

Andrea Trentini<sup>1</sup>, Federico Losacco<sup>2</sup>

## **SOSTENIBILITÀ URBANA E SHARING ECONOMY: LA NECESSITÀ DI LINEE GUIDA E SPECIFICHE DI ACCESSIBILITÀ PUBBLICA DEI DATI PER I SERVIZI DI CAR-SHARING**

### **Abstract**

*In modern countries, urban traffic with its “congestion factor” is fought by introducing regulations to reduce private traffic: tolls, dedicated lanes, narrow lanes, low speed limits, reduced parking availability, etc. Some help can come from “car-sharing, i.e., pools of shared vehicles to be rented for short periods of time. Car-sharing systems transfer (vehicle) resource control from private users to public administrations and firms and can add costs for users, but they are believed to optimize the ecological aspect of transport. Car-sharing vendors (often private firms) “publish”, with many limitations, data about the state of their vehicle pool. This data can be used to analyse the overall traffic behavior and efficiency, and thus it should be made completely accessible by law for any third party for verification, transparency and accountability. To show the opportunities in the data the authors scraped car-sharing vendors’ websites for a couple of years and created statistics and graphs. This paper suggests the introduction of the obligation for any car-sharing contractor to supply standard Application Programming Interfaces to access car-sharing data.*

### **1. Introduzione**

La “sostenibilità ambientale” (Kates et al. 2001) viene definita come il tentativo, per fortuna sempre più spesso riuscito, di accordare il necessario e naturale progresso umano con la riduzione (o quantomeno la non crescita) del consumo di risorse naturali limitate e finite (ad esclusione dell’energia solare di cui disporremo ancora per qualche miliardo di anni).

Il concetto di “sostenibilità urbana”, cioè la sostenibilità applicata agli ambienti ad alta densità di popolazione (Bulkeley e Betsill 2005), richiama alla mente ideali come:

- 1) ridurre il consumo di territorio urbano;
- 2) abbassare l’impatto ambientale delle attività umane in ambito urbano;
- 3) migliorare la qualità della vita dei cittadini.

---

<sup>1</sup> Dipartimento di Informatica, Università di Milano, docente di “Cittadinanza Digitale e Tecnocivismo”, andrea.trentini@unimi.it

<sup>2</sup> Dipartimento di Informatica, Università di Milano, laureando, federico.losacco@studenti.unimi.it

Oltre ai progressi tecnologici “puri” (miglioramento dei processi industriali, nuovi materiali, ecc.), da qualche anno a questa parte, il mondo sta sperimentando l’applicazione della cosiddetta “sharing economy” (Comito 2016) come mezzo per muoversi verso una maggiore sostenibilità.

I meccanismi di sharing sono basati sulla condivisione, tra un gran numero di utenti, di “strumenti” (in senso più generico possibile, e.g., nel caso del presente articolo, i veicoli privati) che altrimenti sarebbero pesantemente sottoutilizzati pur “allocando risorse”, consumando cioè altre risorse collegate come spazio, tempo, energia, ecc.

In ambito scientifico ogni teoria, pur intuitivamente sensata, va validata sul campo mediante misurazioni e rilevazioni oggettive. Quindi anche nel caso della sharing economy l’effetto reale di ogni iniziativa necessita di meccanismi di verificabilità scientifica. Soprattutto se l’implementazione, come spesso e ovviamente accade, è a carico della collettività sia in termini economico-finanziari che di rinuncia forzata a strumenti privati.

Il caso del car-sharing è emblematico perché per implementarlo vengono coinvolte ingenti risorse finanziarie (acquisto di nuovi veicoli, costruzione di stazioni di ricarica per quelli elettrici, ecc.) pubbliche e la “risorsa stradale” (sia viaria che di sosta) a disposizione dei veicoli privati viene ridotta (sovente in maniera legislativa come nel caso di Milano con l’istituzione di AreaC (<https://areac.atm-mi.it>) che vieta l’ingresso a grandi fette del parco veicoli privato) a favore della “flotta” condivisa.

Ergo servono meccanismi di valutazione pubblici e certificabili, così da dar modo a enti terzi e semplici cittadini di misurare l’effettiva sostenibilità (ma anche utilità) del servizio stesso.

Gli autori lavorano dal 2015 alla raccolta dati - con tecniche di webscraping (Trentini 2014) - del car-sharing di Milano e dall’analisi dei dati sono scaturiti risultati molto interessanti (Trentini and Losacco 2017), tanto che il presente articolo propone la necessità di normative e linee guida formali per gli appalti e più in generale per l’implementazione dei servizi di sharing.

In particolare si propone l’obbligatorietà di implementazione di API (Application Programming Interface) standardizzate di accesso ai dati (opportunamente anonimizzati) in tutti i capitolati/appalti/ecc. delle P.A. che emettono bandi di fornitura. Sulla falsariga di ciò che attualmente avviene per i servizi ferroviari e autotranviari (Ferris, Watkins e Borning 2010).

Il tema della sharing economy è diventato nel corso degli anni di primaria importanza, dopo che alcune società come Uber e Airbnb sono emerse dalla crisi economica del 2008, espandendosi in tutto il mondo. Uber (<https://www.uber.com>) è un servizio di trasporto automobilistico privato attraverso un’applicazione software mobile che mette in collegamento diretto passeggeri e autisti, mentre Airbnb (<https://www.airbnb.it>) è un portale che mette in contatto persone in cerca di un alloggio o di una camera per brevi periodi con persone, generalmente privati, che dispongono di uno spazio extra da affittare.

La sharing economy applicata nel contesto della mobilità sostenibile per alcuni servizi prende ad esempio la forma del car-sharing. Essendo un servizio, quasi by definition, ad alto traffico di utenti ed eventi, genera una notevole mole di dati. L'analisi di grandi moli di dati che vengono generati da questi servizi basati sull'espansione dell'utenza per via tecnologica, può essere di grande rilevanza odierna come indicatore della qualità ed efficienza di un sistema urbano. I dati hanno il vantaggio di poter fornire, mediante opportune analisi, proiezioni a breve o lungo termine su come si comportano i componenti del sistema (il quantitativo di utilizzatori di veicoli di proprietà, processi di "gentrificazione" (Lees, Wyly e Slater 2010), inquinamento in aree densamente concentrate, ecc.) e di conseguenza il sistema stesso potrà evolvere (difficilmente da solo, più probabilmente per configurazione tecnica o politica) nei vari aspetti che lo caratterizzano nel tempo.

Nel campo specifico del car-sharing si possono distinguere 4 tipologie di studi effettuati da parte della comunità accademica, ovvero:

- 1) Comportamento e caratteristiche degli utenti fruitori del servizio;
- 2) Impatto ambientale che esercita il servizio;
- 3) Analisi della domanda del servizio;
- 4) Ottimizzazione di problematiche comuni a tutti i servizi.

L'analisi dei dati e la presentazione di alcune interessanti caratteristiche comportamentali dell'utenza car-sharing servirà come motivazione per la proposta di obbligatorietà di API pubbliche a disposizione di cittadini e terze parti.

### *1.1 Dall'inquinamento al traffico*

L'inquinamento dell'aria divenne un problema per l'essere umano con la rivoluzione industriale. (Seinfeld e Pandis 2012; Lave e Seskin 2013; Steinle, Reis e Sabel 2013). Dagli anni '70 molti governi iniziarono a legiferare (US-EPA 2013) per provare a ridurre le emissioni industriali (impianti nuovi, materiali ecologici, ottimizzazione trasporti, generazione energia pulita, ecc.). Da quel momento in poi l'inquinamento dell'aria iniziò lentamente (cfr. Figura 1) a diminuire di pari passo con il progresso tecnologico.



Figura 1: Trend SO2 (fonte: ARPA Lombardia)

Oggi giorno il traffico urbano di per se viene percepito come il problema principale delle città moderne. Dato il minor peso dell'inquinamento dell'aria attribuibile al traffico, molti governi e amministrazioni locali oggi stanno affrontando il "fattore congestione" introducendo regolamentazioni (Vanderbilt 2009) per ridurre il traffico privato, ad esempio:

- pedaggi per zone con particolare concentrazione di veicoli privati;
- corsie dedicate alla flotta del trasporto pubblico;
- riduzione del numero di corsie stradali per scoraggiare (incrementando però il fattore congestione!) proprietari di auto e spingerli verso la scelta del trasporto pubblico;
- riduzione dell'ampiezza delle corsie (per far rallentare i veicoli, deterrente);
- riduzione dei limiti di velocità (deterrente);
- riduzione della disponibilità di parcheggi (deterrente).

Accanto a queste iniziative di "blocco", pochi anni fa fornitori privati e pubblici iniziarono a rendere disponibile il car-sharing: flotte di veicoli condivisi (su molti utenti) da noleggiare per un breve periodo di tempo (minuti, ore). Di solito a costi più alti (giornalieri) rispetto al costo standard di noleggio di veicoli. La base logica del car-sharing è nei seguenti:

- lo spazio riservato al parcheggio viene risparmiato poiché un singolo veicolo parcheggiato viene utilizzato da molti utenti, non uno solo (come nel caso di un veicolo privato);
- a causa degli alti costi (maggiori di un veicolo privato, ma minori dell'utilizzo dei taxi) per utilizzo, molti utenti, anche se iscritti al servizio, lo usano con maggiore attenzione (magari in combinazione con il trasporto pubblico standard), in questo modo riducendo il carico complessivo di "chilometraggio auto" che la città può sopportare;
- può comunque coadiuvare nella riduzione dell'inquinamento (Firnorn e Müller 2011).

In molte aree urbane, come Milano, misure sulla congestione sono applicate in combinazione, e.g., pedaggi per entrare in una particolare area, car-

sharing (con l'accesso all'area a pagamento inclusa), corsie dedicate, divieto di circolazione per alcuni tipi di (solitamente i più vecchi) veicoli.

Il primo sistema di car-sharing era “confinato” a determinati punti della città dove un utente poteva prendere e restituire l'auto. Oggigiorno la geolocalizzazione e le tecnologie di navigazione via smartphone, in connubio con la diffusione delle infrastrutture per la connettività mobile hanno consentito ai fornitori dei servizi di car-sharing di permettere agli utenti di lasciare (e trovare) i veicoli ovunque vogliano.

## *1.2 Studi analoghi*

Per quanto riguarda la tematica specifica dell'analisi del parco veicolare e degli spostamenti dei singoli mezzi, occorre una breve digressione su alcuni lavori già svolti in tema.

La valutazione effettuata dal Density Design Lab (Density Design Lab 2014) ha riguardato l'analisi degli spostamenti dei veicoli del servizio di car-sharing Enjoy su una base di campionamento al minuto, per una sola settimana (!) al fine di identificare parametri quali: distanza percorsa dai veicoli (considerando la differenza di posizione tra noleggio e restituzione come lunghezza del tragitto); densità di veicoli in determinate occasioni (lo studio valuta ad esempio un incremento del parco auto presenti nelle vicinanze di una struttura ove si manifestò un importante evento calcistico); differenza di utilizzi nei giorni settimanali rispetto al weekend e tra ore mattutine/notturne. Tale studio ha alcune basi comuni con quello svolto nella tesi, con però differente implementazione e obiettivi finali.

Una ricerca denominata “One week of car-sharing” (Patrick Stotz 2013) contiene l'analisi del servizio car2go su 19 città tra Europa e Nord America, di cui è possibile avere solo dei dati sintetizzati senza poter effettivamente avere informazioni specifiche sulle città analizzate. Ciò è stato fatto per volere di Daimler che vietò la pubblicazione dei dati da parte degli autori del progetto.

In terzo luogo, anche se di differente dominio, è utile portare a conoscenza il lavoro in “MetroViz: Visual Analysis of Public Transportation Data” (Fan Du e Segev 2015) che, analizzando il traffico generato dagli autobus, offre spunti utili applicabili anche al dominio car-sharing riguardo il data modeling, processing e visualization. Come esempio nel lavoro documentato in MetroViz vi sono correlazioni tra tempo, posizioni delle fermate dei bus incrociate con l'utilizzo registrato dei mezzi.

Un altro lavoro simile è descritto in (Morency et al. 2007), ma in quel caso l'obiettivo era diverso: l'autore intendeva identificare classi di utenti avendo accesso completo alla struttura ed ai dati del database. Invece, il lavoro descritto in questo articolo è basato sui dati ottenuti senza la richiesta diretta al

fornitore del servizio. Ovviamente, le analisi statistiche nel presente documento rappresentano comportamenti di massa, o comportamenti del singolo veicolo ma disaccoppiati dall'utente che lo guida.

Non siamo interessati in un'analisi socio/economica come (Fellows e Pitfield 2000), ma il nostro lavoro può essere relazionato a (Schmöller et al. 2015) applicato al contesto milanese ed usando solo dati web-scraped.

Infine, una panoramica completa sugli studi relativi al car-sharing può essere letta in (Jorge e Correia 2013).

### *1.3 Panoramica car-sharing*

A Milano, ci sono al momento 5 (meno uno che fece bancarotta nel 2015) servizi di car-sharing disponibili (tutti simili nella modalità di offerta del servizio):

- un utente deve registrarsi al servizio, un abbonamento annuale costa <100 euro;
- i nuovi clienti devono scaricare e installare una specifica app per smartphone;
- l'applicazione funziona solo con GPS (privacy?) e dati mobili (aggiunge costi se non si ha un piano dati);
- l'utente cui serve l'auto può trovarla sulla mappa aggiornata in tempo reale dell'applicazione e addirittura prenotarla anticipatamente;
- (in alcuni casi) le operazioni sopra possono essere fatte via call-center, senza l'utilizzo dell'applicazione, ma con costi aggiuntivi;
- l'utente si avvicina al veicolo prenotato e lo apre con una smartcard RFID o con lo stesso smartphone, attraverso NFC (Near Field Communication);
- l'auto può essere usata a proprio volere (all'interno di limiti di zona/tempo);
- infine l'utente comunica il termine dell'utilizzo del servizio tramite l'app o il call-center.

I costi sono di solito per minuto (all'incirca sui 25 centesimi di euro). Alcuni vendor offrono combinazioni e pacchetti (blocchi minuti per mese ecc.). Per contro i costi dei taxi sono più elevati, più del doppio a parità di tragitto. Gli utenti che usano il car-sharing non devono pagare Area C (ZTL). Le società fornitrici infatti pagano un forfait (1100 euro per veicolo) al Comune di Milano e ne spalmano il costo sugli utenti.

Nello specifico, i servizi di car-sharing analizzati in questo studio sono Enjoy, Car2Go e Share'nGo.

Enjoy (<https://enjoy.eni.com>) è un servizio di car-sharing gestito da Eni che opera con auto Fiat 500, Fiat 500 L e scooter Piaggio MP3, con allestimenti

speciali, e offre un noleggio di tipo “punto a punto” con tariffazione al minuto; sono comunque disponibili anche tariffe ridotte orarie e giornaliere. Il servizio non prevede, se non in casi eccezionali, l’interazione col personale di Enjoy; tutte le operazioni per noleggiare un’auto si effettuano tramite l’utilizzo di un’apposita app per smartphone, del computer di bordo delle auto e di un portale Internet.

Share’nGo (<https://www.sharengo.it/cosa-e-sharengo>) è un servizio di car-sharing gestito da CS GROUP che promuove, attraverso l’utilizzo di microcar elettriche, un servizio a impatto zero e a prezzi in linea con la concorrenza. La quota d’iscrizione è pari a 10 euro e la flotta in questo caso è composta da 650 veicoli con la seguente tariffazione di noleggio pari a un costo di 0,28 euro per veicolo in movimento e di 0,10 euro in sosta.

Car2Go (<https://www.car2go.com>) è un servizio che fornisce servizi di car-sharing in alcune città europee e del Nord America, gestito dalla società moovel GmbH, controllata da Daimler AG. La flotta è composta da 800 veicoli con una tariffazione da 0,24-0,26 euro/min per brevi percorrenze a 13,90 euro/ora per tragitti più lunghi. Costi aggiuntivi possono essere applicati se il veicolo viene lasciato al di fuori della zona operativa vi possono essere costi aggiuntivi. La quota d’iscrizione è pari a 9 euro. La Figura 2 riassume le caratteristiche precedentemente elencate.

Il confronto di flotte e tariffe		€									
	Numero di mezzi	Costo al minuto	Quota d'iscrizione	Addebito anticipato	Zona a tariffa maggiorata	Gestione di ogni multa	Rimozione del veicolo	Fissa per incidenti	Luci access: o finestrino abbassato	Soggetto diverso alla guida	Smartimenti
CAR2GO	800	0,24-0,26	9	0	4,90	20	50	100	0	0	350 (chiave)
ENJOY	950	0,28	0	0	0	25	250	500 (costo del carburante)	50	100	50-250 (chiave)
SHARE'NGO	650	0,10-0,20	10	0	0	20	50	100	50	100	50 (carica elettrica)
DRIVE NOW	480	0,31-0,34	29	10-20	4,90	20	50	100	50	0	50 (carta carburante)

Dati in euro

Figura 2: Tabella riepilogativa car-sharing

## 2. Impianto dello studio

I fornitori dei servizi di car-sharing in generale “pubblicano” (ad esempio mostrano le mappe sui loro siti) alcuni dati riguardo alle posizioni dei veicoli e la loro disponibilità. Alcuni (car2go) offrono anche API (Application Programming Interface) per ottenere dati, ma con limitazioni (quota limite sul numero di richieste orarie e richiedono l’utilizzo di chiavi di sicurezza per



l'accesso). Inoltre, cosa ancora più importante, nessun fornitore pubblica dati storicizzati, cioè una volta passato il momento e il dato cambiato non v'è modo di recuperarlo, serve un'entità esterna che catturi l'informazione e la registri da qualche parte, come succede con le pagine web e la fondazione Internet Archive (<https://archive.org/>).

Per semplificare il lavoro di programmazione e per avere la storicizzazione dei dati gli autori hanno optato per implementare web-scraping (cfr. Sezione 4.2) dei siti web, usando shell script o piccoli script in python che vengono eseguiti periodicamente su un server. Questi script sono in esecuzione ogni minuto, salvano dati in CSV (Comma Separated Values) o direttamente in un database MongoDB. Tutti i dati nel CSV sono eventualmente resi uniformi e inseriti nello stesso database. Questi sono gli URL (Uniform Resource Locators) usati per ottenere i dati riguardanti lo stato dei veicoli:

- Share'nGo (<http://www.sharengo.it/core/publiccars>);
- Enjoy ([http://enjoy.eni.com/ajax/retrieve\\_vehicles](http://enjoy.eni.com/ajax/retrieve_vehicles));
- Car2Go ([http://www.car2go.com/api/v2.1/vehicles?loc=milano&oauth\\_consumer\\_key=car2gowebsite&format=json](http://www.car2go.com/api/v2.1/vehicles?loc=milano&oauth_consumer_key=car2gowebsite&format=json)).

I dati raccolti, in base al servizio, possono essere in forma di dati già strutturati e.g. JSON (JavaScript Object Notation) o XML (eXtensible Markup Language) e devono essere solo convertiti (le librerie di parsing sono già disponibili), oppure possono essere raccolti nella forma di una pagina HTML (HyperText Markup Language) che deve essere post-processata per estrarre i dati strutturati. In quest'ultimo caso filtri come `html2text`, `cut`, `grep`, `sed`, `awk`, etc. (comandi tipici in GNU/Linux) devono essere usati in combinazione per ottenere i dati nel formato finale richiesto.

I dati disponibili (dopo lo scraping e il filtraggio) dai servizi sono descritti dai seguenti campi:

- Share'nGo: `active`, `battery`, `busy`, `charging`, `damages`, `extCleanliness`, `firmwareVersion`, `frame`, `hidden`, `imei`, `intCleanliness`, `isReservedByCurrentUser`, `km`, `label`, `lastContact`, `lastLocationTime`, `latitude`, `location`, `longitude`, `mac`, `manufactures`, `model`, `notes`, `obcInUse`, `obcWlSize`, `parking`, `plate`, `rpm`, `running`, `soc`, `softwareVersion`, `speed`, `status`, `vin`;
- Enjoy: `car_name`, `car_plate`, `fuel`, `latitude`, `longitude`, `address`, `virtual_rental_type_id`, `virtual_rental_id`, `car_category_type_id`, `car_category_id`, `on_click_disabled`, `car_model_data`;
- Car2Go: `address`, `coordinates(lat,long)`, `engine_type`, `exterior_condition`, `internal_condition`, `car_name`, `need_smartphone`, `vehicle_id`

Un record rappresenta lo stato corrente del veicolo. La frequenza di campionamento è 1/min, ad esempio i dati del sito internet sono raccolti ogni minuto generando  $24h * 60m/h = 1440$  campioni al giorno. I dati eterogenei ottenuti sono inseriti in un database MongoDB dal seguente schema:

- `id= identifier`;



- engine= type of engine (electric, gasoline, etc.);
- car\_plate= plate;
- service\_name= vendor (Enjoy, Twist, etc.);
- latitude= position latitude;
- longitude= position longitude;
- date= ISO date (of sample);
- fuel= fuel level %.

Su questo database gli autori hanno creato query per estrarre informazioni e generare i grafici mostrati nella Sezione 3.

### 3. Analisi dei dati raccolti

Nelle sottosezioni seguenti verranno illustrate alcune analisi interessanti completate allo stato dei dati raccolti tra agosto del 2015 e Marzo 2016. In generale gli studi mostrano evidenti pattern giornalieri e settimanali, in particolare: ogni giorno è “ciclico”, cioè la notte differisce dal giorno e le ore “ufficio” rappresentano i picchi d’uso; esistono anche degli effetti “stagionali” (settimanali): a) i giorni feriali (lun-ven) sono ragionevolmente simili tra loro; b) sabato e domenica sono ragionevolmente simili; c) i giorni del fine settimana differiscono dai giorni feriali; ovviamente si vedono evidenti fluttuazioni istantanee.

Naturalmente sono state effettuate alcune analisi statistiche per studiare i pattern giornalieri e settimanali. I dati sono stati raggruppati per giorno e settimana, poi sono stati generati i cosiddetti Q-Q plot per analizzare, durante ogni settimana, le differenze fra giorni feriali e fine settimana. I Q-Q (Quantile-Quantile) plot vengono utilizzati per studiare se più campioni sono statisticamente simili. Abbreviazioni usate nel seguito: H = Holiday; NH = Non Holiday; stats = calcolo di (Minimum, 1st Quantile, Median, Mean, 3rd Quantile, Maximum); fivenum = calcolo di (Minimum, Lower-hinge, Median, Upper-hinge, Maximum). Le analisi e i grafici sono stati realizzati con R (The R Foundation 2016).

#### 3.1 Veicoli disponibili

Il numero totale di veicoli disponibili in un dato momento  $t$  è semplicemente la somma di quelli in sosta (quando sono “visibili” sul sito web). Quando questo valore è basso significa che molti veicoli sono “presi”, cioè sono in uso.

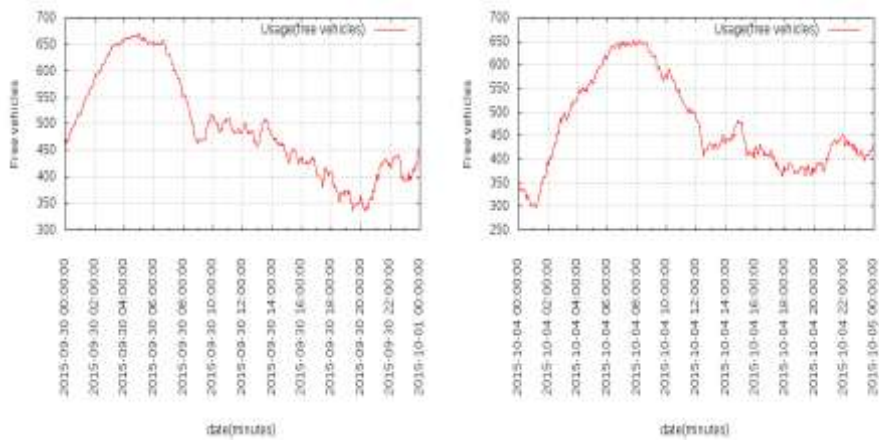


Figura 3: Media # veicoli disponibili: feriale (Mer) vs. festivo (Dom)

La Figura 3 mostra due giornate (00:00 - > 23:59) tipiche, un feriale e un festivo. Si vede chiaramente il picco di uso del sabato sera. Altre evidenze interessanti, in Figura 3 e in generale, su tutto il dataset, sono: il periodo notturno, tra le 2:00 e le 7:00, è il picco dei veicoli disponibili; il picco di uso si situa tra le 18:00 e le 21:00; l'uso del mattino (8:00-12:00) è inferiore all'uso del pomeriggio (12:00-19:00); il periodo notturno di disponibilità veicoli del fine settimana è meno ampio che durante i giorni feriali.

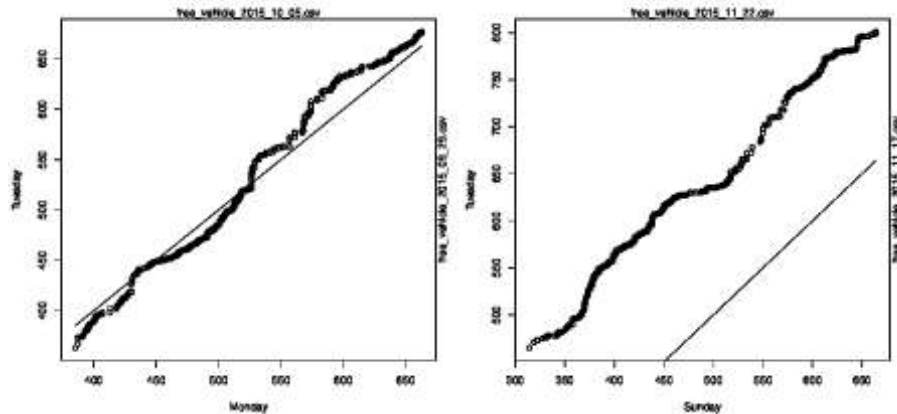


Figura 4: Q-Q plot: esempio di "NH-NH vs. H-NH"

La Figura 4 mostra i Q-Q plot di due coppie di giornate esemplificative: 2015-10-05 contro 2015-09-29 (martedì contro lunedì), il plot è vicino alla linea  $y = x$  cioè sono statisticamente simili; 2015-11-22 contro 2015-11-17 (domenica contro martedì), plot lontano dalla linea  $y = x$  cioè statisticamente dissimili. Ciò (e in fondo era atteso) il comportamento degli utenti differisce tra feriale e festivo.

### 3.2 Distanza media dal centro

Ad un qualsiasi istante  $t$ , la distanza di un veicolo dal centro città è calcolabile per differenza vettoriale (latitudine/longitudine).

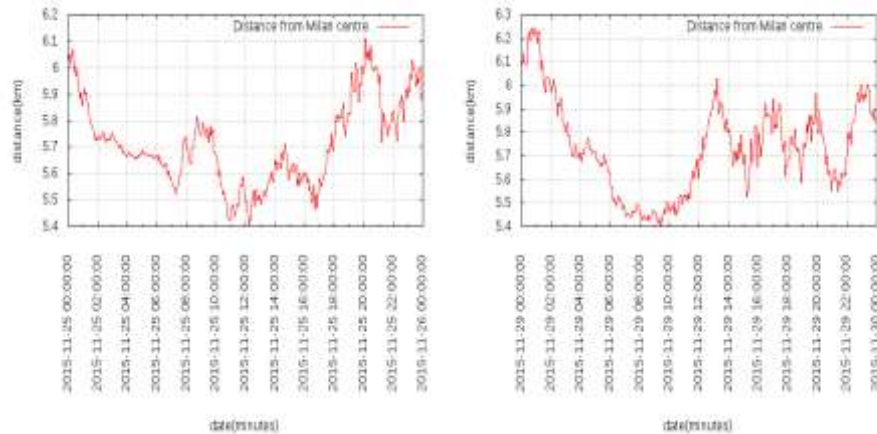


Figura 5: Distanza media: feriale (mer) vs. festivo (dom)

Calcoliamo la media di tutte le distanze in un dato istante e “plottiamo” tale media nell’arco del tempo che scorre, otteniamo quindi grafici come in Figura 5 in cui si può notare: l’effetto “polmone” per cui la media decresce durante il giorno (8:00-18:00) mentre cresce nel resto della giornata (di giorno gli utenti si muovono verso la città); c’è un picco di “avvicinamento” tra le 11:00 e le 14:00 (pranzo); tra le 8:00 e le 11:00 si vede un picco improvviso verso fuori subito seguito da un picco verso il centro (ipotesi: molti utenti si spostano “in-out” in quelle ore, ma non esattamente nello stesso orario).

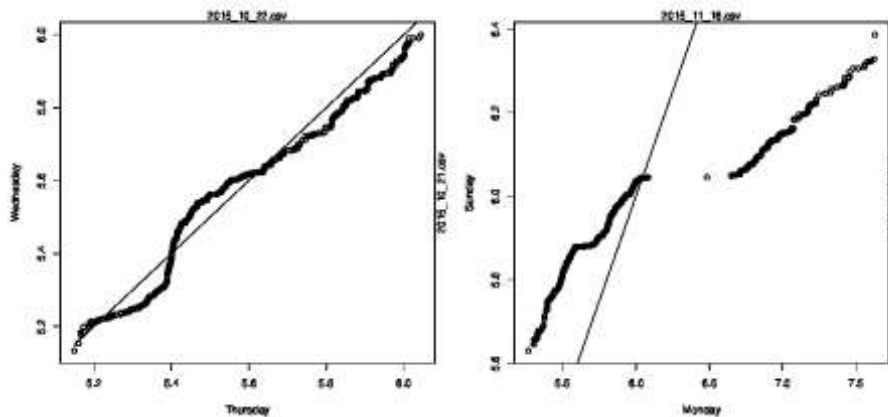


Figura 6: Q-Q plot distanza media: NH-NH vs. H-NH

La Figura 6 mostra i Q-Q plot delle distanze medie di due coppie di giornate: 2015-10-22 contro 2015-10-21 (Mer contro Gio), plot vicino alla linea  $y = x$  cioè statisticamente simili; 2015-11-15 against 2015-11-16 (Lun contro Dom), plot lontano dalla linea  $y = x$  cioè statisticamente dissimili. Cioè, ancora, il comportamento degli utenti domenicali differisce da quello degli utenti feriali.

Di ulteriore interesse l'analisi della distanza media per fornitore (Figura 7), infatti si può notare come: Enjoy è sempre più distante rispetto a Car2go e Share'nGo; Share'nGo (solo veicoli elettrici) è sempre il più "accentrato"; si è verificato un trend di avvicinamento per Car2go tra il 2015 e il 2016.

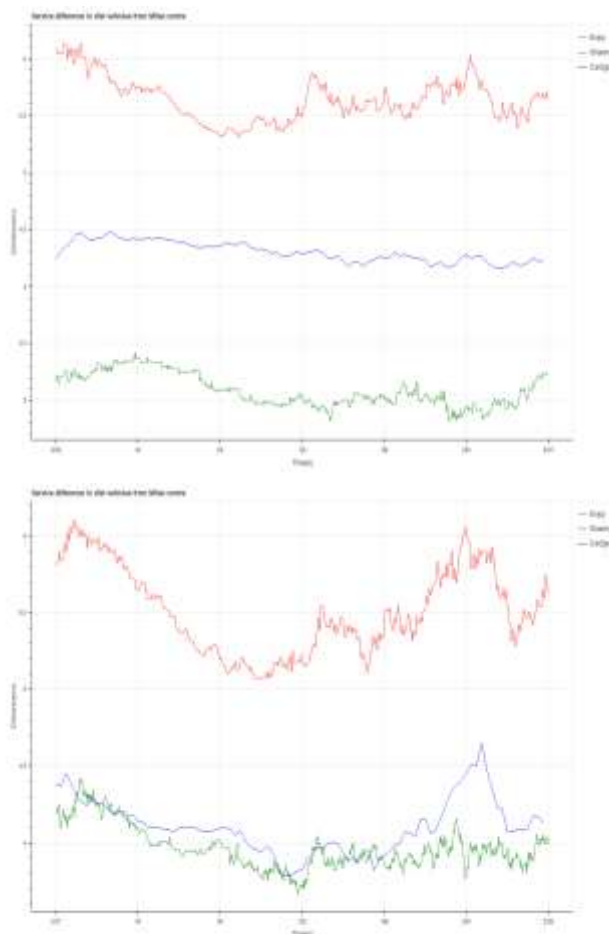


Figura 7: Differenze (sulla distanza media) "per fornitore" (2015/09/06 e 2016/02/27 come date "tipo")

### 3.3 Tratte

I dati (ricordiamo: disponibili solo a veicolo parcheggiato) di posizionamento dei veicoli possono essere opportunamente organizzati per stimare le tratte (approssimate alla retta congiungente la posizione di “presa” con quella di rilascio del veicolo) che a loro volta possono essere plottate su una mappa della città.

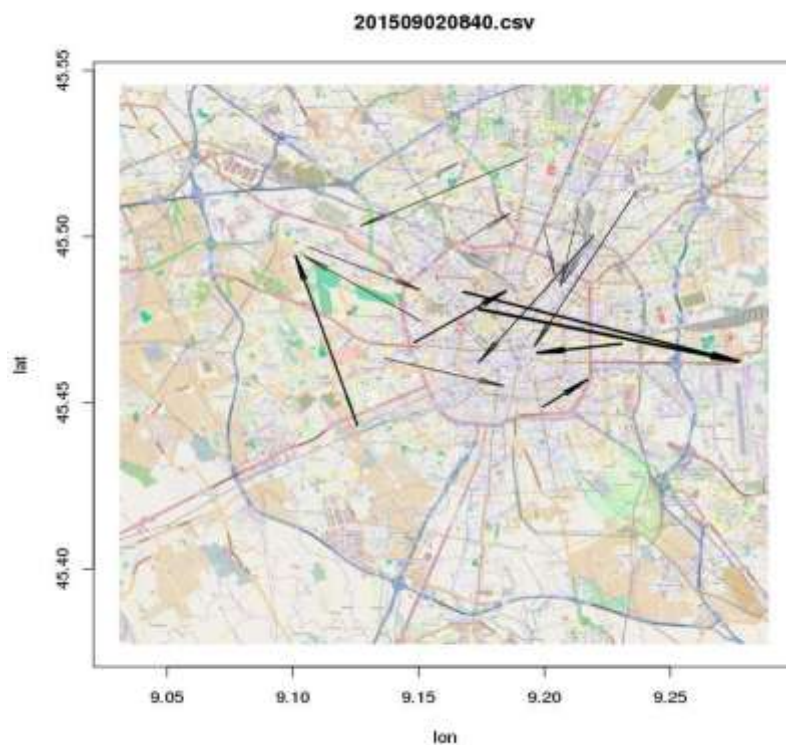


Figura 8: Il 2015/09/02 alle 08:40, due veicoli verso l'aeroporto di Linate

La Figura 8 mostra i movimenti dei veicoli in un intervallo di tempo (10 minuti), sono stati generati i grafici di tutto il periodo tra settembre 2015 e marzo 2016 e le immagini sono state combinate in un video. Guardando il video è possibile vedere a occhio i “punti caldi” in cui ci sono frequentemente frecce entranti/uscenti. Naturalmente la stessa analisi può essere effettuata matematicamente.

## 4. Conclusioni - Proposta API obbligatorie

La ratio di questo articolo è fondata su queste considerazioni di base:

- uno strumento (in questo caso il parco veicoli) viene, anche solo parzialmente, trasformato attraverso un processo di sharing, cioè lo strumento migra dal controllo e uso privato a quello “pubblico” (aziende in realtà) e condiviso (utenti);
- la forma privata dello strumento viene limitata naturalmente (per limiti fisici allo spazio-tempo occupabile) o artificialmente (mediante regolamenti e leggi, i.e., politiche) per spostare l’utenza sulla versione “shared”;
- i costi di gestione vengono presi in carico dalla collettività dato che le aziende che gestiscono le concessioni devono fare profitto e quindi ricaricano sugli utenti i costi di implementazione;
- i costi d’uso dello strumento condiviso per il singolo utente possono crescere o diminuire in funzione del profilo d’uso (chi usa poco risparmia molto, a chi usa molto conviene lo strumento privato);
- le modalità d’uso cambiano (prenotazione, ricerca della posizione, ecc.);
- l’impatto sul consumo di risorse naturali può diminuire e i costi globali possono essere abbassati se la gestione dello strumento viene ottimizzata in funzione delle reali necessità degli utenti;
- attualmente la gestione del car-sharing è delegata ad aziende private che non divulgano molti dati (se non quelli in tempo reale, in ogni caso difficilmente raggiungibili).

#### *4.1 Obbligatorietà delle API per i provider*

La conclusione logica, e la proposta degli autori, è che sarebbe opportuna l’introduzione di una migliore forma di controllo sul processo e sulla gestione dello strumento condiviso. In particolare servirebbe l’accesso (senza dover ricorrere al web-scraping) ai dati, anche storici, di funzionamento del sistema per poter verificare in maniera indipendente e scientifica l’effettivo beneficio del meccanismo di sharing adottato.

Ideale implementazione di tale forma di controllo sarebbe l’introduzione dell’obbligo, per le imprese che vogliano gestire un servizio di car-sharing, della fornitura di API (complete e di libera utilizzabilità!) di accesso ai dati. Obbligo da inserire direttamente in legislazione, come requisito per la stesura delle gare di appalto. N.B. il Comune di Milano ha già iniziato (nel 2018) a introdurre questo tipo di obbligo, anche su suggerimento degli autori del presente articolo.

Ci permettiamo di proporre una bozza di API in Sezione 4.3.

L’enorme utilità pratica e “civica” di tali API è dimostrata già oggi dal nutrito insieme di applicazioni “terze parti” che sono state create usando i dati

disponibili (quelli in tempo reale) suddivise in applicazioni proprietarie ed aggregatori di offerte:

1. Applicazioni proprietarie:
  - Car2go app (applicazione ufficiale per servizio casharing Car2go)
  - GuidAci (applicazione ufficiale per servizio car-sharing GuidAci)
  - Enjoy (applicazione ufficiale per servizio car-sharing Enjoy)
  - Share'nGo (applicazione ufficiale per servizio Share'nGo)
  - DriveNow car-sharing (applicazione ufficiale per servizio DriveNow)
2. Aggregatori di offerte dei servizi:
  - Carsh
  - Andale
  - Urbi
  - Free2Move
  - Citymapper

#### 4.2 Open data vs. "web-scraping"

I contenuti "open data" possono essere usati, modificati e condivisi liberamente da chiunque per qualunque scopo. [da: <http://opendefinition.org>]

"Publicity is justly commended as a remedy for social and industrial diseases. Sunlight is said to be the best of disinfectants; electric light the most efficient policeman."  
[frase attribuita al giudice Louis D. Brandeis (1856-1941)]

L'open data, nel suo significato più ampio, è un movimento politico che tenta di spingere i governi, le aziende, le pubbliche amministrazioni e in generale qualunque ente tratti dati di interesse generale, verso la totale (sebbene con le dovute cautele) trasparenza delle informazioni. Secondo i principi di questo movimento, ogni entità organizzata (a qualunque livello, ma soprattutto - e ovviamente - quelle finanziate da fondi pubblici) dovrebbe pubblicare in rete ogni informazione sul proprio funzionamento interno. Informazioni come (si immaginino i contesti più disparati): spese, ruoli delle persone, attività pubbliche, workflow interni, verbali di assemblea, ordinanze e circolari, dati di pubblica (appunto) utilità come orari degli uffici, geolocalizzazioni dei servizi (es. fermate autobus), informazioni commerciali (sedi imprese e informazioni correlate).

Quando disponibili, gli open data sono di solito raggiungibili attraverso siti web. Molte organizzazioni (le meglio... organizzate) addirittura creano siti dedicati al solo accesso degli open data (si vedano ad esempio [data.gov](http://data.gov) USA, [data.gov.uk](http://data.gov.uk) UK, [dati.gov.it](http://dati.gov.it) Italia) invece di avere una ridotta sezione all'interno



del proprio sito istituzionale. Questo perché l'accesso ai dati viene aiutato da piattaforme dedicate allo scopo con strumenti software per l'estrazione di sottoinsiemi di dati, l'organizzazione e la visualizzazione diretta in grafici.

Gli open data vengono categorizzati in classi in base al formato in cui vengono resi disponibili e alla licenza con cui sono distribuiti (Berners-Lee 2009). Inoltre (Davies 2010) stila una classifica ulteriore basata sugli aspetti funzionali dei dati oltre che al loro formato intrinseco. Solitamente gli open data sono scaricabili in batch (a lotti, sotto forma di più o meno grandi file compressi da espandere una volta trasferiti sul proprio computer), ma sempre più le organizzazioni che li rendono disponibili offrono anche un accesso diretto via API (Application Programming Interface), cioè fornendo un accesso remoto ai database che possono essere quindi consultati mediante programmi che accedono in rete, evitando di doversi scaricare quantità ingenti di dati (a prezzo di dover essere connessi permanentemente alla rete).

In alcuni casi, per fortuna rari, organismi particolarmente “gelosi” dei propri dati, ma obbligati a renderli comunque pubblici a causa di legislazioni che spingono verso la trasparenza, optano per una pubblicazione “zoppa”. Cioè rendono disponibili sì dati, ma inserendo, sul cammino per raggiungerli, alcuni ostacoli (chiamati “webstacles” da web+obstacle) che aggiungono difficoltà artefatte a chi li voglia scaricare/utilizzare. Esempio lampante è il caso di ARPA Lombardia che permette(va<sup>3</sup>) il download dei dati storici sullo stato dell'aria attraverso un form da compilare a mano (causa CAPTCHA - Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart) per ogni richiesta (limitata ad una singola stazione, un singolo inquinante e su un periodo massimo di un anno), costringendo gli utenti a migliaia di richieste manuali per ottenere tutti i dati. Di fronte a questi webstacles qualche volta è possibile aggirare le limitazioni al download utilizzando tecniche cosiddette di web scraping cioè tecniche di accesso software a pagine web standard, progettate per fruizione umana, con estrazione di dati che vengono poi aggregati programmaticamente a formare un dataset elaborabile, il cosiddetto obtorto collo data (Trentini 2014). Esattamente ciò che è stato utilizzato per il presente studio.

#### *4.3 Ipotesi API*

Questa proposta di API si basa sul vedere il veicolo come un ASF (Automa a Stati Finiti) ragionando sulle sue transizioni di stato e sulle sue proprietà:

- Dinamiche

---

<sup>3</sup> A fine 2017 ARPA ha reso pubblici i suoi dati senza webstacles, dopo anni di richieste anche da parte dell'autore (Trentini).

- posizione del veicolo all'istante della richiesta (espressa in latitudine – longitudine)
- quantitativo di carburante (elettrico o convenzionale) disponibile
- stato attuale del veicolo (in sosta/in movimento)
- un numero univoco identificativo del noleggiante del veicolo (per evitare problematiche relative alla privacy non vi sono riferimenti alla persona legata all'identificativo univoco)
- Statiche
  - identificativo del veicolo
  - tipologia (elettrico, diesel, benzina, gas, ...)
  - chilometraggio (odometer)
  - costo di utilizzo al minuto base della specifica auto
  - società che gestisce il servizio legato all'auto

Qualora non si volesse rendere disponibile la posizione istantanea, si può optare per l'ultima locazione di prenotazione o la posizione registrata qualche minuto prima (metodo usato da Waze).

Applicando la classificazione di cui sopra, tra valori immutabili nel tempo e valori dipendenti dal tempo, è possibile pensare ad una serie di metodi - funzioni invocabili via rete, ad esempio via HTTP+REST (Fielding 2000) - per ottenere informazioni omogenee sui veicoli:

- `getStaticVehicle()` => funzione che ritorna una lista di tutti i veicoli con stato "in sosta prenotata/non prenotata"
- `getMovingVehicle()` => funzione che ritorna una lista di tutti i veicoli con stato "in movimento"
- `getInfo(id_vehicle)` => funzione che ritorna una struttura Veicolo contenente tutte informazioni (statiche/dinamiche) del veicolo
- `getInfoService(nome_servizio)` => informazioni sul servizio combinando le funzioni `getStaticVehicle()` e `getMovingVehicle()` associate ai veicolo con `id_servizio` uguale a `nome_servizio`
- `getPath(id_vehicle, interval)` => funzione che ritorna la lista di tutti i percorsi effettuati dal veicolo identificato da `id_vehicle` valutato nell'intervallo temporale identificato da `interval`
- `getUserPath(id_user, interval)` => funzione che ritorna la lista di tutti gli spostamenti dell'utente identificato da `id_user`, valutato nell'intervallo temporale identificato da `interval`

Tutte queste funzioni vanno previste sia in versione "real time" (forniscono informazione corrente) sia in versione "storica" (forniscono informazione relativa ad un istante o un intervallo di tempo nel passato), in quest'ultimo caso accettano ovviamente un parametro temporale (il parametro "interval" esemplificato nelle ultime due).

## Bibliografia

- Berners-Lee, Tim. 2009. "Linked Data." <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>; WWW Consortium.
- Bulkeley, Harriet, and Michele Merrill Betsill. 2005. *Cities and Climate Change: Urban Sustainability and Global Environmental Governance*. Vol. 4. Psychology Press.
- Comito, Vincenzo. 2016. *La Sharing Economy*. Ediesse.
- Davies, Tim. 2010. *Open Data, Democracy and Public Sector Reform: A Look at Open Government Data Use from Data. Gov. Uk. Practical Participation*.
- Density Design Lab, Politecnico di Milano. 2014. "Seven Days of car-sharing." <http://labs.densitydesign.org/car-sharing/>.
- Fellows, NT, and DE Pitfield. 2000. "An Economic and Operational Evaluation of Urban Car-Sharing." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 5 (1). Elsevier: 1–10.
- Ferris, Brian, Kari Watkins, and Alan Borning. 2010. "Location-Aware Tools for Improving Public Transit Usability." *IEEE Pervasive Computing* 9 (1): 13–19.
- Fielding, Roy. 2000. "Representational State Transfer." *Architectural Styles and the Design of Network-Based Software Architecture*, 76–85.
- Firnborn, Jörg, and Martin Müller. 2011. "What Will Be the Environmental Effects of New Free-Floating Car-Sharing Systems? The Case of Car2go in Ulm." *Ecological Economics* 70 (8). Elsevier: 1519–28.
- Jorge, Diana, and Gonçalo Correia. 2013. "car-sharing Systems Demand Estimation and Defined Operations: A Literature Review." *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 13 (3): 201–20.
- Kates, Robert W, William C Clark, Robert Corell, J Michael Hall, Carlo C Jaeger, Ian Lowe, James J McCarthy, et al. 2001. "Sustainability Science." *Science* 292 (5517). American Association for the Advancement of Science: 641–42.
- Lave, Lester B, and Eugene P Seskin. 2013. *Air Pollution and Human Health*. Vol. 6. Routledge.
- Lees, Loretta, Elvin K Wyly, and Tom Slater. 2010. *The Gentrification Reader*. Vol. 1. Routledge London.
- Morency, Catherine, Martin Trépanier, Bruno Agard, Basile Martin, and Joel Quashie. 2007. "car-sharing System: What Transaction Datasets Reveal on Users' Behaviors." In *Intelligent Transportation Systems Conference, 2007. ITSC 2007. IEEE*, 284–89. IEEE.
- Patrick Stotz, Achim Tack. 2013. "One Week of car-sharing." <http://mappable.info/one-week-of-car-sharing>.
- Schmöller, Stefan, Simone Weikl, Johannes Müller, and Klaus Bogenberger. 2015. "Empirical Analysis of Free-Floating car-sharing Usage: The Munich and Berlin Case." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 56. Elsevier: 34–51.
- Seinfeld, John H, and Spyros N Pandis. 2012. *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*. John Wiley & Sons.
- Steinle, Susanne, Stefan Reis, and Clive Eric Sabel. 2013. "Quantifying Human Exposure to Air Pollution—Moving from Static Monitoring to Spatio-Temporally Resolved Personal Exposure Assessment." *Science of the Total Environment* 443. Elsevier: 184–93.

- The R Foundation. 2016. "The R Project for Statistical Computing." <http://www.r-project.org>.
- Trentini, Andrea. 2014. "Lombardy EPA Obtorto Collo Data and Anti-Pollution Policies Fallacies." *Journal of E-Learning and Knowledge Society* 10 (2).
- Trentini, Andrea, and Federico Losacco. 2017. "Analyzing car-sharing 'Public' (Scraped) Data to Study Urban Traffic Patterns." *Procedia Environmental Sciences* 37: 594–603. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.046>.
- US-EPA. 2013. "History of the Clean Air Act." <http://www.epa.gov/air/caa/amendments.html>.
- Vanderbilt, Tom. 2009. *Traffic: Why We Drive the Way We Do (and What It Says About Us)*. New York Times.

## **Sommario**

*Nei paesi moderni, il traffico urbano con il suo "fattore di congestione" viene combattuto introducendo regolamenti per ridurre il traffico privato: pedaggi, corsie dedicate, corsie strette, limiti di velocità bassi, disponibilità di parcheggi ridotta, ecc. Alcuni aiuti possono venire dal "car-sharing", cioè, pool di veicoli condivisi da affittare per brevi periodi di tempo. I sistemi di car sharing trasferiscono il controllo delle risorse pubbliche dagli utenti privati a amministrazioni pubbliche e imprese e possono comportare costi aggiuntivi per gli utenti, ma si ritiene che ottimizzino l'aspetto ecologico del trasporto. I fornitori di car sharing (spesso aziende private) "pubblicano", con molte limitazioni, dati sullo stato del loro parco veicoli. Questi dati possono essere utilizzati per analizzare il comportamento generale del traffico e l'efficienza, quindi dovrebbero essere resi completamente accessibili per legge per verifica, trasparenza e responsabilità. Per mostrare le opportunità nei dati, gli autori hanno estratto dai siti web dei fornitori di car-sharing per un paio d'anni e hanno creato statistiche e grafici. Questo documento propone l'introduzione dell'obbligo per qualsiasi appaltatore di car-sharing di fornire API (Application Programming Interface) standard per accedere ai dati dei car-sharing.*

## **Keywords**

*Urban congestion, traffic monitoring, open data, public accountancy, anti-pollution policies*

## **Parole chiave**

*Congestione urbana, monitoraggio traffico,.opendata, "public accountancy", politiche anti inquinamento*