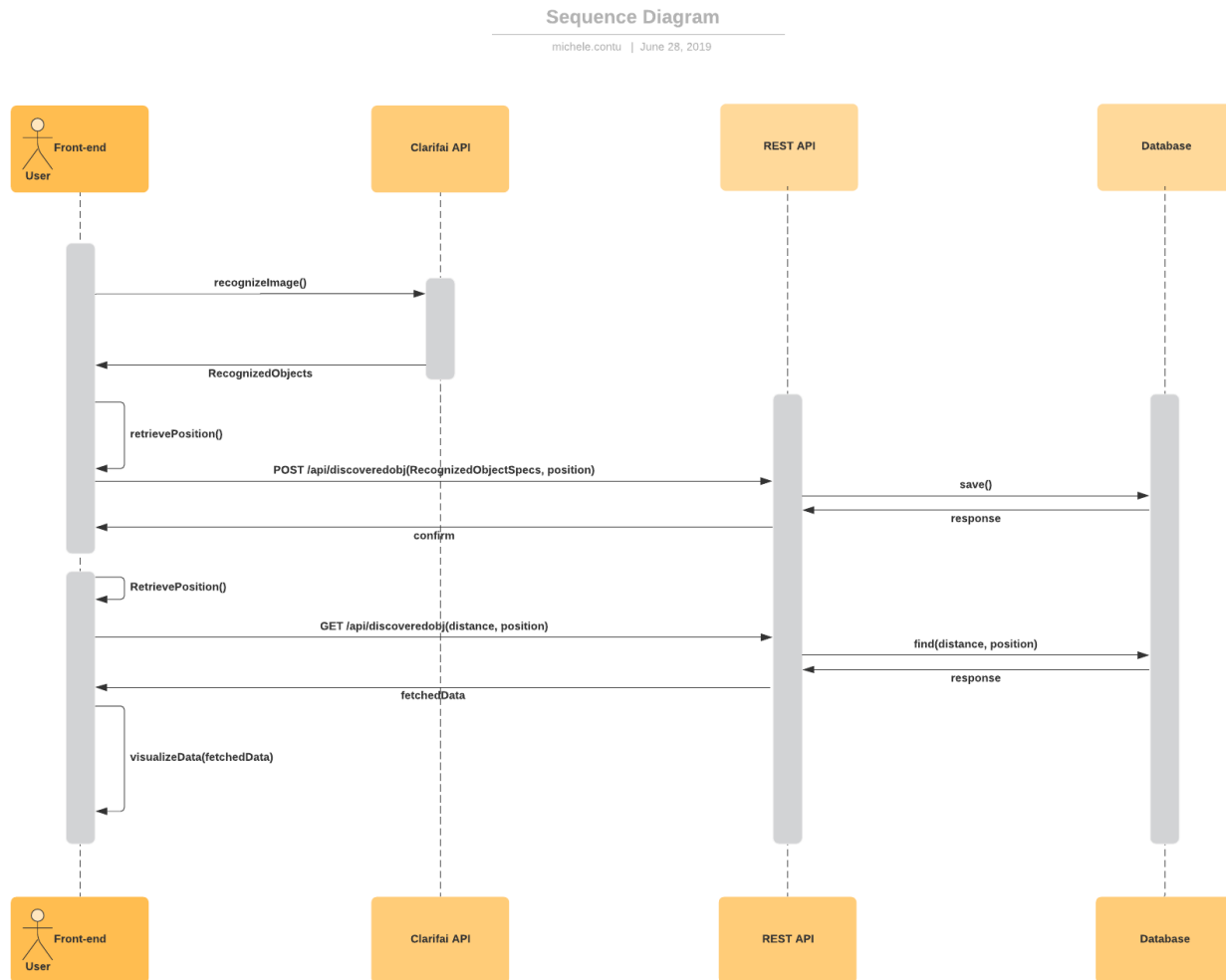


Fig. 2. Sequence Diagram.

IV. IMPLEMENTAZIONE

Le componenti che costituiscono il sistema sono principalmente due. Il back-end è realizzato attraverso l'utilizzo di ExpressJS, mentre il front-end è realizzato attraverso l'utilizzo di React Native, tecnologia per lo sviluppo di applicazioni mobile attraverso il framework ReactJS.

A. MERN Stack

MERN è un insieme di componenti che forniscono un framework end-to-end per la creazione di applicazioni web dinamiche; partendo dal front-end fino ad arrivare al lato database. Lo stack è composto da:

- MongoDB: database no-sql orientato agli oggetti, utilizzato nell'applicazione descritta per lo storage dei dati dell'intera API Rest.
- ExpressJS: è un framework per applicazioni web per Node.js, è stato utilizzato nell'applicazione qui descritta per il back-end.

- React Native: è una libreria che abilita la creazione di interfacce interattive che supportano aggiornamenti in real time. Caratterizzato da una struttura a componenti, permette la creazione di interfacce modulari. Ogni componente ha il suo interno uno stato che tiene traccia dei cambiamenti che avvengono a livello di presentazione. Attraverso la modularizzazione delle componenti è possibile (a ogni cambiamento di stato) aggiornare singole componenti, senza dover ricaricare l'intera interfaccia utente.
- NodeJS: è un ambiente di esecuzione per JavaScript, è multiplatforma e orientato agli eventi.

B. Clarifai

Clarifai è il servizio utilizzato per il riconoscimento dei rifiuti identificati dall'utenza. Attraverso una API interrogata direttamente dal front-end è possibile inviare al servizio le foto di quanto trovato per il riconoscimento. Il nucleo della tecnologia di Clarifai è basato su reti neurali convoluzionali

[4], processo che consente di apprendere da set di dati di test e trarre conclusioni proprie, in questo modo si riescono a prevedere i tag corretti per immagini o video, che identificano quanto fotografato o ripreso.

C. Database Geospaziale

Il database, come già anticipato, è MongoDB; si è scelto di modellare la base di dati con tale tecnologia per il fatto che sono integrate in esso tutte le tecnologie per il salvataggio e l'interrogazione di data geo-spaziali. In particolare è possibile utilizzare come index proprio un dato geospaziale. In particolare è possibile censire in una collection una serie di luoghi identificati tramite longitudine e latitudine, secondo lo specifico formato GeoJSON. Tramite l'utilizzo di un index geo-spaziale è possibile effettuare query geo-spaziali che permettono, rispetto al luogo selezionato, di trovare i luoghi o gli oggetti a esso più vicini in termini geografici, oppure di ricercare per intersezione i luoghi interessati rientranti in un certo geo-fence.

Non solo è possibile indicare come indice un punto con specifiche coordinate, ma anche un poligono. In questo modo è possibile sfruttare tale riferimenti per la costruzione di query geo-spaziali. Nel caso in cui si proceda con l'identificazione dell'intersezione di un oggetto "poligono" con più oggetti "punto", saranno effettivamente restituiti solamente i punti inclusi nell'area del poligono indicato nella query. Nei codice riportato a seguire sono illustrate le modalità di creazione di uno schema con index geo-spaziale, uno basato sulla geometria "Point" e uno con indice "Polygon".

```
const DiscoveredSchema = mongoose.Schema({
  name: String,
  characteristics: String,
  location: {
    type: { type: String },
    coordinates: []
  }
});
```

Innestato all'interno di "location" è possibile istanziare come anticipato sia un tipo di dato "Point" che "Polygon". Gli operatori utilizzati per la scrittura delle query geo-spaziali sono *geoWithin* e *near*.

- *geoWithin*: seleziona i documenti con dati geospaziali che esistono interamente all'interno di una forma specificata.
- *near*: Specifica un punto per il quale una query geospaziale restituisce i documenti dal più vicino al più lontano.

V. USER INTERFACE

Una delle parti più consistenti del progetto è stata quella dedicata alla modellazione della visualizzazione tramite mappe. Principalmente lo scopo delle mappe è mostrare i ritrovamenti degli utenti sulla mappa e offrire differenti modalità di ricerca di questi:

- *Geofence radiale*: è possibile ricercare e visualizzare i contributi dell'utente tramite market sulla mappa attraverso l'utilizzo di un geo-fence radiale.
- *Geofence a disegno libero*: è possibile disegnare a piacimento un geo-fence per una ricerca ancora più dettagliata.
- *Visualizzazione tramite cluster*: visualizzazione compatta di tutti i contributi che l'utenza posta.

A. Geo-fence radiale

Attraverso la modalità di ricerca radiale (presente in figura 3) è possibile incrementare e decrementare il raggio di ricerca del geofence. Verranno visualizzati a schermo solo i contributi degli utenti che rientrano in un certo range, espresso in km. I dati sono restituiti dall'API Rest, che attraverso una query geo-spaziale cerca solo i contributi interessati.

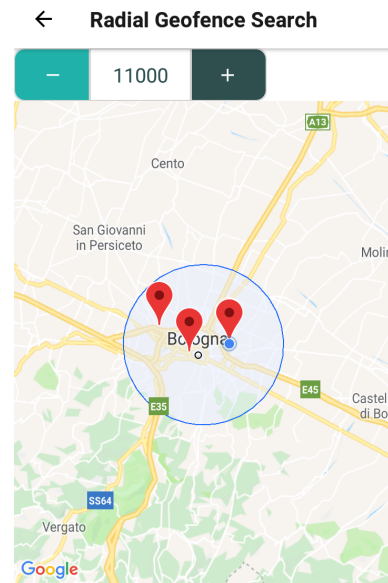


Fig. 3. Ricerca per geo-fence radiale.

B. Geo-fence libero

Con tale modalità di ricerca (visibile in figura 4) è possibile disegnare a schermo il geo-fence entro il quale effettuare la ricerca dei contributi dell'utente. Le gesture che sono permesse sono sia il tracciamento del perimetro che il fissaggio di alcuni vertici attraverso singoli click. Nel caso in cui si scelga la modalità di click singolo, il poligono verrà tracciato autonomamente dall'interfaccia.

C. Clustering

Con la modalità "clustering" (visibile in figura 5) è possibile raggruppare i contributi dell'utente in cluster dipendentemente dallo zoom adottato sulla mappa. Nel caso in cui lo zoom sia minimo verranno raggruppati più marker possibili all'interno del cluster, mentre nel caso in cui lo zoom sia considerevole i marker tenderanno alla visualizzazione classica senza alcun raggruppamento.



Fig. 4. Ricerca per geo-fence libero



Fig. 5. Visualizzazione tramite clustering.

Sarebbe opportuno oltretutto testare diversi servizi di riconoscimento d'immagini, per quanto Clarifai sia affidabile, non ha disponibili dei test che misurino quanto sia preciso nella classificazione, nonostante nell'utilizzo dell'applicativo si sia dimostrato affidabile.

REFERENCES

- [1] T. P. K. Senathirajah, "How much microplastics are we ingesting?: Estimation of the mass of microplastics ingested. university of newcastle, australia," June 2019.
- [2] D. Bonino, M. T. D. Alizo, C. Pastrone, and M. Spirito, "Wasteapp: Smarter waste recycling for smart citizens," in *2016 International Multidisciplinary Conference on Computer and Energy Science (SpliTech)*, pp. 1–6, July 2016.
- [3] A. González-Briones, D. Valdeolillos, R. Casado-Vara, P. Chamoso, J. A. García Coria, E. Herrera-Viedma, and J. M. Corchado, "Garbmas: Simulation of the application of gamification techniques to increase the amount of recycled waste through a multi-agent system," in *Distributed Computing and Artificial Intelligence, 15th International Conference* (F. De La Prieta, S. Omatu, and A. Fernández-Caballero, eds.), (Cham), pp. 332–343, Springer International Publishing, 2019.
- [4] M. D. Zeiler and R. Fergus, "Visualizing and understanding convolutional networks," *CoRR*, vol. abs/1311.2901, 2013.

VI. CONCLUSIONI

L'applicazione qui presentata seppur in stato embrionale si può attestare come funzionante e utilizzabile nel suo attuale stato di sviluppo, tuttavia sono molti i miglioramenti che sono attuabili. Per incentivare l'utenza alla ricerca e al riciclaggio sarebbe utile integrare degli opportuni meccanismi social di condivisione e confronto, in modo da creare, attraverso l'interazione con la rimanente utenza, un sistema gamificato che punta alla competizione e alla creazione di un circuito di rinforzo positivo. Sicuramente è da migliorare anche la visualizzazione dei singoli ritrovamenti, e sono da apportare in generale migliorie a livello d'interazione.