

Modello dinamico per lo smart waste urbano: l'esperienza di Delft

Alessandro Seravalli ^(a), Ines de Palma ^(a)

^(a) GeoSmart Lab/Sis.Ter srl, Via Emilia 69 Imola (BO), 05423611550, sister@sis-ter.it

Abstract

Ad oggi, i livelli di produzione di rifiuti solidi urbani sono aumentati significativamente in conseguenza di urbanizzazione, crescita demografica e cambiamenti di stili di vita. La pratica di "gestione del rifiuto" (*Waste Management*) assume, quindi, un ruolo cruciale. Entro tale panorama si contestualizza il lavoro di ricerca nell'ambito del progetto SCIFI (*Smart Cities Innovation Framework Implementation*) che ha coinvolto quattro città dell'area: Mechelen (B), Bruges (B), Delft (NL) e Saint-Quentin (F) e ha previsto l'elaborazione e la validazione di un DSS (*Decisional Support System*) per i rifiuti da cestini di arredo urbano nella città olandese di Delft.

La città, nella sua complessità, è sempre più viva e generatrice di informazioni attraverso le innumerevoli applicazioni e servizi che quotidianamente, in ogni istante, acquisiscono dati e li elaborano in maniera più o meno complessa per erogare servizi. L'insieme di queste informazioni è spesso sottoutilizzata e generano rumore, ovvero informazioni inutili. L'inutilità è spesso data dall'incapacità di trattare informazioni eterogenee portandole ad una sintesi globale. Attraverso la costruzione di un elemento aggregatore quale il *grid*, già sperimentato in più occasioni relativamente a diverse analisi di fenomeni urbani tra i quali l'obsolescenza urbana per la città di Bologna (Seravalli, 2018) o lo studio sulle città effettive per la Regione Emilia Romagna (Seravalli, 2018), il progetto ha cercato di costruire un sistema dinamico che possa fornire indicazione/consiglio sulla frequenza media di svuotamento nella settimana dei cestini distribuiti nella città di Delft.

Finalità e Metodologia

L'obiettivo del progetto è identificare quali aree sono potenzialmente più soggette ad un utilizzo intensivo dei cestini di raccolta distribuiti nella città in base sia alla concentrazione demografica che alle caratteristiche morfologiche e di utilizzo della città di Delft. L'adozione del grigliato come struttura a cui riferire le diverse informazioni e come copertura di monitoraggio deriva dalla necessità di garantire un approccio omogeneo, strutturato e scalabile. La città può essere vista come un organismo complesso costituito da fenomeni, relazioni, eventi, economie, flussi, relazioni, tutte fra loro interconnesse. L'abbinamento di sequenze di elaborazioni tramite operatori elementari generano quella che Tomlin nel 1992 definì la Map Algebra (Seravalli, 2011). L'adozione del grigliato Eurostat del kmq costituisce una maglia regolare utile ai fini della rappresentazione geostatistica: le celle hanno la stessa dimensione

e possono essere facilmente paragonate fra loro, le griglie sono stabili nel tempo, i dati all'interno delle griglie si integrano facilmente, la griglia stessa può essere suddivisa in sottounità o in sovraunità a prescindere dalle suddivisioni gerarchiche delle unità amministrative.

Su questa struttura virtuale che ricorda la logica del reticolo geografico è stata portata avanti l'acquisizione e la georeferenziazione dei dati reperibili on-line e forniti dai partners olandesi al fine di implementare una serie di coperture relative agli spazi verdi, alla nettezza urbana, ai servizi, del tessuto edilizio e in generale alla fruizione dello spazio urbano della città di Delft.

I dati selezionati sono stati elaborati in indicatori normalizzati su scala 1:100 riferibili a tre macro categorie di indicatori (Turismo, Edifici o Aree ad uso pubblico, Grado di eterogeneità urbana) associati ad una griglia basata sul sottomodulo Eurostat avente per base un quadrato 500 m x 500 m. A questi indicatori è stato assegnato un peso e una relazione algebrica positiva o negativa in funzione dell'impatto ottenendo l'indicatore sintetico finale.

In base al metodo di analisi descritto, una volta calcolata la sommatoria, è stato possibile rappresentare con una cartografia tematica l'indice potenziale di stress dei punti di raccolta perfezionati anche grazie alla distribuzione dei sensori e quindi alla definizione di campionamenti certi di rilevazione che hanno permesso di ottimizzare il modello. Il primo output grafico consiste in una cartografia tematizzata con una apposita gradazione che indica le zone della città con maggiori criticità, quelle stabili e quelle "virtuose".

Dati e Indicatori

I dati utilizzati sono molteplici e resi disponibili dalla municipalità della città (ad es., posizionamento cestini, demografia, attività, spazi verdi o di aggregazione, ecc.) o da essi da noi derivati (tessuto edilizio, mix funzionale, segmentazione della rete viaria) o comunicati dagli *stakeholders* (ad es., attività di raccolta e abitudini lavorative). Attraverso la correlazione di queste informazioni a dati di natura demografica e statistica è stato possibile condurre un'analisi multilivello ed elaborare la matrice di sintesi volta all'individuazione delle aree di maggiore stress della città di Delft

Nel dettaglio, secondo la classificazione adottata l'analisi ha riguardato:

1. Turismo, comprende gli attrattori turistici (musei, monumenti, ecc.) eventi, strutture ricettive e continuità delle attività commerciali.
2. Edifici o aree ad uso pubblico, comprende i luoghi con funzione pubblica indoor e outdoor come parchi, sport, scuole, edifici pubblici (*meeting function*) fermate bus e tram, panchine, tavoli da picnic. I luoghi pubblici sono analizzati in funzione della popolazione presente nell'intorno.
3. Grado di eterogeneità urbana, comprende due analisi: *mix* funzionale delle funzioni urbane e scorrimento viario e ciclabile. Per quanto riguarda la prima si intende indagare la composizione delle funzioni strutturali della città, identificate in commerciale, residenziale e terziario (uffici); un *mix* equilibrato delle componenti comporta una fruizione differente della città rispetto ad aree meno eterogenee. Per quanto riguarda invece l'analisi dello scorrimento viario e ciclabile, lo scopo è quello di

evidenziare quei luoghi dove sussiste una maggiore interruzione del movimento e quindi una più probabile concentrazione di persone.

Adottando un opportuno sistema di pesatura e di sommatoria di impatti, è stato possibile ottenere un indicatore finale sintetico. Esso è rappresentato in una cartografia tematica (grigliato statico). L'attività di monitoraggio *real time* con sensori *smart waste* invece, ha previsto uno schema di 15 cestini campione per la validazione e l'avviamento dell'attività di ottimizzazione raccolta e controllo in tempo reale. Il grigliato quindi si è evoluto in un sistema dinamico e rimodulabile, da un lato si è ottenuta una cartografia tematica con gradazione delle zone critiche, stabili o virtuose; dall'altro un grigliato dinamico utilizzabile dalla governance della città per identificare situazioni di stress rispetto ai rifiuti; si tratta quindi di un cruscotto (Dashboard) di gestione con tool di ottimizzazione percorsi di raccolta, interfacciamento con notifiche da cittadini e previsioni. Quest'ultimo è una soluzione potenzialmente replicabile e integrabile anche in altri contesti.

A tal fine per individuare le celle con caratteristiche simili a quelle monitorate e quindi assegnare i valori dei sensori. è stato implementato un margine di scostamento massimo e assegnati i valori dei sensori delle celle monitorate a quelle che più si avvicinano alle caratteristiche descritte consentendo di verificare più condizioni, in cui tutte le condizioni devono essere vere o false e costituendo un rapporto tra indicatore delle celle e il valore della cella campionata.

SE(E(Una condizione è vera; Un'altra condizione è vera); Valore se Vero;
Valore se Falso)

Con valori

Opzione 1 SE(E(AE3<=1,05;AE3>=0,95);"1";"0") quindi con la tolleranza di +/- 0,05

Opzione 2 SE(E(AE3<=1,1;AE3>=0,9);"1";"0") quindi con la tolleranza di +/- 0,1

Le celle al cui interno non sono presenti cestini non sono state prese in considerazione nell'elaborazione, mentre si è presa in considerazione una tolleranza di +/-10% per l'omogeneizzazione delle celle congrue.

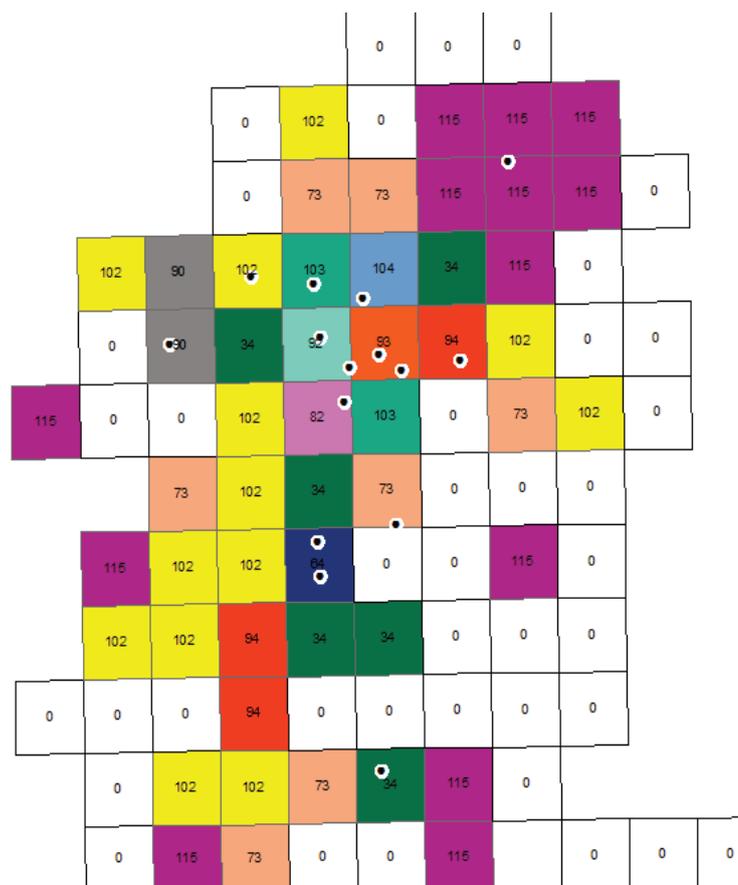


Figura 1 Simulazione celle omogenee (numero cella valore di riferimento) tolleranza + - 10% su indicatore complessivo

Per capire se lo svuotamento è coerente con il massimo ingombro sono state individuate le seguenti variabili:

- Frequenza dello svuotamento che coincide con la massima distanza rilevata dal sensore [Fs] e con il livello più basso del filling level [FI]
- Valore medio di massimo ingombro precedente allo svuotamento [Mi]. Tale valore è assunto come variabile di stato del modello ed è variabile nel tempo
- L'arco temporale di riferimento iniziale per la configurazione del modello è il mese, valutare poi se riferirsi alla settimana o al giorno. [t]

Ottenuti i valori medi dei sensori per le due tipologie dei cestini si sono analizzate le celle interessate dalla presenza dei sensori gestendo alcune casistiche di affinamento (ad esempio casi di più sensori monitorati nella stessa cella) attraverso il monitoraggio e l'assunzione del valore più critico.

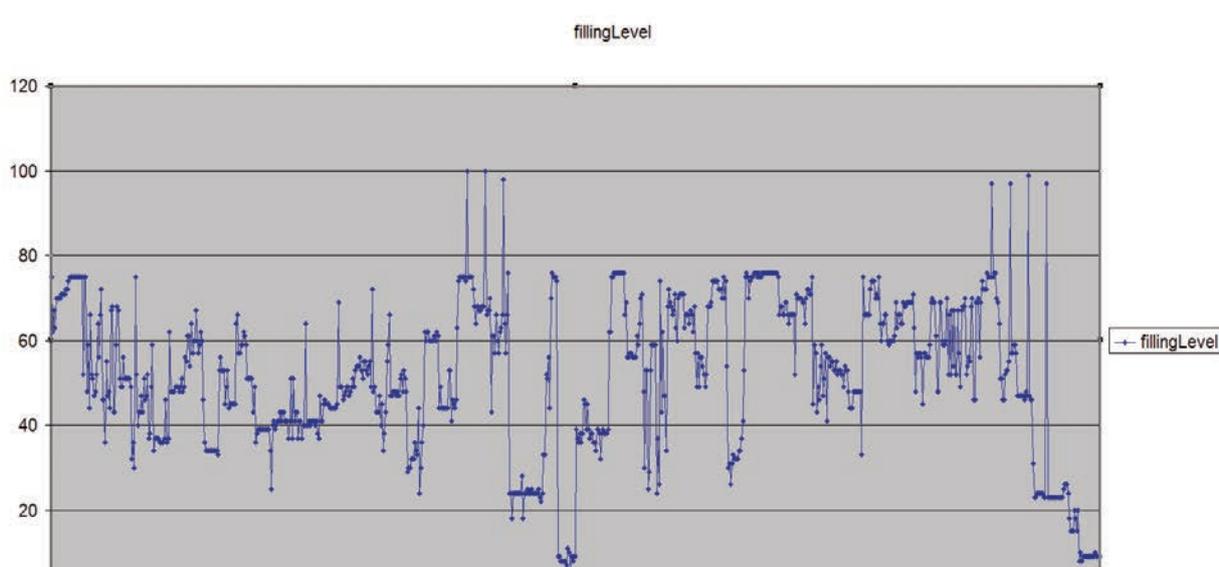


Figura 2 Comparazione periodo 16.05 – 13.06 due sensori nella stessa cella n. 64

Fattore incrementale e Dashboard

Nel caso di eventi nel periodo dell'anno, localizzati nella città, sono stati previsti fattori moltiplicatori in funzione dell'area e dell'evento come $1+V/V_{\text{totale}}$ (visitatore zona mese/ visitatori totali). Che per mese e per zona equivalgono a

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1104	1,00	1,10	1,00	1,12	1,03	1,04	1,00	1,20	1,16	1,01	1,00	1,20
1402	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1103	1,00	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2805	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2807	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2804	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02
1102	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Figura 3 Esempio calcolo fattore incrementale eventi

Le celle intermedie non associate assumeranno un valore mediano fra i valori delle celle confinanti, oppure a monte è fissato per essere un fattore di riduzione proporzionale alle mediane dei valori confinanti.

Questo modello è stato implementato in un cruscotto (Dashboard) di gestione con tool di ottimizzazione dei percorsi di raccolta, interfacciamento con le notifiche dei cittadini e previsioni riguardanti il posizionamento delle dotazioni; soluzione potenzialmente replicabile e facilmente integrabile in altri contesti grazie allo sviluppo della soluzione che conta sulla potente struttura di data modelling della piattaforma di sviluppo *open source* FIWARE.

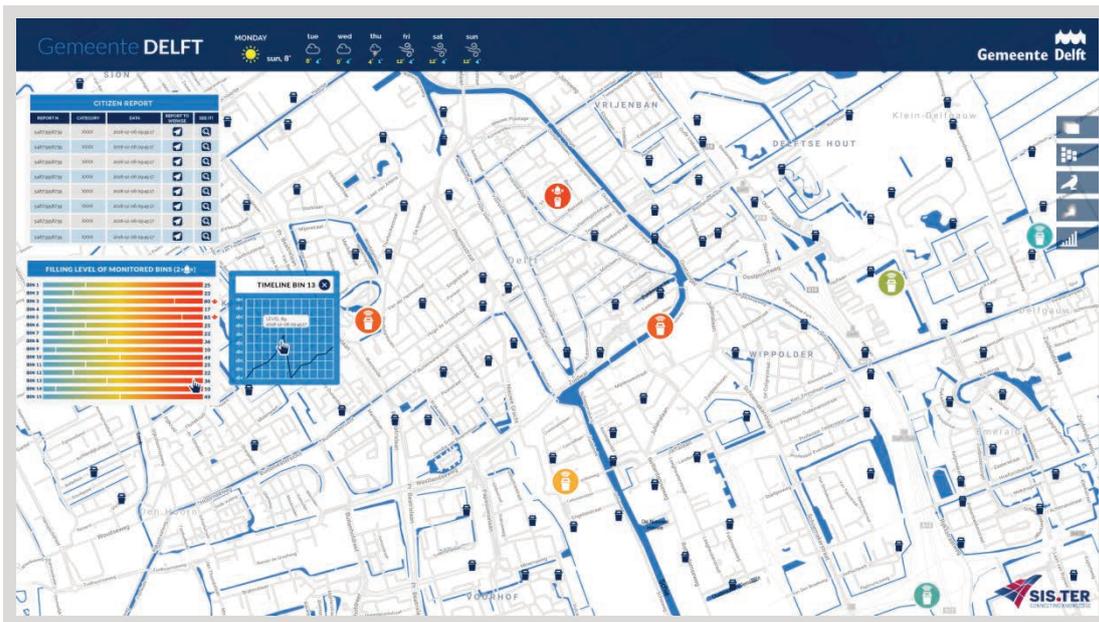


Figura 4 Dashboard finale

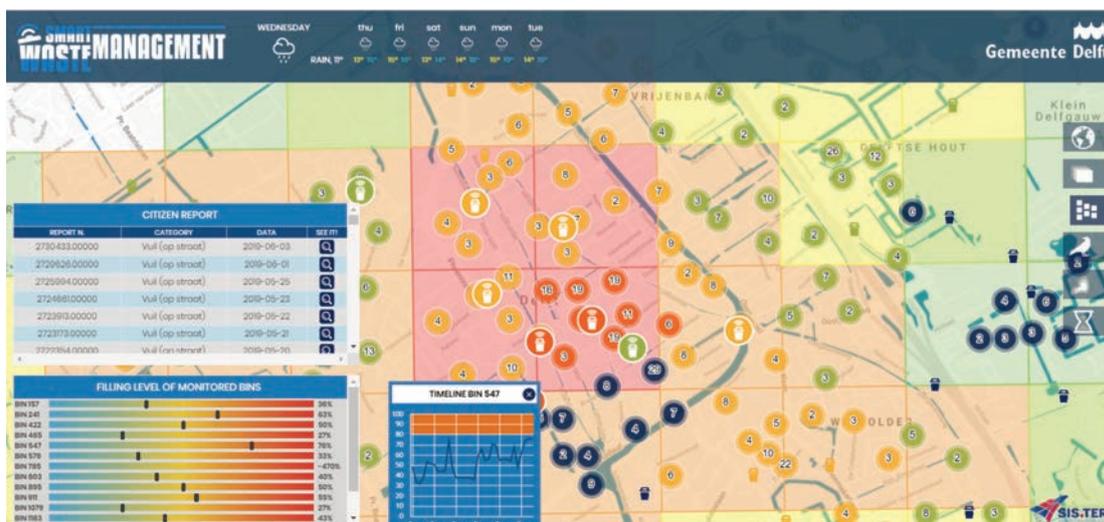


Figura 5 Dashboard finale vista con grigliato e clusterizzazione cestini

Riferimenti bibliografici

Seravalli A. (2018), "Taxonomic model for visualization and monitoring of actual liquid cities", *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, atti 10th International Conference of Innovation in Urban and Regional Planning INPUT, in pubblicazione

Seravalli A. (2018) "Urban Data per monitorare l'obsolescenza urbana – turismo e commercio nei centri storici", in *Rapporto sulle città il governo debole delle economie urbane*, Edizioni Urban@it Working Papers 2/2018

Seravalli A. (2018), "Strumento a supporto delle decisioni per la governance dell'obsolescenza urbana" in, *Atti della XX Conferenza Nazionale SIU 2017. Urbanistica e'è azione pubblica. La responsabilità della proposta*, Planum Publisher, Roma-Milano, 946-955

Seravalli A. (2011), *GIS Teorie e Applicazioni*, La Mandragora Edizioni, Imola