

Smart cities e inquinamento atmosferico: modelli di regressione spaziale (LUR) su dati da sensori low-cost e volunteered geographic information (VGI)

Stefania Bertazzon ^(a,b), Isabelle Couloigner ^(b), Mojgan Mirzaei ^(b)

^(a) Dipartimento di Storia, Archeologia, Geografia, Arte e Spettacolo,
Università degli studi di Firenze, Via San Gallo 10, 50129 Firenze.
tel.: 055-2757953, fax: 055-2757968, e-mail: Stefania.Bertazzon@unifi.it

^(b) Department of Geography,
University of Calgary. 2500 University Dr. NW. Calgary, AB (Canada) T2N 1N4
tel.: +1 403 2205584, fax: +1 403 282 6561, e-mail: icouloign@ucalgary.ca;
mojgan.mirzaei@ucalgary.ca

Introduzione

L'inquinamento atmosferico presenta un andamento spaziale legato soprattutto alle fonti, al tipo di inquinante e ad elementi ambientali quali topografia e venti. Tuttavia, l'inquinamento viene normalmente monitorato da una rete di sensori relativamente sparsa, incapace perciò di fornire un campionamento capillare del territorio e quindi una rappresentazione dettagliata dell'inquinamento.

A questo scopo, i modelli di regressione spaziale (LUR – land use regression) costituiscono uno strumento per la stima dell'inquinamento atmosferico ad elevata risoluzione spaziale (Hoek et al., 2008). Analizzando l'associazione tra inquinamento e variabili d'uso del suolo nei punti di campionamento, essi stimano coefficienti che vengono poi applicati a tali variabili nei punti non campionati, ottenendo stime ad elevata risoluzione spaziale.

I modelli LUR richiedono comunque un numero relativamente elevato di stazioni di monitoraggio; sono tuttavia in grado di fornire stime affidabili dell'inquinamento atmosferico ad una risoluzione spaziale assai più elevata di quella della rete di monitoraggio (Jerret et al., 2014).

Materiali e metodi

Negli ultimi anni, il nostro gruppo all'Università di Calgary ha condotto numerose analisi LUR di diossido di azoto (NO₂), particolato fine (PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM₁₀,) ed altri inquinanti (Bertazzon et al., 2015; Bertazzon et al., 2016;), utilizzando i dati ottenuti da una rete di sensori relativamente fitta dispiegata in collaborazione con *Health Canada*.

Oggi è reperibile sul mercato una gamma vasta e crescente di sensori a costo relativamente basso (low-cost). La qualità dei dati ottenuti da sensori low-cost non è necessariamente comparabile a quella dei sensori tradizionali più costosi; tuttavia, il basso costo unitario e la frequenza del segnale inviato consentono di definire un ricco database spazio-temporale, capace in qualche misura di sopperire alle eventuali carenze dei dati.

Il gruppo ha acquistato un numero elevato (100) di sensori del particolato fine ($PM_{2.5}$) ad alta frequenza temporale (5 minuti) (SensorUp, 2018), con i quali sta costruendo una rete di monitoraggio fitta e regolare, definita da un modello *location-allocation* sulla vasta area metropolitana di Calgary (Canada), e realizzata con l'ausilio di VGI (*volunteered geographic information*) per il posizionamento dei sensori.

Risultati e discussione

Il dispiego e posizionamento dei sensori si è rivelato più problematico di quanto anticipato, a causa dei problemi legati all'Wi-Fi del costruttore. La stima di modelli LUR sulla di questi è quindi stata difficoltosa a causa dei limiti della distribuzione spaziale dei sensori. Tuttavia, i dati forniti hanno consentito un'analisi temporale e localizzata ad elevata risoluzione spazio-temporale. La VGI si è rivelata tra i principali punti di forza del lavoro: l'attenzione dei volontari interessati ai risultati ha consentito un dispiego sistematico dei sensori e la loro attenzione vigile ne ha garantito il funzionamento nel tempo. I dati dei sensori sono stati particolarmente utili in presenza di fumo da vasti incendi boschivi. In tali casi, la disposizione strategica dei sensori consente uno studio dettagliato e potenzialmente la prevenzione dell'esposizione al fumo.

Conclusioni

I sensori low-cost utilizzati in questo studio presentano difficoltà di connessione Wi-Fi, che ha ostacolato la distribuzione spaziale de sensori e la stima di modelli LUR. Viceversa, lo studio ha evidenziato il successo dell'impiego della VGI per il flusso costante dei dati. I sensori hanno fornito dati spazio-temporali utili nel monitoraggio dell'andamento temporale dell'inquinamento e dell'esposizione in presenza di fumo da incendi boschivi di proporzioni estese.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano l'*O'Brien Institute for Public Health - University of Calgary* per il finanziamento all'acquisto e dispiego dei sensori.

Riferimenti bibliografici

- Bertazzon S., Johnson M., Eccles K., Kaplan G.G. (2015). Accounting for spatial effects in land use regression for urban air pollution modeling. *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*, 14-15, 9-21.
- Bertazzon, S., Underwood, F., Johnson, M., Zhang, J. (2016). Land Use Regression of Particulate Matter in Calgary, Canada. Miller et al., Eds., *GIScience 2016. The Ninth International Conference on Geographic Information Science. Short Paper Proceedings*.
- Hoek, G., Beelen, R., De Hoogh, K., Vienneau, D., Gulliver, J., Fischer, P., Briggs, D. (2008). A review of land-use regression models to assess spatial variation of outdoor air pollution. *Atmospheric environment*, 42(33): 7561-7578.
- Jerret, M.,; McConnell, R.; Wolch, J.; Chang, R.; Lam, C.; Dunton, G; et al. (2014), Traffic-related air pollution and obesity formation in children: a longitudinal, multilevel analysis. *Environ Health* 2014;13.
- SensorUp (2018), <https://sensorup.com/>