

Primi passi per la modellazione delle regole geospaziali

Robert Laurini

LIRIS – INSA-Lyon – Université de Lyon
20 Avenue Albert Einstein, F-69621 Villeurbanne
Robert.Laurini@insa-lyon.fr

RIASSUNTO

La conoscenza geografica ha da sempre dimostrato la sua validità come strumento alla base di ragionamenti atti a definire soluzioni efficaci per il territorio. In molti domini infatti, come la pianificazione urbanistica e ambientale, è essenziale avviare processi di analisi e di ragionamento basati sulla conoscenza geografica e quindi sulla geolocalizzazione, nel suo significato più ampio. In questo contesto infatti, oltre ai fatti e alle relazioni spaziali, i portfoli di conoscenze includono le regole geolocalizzate. Affermazioni del tipo "In Inghilterra si guida a sinistra", "In Canada la maggioranza della popolazione vive lungo il confine con gli Stati Uniti" o ancora "Più si procede verso Nord, più fa freddo", richiamano delle regole specifiche contenenti un riferimento esplicito allo spazio che ne diviene quindi un parametro fondamentale.

La natura di queste regole è ampia ed esistono diverse categorie attraverso le quali è possibile classificarle: *(i)* le regole di geografia fisica (es. climatologia, inondazioni, eruzioni vulcaniche, meccanismi di diffusione, idrologia, ecc.), *(ii)* le regole di geografia umana ed economica (demografia, sociologia, trasporti, economia) e *(iii)* le regole legali (costituzioni, leggi sull'urbanistica, l'ambiente, ecc).

Queste regole, talvolta metaregole, possono provenire da esperti, da algoritmi di data mining spaziale, da documenti, dal crowdsourcing. Data la loro eterogeneità tuttavia, la loro modellazione attraverso i linguaggi naturali risulta un'attività complessa. Di fatto, la tradizionale forma IF-THEN non sembra totalmente adattata a modellare la geometria e la topologia dello spazio geografico.

Lo scopo di questo lavoro è quindi presentare una classificazione specifica di questo insieme di regole e proporre un modello per codificare le regole geolocalizzate. Il tutto, tenendo presente che possono esistere deroghe, esenzioni e trasgressori, ossia luoghi e circostanze in cui la validità di tali regole geolocalizzate non è più garantita.

ABSTRACT

Geographic knowledge has always proved its value as an instrument underlying reasoning in order to define effective solutions for the management of territories. In many domains, such as urban and environmental planning, it is essential to start processes of analysis and reasoning based on geographic knowledge and then on geolocation, in its broadest sense. In this context, in addition to facts and spatial relationships, knowledge portfolios include geolocalized rules. Statements like "In England, one drives left", "In Canada the majority of the population lives along the border with the United States" or even "The more to North, the colder," recalls that specific rules contain an explicit reference to the space which becomes a fundamental parameter.

The nature of these rules is very wide and there are several categories through which one can classify them: *(i)* the rules of physical geography (e.g. climatology, floods, volcanic eruptions, diffusion mechanisms, hydrology, etc.), *(ii)* the rules of human and economic geography (demography, sociology, economics, transport) and *(iii)* the legal rules (constitutions, laws on urban and environmental planning, the, etc).

These rules, sometimes metarules, can come from experts, from spatial data mining algorithms, from documents, from crowdsourcing. However due to their heterogeneity, modeling them through natural languages is a complex task. In fact, the traditional IF-THEN form does not seem totally adapted to shape and manage space geometry and topology.

The aim of this work is therefore to introduce some specifications regarding this set of rules and propose a model to encode geolocated rules. On the whole, bearing in mind that there may be exceptions, exemptions and offenders, i.e., places where the validity of these rules is no longer guaranteed.

Introduzione

Nelle imprese, molte applicazioni, dette di *business intelligence*, utilizzano regole. I sistemi di tipo SAP sono basati su un formalismo dichiarativo: cioè, per la *descrizione* dei compiti da fare, non sono dati algoritmi, ma liste di regole, come: "l'assicurazione auto non copre i conducenti che sono stati condannati per guida in ebbrezza negli ultimi 2 anni", o "quando si inviano le bollette mensili, materiali di marketing che corrispondono al profilo del cliente dovrebbero essere inclusi".

Per noi, una regola non è necessariamente una normativa giuridica, ma solo un'inferenza tra cose o fenomeni di cui l'origine puo' anche essere fisica, statistica o di tipo *best practice* o proveniente da *data mining*. Matematicamente sarà scritta così: $A \Rightarrow B$.

Di fatto, i software SAP sono del tipo ERP (*Enterprise Resource Planning*) e appaiono come sistemi gestionali integrati. Questi sistemi servono per gestire tutte le informazioni e conoscenze rilevanti di una azienda o una organizzazione, permettendo l'accesso ai dati gestionali a tutte le funzioni dell'azienda in maniera integrata, modulare e scalabile.

La ESRI ha deciso di fare collaborare sistemi di tipo SAP con i GIS. Ma il loro scopo, è solamente di considerare le regole amministrative legate al territorio, ad esempio per la gestione delle licenze edilizia dei lavori pubblici. La Figura 1 rappresenta le possibili connessioni tra un GIS e un sistema GIS.

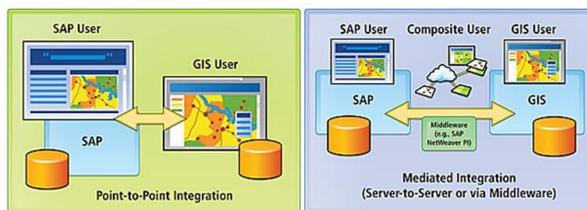


Figura 1 - Collegamento di un GIS a un sistemi SAP
 (Fonte: <http://www.esri.com/news/arcnews/spring09articles/integrating-gis.html>).

Ma, aldilà delle regole nelle amministrazioni locali, esistono altre regole geospaziali che reggono un territorio. Consideriamo alcuni esempi:

- nel Regno Unito, si guida a sinistra,
- in Canada, la maggior parte della popolazione vive lungo il confine con gli Stati Uniti,
- ogni capitale ha un aeroporto internazionale nelle vicinanze
- tra le due capitali, generalmente ci sono dei voli diretti,
- più si procede verso il Nord, più fa freddo (ma localmente non è vero),
- Più si sale una montagna, più fa freddo,
- grande pioggia a monte, inondazioni a valle,

- le moschee sono orientate verso la Mecca,
- se una zona è una palude, occorre vietare le costruzioni,
- Se c'è disoccupazione, occorre incrementare la creazione di imprese e/o creare aree industriali,
- se un terreno è adiacente ad un aeroporto, occorre limitare l'altezza dell'edificio,
- è vietato aprire una nuova farmacia a meno di 500 metri da un'altra esistente,
- una *best practice* in Messico è di utilizzare un pulman per andare dalla città Puebla a Oaxaca.

Nel dominio delle conoscenze geografiche (Laurini 2014, 2015), non è importante solo riferirsi allo studio degli oggetti e delle loro relazioni spaziali, ma si deve anche considerare le regole geospaziali per costruire sistemi di intelligenza, utili ai decisori locali.

Benché esistano parecchi lavori sulle *business rules*, praticamente niente è stato fatto sulle regole geospaziali. I lavori che conosciamo sono quelli del libro a cura di Kim et al. (1980) sui sistemi esperti per la pianificazione urbana in cui venivano presentate alcune regole spaziali: ma in quel periodo, il dominio non era totalmente maturo. Senza dimenticare l'articolo di Golledge (Golledge 2002) sulla natura delle conoscenze spaziali.

Ma nell'ambito della gestione, esistono molti lavori sull'accumulazione delle conoscenze gestionali, soprattutto per il *business*. Il paper di Ross (2011) esplora la forma IF-THEN per rappresentare le regole con l'analisi di due alternative IF-THEN-FACT e IF-THEN-ACTION. Se la base di conoscenze è composta solo di fatti e regole, allora con la forma IF-THEN-FACT si può derivare nuovi fatti; ma, in generale, le conoscenze non si riducono solo ai fatti. Per l'altra forma, l'idea è di proporre azioni, cioè quando un certo contesto è vero allora una o parecchie azioni possono o devono essere avviate.

Lo scopo di questo *paper* sarà quello di analizzare questo tipo di regole in cui lo spazio è un parametro fondamentale per estrarre la loro semantica e, in definitiva, di proporre un modello per codificare le regole geospaziali.

Strumenti matematici

La modellizzazione matematica classica delle regole di *business intelligence* è basata sulla logica del primo ordine, la logica descrittiva ed i predicati. Alcuni utilizzano anche la logica sfumata (*fuzzy logic*). Ma per le regole geospaziali, dobbiamo considerare e quindi integrare altri settori della matematica come la geometria piana e sferica, la topologia, la statistica. Le conseguenze includono la creazione di oggetti matematici che possono estendere le logiche, ma soprattutto di creare motori inferenziali capaci di avviare queste funzioni.

La denominazione degli oggetti geografici è legata a due aspetti:

- i loro nomi, cioè i toponimi, sono legati alla lingua; i gazetteer conosciuti come dizionari dei nomi dei luoghi integrano le relazioni tra questi toponimi.
- i loro tipi e attributi possono essere visti come derivazione di un'ontologia (rete semantica tra concetti).

Come conseguenza, per la definizione delle regole, l'esistenza di un'ontologia e di un gazetteer è un requisito essenziale.

Analisi di alcune regole geospaziali

Adesso, analizziamo alcune regole in vari settori.

Regole geodetiche

Le regole di questo tipo sono valide dappertutto sul globo terrestre; consideriamo i punti cardinali. Se A sta al nord di B e se B sta al nord di C, allora A sta al nord di C. Così è valida questa regola di transitività; ma c'è niente al nord del Polo Nord, quindi la transitività ha un limite. Una regola simile può essere scritta per il sud. Ma riguarda all'est e l'ovest, la transitività è parziale a causa della sfericità della terra. Se Roma sta all'est di Los Angeles, e se Los Angeles all'est di Pekino, Roma non sta all'est di Pekino, ma all'ovest. La regola sarà scritta così:

```
IF Est (A, B) and Est (B,C) and Longitud (A,C) < 180°
THEN Est (A, C)
ELSE West (A, C)
```

Regole di geografia fisica

In questo dominio, le regole devono rappresentare i fenomeni naturali e le loro relative implicazioni. Ad esempio a seguito di tsunami, eruzioni vulcaniche, temporali, grandi piogge, si possono considerare automatiche alcune conseguenze. Ma in più, si deve considerare più recentemente le misure di prevenzione, protezione o mitigazione, come pure sistemi efficaci di monitoraggio in tempo reale.

Ma a causa della topografia locale, certe regole possono essere invalidate. Nell'emisfero nord, più si va a nord, più si fa freddo. A una certa scala, questo tipo di regola è valido, ma esistono luoghi in cui questo ragionamento non è più valido. Quindi dobbiamo distinguere tra regole locali e regole globali. Qui la regola locale soppianta la regola globale come, inoltre ad esempio, l'altezza slm.

Le regole della distribuzione spaziale della flora e della fauna, dell'idrologia, ecc. derivate dalla climatologia, della meteorologia entrano in questa categoria. La Figura 2 dà un esempio nella Alpi piemontesi (Perosina-Zaccara, 2006).

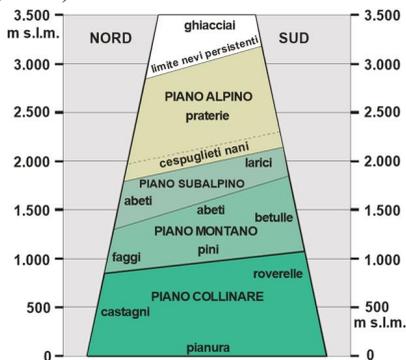


Figura 2 - Fasce altimetriche della vegetazione e del limite delle nevi persistenti in funzione della temperatura-altitudine e della esposizione dei versanti nelle Alpi piemontesi (Perosina-Zaccara, 2006).

Supponiamo che stiamo sul versante sud. Due possibilità per scrivere una regola:

- primo caso: IF Betulle THEN 1100 < altitudine < 1800;
- secondo caso: IF 1100 < altitudine < 1800 THEN Betulle.

Nel primo caso sarebbe uno studio che lega un tipo di alberi, alla fascia altimetrica in cui è probabile che ci troviamo, mentre, il secondo indica che, poiché stiamo a un certo livello del mare, quali siano gli alberi che possiamo incontrare.

Regole che derivano da leggi

Ogni paese ha le sue regole, non solo amministrative ma anche geolocalizzate. Analizzando foto aeree del traffico è importante di sapere che nel Regno Unito si guida a sinistra. Concetti come la lingua, l'unità monetaria hanno conseguenze sulle regole geospaziali.

Generalmente esistono una costituzione e molte leggi nazionali che reggono gli aspetti geografici come per la pianificazione urbana e territoriale. Riprendiamo l'esempio della farmacie. La Figura 3 dà un'illustrazione di questa regola.

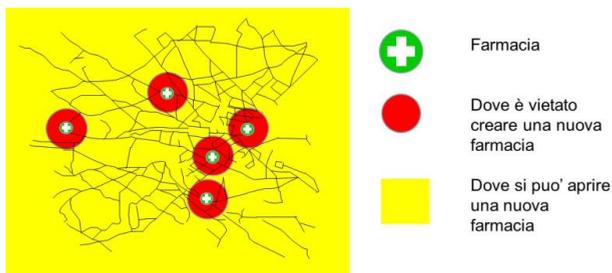


Figura 3 - Esempio di regola amministrativa: "E' vietato aprire una nuova farmacia a meno de 500 metri da un'altra esistente".

Sebbene esistono norme internazionali per il codice stradale, ogni paese presenta le sue particolarità ad esempio per la precedenza negli incroci, le rotonde, ecc.

Regole socio-economiche

La demografia con la sua grande inerzia genera regole. Esempio: "più bambini, più scuole". Una maggioranza di paesi hanno inventato norme per l'organizzazione dell'economia, imprese. Queste regole hanno un impatto sensibile sull'occupazione del suolo. La Figura 4 dà un'illustrazione della regola "Sulle coste, più la distanza dal mare è grande, più i prezzi delle case diminuiscono".

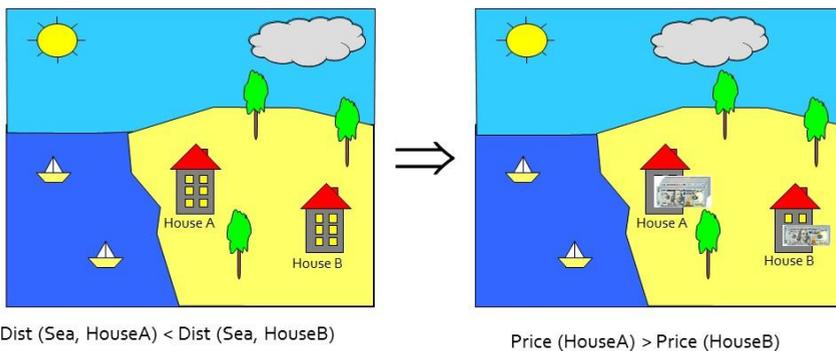


Figura 4 - Esempio di regola economica: "Sulle rive del mare, più la distanza dal mare è grande, più i prezzi delle case diminuiscono".

Regole d'urbanistica

Generalmente in ogni paese, esistono leggi che reggono la pianificazione urbana. Prenderemo un piccolo esempio per le licenze edilizie, come presentato nella Figura 4 in cui si vede un edificio che deve rispettare alcune regole.

In questa Figura 4, la regola 1 dà la distanza minima dalla strada, la regola 2, la altezza massima dell'edificio, la regola 3 il volume, la regola 4 la distanza sul retro del lotto, e la 5 la distanza dai vicini. Qui, le regole saranno considerate come vincoli, cioè per essere valido (accettato al senso delle legge), il edificio deve rispettare questi vincoli.

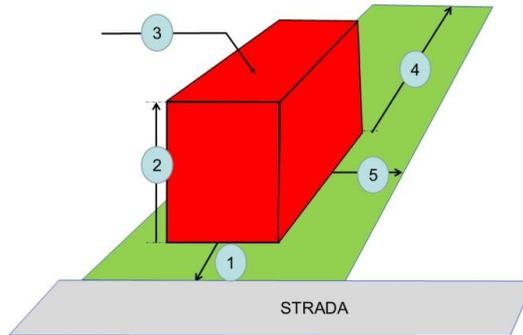


Figura 4 - Esempi di regole d'urbanistica che restringono il volume degli edifici.

Regole di associazione estratte dal data mining spaziale (Miller-Han 2009)

Una grande evoluzione negli ultimi anni è connessa alle potenzialità del data mining nei database: lo scoppio è, usando l'immagine dei minatori, quello di cavare non l'oro ma *frequent items*, cioè cose che spesso vanno insieme. Questi frequenti collegamenti tra varie cose possono essere visti come regole, però con una semantica particolare. Ad esempio, "nel centro di un borgo ci sono la chiesa e il municipio", "nella vicinanza di una grande città, c'è un aeroporto".

Questi collegamenti sono conosciuti come *association rules* qualificate generalmente con due misure, il *support* (supporto) e la *confidence* (fiducia).

Considerando una tabella di database D , la regola di associazione $X \Rightarrow Y$ ha come supporto s se s % delle transazioni in D contengono $X \cup Y$. In più, questa regola $X \Rightarrow Y$ ha come fiducia c se c % delle operazioni in D che contengono X anche contengono Y . Le regole che hanno una fiducia maggiore di uno soglia c specificato dall'utente si dice che abbia la minima fiducia.

Nei database territoriali è facile calcolare la fiducia, ma in certi casi in cui molte relazioni sono implicite, valutare il supporto è difficile.

Generalizzazione di regole

Come abbiamo già visto, certe regole possono essere soppiantate localmente.

Metaregole

Una metaregola è una regola che definisce un quadro normativo. Ad esempio, tutti i piani locali devono essere congruenti a una legge sulla pianificazione urbana. Con altre parole, le metaregole definiscono un insieme di regole che avranno validità solo quando si farà riferimento a questa metaregola. Possono anche definire nuovi concetti: allora una metaregola potrebbe modificare un'ontologia.

Conseguenze

Un altro aspetto corrisponde allo status di una regola, cioè la modellazione deve precisare la semantica della regola:

- l'implicazione è automatica (verità della natura), "se piove, ti bagni";
- l'implicazione può essere vista come una raccomandazione, "se piove, prendi l'ombrello";
- una legge decide di un'inferenza, cioè esiste un obbligo legale; in caso contrario, generalmente possono essere applicate sanzioni ;
- una legge può aprire possibilità; in questo caso, la regola fornisce parecchie alternative o opzioni aperte, ma nessuna è obbligatoria;
- alcune regole possono essere considerate come un vincolo; ed esempio i limiti sull'altezza degli edifici;
- un piano regolatore genera regole locali nell'ambito di una legge più generale; così una regola può soppiantare un'altra regola; eccezioni possono esistere; in certi casi, l'abusivismo deve anche essere considerato: una cosa esiste nel mondo reale, ma secondo una regola precisa non dovrebbe esistere; cioè non dimenticare deroghe, esenzioni e trasgressioni;
- le cosiddette *best practice* possono essere considerate sia come raccomandazioni, sia come regole locali;
- il *data mining* spaziale consente di scoprire *frequent items*, cioè cose che appaiono frequentemente insieme; non dimenticare supporto e fiducia delle regole d'associazione.
- una regola è valida solo su un territorio ben delimitato; chiameremo questo spazio, la giurisdizione della regola (ad esempio: un paese);
- la lingua in cui è definita la regola, è una caratteristica importante di una regola; la lingua definisce i toponimi e l'ontologia; generalmente c'è una sola lingua in un solo luogo, ma esistono luoghi in cui molti linguaggi devono essere considerati; esempio, le regole della Comunità Europea.

Requisiti per la modellazione formale delle regole geospaziali

Lo scopo di questa sessione non sarà di dare il formalismo dettagliato per modellare le regole geospaziali, ma semplicemente di presentare alcuni requisiti. Difatti, il disegno del linguaggio di modellazione deve essere concepito con le grandi funzionalità di un futuro motore d'inferenza geografica.

Il contesto deve integrare:

- la giurisdizione e la lingua del sistema di conoscenze,
- un dizionario dei toponimi (*gazetteer*),
- un'ontologia che definisca i concetti e, soprattutto, l'organizzazione dei tipi d'oggetti geografici (fiumi, montagne, città, ecc.).

Inoltre:

- una base di conoscenze geografiche che contenga gli oggetti geografici, i loro attributi e le relazioni geografiche tra di loro;
- e finalmente la lista delle regole; queste regole si devono riferire unicamente all'ontologia e al *gazetteer* del contesto.

Però, prima di presentare una nuova regola, si deve precisare se questa regola deriva da una metaregola o soppianta un'altra regola, altrimenti a causa delle contraddizioni, ci saranno blocchi nel sistema inferenziale

La localizzazione deve essere precisata sia con i toponimi, sia con la lista delle coordinate dei poligoni. In certi casi, possiamo immaginare una formula geometrica con unioni, intersezioni e differenze. Nel caso di cammini, è necessario precisare due luoghi (partenza e arrivo).

Inoltre ci saranno le condizioni (IF) scritte come predicati, le conseguenze (THEN). In certi casi, una ulteriore conseguenza di tipo ELSE potrebbe essere interessante ad esempio per le sanzioni.

Per finire questa descrizione, per le regole statistiche o provenienti da *data mining*, si deve aggiungere misure come la fiducia sulle regole d'associazione.

Conclusioni

L'obiettivo ultimo è quello di disegnare un sistema inferenziale geografico basato sulle regole geospaziali. Ma, in questo *paper*, vengono presentati solo i primi passi sulla modellazione delle regole.

Sicuramente dobbiamo portare a conclusione questo lavoro al fine di definirne con precisione l'articolazione per una prima versione di un linguaggio dedicato alla scrittura delle regole geospaziali che integrino tutti gli aspetti, e cioè tutta la semantica presentata nel *paper*.

Ringrazio tutte le persone con cui ho lavorato per il disegno, la scrittura e la finalizzazione di questo articolo, Giuseppe Las Casas, Beniamino Murgante, Massimo Rumor, Monica Sebillio e Franco Vico.

Referenze bibliografiche

Golledge, R.G. (2002) "The nature of geographic knowledge". *Annals of the Association of American Geographers*, 92(1), 1-14.

Kim, T.J., Wiggins, Lyna L., Wright, J.R. (Eds.) *Expert Systems: Applications to Urban Planning*, Springer-Verlag 1980.

Laurini, R. (2014) "A Conceptual Framework for Geographic Knowledge Engineering", *Journal of Visual Languages and Computing* (2014), Volume 25, pp. 2-19.

Laurini, R. (2015) "Fundamentals of Geographic Engineering for Territorial Intelligence". In *Knowledge Engineering Principles, Methods and Applications*, Edited by A. Perez Gama, Nova Science Publishing, New-York, ISBN: 978-1-63463-909-5, pp. 1-56.

Miller H.-J, Han J. *Geographic Data Mining and Knowledge Discovery*, Second Edition, May 27, 2009 by CRC Press, 486 Pages, ISBN 9781420073973.

Perosina, G., Zaccara P. (eds) *Elementi Climatici del Piemonte*. C.R.E.S.T. Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino), Febbraio 2006.

Ross R. G. (2011) "More on the If-Then Format for Expressing Business Rules: Questions and Answers," *Business Rules Journal*, Vol. 12, No. 4 (Apr. 2011), URL: <http://www.BRCommunity.com/a2011/b588.html>.