

Un test per verificare l'efficacia della rappresentazione visuale degli indicatori spaziali in ambito urbano

Rosa Marina Donolo (*, **), Franck Favetta (*), Robert Laurini (*)

(*) Laboratoire d'InfoRmatique en Images et Systèmes d'information - LIRIS, Institut National des Sciences Appliquées - INSA - Lyon, 20, Avenue Albert Einstein, 69621, Villeurbanne, Cedex, Francia

{Rosa-Marina.Donolo, Franck.Favetta, Robert.Laurini}@insa-lyon.fr

(**) Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, 1, via del Politecnico, 00133, Roma

Abstract

La progettazione della visualizzazione dell'informazione è particolarmente interessante nelle applicazioni riguardanti i Sistemi Informativi Urbani. La rappresentazione spaziale dei dati urbani permette sia un'analisi dettagliata dei diversi strati informativi, sia una sintesi grafica delle informazioni territoriali poiché grandi quantità di dati possono essere visualizzate mediante l'utilizzo di indicatori spaziali. Spesso, però, le rappresentazioni cartografiche proposte in ambito urbano, risultano complesse ad un osservatore non esperto, perché presentano contemporaneamente diversi livelli di informazione. In questo articolo si propone un test sulla rappresentazione degli indicatori spaziali, per verificare l'efficacia e le potenzialità della rappresentazione visuale in ambito urbano. Per raggiungere questo obiettivo vengono proposte ad un *panel* di potenziali utilizzatori, diverse rappresentazioni cartografiche bidimensionali, e si verificano successivamente gli errori commessi nell'interpretazione delle mappe. Il test prevede la lettura di differenti rappresentazioni cartografiche di un indicatore spaziale (flusso di passeggeri tra due fermate di Metro) rappresentato in diversi momenti temporali, utilizzando le variabili visuali (J. Bertin, 1967) e le loro combinazioni. L'analisi dei risultati del test dovrebbe fornire alcune indicazioni relative alle preferenze e alle difficoltà riscontrate dagli utilizzatori nell'interpretazione delle rappresentazioni cartografiche in ambito urbano. La prosecuzione di questo test potrebbe riguardare la valutazione dell'efficacia delle rappresentazioni tridimensionali e animate (in particolare con variazione degli indicatori spaziali in tempo reale) e delle rappresentazioni interattive, nella gestione delle informazioni in ambito urbano.

Abstract

The information visualization design is particularly interesting in the applications of Urban Information Systems. The spatial representation of urban data permits both a detailed analysis of the different informative layers, and a graphic syntesis of territorial informations, as a great amount of data can be visualized through the use of spatial indicators. Although, the cartographic representations for urban contexts can be really complex for a non-expert observer, as they presents simultaneously different levels of information. In this article we present a test on the representation of spatial indicators, in order to verify the efficacy and the potentialities of the visual representation in urban context. To attend this objective we propose to a panel of potential users, different bi-dimensional cartographic representations, and we measure the amount of mistakes in the interpretation of the maps. The test proposes the lecture of different cartographic representations of a spatial indicator (flow of passengers between the two stops of a Metro) represented in different temporal moments, using the visual variables (J. Bertin, 1967) and their combinations. The analysis of the results of the test should provide some indications about preferences and difficulties found by users in the interpretation of the cartographic representations in urban contexts. The continuation of this test could concern the evaluation of the efficacy of the tridimensional animated representations (especially with

the variation of the spatial indicators in real time) and of the interactive representations (that permit the interaction of the user) in the management and communication of informations in urban contexts.

1. Introduzione

Il presente articolo presenta un metodo per valutare l'efficacia della rappresentazione delle informazioni, proponendo un test a due differenti gruppi di utenti, esperti e non esperti, ai quali si chiede di interpretare alcune carte tematiche con un grado crescente di difficoltà di lettura dovuto alla presenza di un livello crescente di informazioni. Il test proposto si rifà alle analisi di J. Bertin sulle variabili visuali e spaziali. L'articolo si suddivide in due parti principali: una prima parte in cui si richiamano i vantaggi della visualizzazione dei dati spaziali (par. 2.1) e in cui successivamente si specificano le caratteristiche della visualizzazione dei dati in ambito urbano (par. 2.2); una seconda parte in cui si analizza il ruolo dei test psico-cognitivi per discriminare tra diversi metodi di rappresentazione (par. 3.1) ed in cui si presenta la metodologia utilizzata per impostare il test (par. 3.2) giungendo infine a descriverlo più in dettaglio, (par. 3.3). Alcune valutazioni finalizzate allo sviluppo successivo dell'indagine sono presentate nelle conclusioni (par. 4).

2. La visualizzazione dell'informazione

2.1 I vantaggi della visualizzazione dell'informazione

La visualizzazione dell'informazione è definita da Card (1997) un processo di trasformazione dei dati in una forma visuale che permette all'utente di osservare e non più estrarre l'informazione. Sempre più numerosi studi riguardano l'utilizzo di metodi di rappresentazione dei dati allo scopo di migliorarne la visualizzazione e in generale l'interazione utente-sistema informativo. Non sempre la visualizzazione dei dati è semplice; a volte, infatti, è necessario rappresentare più fenomeni contemporaneamente. Per questa ragione lo studio dei diversi aspetti della visualizzazione dell'informazione necessita di un'analisi multidisciplinare e multidimensionale. Attualmente i progressi nel campo della visualizzazione dell'informazione si devono soprattutto agli studi sulla semiologia grafica (Bertin, 1983), agli studi sul sistema percettivo-cognitivo umano (S.K.Card 1983; Marr 1982) e soprattutto all'evoluzione dell'informatica grafica (*computer graphics*) che permette di ottenere rappresentazioni dei dati molto sofisticate ed espressive. Anche lo sviluppo dei GIS su Internet (*WebGIS*) ha favorito la ricerca in questo campo per consentire un accesso più intuitivo ed immediato ai dati. Di seguito richiamiamo i vantaggi principali della visualizzazione dei dati:

1. Riduzione dei tempi di comprensione dell'informazione per esperti e non; riduzione dei tempi di gestione ed elaborazione dell'informazione. Friedman, (2008), ribadisce l'importanza di non complicare né di "abbellire" troppo le rappresentazioni visuali dei dati spaziali, per non perdere l'intuitività e l'immediatezza nella comunicazione delle informazioni.
2. Agevolazione nell'individuazione di caratteristiche nascoste e di relazioni tra i dati spaziali (individuazione di criticità e/o anomalie e/o aspetti positivi), grazie al supporto spaziale delle rappresentazioni visuali. Le relazioni tra i dati spaziali possono essere messe in evidenza tramite alcuni accorgimenti grafici: l'uso del colore può evidenziare aggregazioni fra i dati spaziali, l'uso di diversi livelli di classificazione e di diverse scale di rappresentazione può restituire diversi livelli di precisione nell'informazione, etc.
3. Sintesi dell'informazione tramite l'uso di indicatori spaziali. Inoltre nei GIS la possibilità di eseguire delle *query* spaziali può essere considerata una tecnica di *visual data mining*.
4. Miglioramento dell'interazione utente-sistema di informazione.

2.2 La visualizzazione dell'informazione urbana

La sintesi data dalla visualizzazione dei dati, è utile specialmente nella gestione delle problematiche urbane in cui è necessario analizzare molti dati, spesso eterogenei. Quando la progettazione della

visualizzazione dell'informazione è applicata ai dati urbani, si usa parlare di “*urban information design*” che è considerato uno strumento sempre più importante nell'analisi dei processi urbani.

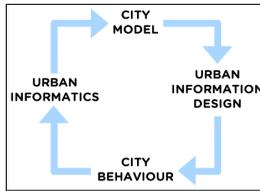


Figura 1 – Ciclo virtuoso dell'informazione.

L’“*urban information design*” ha ormai un ruolo fondamentale nel ciclo virtuoso dell'informazione, “*information virtuous cycle*”, cfr. fig.1. Di seguito si riportano alcuni esempi di rappresentazione spaziale di indicatori in area urbana ed extra-urbana:

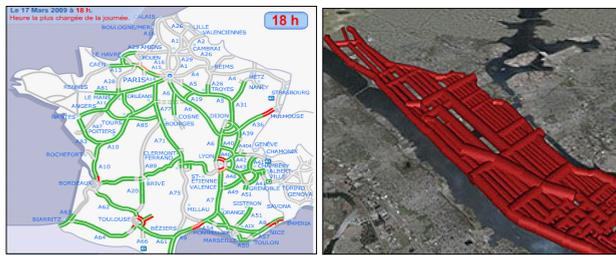


Figura 2 – A sinistra, indicatore di flusso veicolare in 2 dimensioni in area extra-urbana, Francia (cfr. www.coraly.com); A destra, indicatore di flusso veicolare in 3 dimensioni, in area urbana, New York (cfr. www.nadiaamoroso.com).

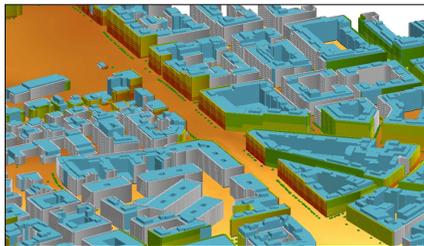


Figura 3 – Indicatore di temperatura (o rumore) sulle facciate degli edifici in 3 dimensioni (M. Ioannilli, 2007).

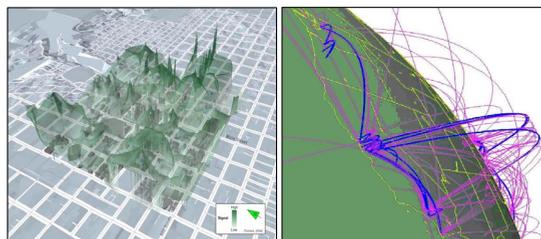


Figura 4 – Esempi di indicatori spaziali: A sinistra intensità del segnale WIFI di Internet; indicatore continuo in 3 dimensioni. A destra flussi di informazioni su Internet o flussi di traffico stradali; indicatore non continuo in 3 dimensioni.

3. Test psico-cognitivi

3.1 Interesse dei test psico-cognitivi

I test psico-cognitivi (Chen 2000, Mailles 1996, Favetta 2003), sembrano essere uno dei pochi strumenti a disposizione per costruire una “teoria empirica” sulla percezione visiva e visuale, e sull’elaborazione cognitiva dei dati spaziali. Infatti la visualizzazione delle informazioni comporta un processo di astrazione nel passaggio dal sistema percettivo al sistema cognitivo. Il processo di interpretazione delle informazioni nasce dall’impatto dell’utente con l’interfaccia grafica per poi essere elaborata dal sistema cognitivo (Bottoni, 1996). Tale elaborazione mentale è soggettiva e non è standard, ma presenta degli elementi in comune tra i vari soggetti testati. Per individuare questi elementi ricorrenti che determinano le preferenze dei soggetti testati nella visualizzazione dei dati, abbiamo utilizzato un test psico-cognitivo. Per essere efficace la rappresentazione deve essere *user-friendly*, cioè più vicina possibile all’immagine mentale dell’utente. E’ evidente che le conoscenze e la cultura dell’utente avranno un’influenza fondamentale sulle risposte ottenute.

3.2 Obiettivi ed impostazione del test proposto

Il test sulla rappresentazione spaziale degli indicatori, qui presentato, è disponibile *online* al link: <http://franck.favetta.free.fr/indicators> (password: *spatial*). Questo test propone alcune semplici domande su differenti metodi di rappresentazione dei dati spaziali. Gli obiettivi del test sono:

- Testare alcune rappresentazioni visuali di indicatori spaziali per identificare criticità di lettura e rilevare possibili miglioramenti nelle rappresentazioni visuali
- Predisporre uno studio cognitivo per individuare le preferenze riguardanti le rappresentazioni visuali proposte.
- Verificare l’efficacia di diverse modalità di rappresentazione utilizzando differenti variabili visuali.

Per rappresentazione efficace intendiamo la capacità di trasmettere all’utente l’insieme delle informazioni spaziali presenti nella mappa. Mentre le variabili visuali sono descritte nella *Semiologia grafica* di Bertin, (1983), che può essere considerata una delle teorie formali più accreditate sulla percezione degli oggetti spaziali. Nella ricerca di Bertin vengono individuati due gruppi principali di variabili: le variabili visuali come il colore, il valore e la grana, e le variabili visuali geometriche come la forma, la dimensione, l’orientazione (cfr. fig. 5).

Visual variables	Type of geo-objects		
	point	line	area
size			
value			
gran			
colour			
orientation			
shape			

Figura 5 – Le variabili visuali di J. Bertin.

Le questioni sulle quali ci siamo concentrati per elaborare le domande del test proposto, sono:

- Fino a quante variabili visuali combinate possono essere utilizzate affinché una carta tematica continui ad essere leggibile?
- Quali sono le combinazioni di variabili visuali per rappresentare un indicatore spaziale che generano meno errori di interpretazione nell’osservatore?

3.3 Metodo e descrizione del test proposto

Le domande del test riguardano l'analisi del flusso di passeggeri in metropolitana, rappresentato in diversi momenti temporali utilizzando differenti combinazioni di variabili visuali di Bertin. La serie delle mappe e l'interfaccia online sono state implementate in linguaggio Javascript e .PHP. Alcune considerazioni ci hanno portato a ridurre il numero di variabili di Bertin da studiare: la variabile di posizione (x,y) non è rilevante per noi perché rappresentiamo un'informazione puntuale per ogni punto della mappa (punto infinitamente piccolo in quanto facente parte di un indicatore continuo). Anche la forma e l'orientamento non ci interessano perché rappresentiamo degli indicatori continui e non oggetti grafici non continui (icone) su una mappa. Per queste ragioni nel nostro test selezioniamo solo 4 variabili visuali di Bertin: valore (*intensity*), grana (*texture*), colore (*color*) e dimensione (*size*). Come esempio per il nostro test abbiamo scelto di rappresentare l'indicatore flusso di passeggeri in una metropolitana fittizia e in quattro momenti temporali diversi: 1) giorni lavorativi all'ora di punta, 2) giorni lavorativi fuori dall'ora di punta, 3) fine settimana, 4) giorni festivi. Questi quattro momenti temporali sono rappresentati rispettivamente dalle quattro variabili visuali suddette: intensità, grana, colore e dimensione, cfr. figura 6.

Nel test presentiamo all'utilizzatore alcune mappe con le possibili combinazioni delle quattro variabili visuali suddette:

- 4 carte rappresentano ognuna una variabile visuale singola (cfr. figura 6)
- 6 carte rappresentano la combinazione di due variabili visuali su quattro
- 4 carte rappresentano la combinazione di tre variabili visuali su quattro
- 1 carta rappresenta la combinazione delle quattro variabili in contemporanea

In totale 15 carte rappresentano tutte le combinazioni possibili per le quattro variabili visuali.

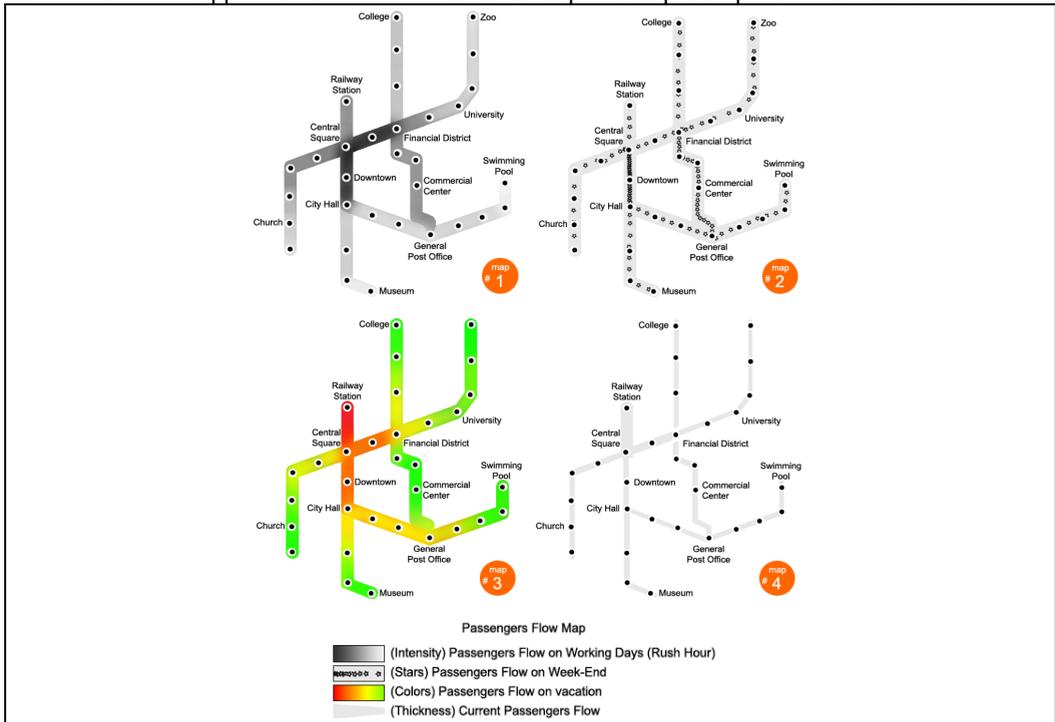


Figura 6 – Esempio della mappa della metropolitana rappresentante l'indicatore “flusso di passeggeri” in quattro momenti temporali diversi, rappresentati dalle quattro variabili di Bertin: valore, texture, colore e dimensione, come descritto nella Legenda.

Per tutte le combinazioni ci siamo proposti di determinare il grado di efficacia nella trasmissione dell'informazione, verificando se l'informazione data da una singola variabile visuale in una rappresentazione, in cui sono combinate diverse variabili visuali, risulti chiara per l'utilizzatore. Questo metodo implica di porre all'utilizzatore 32 domande:

- 1 domanda per ognuna delle quattro carte con una singola variabile visuale
- 2 domande per ognuna delle sei carte che combinano due variabili visuali
- 3 domande per ognuna delle quattro carte che combinano tre variabili visuali
- 4 domande per la carta che combina le quattro variabili contemporaneamente

4. Conclusioni e prospettive

Nell'ambito della nostra ricerca sugli indicatori spaziali continui, abbiamo ritenuto interessante elaborare un test sulla percezione delle variabili visuali. In questo articolo abbiamo presentato la costruzione del test per verificare quante variabili visuali di Bertin possano essere combinate in una rappresentazione grafica bi-dimensionale, prima che tale rappresentazione diventi poco leggibile. Il test, inoltre, è necessario per verificare quali siano le migliori combinazioni di variabili visuali per due gruppi di osservatori, esperti e non esperti. Attualmente siamo ancora in attesa dei risultati del test, ma ci proponiamo di determinare la percentuale di errori rilevati nelle combinazioni di variabili visuali e di individuare le combinazioni che forniscono il maggior numero di risposte corrette.

Si potrà così determinare il numero massimo di variabili visuali da non superare in una rappresentazione di indicatori spaziali continui. In seguito ci proponiamo di completare il test, mettendo a confronto diversi metodi di rappresentazione di indicatori continui.

Bibliografia

- Bertin J. (1983), *Semiology of Graphics*. The University of Wisconsin Press, Madison
- Bertin J. (1997), *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Ed. Flammarion
- Bonhomme C. (2000), "Un Langage Visuel dédié à l'interrogation et à la Manipulation de Bases de Données Spatio-Temporelles", Tesi di dottorato, INSA Lyon, France.
- Bottoni, P., Costabile, M.F., Levialdi, S., Mussio, P. (1995), "Formalising Visual Languages", 11th IEEE Symposium on Visual Languages, Darmstadt, Germany, September 5-9, 1995, 45-52.
- Card S. (1983), *The Psychology of Human-Computer Interaction*.
- Chen C., Czerwinski M.P., (2000), "Empirical evaluation of information visualizations: an introduction", *Int. J. Human-Computer Studies*, 53, 631-635.
- Chen C., (2006), "Information Visualization", Chapter 6, *Empirical Studies of Information Visualization*, Springer London, 173-210.
- Favetta F. (2003), "Ambiguïtés dans les langages visuels d'interrogation spatiale et précision topologique des Bases de Données spatiales", Tesi di dottorato, INSA Lyon, France.
- Friedman V. (2008), "Data Visualization and Infographics", *Graphics*, Monday Inspiration, January.
- Ioannilli M. (2007), "Analisi dei sistemi urbani e territoriali", Università di Roma Tor Vergata
- Laurini R., (2001), *Information Systems for Urban Planning: A Hypermedia Cooperative Approach*, Taylor and Francis, 308.
- Laurini R., Murgante B. (2008), "Interoperabilità semantica e geometrica nelle basi di dati geografiche nella pianificazione urbana", *L'informazione geografica a supporto della pianificazione territoriale*, Beniamino Murgante editor, Franco Angeli/Urbanistica ISBN 978-88-568-0363, 229-44
- Mailles S., (1996), "Les représentations analogiques comme support de l'anticipation dans les environnements dynamiques", Tesi di dottorato, UFR de Psychologie & Laboratoire Travail et Cognition, CNRS-UMR5551, Université de Toulouse 2, France.
- Marr D., (1982), "Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information", MIT press.
- McCormick B. H., (1987), *Visualization in Scientific Computing*, ACM Press.
- Peterson M.P., (1995), "Interactive and animated cartography", New Jersey: Prentice Hall, (Prentice Hall Series in Geographic Information Science), 257.