

Paolo Mogorovich

Sistemi Informativi Territoriali

Appunti dalle lezioni

Il ricampionamento

Cod.302 - Vers.E41

1 - Campionamento e ricampionamento

1 – Campionamento e ricampionamento

Si può immaginare la costruzione di un dato raster che rappresenta una certa grandezza sul territorio nel modo seguente:

- si definisce una griglia formata da aree (pixel) di dimensione e forma adeguata agli scopi che ci proponiamo; immaginiamo per semplicità che la forma sia quadrata;
- si appoggia la griglia sul territorio e si osserva che in ogni pixel la grandezza assume un numero imprecisato di valori (un numero infinito se la grandezza varia con continuità e un numero finito se è discreta)
- si definisce per ogni pixel un valore che consideriamo rappresentativo della grandezza in quel pixel. Costruiamo così una matrice di valori (campionamento) la cui disposizione nello spazio della matrice è identica a quella dei frammenti di territorio corrispondenti sul territorio stesso.

Quando si compie questa operazione dobbiamo definire le caratteristiche della griglia che riguardano la dimensione del pixel, la sua forma, le dimensioni della griglia e le coordinate dell'origine della matrice nel sistema di riferimento che adottiamo; un ulteriore parametro riguarda l'orientamento della griglia rispetto al sistema di riferimento.

0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	1	1	4	5	6	7	6
0	0	0	2	2	4	6	7	9	8
0	0	0	1	2	3	5	8	9	8
1	1	1	2	3	4	6	8	9	8
0	0	1	4	5	5	7	8	9	8
1	1	4	5	5	6	7	6	7	7
0	2	5	5	5	4	4	3	4	5

Fig.1 – Il campionamento di una grandezza, rappresentata simbolicamente con toni di grigio, su una griglia di 10x8 pixel

0	0	2	3	4
0	1	3	7	8
0	2	4	7	9
1	5	5	5	6

Fig.2 – Il campionamento della stessa grandezza di fig.1, su una griglia di 5x4 pixel di dimensione doppia.

Immaginiamo di eseguire sulla stessa zona due campionamenti, con matrici aventi la stessa origine e la stessa orientazione, ma con pixel diversi: con rif. alla fig.1, la prima matrice ha 10 x 8 pixel di dimensione “k”, e la seconda (fig.2) ha 5 x 4 pixel di dimensione “2k”. I due campionamenti hanno lo stesso contenuto descritto con dati diversi.

Visto che il contenuto informativo dei due campionamenti è lo stesso, ci si può chiedere se il secondo campionamento sia stato inutile e se si possa ottenere un campionamento nuovo da uno già esistente; in pratica se era possibile ricavare la matrice di fig.2 per calcolo dalla matrice di fig.1. La questione è molto importante perchè ben raramente un campionamento soddisfa esattamente le nostre esigenze e in genere è impossibile ripetere la stessa misura sotto condizioni diverse.

La risposta alla domanda precedente è positiva e il processo matematico per ottenere un nuovo campionamento da quello precedente (ricampionamento) è il seguente:

- si definisce la griglia relativa al secondo campionamento e la si appoggia sulla griglia del primo;
- per ogni pixel del secondo campionamento si identificano geometricamente i pixel del primo campionamento che coprono la stessa areola;
- dai valori di questi, tramite calcolo, si deduce il valore che presumibilmente assumerebbe il pixel della seconda matrice se si facesse una nuova acquisizione.

Il caso riportato in fig.3 è particolarmente semplice in quanto le due matrici hanno lo stesso orientamento e i pixel della seconda hanno dimensione esattamente doppia di quelli della prima e sono allineati tra loro. Nel caso del pixel evidenziato in giallo sulla destra occorre calcolare un nuovo valore sulla base dei 4 pixel della prima matrice con valori 4; 5; 5 e 5, per cui il nuovo valore per il pixel della seconda matrice potrebbe essere la media tra 4; 5; 5 e 5, cioè 4,75 che, se sono ammessi solo numeri interi, si arrotonda a 5.

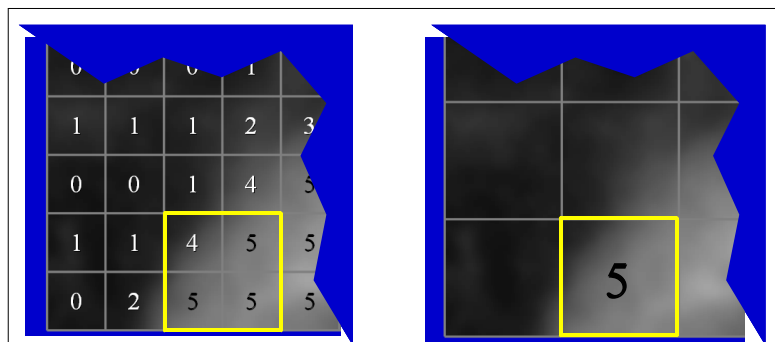


Fig.3 – Ricampionamento dell'immagine di sinistra sulla griglia dell'immagine di destra: il nuovo pixel con valore 5 deriva dai 4 pixel con valori 4, 5, 5, 5 nel quadro giallo di sinistra.

Il caso analizzato è un caso particolarmente fortunato; il caso generico è riportato in fig. 4, dove il grigliato della seconda matrice ha allineamento e dimensione del pixel diversi rispetto al grigliato della prima. Il pixel della seconda matrice, indicato come obiettivo, verrà calcolato sulla base di contributi dei pixel della prima matrice coi valori 0; 1; 1 e 4. Come nel caso precedente potremmo dire che il valore calcolato da mettere nel pixel della seconda matrice è la media tra 0; 1; 1 e 4, arrotondando a 1. In realtà il calcolo del valore nella seconda matrice a partire dai valori dei pixel della prima può seguire diversi criteri:

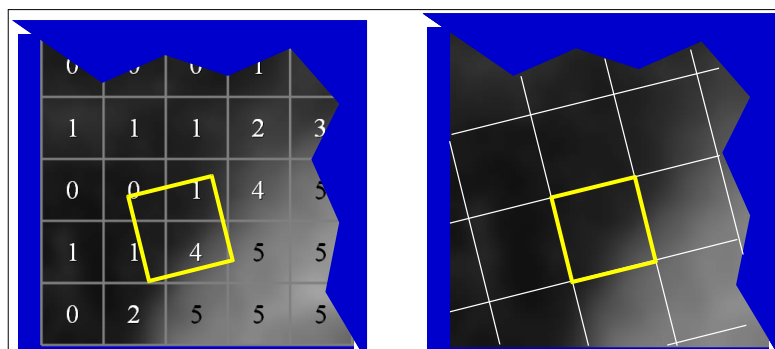


Fig.4 – Caso generale di ricampionamento; il valore del nuovo pixel dell'immagine di destra deriva da un insieme di pixel dell'immagine di sinistra vicini all'area interessata dal pixel obiettivo.

- si sceglie il valore del pixel nella matrice di origine che più degli altri contribuisce alla definizione del nuovo valore, cioè quello che arealmente occupa di più l'areola del pixel obiettivo; questo equivale a scegliere il valore del pixel della prima matrice geometricamente più vicino al pixel obiettivo; il metodo è noto come “Nearest neighbour” e il valore è 4;
- si calcola il valore sulla base dei 4 pixel più vicini, pesati in funzione della loro vicinanza al pixel obiettivo; nel caso della figura si ha 4 con peso elevato, due volte 1 con peso medio e infine 0 con peso basso: il valore è ragionevolmente 2; questo metodo è noto come “Bilinear interpolation” o Media pesata;
- si opera un calcolo più complesso utilizzando i 16 pixel della matrice di origine che circondano il pixel obiettivo; il metodo è noto come “Cubic Convolution” e il valore dell'esempio potrebbe essere ragionevolmente 3.

E' molto importante tenere presente che gli algoritmi Bilinear Interpolation e Cubic Convolution introducono nella matrice risultato valori numerici che potrebbero essere diversi da qualunque altro valore presente nella matrice originaria. Questo è importante nel caso in cui i valori della matrice di origine, per qualche motivo, fossero volutamente limitati ad un certo insieme; in questo caso se un ricampionamento generasse un valore non compreso nell'insieme la matrice risultato andrebbe in contrasto con le specifiche della matrice di origine.