

CAMMINANDO NEL CARNEVALE DI VENEZIA

Dinamiche pedonali e fenomeni di folla

G.Melchiorre, S.Rambaldi, A.Bazzani e B.Giorgini
Laboratorio di Fisica della Città-CIG Università di Bologna
INFN-Sezione di Bologna
Brescia Giugno 2007

Autore di riferimento: bruno.giorgini@bo.infn.it

Il Laboratorio di Fisica della Città opera con il sostegno finanziario di
Volvo Auto Italia

www.fisicadellacitta.it

www.physicsofthecitylab.unibo.it

www.physycom.unibo.it

Walking in Venezia Carnival: crowd dynamics and pedestrian trajectories

Abstract

Venezia is the ideal place in order to study the pedestrian mobility. The urban topology is complex, but with some obliged crucial points as the bridges, where the problems of crossing opposite flows are particularly evident. Moreover the “*calli*”, typical narrow Venetian streets, and the “*fondamenta*”, paths along the water channels, permit to define very precisely individual trajectories and the transitions from a ordered flow to a crowd dynamics. Crowd phenomena happen also in “*campi*” and “*campielli*”, the Venetian squares, from the little ones as Campo di Ghetto Novo to the larger as Campo S. Margherita until to Piazza S. Marco, which can contain many thousands of individuals. Therefore in this very rich context, we can investigate the crowd dynamics at different scales. Furthermore we have to take into account a little number of accessibility nodes well defined as the railway station S. Lucia and Piazzale Roma for the car and bus, with the possibility to monitor and distinguish the arriving populations from a sociological point of view (long range tourists, proximity visitors, commuters, inhabitants, business men and so on) and to observe the dynamical time dependent arriving fluxes (in a first approximation we excluded the airport mobility). We have chosen the Carnival also to measure the impact of a great number of

visitors on a city like Venezia, with a very delicate environmental equilibrium. In this paper firstly we propose some methodological considerations, secondly we show some snapshots of simulations for critical points as the bridges and squares, and finally we present some first empirical paths obtained by the GPS data recorded during the Carnival days.

La città per Agostino è in itinere, è una società peregrina, una sorta di rappresentazione esterna di questa inquietudine interiore caratterizzata anch'essa dall'essere itinerante. Neppure la verità di questa città è esterna ad essa ma con cresce nella realtà. La civitas dei è costantemente immanente alla civitas hominum esattamente come la verità è costantemente immanente all'interiorità. (..) la città europea è una città itinerante, pellegrina, ed è una civitas perplexa (complessa diremmo noi adesso). M. Cacciari

Introduzione

Ha scritto il filosofo: la libertà di muoversi è una delle libertà essenziali dell'uomo. Più prosaicamente è venuto costituendosi nel linguaggio, nel senso comune, nell'ambito giuridico il concetto di "diritto alla mobilità", in particolare all'interno della Unione Europea (UE).

D'altronde la mobilità urbana investe la qualità della vita e non di poche persone, se è vero che coll'inizio del nuovo secolo oltre il 50% degli abitanti della terra vive e si muove in città. Dal nostro punto di vista di fisici della città, si può definire la mobilità come la propensione di un individuo a muoversi nel tessuto urbano. Questo implica che la mobilità si colloca tra il determinismo del sistema (rete viaria e di trasporto, geometria, architettura, fisica dei corpi, eccetera) e il libero arbitrio, o free will, la libera volontà per dirla all'inglese, del singolo componente elementare che si modella tramite la probabilità (1). La mobilità dell'individuo è intrinsecamente complessa: solo l'atto stesso del muoversi, attraversare una strada, fare una passeggiata, andare al cinema, richiede una serie quasi infinita di scelte. Se vogliamo cercare di modellarla in un linguaggio fisico matematico cioè quantitativo, dovremo dotarci di una dinamica fisica, e soprattutto di una dinamica decisionale agita da componenti elementari dotati di proprietà percettive e cognitive, in sintesi da individui (automi) in grado di assumere, processare e scambiare informazione. Inoltre il singolo si muove in un contesto

urbano caratterizzato da dinamiche temporali scandite dai chronotopi, letteralmente “luoghi del tempo”. Nel linguaggio della teoria dell’informazione, possiamo definirli come gli agenti primigeni delle dinamiche urbane che producono correlazioni temporali che non ci si aspetterebbe in loro assenza (2). In termini urbanistici si tratta di aree dove si svolgono funzioni calendarizzate (università, centri commerciali, ospedali...) (3). La dinamica nasce dall’interazione tra i calendari chronotopici, le agende individuali e la topologia urbana (vedi in fig. 1, un meccanismo di scelta del percorso basato sulla probabilità di Bayes-de Finetti e sulle proprietà delle strade (4)). Quindi abbiamo un fenomeno complesso, la mobilità individuale (dinamica microscopica), che si estrinseca in un sistema complesso, la città (5) chronotopica, dando luogo a una dinamica mesoscopica degli aggregati, per esempio gli studenti che vanno all’università. Infine un sistema complesso è caratterizzato tra l’altro dal fatto che azioni locali si propagano in modo non lineare, e quindi poco prevedibile, sull’intera rete. Ovvero la mobilità è un fenomeno complesso che necessita di visione globale. Una visione globale che si può rappresentare implementando il modello dinamico su calcolatore, per potere tramite simulazione sperimentare in silico l’evoluzione del sistema, scoprirne i parametri di governo e/o controllo, studiarne i punti critici. Affrontare e risolvere le criticità una alla volta non dà garanzie di avvicinarsi alla soluzione, e è in ogni caso un metodo altamente inefficiente di affrontare il problema. La scoperta di proprietà globali e/o di leggi universali (esatte o approssimate che siano) semplifica lo studio dei sistemi complessi, mentre la ricerca delle autorganizzazioni emergenti può essere una guida per il loro governo (e-governance). In particolare in un sistema complesso quasi sempre gli equilibri frutto dell’autorganizzazione sono più stabili di quelli imposti da una forzatura esterna, mentre l’autorganizzazione cognitiva è più robusta di quella fisica (6). Ultimo ma non ultimo, lo studio della mobilità deve essere corredato da dati empirici dalla cui analisi si possano estrarre le nervature del modello fisico matematico che andremo a implementare e che ci servirà per le nostre simulazioni. Si tratta di un problema in generale di non facile soluzione, poiché non esiste una teoria della misura e dell’interazione osservatore-osservato per i sistemi complessi come invece per la meccanica quantistica o per la fisica newtoniana, e inoltre le serie numeriche di dati devono essere abbastanza lunghe per essere significative, mentre le medie in sistemi altamente dinamici e non lineari perdono presto di senso (7). E’ all’interno di questo schema conoscitivo che abbiamo iniziato, in collaborazione con

l'Università Milano-Bicocca e l'IUAV (Istituto Universitario di Architettura di Venezia), una ricerca sulle dinamiche pedonali durante il Carnevale di Venezia. Nel prosieguo di questo articolo daremo alcune coordinate teoriche e sperimentali che sottendono il lavoro di ricerca ancora in corso.

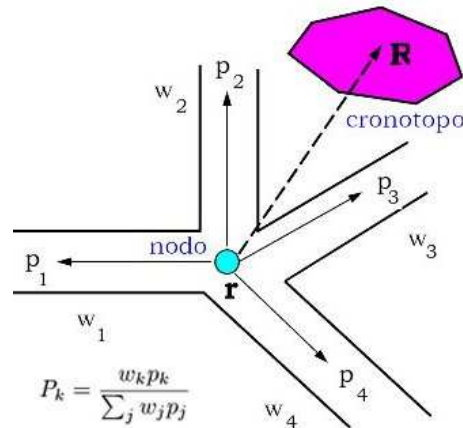


Fig. 1 Il pedone nel “nodo” sceglie la direzione che lo porterà al cronotopo R secondo la formula in figura, con p_k probabilità individuali, w_k coefficienti di qualità delle strade (accessibilità, estetica e sicurezza) e P_k probabilità soggettive nel senso di Bayes-de Finetti.

Il pedone si muove

Un pedone che cammina per le calli è:

- 1.) semplice da “tracciare” empiricamente
- 2.) abbastanza semplice da modellare se è senza meta, via moto browniano (random walk)
- 3.) già meno semplice se il nostro pedone vuole raggiungere delle mete (collezione di mete possibili). Bisognerà definire un fascio di cammini ottimali (best paths). I cammini ottimali in genere cambieranno molto a seconda del singolo soggetto agente la mobilità (i più sicuri, i più belli, i più brevi, i più affollati, quelli più vicini all’acqua, ecc...). Possiamo chiamare questo livello il grado zero della complessità, perché implica una scelta all’interno di uno spettro di possibilità. Ovviamente anche qui possiamo lasciare fare al caso, e quindi ridurre la complessità al semplice calcolo probabilistico (8).
- 4.) Il problema diventa più complicato quando alcune mete hanno una dinamica temporale, cioè diventano cronotopi, luoghi orologi che scandiscono le attività urbane (un museo aperto per otto ore, o

durante il carnevale una sfilata dalle 14 alle 16, eccetera). L'interazione del nostro solitario pedone coi chronotopoi sarà così definita da una agenda individuale che scadenza le mete in relazione al tempo chronotopico. Nasce qui una dinamica che potremmo chiamare di complessità uno, ai bordi tra la teoria dei sistemi dinamici e qualcosa di più intricato, dovuto alla compresenza di più scale temporali (9).

Per cercare di districare la matassa definiamo le proprietà intrinseche del nostro pedone:

a) velocità, posizione

a1) dimensione fisico geometrica interpretabile come spazio vitale

b) proprietà percettivo cognitive, (tipicamente la vista)

b1) spazio percettivo/cognitivo

c) identità sociale in relazione alla mobilità (classificazione degli attori della mobilità)

c1) spazio sociale (classicamente quello della stretta di mano)

d) memoria a breve, medio termine

e) libero arbitrio/ free will (modellato dal caso, probabilità soggettiva di Bayes-de Finetti)

Infine il pedone ha la capacità di processare informazione (valutazione e decisione).

Il pedone incontra altri pedoni

Il singolo pedone tende a preservare intatto il suo spazio vitale, e a concedere cum granu salis l'accesso al suo spazio sociale.

L'interazione pedone-pedone può essere:

1) di tipo cooperativo (pedoni filantropi) in cui si definirà una funzione di cooperazione maggiore di zero

2) di tipo acooperativo, quando la funzione vale zero

3) di tipo anticooperativo quando la funzione diventa negativa (pedoni misantropi).

Ovviamente al variare delle condizioni potrà anche cambiare il valore della funzione di cooperazione.

Inoltre l'interazione può essere:

a) di tipo fisico, tramite collisioni multiple semielastiche

b) di tipo cognitivo/decisionale

Avremo così una dinamica fisica e una dinamica intenzionale/decisionale.

Sia la dinamica fisica che quella decisionale danno luogo a fenomeni di autorganizzazione, ma quelli dovuti alla dinamica decisionale sono più robusti (in fig. 2 possiamo vedere un esempio).

Siamo qui al grado tre di complessità, l'emergenza di processi ordinati che non sono naturalmente iscritti nelle condizioni iniziali e al contorno. I pedoni possono inoltre appartenere allo stesso aggregato mesoscopico, per esempio un gruppo omogeneo di turisti oppure un insieme di studenti eccetera, con le stesse mete, chronotopiche o no che siano. L'aggregato mesoscopico avrà una sua ben definita dinamica.

Per finire, se la densità non è troppo grande, posso osservare e studiare la dinamica dei flussi, trattando il sistema come un fluido granulare.

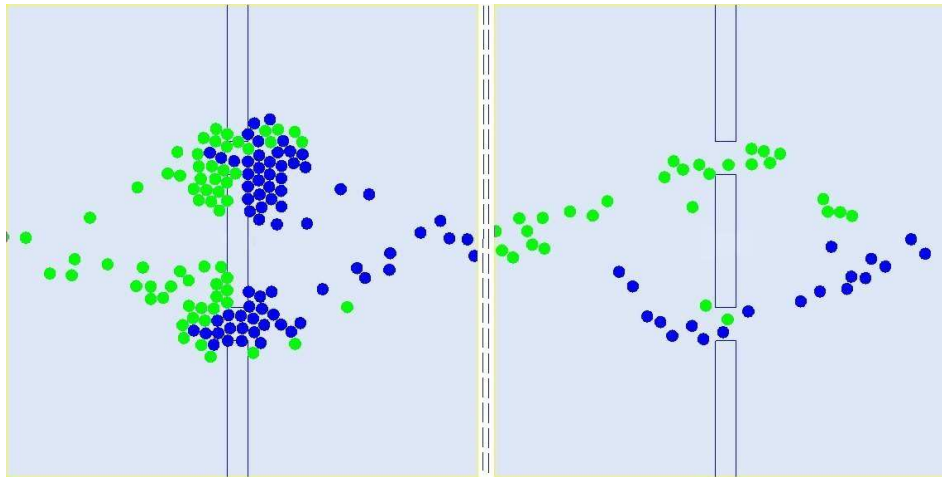


Fig. 2 Gli individui in verde vanno da sinistra a destra attraverso due porte, quelli in blu si muovono in senso inverso. A sinistra l'autorganizzazione fisica arriva all'ingorgo, mentre a destra l'autorganizzazione cognitiva permette una dinamica più fluida. Sottolineiamo i due verdi a destra che sulla base della loro libera volontà decidono di passare comunque dove stanno i blu.

Le dinamiche di folla

Definiamo stato affollato quello nel quale la densità è tale per cui in media lo spazio sociale del singolo individuo viene invaso.

Definiamo stato di ammassamento quello nel quale la densità è tale per cui lo spazio vitale viene in media violato, e chiameremo questa situazione stato di ammassamento.

Infine definiamo stato catastrofico quello nel quale la densità cresce fino allo schiacciamento di un numero N di individui.

Così abbiamo tre soglie, o transizioni, critiche dalla densità granulare fluida allo stato di folla, quindi dalla folla all'ammassamento e da ultimo dall'ammassamento allo schiacciamento.

Le domande che possiamo porci sono:

- a) come si propaga l'informazione dentro una folla
- b) come si propaga e amplifica una perturbazione dentro una folla
- c) quali fenomeni interni avvengono in una folla: turbolenze, microcorrenti, aggregati, autorganizzazioni
- d) come si osservano i fenomeni di folla (con quali strumenti e dove si posiziona l'osservatore o come si distribuisce l'insieme degli osservatori)

Il carnevale di Venezia e le dinamiche di folla

Il carnevale di Venezia costituisce un buon campo di osservazione, sperimentazione e misura per lo studio delle dinamiche di folla, nonché per la simulazione .

Infatti, nonostante il grande numero di componenti elementari (individui) che si muovono, la folla si partisce in flussi abbastanza identificabili a seconda delle mete chronotopiche (il carnevale dei bambini, l'area dei giovani, la zona del turismo colto, eccetera) e ovviamente il chronotopo/meta per eccellenza Piazza S. Marco come collettore, il mare in cui quasi tutti i rivoli, fiumiciattoli e fiumi di folla prima o poi si riversano (vedi fig. 3).



Fig. 3 A sinistra sono visibili i tracciati ottenuti dai dati GPS nel 2006, a destra quelli del 2007. In questa seconda campagna di presa dati, volevamo soprattutto indagare la dinamica empirica nei dintorni di Piazza San Marco.

Inoltre all'interno della folla è possibile individuare degli aggregati (tipicamente gruppi omogenei di visitatori/turisti).

Possiamo così strutturare in modo qualitativo e metodologico l'analisi, sia empirica che teorica, e la modellazione/simulazione delle dinamiche:

- a) i nodi d'accesso (stazione, aeroporto, piazzale Roma, Lido)- possibilità di misurare e porre domande (questionari) oltre che di modellare e simulare
- b) microdinamica interna alla folla (ponti, campi, rive eccetera). Per ora l'abbiamo osservata solo tramite telecamera e simulata in modo ancora qualitativo (fig. 4)
- c) percorsi e dinamica mesoscopica (degli aggregati). Misure con GPS, questionari, analisi delle segnaletiche
- d) nodi, passaggi critici (ponti, calli, strettoie eccetera), piazze lungo i percorsi (fig. 5)
- e) flussi globali, in entrata e in uscita da eventi particolarmente corposi e attrattivi, in genere da e per Piazza S. Marco, Riva degli Schiavoni eccetera. (particolarmente difficile da misurare in fino)

La progettazione di un sistema di governance delle dinamiche della folla e l'individuazione di percorsi di sicurezza e di deflusso rapido e ordinato (evacuazione), dovrebbero essere il coronamento dell'intero studio, in stretta collaborazione con il Comune e la Protezione Civile.



Fig. 4 A sinistra un'immagine della folla ripresa da Palazzo Ducale. A destra un'immagine della relativa simulazione, i colori indicano le direzioni.

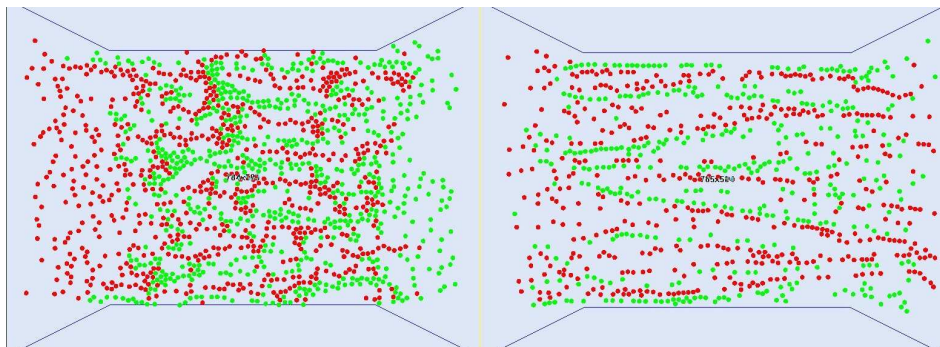


Fig. 5 Immagini di simulazioni della dinamica di una piazza. A sinistra è visibile un'autorganizzazione a mischia basata sull'energia fisica. A destra un'autorganizzazione generata dalla percezione cognitiva che risulta molto più fluida e più stabile

Infine

Sarebbe interessante una analisi delle risorse estetiche e attrattive dell'intera città oltre le tradizionali mete e percorsi, e anche una classificazione degli attori della mobilità in termini delle aspettative/richieste di mobilità. Venezia appare assai affollata in certi luoghi, e vuota in altri. Questo dipende da molti fattori, stratificati nel tempo. Se tuttavia si vuole coniugare un turismo di massa permanente con una vivibilità della città, bisogna porsi il problema di modificare l'uso collettivo dello spazio in un senso più equo. Va stabilita una nuova equazione tra i visitatori, gli abitanti, e la città. E equazione significa precisamente: contratto di equità.

Ascoltando Corto Maltese: *ci sono a Venezia tre luoghi magici e nascosti, uno in calle dell'amor degli amici, un secondo vicino al ponte delle meraviglie, il terzo in calle dei marrani nei pressi di S. Geremia in ghetto vecchio. Quando i veneziani sono stanchi delle autorità costituite vanno in questi tre luoghi segreti e aprendo le porte che stanno nel fondo di quelle corti, se ne vanno per sempre in posti bellissimi e in altre storie.*

Ringraziamenti

Due di noi, B.Giorgini e S.Rambaldi, desiderano ringraziare R.Busi e G.Maternini per le assai utili discussioni avute sul tema in argomento.

Bibliografia

- 1) B. Pascal - *Les Pensees* -1670; edizione italiana *Pensieri*, a cura di P.Serini, Einaudi-Torino, 65,71-1967
- 2) B. Giorgini- *Il tempo del caos* - 1997- in “Il tempo e la città tra natura e storia. Atlante dei progetti sui tempi della città”, a cura di S. Bonfiglioli e M. Mareggi, Urbanistica Quaderni INU, Roma, 325-327
- 3) S. Bonfiglioli- *Che cos'è un cronotopo* - 1997-Ibidem, 90-92
- 4) M. Capriotti- *Descrizione dinamica con modello cronotopico della mobilità di individui su uno spazio urbano* -2003 - Tesi di laurea- Dip. di Fisica, Università di Bologna
- 5) M. Batty- *Cities and Complexity*-2005-MIT Press- Boston
- 6) M. C. Taylor- *the moment of complexity emerging network culture*- 2001- The University of Chicago Press- Chicago and London
- 7) G. Melchiorre- *Misure ed Esperimenti nella Fisica della Città*- 2006- Tesi di Dottorato- Dip. di Fisica, Università di Bologna
- 8) A. Bazzani et al.- *A chronotopic model of mobility in urban spaces*- 2003-PHYSICA A 325
- 9) D. Helbing- *A mathematical model for the behavior of pedestrian*- 2001- Behavioral Science 36