

# Smart City Ontology. Presupposti e prospettive di ricerca<sup>1</sup>

di *Timothy Tambassi\**

Obiettivo di queste pagine è mostrare parte della questione ontologica che emerge dal dibattito sulle Smart City. Partiremo analizzando le Smart City Ontology (SCO), mostrandone i principali obiettivi e alcuni esempi paradigmatici. Quindi, sottolineeremo alcune problematicità che emergono da tali ontologie e abbozzeremo una possibile strategia per la progettazione di una SCO capace di integrare dati provenienti da applicazioni *smart* diverse, sviluppate sia in contesti locali che globali.

**Parole chiave:** Smart City Ontology; Smart City; ontologia; city dashboard; intelligenza territoriale.

## **Smart City Ontologies. Assumptions and perspectives of research**

The aim of these pages is to introduce some ontological issues arising from the IT debate on Smart Cities. The analysis starts by describing what “Smart City Ontologies” (SCO) are and by showing some of their main purposes and paradigmatic examples. Then, it is outlined a possible strategy for the design of a SCO suitable for integrating data of different smart applications, developed both in local and global contexts.

**Keywords:** Smart City Ontologies; Smart Cities; ontology; city dashboards; territorial intelligence.

## **Premessa**

Negli ultimi cinquant’anni l’informatica ha profondamente rinnovato diversi aspetti della pianificazione urbana, agendo attraverso tre fasi (temporalmente) distinte ma mutualmente interconnesse:

- la modellizzazione (statistica) dei dati;
- lo sviluppo dei GIS;
- la strutturazione di conoscenze condivise, mirate appunto alla gestione delle città e del loro territorio.

<sup>1</sup> Inviato il 4 apr. 2018; nella forma rivista il 16 ott. 2018; accettato il 21 nov. 2018.

\* Timothy Tambassi, DISUM – Università del Piemonte Orientale, ICUB – Università di Bucarest, timothy.tambassi@gmail.com.

Questa ultima fase può essere altrimenti descritta come *intelligenza territoriale*, ossia come un approccio finalizzato a regolamentare un territorio (o una città) – pianificato e gestito attraverso un mutuo scambio tra intelligenza umana (collettiva) e artificiale – e indirizzato a un suo sviluppo sostenibile (Laurini, 2017, p. 7). Se gli esseri umani rappresentano, in assoluto, il fulcro dell'intelligenza territoriale, l'utilizzo di strumenti tecnologici ha progressivamente contribuito ad ampliarne le possibilità di ragionamento, generando nuovi scenari di sviluppo urbano, studiandone alternative e valutandone le conseguenze in termini sociali, finanziari e politici (Borges *et al.*, 2014; Laurini, 2017).

In tale contesto, il dibattito sulle Smart City ha assunto un ruolo di primo piano e con esso le tecnologie informatiche sviluppatasi a suo supporto. Tali tecnologie possono essere intese come il risultato di una convergenza tra processi *top-down* e *bottom-up* (Breuer *et al.*, 2014), in cui le forze di mercato e la strategie di pianificazione si uniscono per costruire reti a banda larga, *software* urbani e applicazioni web che monitorano e gestiscono il funzionamento e la vita delle città, sempre più popolate da cittadini tecnologicamente esperti e potenzialmente capaci di sfruttare le risorse informatiche a essi offerte, ma anche produttori (più o meno consapevoli) di dati.

Restringendo la nostra riflessione alle sole applicazioni software, è tuttavia interessante notare come tra i processi *top-down* e *bottom-up*, solo i secondi siano progressivamente diventati i driver dominanti per la costruzione di soluzioni *smart* per la città, a cui non fa però da contraltare una parallela pianificazione centralizzata (Komninos *et al.*, 2015). Il raggruppamento di applicazioni che rispondono alle esigenze urbane potrebbe così segnare una svolta fondamentale nell'elaborazione informatica di Smart City basate su competenze digitali, per le quali la progettazione di specifiche ontologie informatiche potrebbe svolgere un ruolo fondamentale in tal senso.

Questo tentativo di riunire applicazioni “urbane” non è tuttavia da intendersi come sola prerogativa del dibattito ontologico sulle Smart City. Negli ultimi anni, oltre allo sviluppo delle cosiddette Smart City Ontology (SCO), si è infatti assistito a una parallela proliferazione di strumenti come i *city dashboard*, la cui eterogeneità di definizioni<sup>2</sup> – spesso dipendenti dal loro contesto di applicazione e dagli specifici obiettivi per i quali sono stati sviluppati – non ci impedisce di delinearne almeno due caratteristiche comuni. *In primis*, il fatto di connotare, piattaforme *big data* progettate per consentire agli utenti di ottenere informazioni aggiornate sulla città di

<sup>2</sup> Si vedano, per esempio: Fegraus *et al.* (2012); Suakanto *et al.* (2013); Kitchin *et al.* (2015); Dameri (2016); Kitchin and McArdle (2016); Osella *et al.* (2016); Kitchin *et al.* (2017); Usurelu and Pop (2017); Zdraveski *et al.* (2017).

riferimento, e alle istituzioni di avere accesso a un'ampia gamma di dati – migliorando così i propri processi decisionali (Mannaro *et al.*, 2018). *In secundis*, il loro essere generalmente suddivisi in moduli diversi, contenenti ciascuno un numero variabile di applicazioni che raccolgono, a loro volta, una serie di dati e informazioni (dinamiche e statiche) sulla città e funzionali alla gestione del territorio (Kitchin *et al.*, 2015).

Se SCO e *city dashboard* mostrano, come vedremo, alcuni evidenti elementi di continuità, nelle prossime pagine la nostra attenzione si soffermerà tuttavia sulle sole SCO, cercando di delineare parte della questione ontologica che emerge dal dibattito sulle Smart City. Partiremo mostrando cosa si intenda con *ontologia* in tale contesto informatico, evidenziandone le connessioni con la geografia e mostrando quali geo-ontologie possano essere sulla carta più promettenti per uno studio ontologico della città. Quindi ci concentreremo sulle SCO, ripercorrendo alcuni tentativi di definizione della nozione di Smart City (che costituiscono parte dello sfondo concettuale all'interno del quale sono state sviluppate), tracciando i principali obiettivi di una SCO e mostrandone alcuni esempi paradigmatici. Infine, sottolineeremo alcune problematicità che emergono dallo studio di tali ontologie e abbozzeremo una possibile strategia per la progettazione di una SCO capace di integrare dati provenienti da applicazioni *smart* diverse, sviluppate sia in contesti locali che globali. Nonostante la nozione di Smart City sia qui analizzata in termini esclusivamente informatici, non intendo con questo sostenere né che la ricchezza concettuale di tale nozione si esaurisca nella prospettiva assunta, né che l'uso di applicazioni o di ontologie sia da considerarsi come l'unica strada da percorrere per lo sviluppo di una Smart City. Al contrario, riprendendo le riflessioni di Komninos e degli altri coautori, si intende sottolineare come la maggior parte delle SCO abbia un orizzonte temporale molto ristretto, se rapportato alla complessità e all'estensione dei sistemi urbani e delle sfide a essi poste (Komninos *et al.*, 2015, p. 45).

## 1. Geo-ontologie informatiche

Senza pretesa di completezza, possiamo definire le ontologie informatiche come specificazioni esplicite di concettualizzazioni condivise, formalizzate in una teoria logica e (possibilmente) corredate da una spiegazione in un linguaggio naturale (Tambassi e Magro, 2015). Tali ontologie, pur mantenendo inalterata questa base concettuale, possono declinarsi in modo diverso a seconda del contesto disciplinare con cui si rapportano. Nel caso della geografia, per esempio, tali *software* hanno il principale scopo di definire i concetti geografici più generali (in termini

di classi, istanze, relazioni e proprietà) per descrivere esaustivamente lo specifico dominio di riferimento, definito dagli obiettivi per i quali un'ontologia (o meglio, in questo caso, una geo-ontologia) è stata sviluppata. Da un punto di vista procedurale, sviluppare una (geo-)ontologia significa innanzitutto stilare una lista completa di classi che rappresentano, esaustivamente, il dominio geografico in questione, quindi sistematizzarle in un ordine gerarchico, e infine definire le istanze che popolano tali classi, le proprietà che le caratterizzano e le relazioni che intercorrono tra le classi e tra le loro istanze.

Il motivo della progressiva diffusione di tali *software* si deve tanto al proliferare dei GIS (e alla conseguente domanda di sistematizzazione di informazioni geografiche) quanto allo sviluppo del Web Semantico, all'interno del quale le ontologie permettono una comunicazione di dati e informazioni concepiti e realizzati per la fruizione da parte di utenti umani, ma il cui significato è (almeno in parte) comprensibile anche da agenti artificiali. In altre parole, le ontologie informatiche sono state sviluppate per creare concettualizzazioni comuni che facilitino condivisione, riutilizzo, integrazione e aggregazione di dati e informazioni, interoperabilità fra sistemi *software*, e comunicazione e mutua comprensione fra esseri umani, fra sistemi *software* e anche fra esseri umani e sistemi *software* (Tambassi, 2017). L'intento di sviluppare concettualizzazioni comuni (e perlopiù condivise) non ha tuttavia impedito la creazione (e talvolta una proliferazione) di ontologie diverse, mirate a descrivere uno stesso dominio di indagine. La diversità in questione rispecchia generalmente i differenti punti di vista espressi dai gruppi di ricerca e gli obiettivi per i quali un'ontologia è stata creata, e si riflette maggiormente sulle classi individuate e sulla loro collocazione nelle tassonomie proposte, piuttosto che sulle istanze che popolano tali ontologie.

Per evitare un lungo (e tedioso) elenco delle principali geo-ontologie presenti nel dibattito contemporaneo, ci limiteremo in questa sede a esaminarne due possibili classificazioni funzionali a stabilirne un (possibile) legame con le SCO. La classificazione di Cullot *et al.* (2003) distingue le geo-ontologie in tre diverse categorie: *ontologies of space*, *ontologies of geographic area* e *spatial (or spatio-temporal) ontologies*. Le prime sono specificamente dedicate alla descrizione di concetti che caratterizzano lo spazio in termini di punti, linee, aree e così via. Le seconde analizzano e modellano i concetti di dati idraulici, urbani, dei trasporti, ecc. e sono principalmente sviluppate da esperti dei domini descritti. Le terze, infine, si focalizzano sulla locazione spaziale dei concetti geografici e sulla loro evoluzione spazio-temporale. La seconda tassonomia si concentra invece maggiormente sui contenuti, distinguendo tra geo-ontologie a carattere spaziale, fisico/naturale e umano (Tambassi, 2017). La geo-ontologie spa-

ziali, racchiudendo quanto Cullot e coautori includono tra le *ontologies of space* e le *spatial ontologies*, sono generalmente finalizzate a un'analisi spaziale della superficie terrestre in termini di localizzazione e rappresentazione di entità geografiche su mappa, e alla possibilità di eseguire misurazioni ed esprimere relazioni topologiche fra spazi geografici. Le geo-ontologie fisico/naturali sono dedicate all'analisi di quegli aspetti della Terra legati, per esempio, alla litosfera, all'idrosfera, all'atmosfera, alla biosfera, alla geomorfologia e alla climatologia. Le geo-ontologie umane sono infine incentrate sugli artefatti derivati dalla geografia politica, amministrativa, sociale, urbana, economica, culturale, archeologica, dei trasporti, del turismo, e così via (Tambassi e Magro, 2015).

Ora, tra le categorie di geo-ontologie individuate, quelle più promettenti per i nostri scopi vanno probabilmente rintracciate in alcune delle *ontologies of geographic area* incluse nella prima classificazione e delle geo-ontologie umane presenti nella seconda – in particolare, quelle geo-ontologie finalizzate a modellare dati provenienti dal dominio urbano. Decidere se considerare una SCO come un sottoinsieme di tali categorie di geo-ontologie dipende, a mio avviso, da almeno due fattori distinti: riconoscere un certo grado di arbitrarietà nelle tassonomie proposte – e dunque anche in ciò che vogliamo includervi – e verificare quanto una specifica SCO veicoli (o meno) anche informazioni di tipo geografico, verifica che dipende sia dalle classi e dalle istanze presenti nell'ontologia in questione che dagli obiettivi per i quali è stata sviluppata.

Non credo sia tuttavia vincolante, per quanto segue, scegliere di ragionare o meno in termini di sottoinsieme, quanto piuttosto sottolineare come alcuni presupposti concettuali specifici per le SCO non rientrino tra quelli, più generali, delle geo-ontologie, ed evidenziare come tra le *ontologies of geographic area* e le geo-ontologie umane vadano certamente incluse geo-ontologie che trattano informazioni specificamente urbane ma che difficilmente, per il loro limitato dominio di indagine, possono essere considerate come SCO, pur potendo essere ingrate con queste ultime. Tra tali geo-ontologie si possono per esempio annoverare *INSEE*, *Landinndelingen i Norge*, *The administrative geography and civil voting area ontology (Ordnance Survey)*, e *Geopolitica (Spanish Geodata)* finalizzate a descrivere le suddivisioni politiche e amministrative rispettivamente di Francia, Norvegia, Gran Bretagna e Spagna, *Vocabulario de Localizaciones* costruita per modellare le posizioni fisiche dei luoghi pubblici, o *Postcode (Ordnance Survey)* focalizzata sulla rappresentazione della geografia postale della Gran Bretagna (Tambassi e Magro, 2015).

## 2. Smart City Ontologies

Per delineare la cornice concettuale all'interno della quale sono state sviluppate le SCO, occorre innanzitutto specificare cosa si intenda con Smart City, nozione ampiamente discussa nel dibattito contemporaneo e dalla cui eterogeneità derivano definizioni che presentano alcuni elementi di discontinuità, utili tuttavia per circoscriverne l'ampio dominio di applicazione.

Se per esempio Ratti (2013) evidenzia come una Smart City debba essere tecnologica, interconnessa, pulita, attraente, confortevole, efficiente, aperta, collaborativa, creativa, digitale e verde, l'Unione Europea associa l'aggettivo *smart* a sei diverse componenti: economia, mobilità, ambiente, persone, vita e *governance*. Tale elenco non è condiviso da Mathew (2013) che, mantenendo le componenti di *governance* e mobilità, aggiunge quelle di energia, edifici, infrastrutture, tecnologie. Passando dai domini alle definizioni, Kourtit e Nijkamp (2012) sottolineano come le Smart City siano il risultato di strategie creative e conoscitive finalizzate a migliorare le performance socio-economiche, ecologiche, logistiche e competitive di una città, e siano fondate su un mix di capitale umano, infrastrutturale, sociale e imprenditoriale. Diversamente, Fernandez-Anez (2016) propone una sintesi tra varie definizioni, legando la nozione di Smart City a quella di intelligenza territoriale ed evidenziando come tale legame sia fondato sulla ricerca di innovazioni e soluzioni tecnologiche, per affrontare questioni pubbliche e migliorare lo sviluppo sostenibile e la qualità della vita. Lo stesso processo di sintesi viene utilizzato da Komninos *et al.* (2015) che, riunendo le definizioni presenti in *The Age of Intelligent Cities* (Komninos, 2014), ne evidenziano tre componenti fondamentali che connettono tale nozione con le intelligenze umane, collettive e artificiali. La prima componente include la città stessa, i cittadini e le attività. La seconda racchiude conoscenza, intelligenza e innovazione. La terza, infine, comprende sistemi intelligenti e tecnologie urbane<sup>3</sup>.

In questo quadro teorico, le SCO rappresentano uno strumento operativo piuttosto recente, nato dalle necessità di implementazione, integrazione e comunicazione tra dati e informazioni ottenuti da applicazioni e sistemi urbani diversi (*in primis*, *software* amministrativi, sensori, *social media*, GPS e *smartphone*), che costituiscono una parte integrante (ma certamente non esaustiva) del carattere multidimensionale prospettato dalle Smart City. L'idea di fondo è che la limitata efficacia delle singole applicazioni *smart* nel favorire le aspettative di un cambiamento radicale nelle competitività, sostenibilità e inclusione della città attraverso la tec-

<sup>3</sup> Per un elenco più completo di tali definizioni si veda Laurini (2017).

nologia digitale, sia da attribuire al loro carattere individuale e alla loro incapacità di agire in senso complementare con altre applicazioni. Alle SCO spetta dunque il compito di fornire comunicazione e significato a dati e informazioni provenienti da sistemi informatici diversi, ognuno costituito da una propria architettura, *hardware* e *software*. Le SCO non sono tuttavia da intendersi come semplici collettori di dati raccolti da applicazioni esterne e funzionali a descrivere alcuni aspetti della Smart City, ma presentano concettualizzazioni mirate a descrivere l'interno dominio delle Smart City, all'interno del quale la geografia costituisce un elemento di primario interesse.

Ora, nonostante l'elenco delle SCO sia a oggi piuttosto limitato, ci limiteremo, di seguito, ad analizzare solo alcuni esempi di tali ontologie, che per la loro eterogeneità concettuale costituiscono, a mio avviso, un campione significativo di approcci alla sfida ontologica posta dalle Smart City. La prima SCO è *Smart Objects for Intelligent Applications (SOFIA)*, piattaforma che consente l'interoperabilità tra vari sistemi e dispositivi urbani per la città di La Coruña, e che sviluppa una semantica funzionale a rendere le informazioni della città (fornite da sensori, servizi di amministrazione, utenti e istituzioni) disponibili per le applicazioni *smart*. *Neighborhoods of Winnipeg (NOW)* è invece un'ontologia cittadina progettata per descrivere e mettere in relazione i vari aspetti di questa comunità. Più precisamente, *NOW* descrive i quartieri di Winnipeg – incluse le strutture, i servizi, lo sviluppo economico, le condizioni di vita e l'ambiente dai vari quartieri – utilizzando dodici diverse ontologie: alcune specifiche per il dominio rappresentato (le classi stesse di *NOW* e alcune classi di *Canadian Census ontology*), altre importate da ontologie esterne come *FOAF* e *GeoNames*.

Se le *SOFIA* e *NOW* presentano concettualizzazioni mirate a descrivere il tessuto cittadino di due specifiche città, rispettivamente di La Coruña e Winnipeg, *SCRIBE* e *Smart City Ontology* ambiscono invece a un progetto più ampio, ossia la creazione di una SCO mirata alla rappresentazione di una Smart City nel suo complesso. Nello specifico, *SCRIBE* è un modello semantico modulare per Smart City finalizzato a supportare il funzionamento del centro operativo della città, e il coordinamento dei suoi dipartimenti, attraverso la descrizione e la connessione di servizi offerti ai cittadini, eventi e messaggi generati da eventi, a loro volta collegati a entità geografiche, network e organizzazioni. *SCRIBE* offre inoltre la possibilità di integrarsi con moduli personalizzati, creati per altre Smart City alle quali vogliamo applicare tale ontologia. A *Smart City Ontology* vanno riconosciuti almeno due aspetti innovativi: lo sforzo di coniugare gli aspetti statici di una Smart City (come le entità geografiche) con la dinamicità degli aspetti che descrivono il funzionamento del sistema urbano, e

un'apertura all'integrazione di concettualizzazioni e ontologie sottese alle principali applicazioni per le Smart City<sup>4</sup>.

L'idea alla base del progetto *Towntology* è invece quella di creare un'ontologia funzionale alla pianificazione urbana, e di facilitare, a livello europeo, la comunicazione tra sistemi informatici e i principali *stakeholder* contemporanei. Il suo sviluppo si è concentrato principalmente sulla gestione stradale della città e sull'analisi della mobilità urbana, focalizzandosi sull'interoperabilità tra database urbani diversi e cercando di gettare le basi per la progettazione di un vocabolario urbano condiviso (Laurini, 2017). A metà strada tra una geo-ontologia e una SCO, il binomio *Landscape of knowledge/KnowledgeScape* si propone di geo-referenziare e descrivere (spazialmente e semanticamente) i fenomeni fisici delle Smart City, in modo tale che qualsiasi tipo di informazione rappresentata dai dati (generalmente forniti da sensori urbani) possa essere visualizzata in relazione alla sua posizione (Reed *et al.*, 2018). La SMO *Km4city* permette di mappare una serie di *big data* (statici e dinamici) provenienti da una molteplicità di fonti e sensori diversi. Tali dati, archiviati in un RDF-Store e disponibili tramite query SPARQL, hanno lo scopo di fornire nuovi servizi agli utenti attraverso applicazioni della pubblica amministrazione e delle imprese. Le macro-classi di *Km4city*, strettamente interconnesse l'una con l'altra, rappresentano essenzialmente domini amministrativi e dei trasporti, dati sulle strade e sulle vie comunicazioni, sensori su traffico, condizioni meteo, qualità dell'aria, punti di interesse, entità temporali e metadati (Bellini *et al.*, 2014). Interessante è anche la proposta di Panori *et al.* (2017), in cui la progettazione di una SCO è vista come un punto di inizio di altri progetti: nel loro caso, quello di fornire possibili misurazioni della povertà urbana.

### 3. Prospettive e sfide future

«La spazialità digitale delle città si presenta come un agglomerato dinamico ed eterogeneo di sistemi, soluzioni e applicazioni, nello stesso modo in cui le città sorgono come agglomerati eterogenei di pratiche di produzione e consumo, edifici e infrastrutture» (Komninos *et al.*, 2015, p. 42).

Le parole di Komninos e dei suoi coautori tratteggiano efficacemente quella che, a mio avviso, è una delle maggiori sfide teoriche per il dibattito ontologico sulle Smart City: la necessità di fronteggiare un contesto eterogeneo e dinamico che ridefinisce costantemente il proprio dominio di inda-

<sup>4</sup> L'elenco riprende quello di Komninos *et al.* (2015). Altri esempi di SMO si possono trovare in Chung *et al.* (2014) e Adib *et al.* (2016).

gine. Da un punto di vista applicativo, si tratta nello specifico di formulare SCO che ambiscano a essere:

- ricettive rispetto al dibattito sulle Smart City e sulle dinamiche della città;
- informative e funzionali per gli utenti che ne fanno uso;
- capaci di fornire soluzioni per l'integrazione (sia dal punto di vista del contenuto che delle regole di inferenza) di dati provenienti da applicazioni diverse e in costante sviluppo.

Ed è proprio su quest'ultimo punto che si gioca il ruolo e l'efficacia, a oggi limitata, che le applicazioni *smart* e le SCO hanno e possono avere per le Smart City. Una strategia finalizzata ad aumentarne l'impatto e l'efficacia dovrebbe, a mio avviso, agire su due differenti livelli. Per quanto riguarda le applicazioni *smart*, si potrebbe pensare di agire direttamente sulla loro progettazione, inserendo parametri funzionali alla specificazione e all'estrapolazione delle loro ontologie, in modo che queste possano essere facilmente integrate con la SCO di riferimento e favorire così la condivisione di dati. Per quanto concerne le SCO, il primo passo potrebbe essere quello di non commettere lo stesso errore commesso, in passato, con le geo-ontologie, la cui molteplicità di concettualizzazioni ha reso difficoltosa l'individuazione di una risposta condivisa sulla rappresentazione di uno specifico dominio. Al contrario, si dovrebbe sfruttare il fatto che il dibattito sulle SCO sia ancora in fase embrionale per creare i presupposti per la progettazione di una SCO unica, globale e condivisa, nella quale le specificità delle varie Smart City venga mantenuta attraverso la creazione di moduli appositi per la descrizione di una determinata città.

I vantaggi nel creare tale SCO sarebbero, a mio avviso, almeno tre. Il primo è una diminuzione di costi e tempi di progettazione, data da un agire cooperativo che eviterebbe così l'incombenza di dover progettare, ogni volta, una SCO *ex novo*. Il secondo è favorire la connessione tra applicazioni *smart*, che potrebbero essere pensate sia come globali e interfacciarsi così con i moduli più generali della SCO (e non più con SCO differenti), sia come locali e quindi connettersi ai moduli specifici di una Smart City. Ciò aumenterebbe la possibilità di scambio di dati e informazioni tra le varie applicazioni anche provenienti da contesti cittadini diversi, consentendo al contempo a un'applicazione locale di poter fornire una possibile soluzione a un problema condiviso globalmente. Il terzo vantaggio, infine, concerne i moduli per descrivere le specificità delle varie Smart City, la cui possibile eterogeneità concettuale non intaccherebbe le concettualizzazioni generali della SCO. Da un punto di vista geografico, si pensi per esempio al ruolo che i canali hanno nella viabilità di Venezia, ruolo del tutto assente in altre città, o alla scelta di includere in un'ontologia di Bucarest anche entità informali come i suoi *cartiere* che, pur senza ricoprire una funzione

amministrativa, hanno ruolo fondamentale nel descrivere le zone della città che circoscrivono.

Ovviamente la progettazione di tale SCO porrebbe davanti a sé anche una serie di problemi di non facile soluzione. Il primo problema, ovviamente, è la creazione di classi, relazioni e attributi, funzionali a descrivere le macro-dinamiche delle Smart City, che raccolgano un consenso collettivo, che fungano da modello globale per le varie concettualizzazioni e che rappresentino le Smart City in una prospettiva dinamica e non statica. Il secondo problema è linguistico e riguarda sia la scelta della lingua con cui scrivere la SCO, sia la possibilità di integrare eventuali traduzioni, sia il fatto che differenti linguaggi possano concettualizzare in maniera differente la stessa entità. Si pensi per esempio al Danubio che in francese è inteso come un *fleuve*, termine che definisce specificamente un fiume che sfocia in mare, mentre in inglese come un *river*, parola che non specifica tale relazione topologica tra fiume e mare (Laurini, 2017). Pertanto, un'ontologia pensata in inglese perderebbe la ricchezza topologica del concetto espresso in francese.

Trovare una soluzione a tali problemi può rappresentare, a mio avviso, un primo passo verso la progettazione di una SCO condivisa, capace di fornire una concettualizzazione globale alla nozione di Smart City, di non trascurare le specificità cittadine sviluppate nei vari moduli e di favorire il mutuo scambio e l'integrazione di informazioni fornite da applicazioni sviluppate sia a livello globale che locale. Ciò ovviamente non significa pensare a tale SCO in una prospettiva definitiva e immutabile: al contrario sarà proprio nella sua capacità di recepire e modificarsi in base agli input ricevuti dagli specialisti sulle Smart City che si misurerà, costantemente, la sua efficacia.

## Riferimenti bibliografici

- Abid T., Zarzour H., Laouar M.R. and Khadir M.T. (2017), Towards a smart city ontology. In: *2016 IEEE/ACS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA)*, Agadir, Morocco: pp. 1-6.  
DOI: 10.1109/AICCSA.2016.7945823
- Bellini P., Benigni M., Billero R., Nesi P. and Rauch N. (2014). Km4City ontology building vs data harvesting and cleaning for smart-city services. *Journal of Visual Languages & Computing*, 25(6): 827-839.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.10.023>
- Borges J., Zyngier C., Lourenço K. and Santos J. (2014). Spatial Perception and Cognition Review. Considering Geotechnologies as Urban Planning Strategy. *TeMA. Special Issue on INPUT 2014 – Smart City: planning for energy, transportation and sustainability of the urban system*: 98-108.

- Breuer J. *et al.* (2014). Beyond Defining the Smart City Meeting. Top-Down and Bottom-Up Approaches in the Middle. *TeMA. Journal of Land Use, Mobility and Environment*. Special Issue on *INPUT 2014 – Smart City: planning for energy, transportation and sustainability of the urban system*: 154-164.
- Chung T.L., Xu B., Zhang P., Tan Y., Zhu P. and Wubulihassimu A (2014). Constructing City Ontology from Expert for Smart City Management. In: Kim W., Ding Y., Kim HG., eds., *Semantic Technology. JIST 2013. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer: pp. 187-194.  
DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-06826-8\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06826-8_15)
- Cullot N., Parent C., Spaccapietra S. et Vangenot C. (2003). Des ontologies pour données géographiques. *Revue Internationale de Géomatique*, 13(3): 285-306.  
DOI: 10.3166/rig.13.285-306
- Dameri R.P. (2016). *Smart city implementation: Creating economic and public value in innovative urban systems*. Cham: Springer.  
DOI: 10.1007/978-3-319-45766-6
- Fernandez-Anez A. (2016). Stakeholders approach to smart cities: a survey on smart city definitions. In: Alba E., Chicano F. and Luque G., eds., *Smart Cities. First International Conference, Smart-CT 2016, Málaga, Spain, June 15-17, 2016, Proceedings*. New York: Springer.  
DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-39595-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39595-1_16)
- Fegraus E.H., Zaslavsky I., Whitenack T., Dempewolf J., Ahumada J.A., Lin K. and Andelman S.J. (2012). Interdisciplinary decision support dashboard: A new framework for a Tanzanian agricultural and ecosystem service monitoring system pilot. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 5(6): 1700-1708.  
DOI: 10.1109/JSTARS.2012.2204864
- Kitchin R., Lauriault T.P. and McArdle G. (2015). Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards. *Regional Studies, Regional Science*, 2(1): 6-28.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/21681376.2014.983149>
- Kitchin R. and McArdle G. (2016). Urban data and city dashboards: Six key issues. Working paper. *Programmable city working paper 21*, Maynooth.
- Kitchin R., Coletta C. and McArdle G. (2017). Urban informatics, governmentality and the logics of urban control. Testo disponibile al sito: [osf.io/preprints/socarxiv/27hz8](https://osf.io/preprints/socarxiv/27hz8).  
DOI: 10.31235/osf.io/27hz8
- Komninos N. (2014). *The Age of Intelligent Cities*. London-New York: Routledge.
- Komninos N., Bratsas C., Kakderi C. and Tsarchopoulos P. (2015). Smart city ontologies: Improving the effectiveness of smart city applications. *Journal of Smart Cities*, 1(1): 31-46.  
DOI: 10.18063/JSC.2015.01.001
- Kourtis K. and Nijkamp P. (2012). Smart cities in the innovation age. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2): 93-95.  
DOI: 10.1080/13511610.2012.660331
- Laurini R. (2017). *Geographic Knowledge Infrastructure: Applications to Territorial Intelligence and Smart Cities*. London: ISTE – Elsevier.

- Mannaro K. *et al.* (2018). A Goal-Oriented Framework for Analyzing and Modeling City Dashboards in Smart Cities. In: Bisello A., Vettorato D., Laconte P. and Costa S., eds., *Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions: Results of SSPCR 2017*. Cham: Springer.  
DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75774-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75774-2_13)
- Mathew J. (2013). City as a Customer. Testo disponibile al sito: [www.frost.com/c/10046/blog/blog-display.do?id=2377335](http://www.frost.com/c/10046/blog/blog-display.do?id=2377335) (ultimo accesso 3 dicembre 2018).
- Osella M., Ferro E. and Pautasso M.E. (2016). Toward a methodological approach to assess public value in smart cities. In: Gil-Garcia J.R., Pardo T.A. and Nam T., eds., *Smarter as the New Urban Agenda*. Cham: Springer.  
DOI: [10.1007/978-3-319-17620-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17620-8_7)
- Panori A., Kakderi C. and Tsarchopoulos P. (2017). Designing the Ontology of a Smart City Application for Measuring Multidimensional Urban Poverty. *Journal of Knowledge Economy*, online, 1-20.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-017-0504-y>
- Ratti C. (2013). *Smart City. Smart Citizen*. Milan: Egea.
- Reed T.W., McMeekin D.A. and Reitsma F. (2018). Representing Spatial Relationships Within Smart Cities Using Ontologies. In: Ismail L. and Zhang L., eds., *Information Innovation Technology in Smart Cities*, Singapore: Springer.  
DOI: [10.1007/978-981-10-1741-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-10-1741-4_3)
- Suakanto S., Supangkat S.H. and Saragih R. (2013). Smart city dashboard for integrating various data of sensor networks. In: *2013 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*: 1-5.  
DOI: [10.1109/ICTSS.2013.6588063](https://doi.org/10.1109/ICTSS.2013.6588063)
- Tambassi T. e Magro D. (2015). Ontologie informatiche della geografia. Una sistematizzazione del dibattito contemporaneo. *Rivista di Estetica*, 58: 191-205.  
DOI: [10.4000/estetica.447](https://doi.org/10.4000/estetica.447)
- Tambassi T. (2017). *The Philosophy of Geo-ontologies*. Cham: Springer.  
DOI: [10.1007/978-3-319-64033-4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-64033-4)
- Usurelu C.C. and Pop F. (2017). My city dashboard: Real-time data processing platform for smart cities. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 1: 89-100.
- Zdraveski V., Mishev K., Trajanov D. and Kocarev L. (2017). ISO-standardized smart city platform architecture and dashboard. *IEEE Pervasive Computing*, 16(2): 35-43.  
DOI: [10.1109/MPRV.2017.31](https://doi.org/10.1109/MPRV.2017.31)