

L'IMMAGINE DELLA CITTA' D'ARTE E' PIU' COMPLESSA DI GIORNO (CON ILLUMINAZIONE NATURALE) O DI NOTTE (CON ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE)?

F.T.Arecchi^{*}, A.Farini[♦], L.Ronchi Rositani[♥]

1 Introduzione: complicazione e complessità

Le recenti tendenze nel *lighting and color design* suggeriscono di non limitarsi al singolo edificio, ma di considerare, sino dall'inizio della stesura del progetto, l'ambiente circostante, su diverse scale di ampiezza crescente, in vista sia delle varie interazioni di carattere fisico (fotometriche e colorimetriche), sia degli effetti percettivi di contrasto e di contesto (questi ultimi implicano effetti di associazione, in vista di interazioni su aree molto più estese di quelle contemplate dalla fisiologia dei campi dei ricettori retinici, in virtù di connessioni corticali a lungo raggio).

Qui intendiamo proporre un contributo alla cosiddetta "formazione", con lo spirito della *modest proposal* di Jonatan Swift, il noto creatore di Gulliver. Si tratta di alcune indicazioni a carattere didattico che dovrebbero essere discusse con gli Illuminotecnici, gli architetti e gli urbanisti intenzionati a fronteggiare la multidisciplinarietà della ricerca in campi paralleli a quelli della loro attività professionale.

Da un lato abbiamo la Scienza della Visione che, nei programmi di avanguardia, propone il passaggio dal locale al globale, dal semplice al complesso, e l'*escalation*:

- sensazione
- percezione (nei tre gradini della sua organizzazione, **segregazione, segmentazione o suddivisione in regioni e rappresentazione interna**),
- cognizione
- funzioni dei centri superiori (estetiche, emotive, ecc.)

Dall'altro lato abbiamo lo studio della "complessità" che è suscettibile di un grandissimo numero di applicazioni e, proprio per questo, richiede definizioni e modalità diverse, a seconda dell'applicazione stessa[1].

In breve, passando dal singolo edificio al *background*, al *surround*, al quartiere ed oltre, il *designer* deve gestire un numero crescente di dati.

Un paragone semplicistico può essere quello del tavolo del cuoco, sul quale sono posti numerosi ingredienti, segregati, in altrettanti piattini. Il piatto risultante è complesso, perché non si ottiene buttando in pentola, a caso, tutti gli ingredienti, ma richiede il dosaggio delle quantità e dei tempi da parte del cuoco.

Il *designer* deve comportarsi come un cuoco esperto, che gestisce una gran massa di dati in modo da avvicinarsi alla "Città ideale", sia pure al livello platonico di Francesco di Giorgio Martini.

Un primo passo, nel ritagliare il livello gerarchico utile al cittadino od al turista che deve fruire della città, è la costruzione di ciò che favorisce il cosiddetto **orientamento** (per esempio, nella ricerca di

^{*} F.T.Arecchi, Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Firenze e Istituto Nazionale di Ottica Applicata, Firenze

[♦] A.Farini, Istituto Nazionale di Ottica Applicata, Firenze

[♥] L.Ronchi Rositani, Istituto Nazionale di Ottica Applicata, Firenze

ristoranti, alberghi, negozi, riferimenti storici ed estetici, ecc.) e l'ergonomia della guida (piloti in atterraggio, guidatori d'auto nelle vie notturne).

Il punto di partenza consiste nel ricordare la distinzione fra complicazione e complessità [2].

La complicazione deriva dalla nozione di complessità usata dalla *computer science*, dove tutto viene frammentato in sotto-insiemi, indipendenti e disgiunti per quanto riguarda le aree di interazione. Esiste un "costo" spaziale ed un "costo" temporale (il tempo di CPU per generare il risultato finale da una istruzione iniziale).

La complessità consiste nel fatto che i livelli superiori di organizzazione presentano caratteristiche salienti (*features*) che non si possono dedurre dai livelli inferiori, quindi richiedono un extra di apporto creativo non codificabile nell'ambito del livello gerarchico inferiore.

2 Verso un calcolo della complessità?

Dal punto di vista di un urbanista la complessità è legata alla correlazione tra fattori estetici e storici che si possono estrarre da un'esplorazione del contesto urbano.

Tutto questo è presentabile ostensivamente, o con parole o con sequenze di immagini che ritagliano dettagli diversi dal paesaggio urbano.

Invece dal punto di vista del tecnico dell'illuminazione la complessità è depurata da valori semantici e si riferisce a un compito ben preciso, quale ad esempio

a) Si possono introdurre i vari momenti della distribuzione locale di luminanza $I(x)$. In particolare i momenti terzo e quarto denotano le deviazioni dalla gaussianità[3].

b) Invece di esplorare i momenti di ordine più basso un criterio olistico consiste nell'introdurre una funzione logaritmica in $I(x)$ e cioè il contrasto di pixel

$$\Phi(x) = \ln \frac{I(x)}{I_0}$$

dove I_0 è la media della luminanza su tutta l'immagine. In tal modo, ricordando che lo sviluppo in serie della funzione logaritmo attorno al valore 1 contiene tutte le potenze di $(I(x) - I_0)$ con coefficienti

semplici $\left(\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots |x| \leq 1 \right)$ l'andamento di $\Phi(x)$ descrive le deviazioni

significative dalla gaussianità[4]. Tale metodo è applicato ogni qualvolta si hanno distribuzioni complesse e non esiste un modello generante, come ad esempio in turbolenza[5], e potrebbe permettere di determinare il grado di disagio che una distribuzione di luci artificiali può ingenerare rispetto all'illuminazione di scene naturali.

Mentre a) mette a fuoco l'ergonomia del guidatore e b) si riferisce a scene naturali, il passo successivo è di applicare gli stessi criteri statistici al paesaggio urbano in condizioni di illuminazione differenti, e verificare eventuali correlazioni tra questi indicatori statistici asemantici e i criteri estetici e filologici utilizzati dagli urbanisti.

E' quindi necessario in prospettiva svolgere un'analisi di una serie di scene illuminate artificialmente per poter giungere a una valutazione di questi parametri. Noi ci limitiamo a formulare alcuni esempi di calcolo seguendo la linea di [3], segnalando anche come tale compito sia estremamente semplificato dagli attuali software di analisi di immagini disponibili sul mercato.

3 Esempificazioni del calcolo

Trovandosi di fronte a una foto rappresentante una scena naturale la prima cosa da fare è produrne una versione in bianco e nero (Fig.1) che tenga conto solo delle luminanze presenti. E' importante tenere presente che questa è sicuramente una forte riduzione del contenuto di informazione presente in una scena naturale, sia che si tratti di una situazione diurna che notturna. La foto deve essere considerata separata nei vari pixel che formano l'immagine ed ogni pixel risulterà avere una luminanza compresa tra 0 (nero) e 255 (bianco). La nostra foto potrà quindi essere rappresentata come una matrice $m \times n$ (m numero di pixel su una riga, n numero di pixel su una colonna) ed ogni elemento della matrice rappresenta la luminanza del pixel.

A questo punto è possibile creare un istogramma in cui per ogni valore di luminanza si conteggiano i pixel che hanno quel valore (Fig.2). Seguendo la notazione di [3] avremo così un vettore di 256 elementi $hist(i)$. Partendo da questo vettore possiamo costruire le varie grandezze statistiche a esso associate e cioè la media M , la standard deviation σ , l'obliquità O , la Piattezza o Kurtosis K e l'Energia E , che saranno definite come segue:

$$M = \sum_{i=0}^{255} \frac{hist(i)}{N} i$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=0}^{255} (i-M)^2 \frac{hist(i)}{N}}$$

$$O = \frac{1}{\sigma^3} \sum_{i=0}^{255} (i-M)^3 \frac{hist(i)}{N}$$

$$K = \left(\frac{1}{\sigma^4} \sum_{i=0}^{255} (i-M)^4 \frac{hist(i)}{N} \right) - 3$$

$$E = \sum_{i=0}^{255} \left(\frac{hist(i)}{N} \right)^2$$

Con N abbiamo indicato il numero totale di pixel che formano l'immagine. Una lampada nel buio più totale in un paesaggio destrutturato verrebbero a creare una distribuzione gaussiana di luminanza, mentre in particolare O e K ci permettono di ricavare quanto la distribuzione che stiamo prendendo in considerazione è lontana dalla Gaussianità. O indica il grado di simmetria della curva: una gaussiana, che è perfettamente simmetrica, avrà $O=0$ (Fig.3), mentre una distribuzione con il massimo spostato verso sinistra avrà $O>0$ (Fig.4) e una con il massimo spostato verso destra $O<0$ (Fig.5). K ci dice invece il grado di piattezza di una curva e la conseguente presenza o meno di code rilevanti: di nuovo la gaussiana avrà $K=0$, una con code grandi $K>0$ (Fig.6) e una "piatta" $K<0$ (Fig.7). Nel caso dell'immagine scelta come Fig.1 abbiamo ottenuto i seguenti valori: $M=68.5505$, $\sigma=57.2271$, $O=1.1451$, $K=0.6133$, $E=0.0074$.

Abbiamo poi provveduto, esclusivamente come esempio di applicazione e senza alcun desiderio di generalizzazione, a confrontare due foto prese dallo stesso punto di vista durante il giorno (Fig.8) e durante la notte (Fig.9). Si sono ottenuti i seguenti valori:

	Scena diurna	Scena notturna
M (Media)	145.2142	104.8615
σ (Standard deviation)	56.1464	59.0633
O (Obliquità)	0.0145	1.2327
K (Kurtosis)	-0.7738	0.5648
E (Energia)	0.0059	0.0095

Un confronto di un maggior numero di fotografie e un paragone tra i due approcci precedentemente illustrati sono possibili sviluppi futuri di questo lavoro

Bibliografia

- [1] F.T.Arecchi, A.Farini "Lexicon of Complexity" (Società Editoriale Fiorentina, Firenze, 1997).
- [2] F.T. Arecchi "Complexity and the emergence of meaning" in *Complexity and Emergence* ed. da E. Agazzi L. Montecucco, World Scientific, New Jersey, pp. 115-146, (2001)
- [3] C.Brusque "Development of visual noise metrics for urban scenes" Proceedings Lux Europa 1993
- [4] D.L.Ruderman e W.Bialek "Statistics of Natural Images: Scaling in the Woods" *Phys.Rev.Lett* **73**, 814 (1994).
- [5] A.Turiel, G.Mato e N.Praga "Self-similarity Properties of Natural Images Resemble Those of Turbulent Flows" *Phys.Rev.Lett.* 80, 1098 (1998).



Fig.1 Una foto di Shanghai di Notte

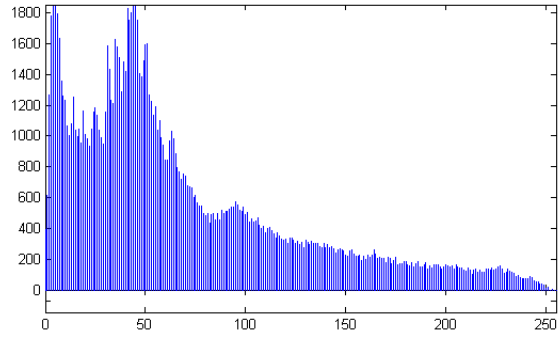


Fig.2 Istogramma della luminanza della Fig.1: in ascissa i valori di luminanza, in ordinata il numero di pixel

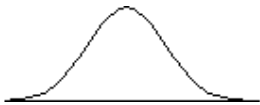


Fig.3 Gaussiana: distribuzione con $O=0$

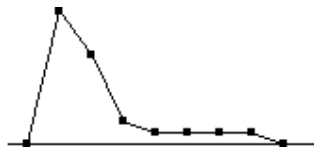


Fig.4 Distribuzione con $O>0$

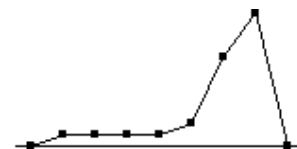


Fig.5 Distribuzione con $O<0$

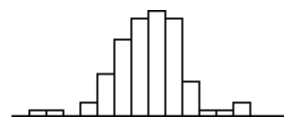


Fig.6 Distribuzione con $K>0$

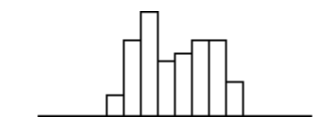


Fig.7 Distribuzione con $K<0$



Fig.8 Una fotografia diurna



Fig.9 Una fotografia notturna dallo stesso punto di vista di Fig.8