



*Università degli Studi di Napoli “Parthenope”
Dipartimento di Scienze e Tecnologie*

*Corso di Cartografia Numerica e GIS
Corso di Sistemi Informativi Geografici + Laboratorio GIS*

Lezione 7

File vector e raster georiferiti

Trasformazioni vector-raster

Claudio Parente

Vector e raster georiferiti

Nelle ultime due lezioni abbiamo trattato la georeferenziazione e abbiamo visto come tale operazione consenta ai file vector e raster di essere associati ad un sistema di coordinate.

In questa lezione vediamo le peculiarità introdotte nei file vector e raster dalla georeferenziazione.

Vector e raster georiferiti

Dopo la georeferenziazione i file vector e raster ottenuti dalla cartografia su supporto cartaceo sono diventati vere e proprie cartografie numeriche.

Analizziamo anzitutto la cartografia vector georiferita.

Cartografia vector versus cartografia cartacea

Proviamo a confrontare una cartografia vector con una cartografia tradizionale su supporto cartaceo.

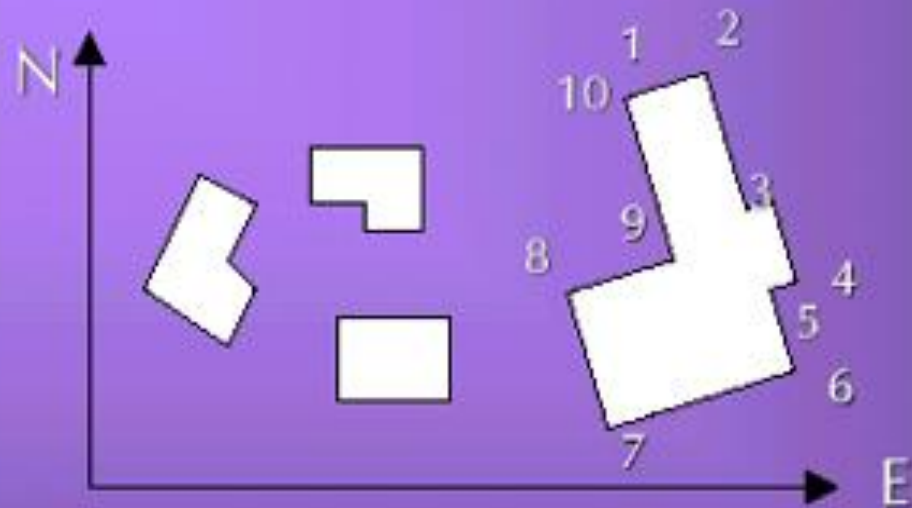
Nella cartografia tradizionale gli elementi sono disegnati sul supporto cartaceo e grazie alla parametratura il lettore legge le coordinate (latitudine e longitudine, quota, ecc.).

Si può quindi asserire che nella cartografia tradizionale il disegno è esplicito e le coordinate sono implicite.

Cartografia vector versus cartografia cartacea

Il disegno nella cartografia vector non è contenuto nel file, ma realizzato in tempo reale dal software che visualizza tale cartografia sul monitor. Le coordinate sono nella struttura stessa del file: ogni oggetto è archiviato in virtù delle coordinate dei punti che lo costituiscono.

Si può quindi dire che nella cartografia vector il disegno è implicito e le coordinate esplicite.



- NELLA CARTOGRAFIA TRADIZIONALE
 - il disegno e' ESPLICITO
 - le coordinate IMPLICITE

NELLA CARTOGRAFIA NUMERICA

- il disegno e' IMPLICITO
- le coordinate ESPLICITE

	File
codice	E_1, N_1, Q_1
	E_2, N_2, Q_2
	E_3, N_3, Q_3
	.
	.
	E_{10}, N_{10}, Q_{10}

Elementi distintivi della cartografia vector

Confronto tra cartografia vector e cartografia tradizionale:

	Disegno	Coordinate Est, Nord, Quota
Carta vector	Implicito	Esplicite
Carta tradizionale	Esplicito	Implicite

Elementi distintivi della cartografia vector

Altri elementi distintivi della cartografia vector rispetto a quella cartacea sono riportati di seguito.

La carta vector è rielaborabile.

La carta vector deve possedere tutti i contenuti qualitativi e metrici della carta tradizionale.

Nella carta vector il contenuto metrico è univoco, cioè non c'è soggettività sulla misura e sulla lettura delle coordinate (infatti le coordinate, le aree, le lunghezze di elementi lineari sono fornite dal software e quindi non lasciate all'utente).

Elementi distintivi della cartografia vector

Nella cartografia vector possiamo inserire la quota come terza dimensione, quindi superare il limite 2d della tradizionale cartografia cartacea.

Differenze tra carta vector e carta tradizionale

Proviamo ad elencare gli elementi che distinguono una carta vector da una carta tradizionale.

Possibilità di elaborazione.

Univocità del contenuto metrico.

Estensione del dato altimetrico.

Possibilità di compiere selezioni e classificazioni.

Possibilità di essere impiegata come base per i GIS (Geographic Information System).

Concetto di scala nominale nella cartografia numerica

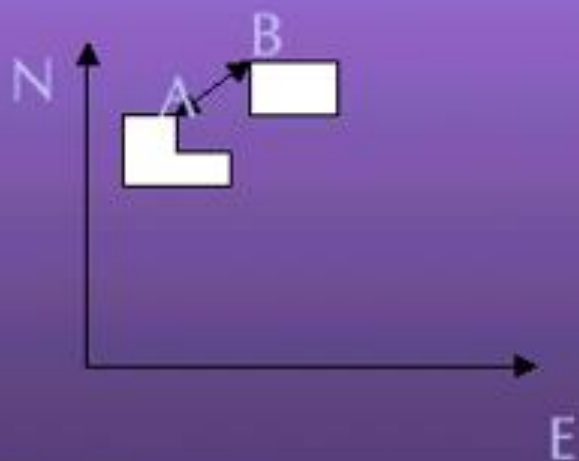
La cartografia numerica è in coordinate assolute, quindi sembra superato il concetto di scala.

Si può affermare che le carte numeriche sono in scala 1:1. L'utente stabilisce poi a che scala visualizzare la carta (ad esempio 1:10.000 oppure 1:1.000).

Tuttavia esiste un concetto di *scala nominale come nella tradizionale cartografia su supporto cartaceo*: la precisione metrica e semantica (cioè i contenuti, le grandezze e le tipologie degli oggetti rappresentabili) sono legate a come la carta è stata ottenuta e per cosa è stata costruita.

CONCETTO DI SCALA NOMINALE NELLA CARTOGRAFIA NUMERICA

LA CARTOGRAFIA NUMERICA E' MEMORIZZATA IN
COORDINATE ASSOLUTE



File

:

E_A, N_A
 E_B, N_B

:

$$d_{AB} = \sqrt{(E_B - E_A)^2 + (N_B - N_A)^2}$$

quindi sembra superato il
concetto di scala

LE CARTE NUMERICHE
SONO IN SCALA 1:1

TUTTAVIA

LE PRECISIONI METRICA E SEMANTICA DI UNA CARTA SONO
DOVUTE A COME LA CARTA E' STATA COSTRUITA

SCALA NOMINALE

Cosa deve garantire una carta vector

Modello della realtà.

Riproduzione a video e tramite plotter.

Differenziazione tramite simboli, colori, spessori, campiture, ecc.

Catalogazione degli oggetti rappresentati.

Contenuti qualitativi e metrici

Contenuti metrici uguali a quelli delle cartografie classiche a scala corrispondente alla scala nominale.

Contenuti qualitativi strutturati secondo un sistema di codifica.

Come deve essere tradotto un oggetto una carta vector?

Su una carta vector un elemento verrà tradotto attraverso:

le coordinate dei vertici dell'elemento geometrico (punto, linea, poligono) che lo rappresenta;

un sistema di codifica che permetta all'utente di ricavare dall'oggetto le stesse informazioni che ricaverebbe, mediante un processo logico, esaminando lo stesso su una tradizionale carta su supporto cartaceo e ricorrendo alla lettura della legenda che solitamente l'accompagna.

Il modello geometrico della struttura di un file vector

Se archiviamo in un solo file tutto ciò che riguarda gli oggetti cartografici, si ottengono dei file a record (righe) di lunghezza variabile.

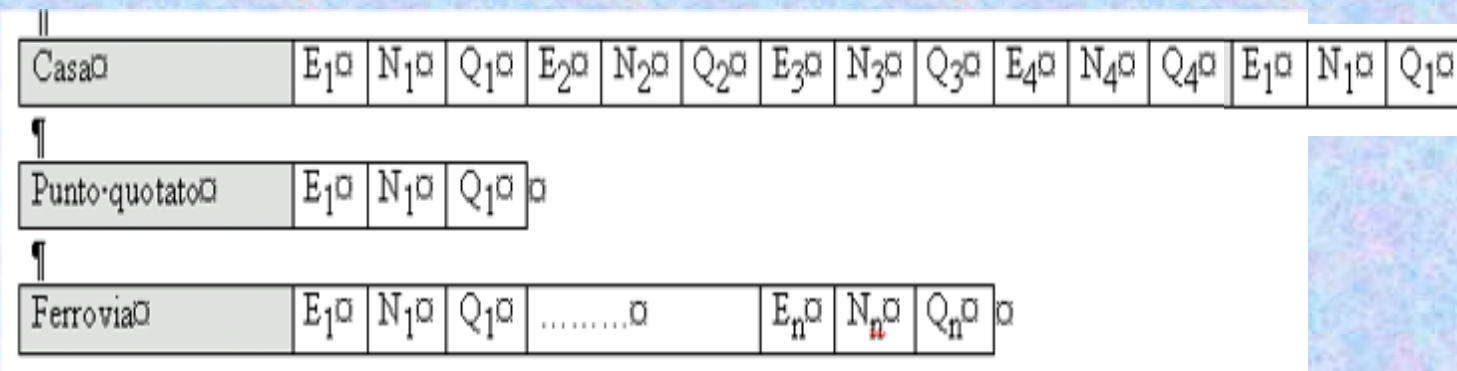
Infatti:

se si rappresenta una casa a base rettangolare, si avranno alcune cellette per le caratteristiche dell'oggetto (colore del contorno, campitura, ecc.) ed alcune per i vertici (se si tratta di un rettangolo, si hanno 5 punti, i 4 vertici + 1, quello iniziale ripetuto);

Se si tratta di una ferrovia, il numero dei vertici cresce enormemente, può diventare dell'ordine delle centinaia o migliaia.

Il modello geometrico della struttura di un file vector (2)

Struttura a record di lunghezza variabile



Limiti della struttura a record a lunghezza variabile

La struttura a record a lunghezza variabile è poco idonea perché per fare selezioni o ricerche. Infatti per agevolare selezioni e ricerche è necessario:

- o che i record abbiano lunghezza costante;

- o ricorrere ad un complesso sistema di puntatori.

Struttura a due file

Struttura a due file

Un sistema molto diffuso per la cartografia vettoriale prevede che i dati siano strutturati in due file:

un file descrittivo;

un file di coordinate.

Nel file descrittivo ciascuna entità viene descritta da un record organizzato in più campi:

1	2	3	4	P
---	---	---	---	-------	---

1 = numero sequenziale; 2= codice; 3 = numero vertici dell'entità

4 = colore o penna; P = puntatore

Struttura a due file (2)

Struttura a due file

Nel file di coordinate a ciascun punto viene riservato un record organizzato in 4 campi.

1	2	3	4
---	---	---	---

1 = codice punto

2= coordinata est

3 = coordinata nord

4 = quota

Struttura a due file (3)

File descrittivo

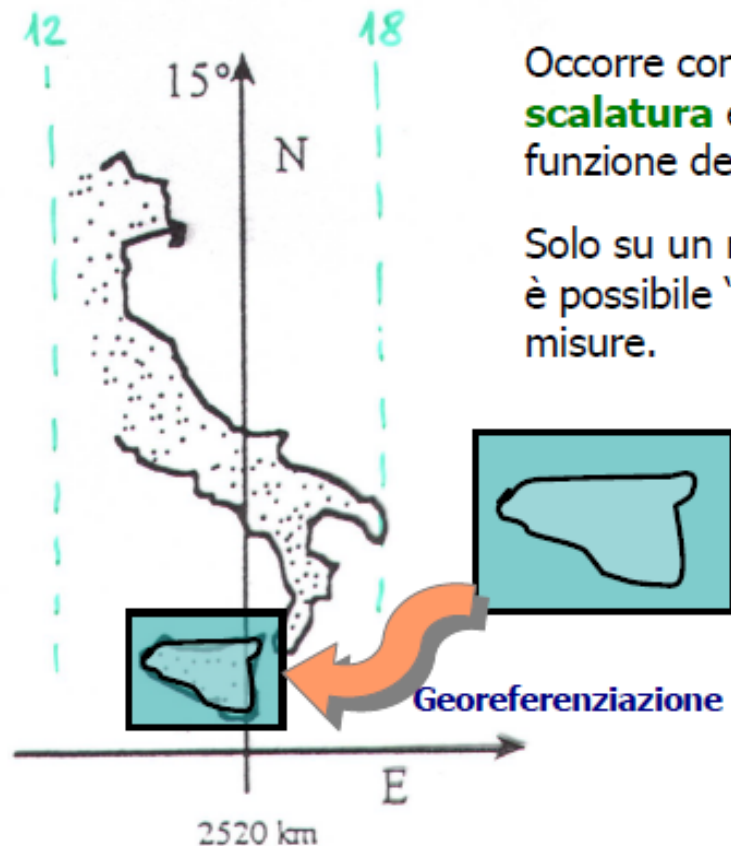
1	2445	4/5	6		1
2	514304	N	2		6
					6 + n

File coordinate

1	-1	E_1	N_1	Q_1
2	1	E_2	N_2	Q_2
3	1	E_3	N_3	Q_3
4	1	E_4	N_4	Q_{11}
5	1	$E_5 = E_1$	$N_5 = N_1$	$Q_5 = Q_1$
6	-1	E_6	N_6	Q_6
7	1	E_7	N_7	Q_7
	1	E_8	N_8	Q_8
...				
6 + N	1	E_6	N_6	Q_6

Georeferenziazione di un'immagine raster

GEOREFERENZIARE un qualsiasi dato geografico significa inquadrarlo in un assegnato *datum* e *sistema cartografico*.



Occorre conferire al raster i corretti parametri di **scalatura** e **posizionamento** cartografico in funzione del sistema di riferimento adottato.

Solo su un raster correttamente georeferenziato è possibile "leggere" le coordinate ed effettuare misure.

Posizionamento e scalatura errati

**FILE DI
GEOREFERENZIAZIONE
(World File)**



FILE DI GEOREFERENZIAZIONE (World File)

I formati raster cartografici (GeoTIFF, ERDAS, ...) contengono nello *header* del file i **dati di georeferenziazione**: parametri che permettono di passare dal sistema di riferimento immagine, dove $X = n.$ colonna e $Y = n.$ riga, al sistema cartografico (x', y')



World File

E' un piccolo file testuale in formato ASCII con estensione composta dal primo e dall'ultimo carattere dell'estensione del file immagine seguiti da w.

*.tif → *.tfw ; *.bmp → *.bpw ;

Il world file può essere creato attraverso l'inserimento manuale dei parametri di georeferenziazione (ove disponibili) o mediante l'attivazione di procedure automatiche basate sull'inserimento di **Ground Control Points** (GCP).

Risoluzione geometrica del file raster georiferito

Quando un file raster è georiferito, ad ogni pixel corrisponde una porzione della superficie terrestre.

Si parla allora di risoluzione del pixel a terra, ovvero delle dimensioni del lato del pixel relativamente ad unità di lunghezza.

Ad esempio: dimensioni del pixel a terra 1,5 m x 1,5 m

Esempio di file di georeferenziazione (“world file”)

20.17541308822119

0.0000000000000000

0.0000000000000000

-20.17541308822119

424178.11472601280548

4313415.90726399607956

Cosa rappresentano i sei numeri di un file world?

$$x' = Ax + By + C$$

$$y' = Dx + Ey + F$$

$$20.17541308822119 = A$$

$$0.0000000000000000 = D$$

$$0.0000000000000000 = B$$

$$-20.17541308822119 = E$$

$$424178.11472601280548 = C$$

$$4313415.90726399607956 = F$$

Altro esempio di file di georeferenziazione (“world file”)

0.600 dimensione pixel (a terra) in direzione x [m]

0.000 elemento relativo alla rotazione

0.000 elemento relativo alla rotazione

-0.600 dimensione pixel in direzione y [m]

2152860.000 coordinata x del pixel (1,1) [m]

4239640.000 coordinata y del pixel (1,1) [m]

Quando il file accompagna un tif, ha estensione tfw.

Quando il file accompagna un gif, ha estensione gfw.

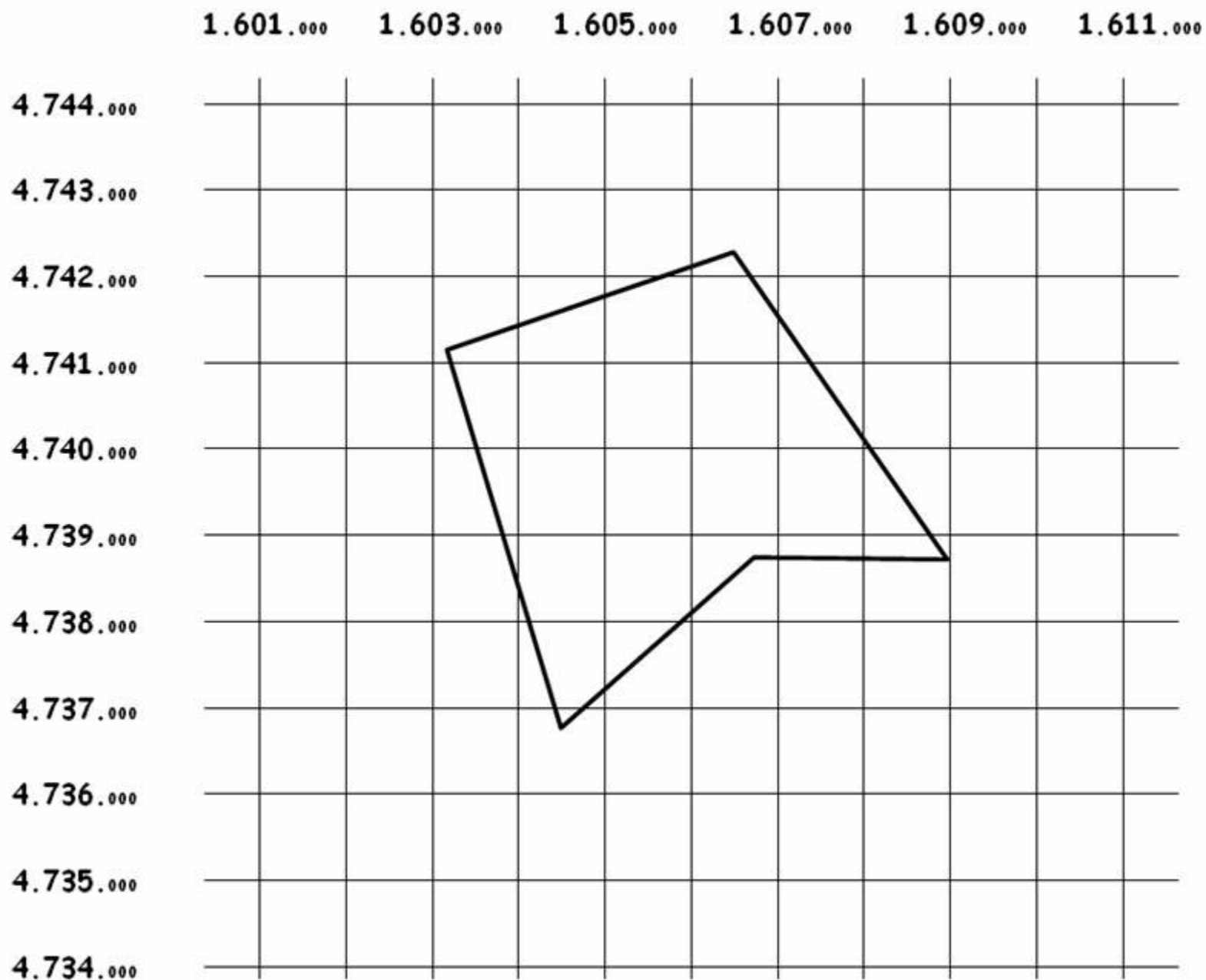
Quando il file accompagna un jpg, ha estensione jgw.

Il pixel (1,1) è il pixel in alto a sinistra nell'immagine di partenza

Trasformazione da vector a raster di aree

Trasformazione di poligoni vector in raster

Sia data un'area in formato vettoriale; la trasformazione nel modello raster consiste nell'identificare i pixel che descrivono, con la migliore approssimazione, l'area e nell'associare ad essi un valore derivato dal modello vettoriale dell'area stessa.



Trasformazione di poligoni vector in raster

La figura nella slide precedente riporta una linea spezzata chiusa che rappresenta un'area in formato vettoriale. Nella stessa figura vediamo anche una griglia che rappresenta la base raster che useremo per la trasformazione. Si noti che il tutto è all'interno di un sistema di riferimento evidenziato dalle coordinate riportate ai margini.

Anche se nelle figure seguenti non riporteremo più tali riferimenti, occorre ricordare che ci si muove sempre in un sistema di coordinate per cui i vertici del poligono hanno delle precise coordinate e così il sistema di pixel del modello raster.

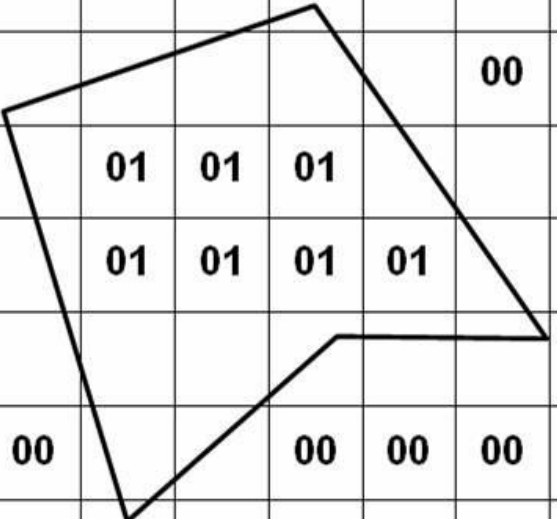
Nell'esempio riportato specifico usiamo pixel di 1000x1000 m.

Trasformazione di poligoni vector in raster

La trasformazione da Vector a Raster non può essere geometricamente perfetta a causa della presenza, nel mondo vettoriale, di segmenti obliqui e, anche nel caso di segmenti esattamente orizzontali e verticali, in genere essi non saranno perfettamente allineati alle linee della griglia di pixel.

Attribuzione dei pixel

	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
	00	00	00	00			00	00	00	00	
	00	00						00	00	00	
	00	00		01	01	01			00	00	
	00	00		01	01	01	01		00	00	
	00	00								00	
	00	00	00			00	00	00	00	00	
	00	00	00		00	00	00	00	00	00	
	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	



Attribuzione dei pixel

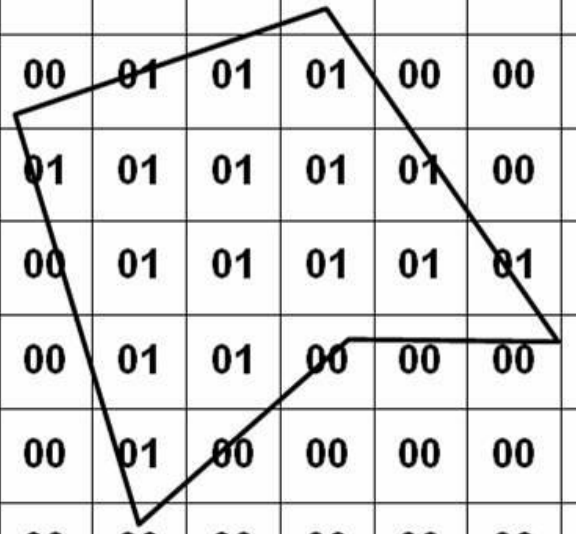
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00			00	00	00	00
00	00						00	00	00
00	00		01	01	01			00	00
00	00		01	01	01	01		00	00
00	00								00
00	00	00			00	00	00	00	00
00	00	00		00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

I pixel che ricadono dentro l'area vengono associati all'area (quelli marcati con 01), quelli che ricadono fuori non vengono associati al poligono (marcati con 00). Resta da decidere se i pixel parzialmente compresi nell'area vengono considerati appartenenti all'area o no. La soluzione più ovvia è quella di utilizzare un criterio per cui un pixel è considerato appartenente all'area se più della metà della sua superficie ricade nell'area.

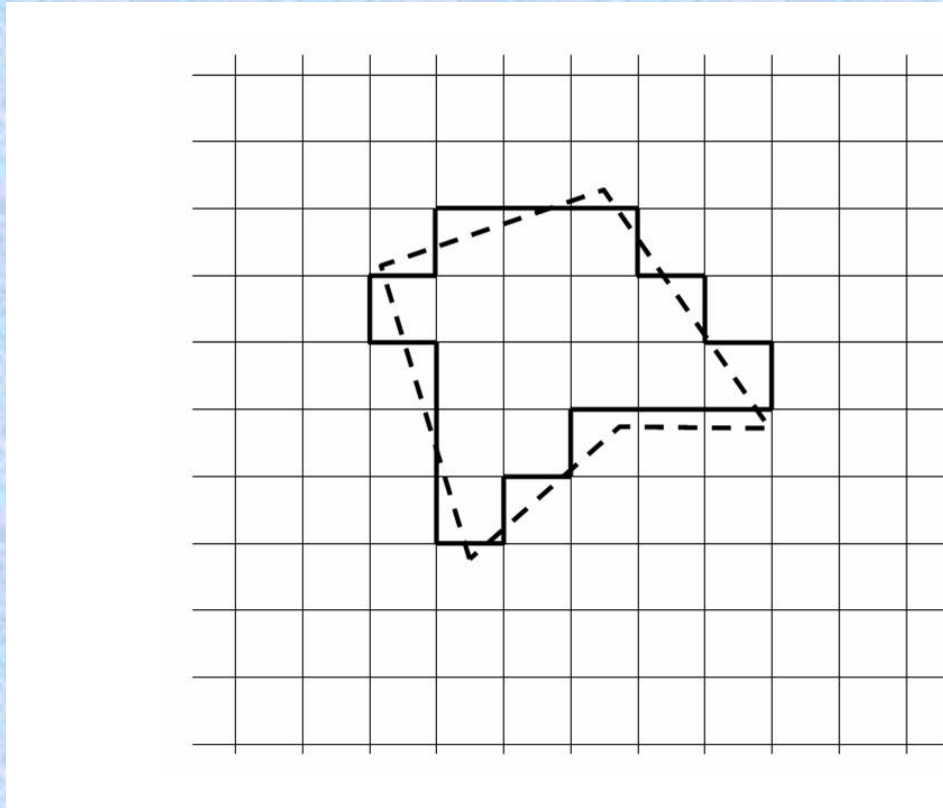
Questo criterio è detto “*criterio di prevalenza*”.

Criterio di prevalenza

00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	01	01	01	00	00	00	00
00	00	01	01	01	01	01	00	00	00
00	00	00	01	01	01	01	01	00	00
00	00	00	01	01	00	00	00	00	00
00	00	00	01	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

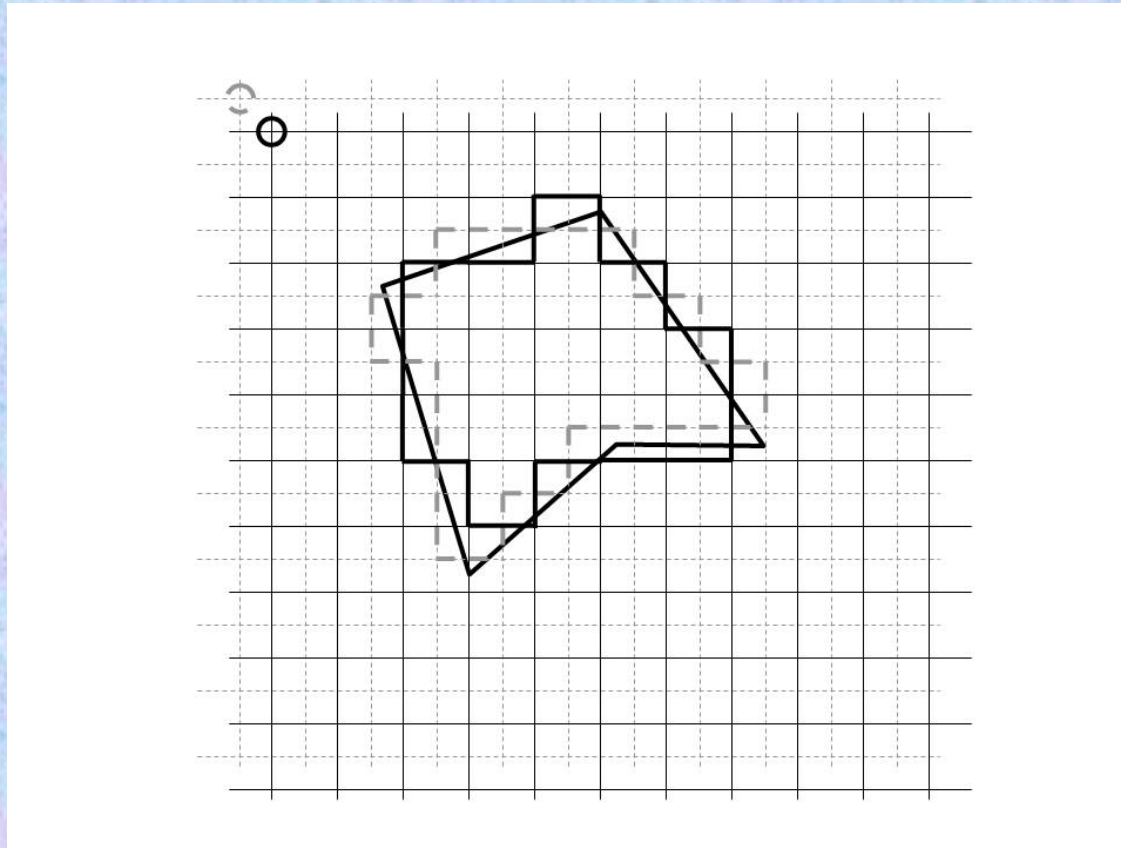


Criterio di prevalenza



Il contorno dell'insieme dei pixel risultante dalla trasformazione permette di evidenziare che nella trasformazione non si mantiene né la superficie né il perimetro.

Trasformazione di poligoni vector in raster



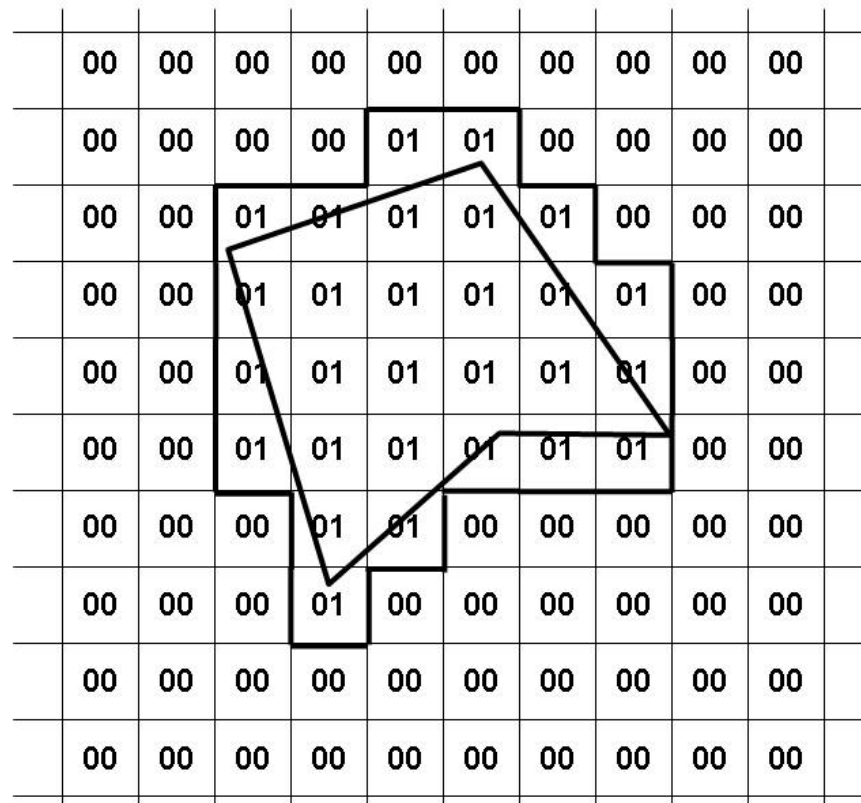
La trasformazione da vettoriale a raster produce risultati diversi a seconda delle caratteristiche della base raster. Ciò è evidente se si modifica la dimensione del pixel, ma avviene anche se la griglia, a parità di dimensione e di orientamento dei pixel viene spostata (cioè se viene introdotta una traslazione dell'origine).

Trasformazione di poligoni vector in raster

Nelle trasformazioni di aree da Vettoriale a Raster abbiamo usato finora il criterio di prevalenza, per cui un pixel viene considerato come facente parte della rappresentazione di un'area se la maggior parte della sua superficie ricade dentro l'area stessa.

Potremmo anche utilizzare un criterio più comprensivo, secondo cui un pixel viene considerato come facente parte della rappresentazione di un'area se anche una sua minima parte ricade dentro l'area stessa. Tale criterio, che chiameremo “*criterio di presenza*”, produce un risultato come quello riportato nella slide successiva

Criterio di presenza

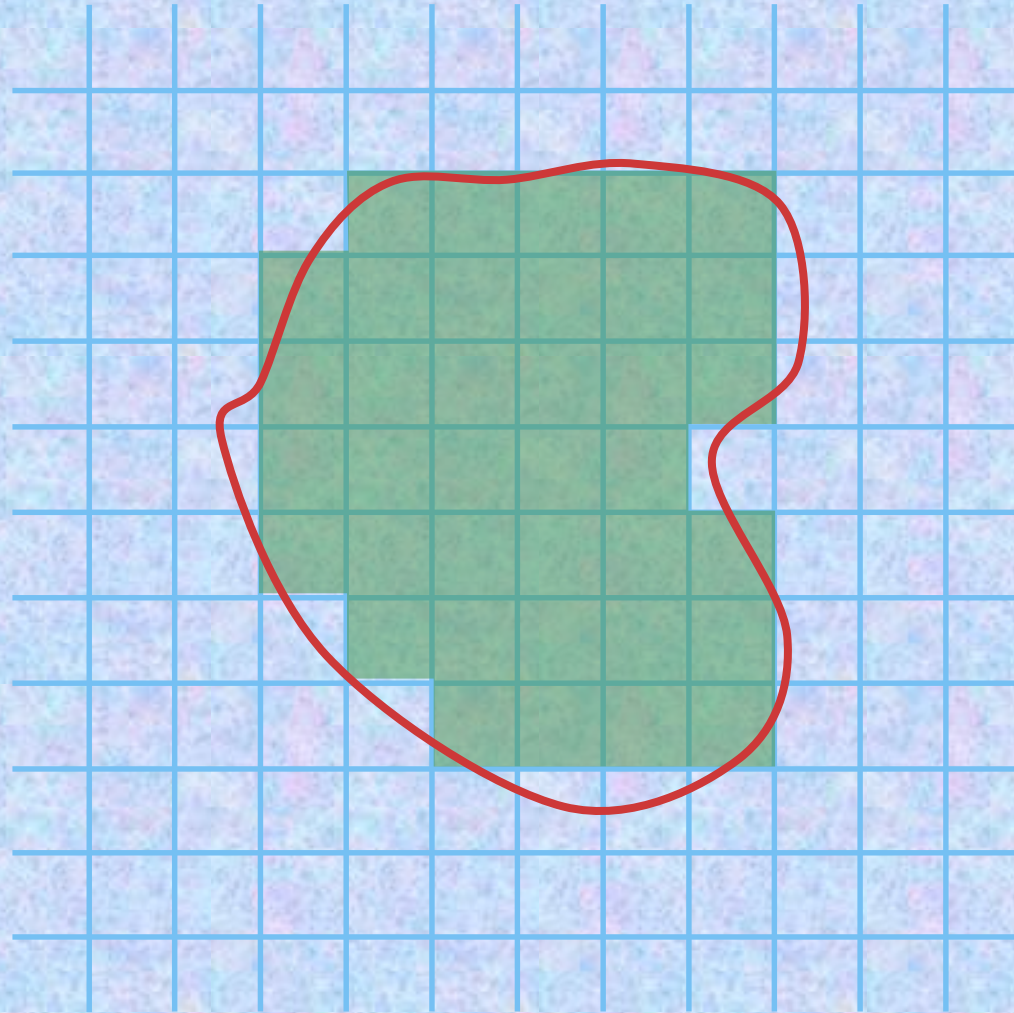


Trasformazione di un'area da Vector a Raster col criterio di presenza.

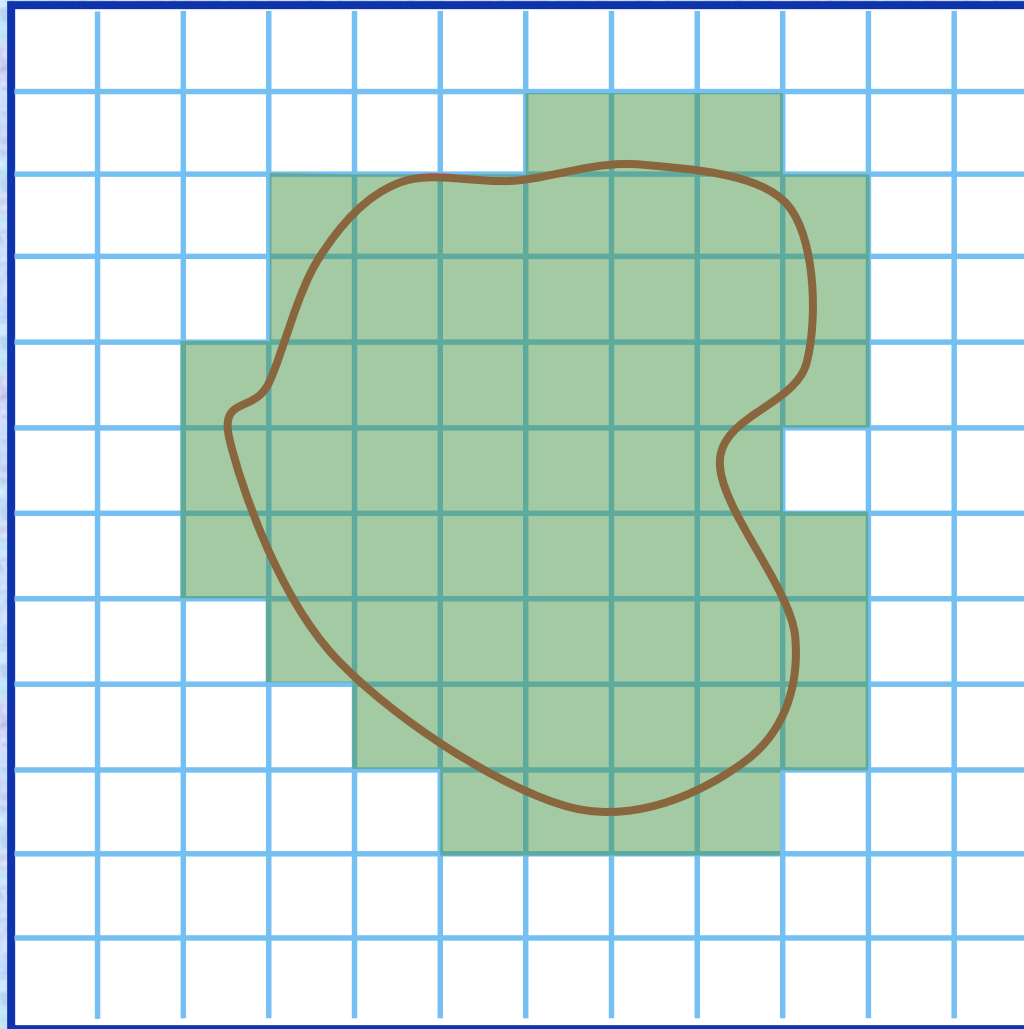
Trasformazione vector - raster di aree criterio di prevalenza

[illegible]

A 10x10 grid of squares. A region of squares is shaded green. The green region is roughly centered and has an irregular shape. A thick red line outlines the boundary of the green region. The red line starts at the top-left corner of the green region, follows the top edge, then curves down and around the right side, then curves around the bottom, and finally curves up and around the left side, ending at the top-left corner. The green region consists of the following squares (row, column) pairs: (3,4), (3,5), (3,6), (3,7), (4,3), (4,4), (4,5), (4,6), (4,7), (4,8), (5,3), (5,4), (5,5), (5,6), (5,7), (5,8), (6,3), (6,4), (6,5), (6,6), (6,7), (6,8), (7,4), (7,5), (7,6), (7,7), (7,8), (8,5), (8,6), (8,7), (8,8).



Trasformazione vector - raster di aree criterio di presenza



Criterio del punto centrale e criterio del punto arbitrario

Il criterio di prevalenza, concettualmente ineccepibile, è relativamente impegnativo non tanto per la complessità dell'algoritmo in sé, quanto perché deve essere applicato ad un numero di pixel che normalmente è molto alto. Per questo motivo si usano in genere algoritmi più semplici che producono risultati analoghi.

Un buon algoritmo è quello secondo cui un pixel viene considerato come facente parte della rappresentazione di un'area se il suo punto centrale ricade dentro l'area stessa (*criterio del punto centrale*).

Una variante meno accurata è quella secondo cui non si usa il punto centrale, ma il punto in alto a sinistra del pixel (*criterio del punto arbitrario*).

Criterio del punto centrale e criterio del punto arbitrario



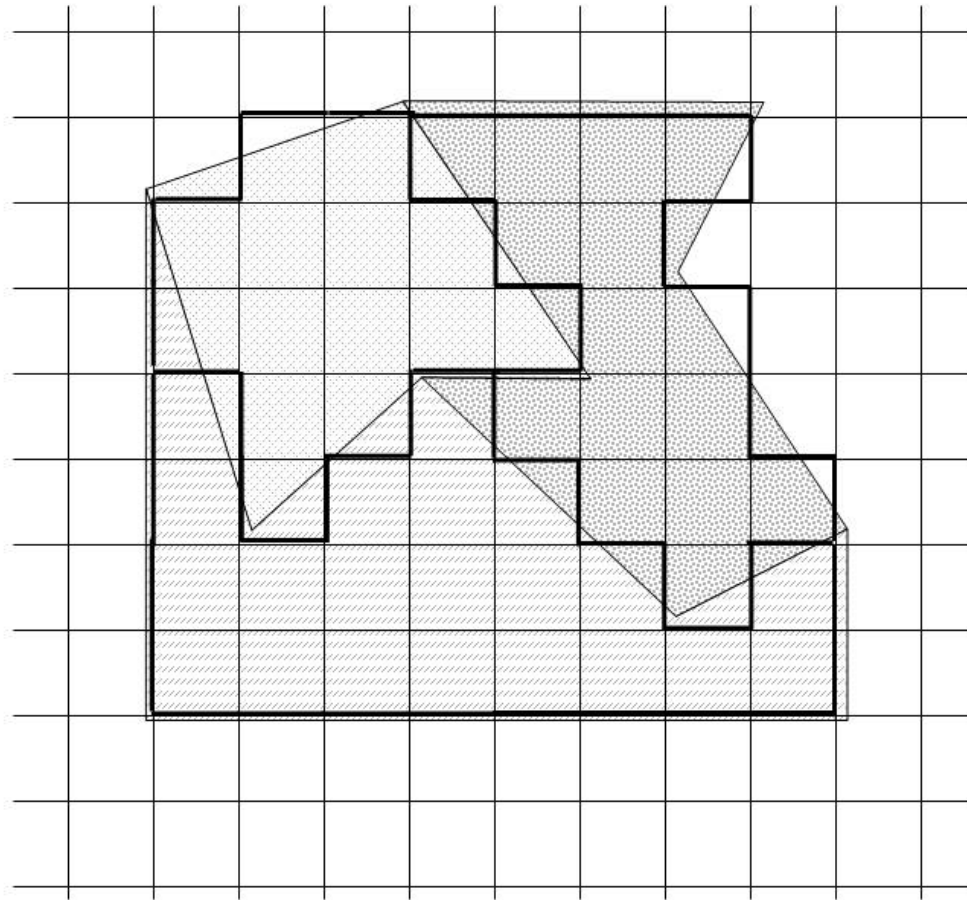
Facendo riferimento al criterio del punto arbitrario (punto in alto a sinistra del pixel), il pixel segnato con un cerchio nella figura non appartiene al poligono, mentre col criterio del punto centrale appartiene al poligono.

Trasformazione di più poligoni vector contigui in raster

Finora abbiamo considerato la trasformazione da Vector a Raster della geometria di un'unica area.

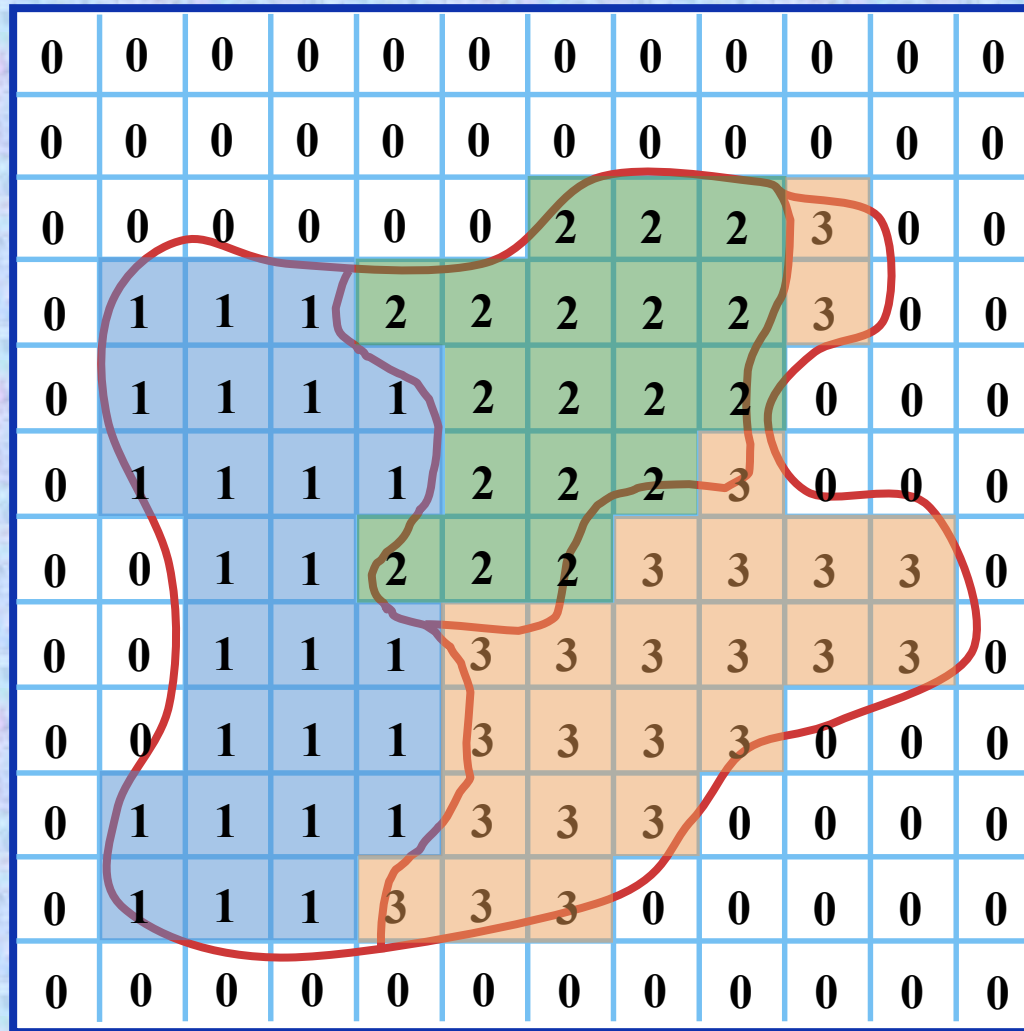
Nel caso di più aree, anche contigue, non si introducono particolari complessità; il criterio di prevalenza resta il più corretto da utilizzare, i criteri del punto centrale e del punto arbitrario non creano problemi, ma non è possibile usare il criterio di presenza: infatti pixel che ricadono al bordo di due aree andrebbero contemporaneamente assegnati a due (anche più di due) aree, e questo crea un'ovvia contraddizione.

Criterio di prevalenza

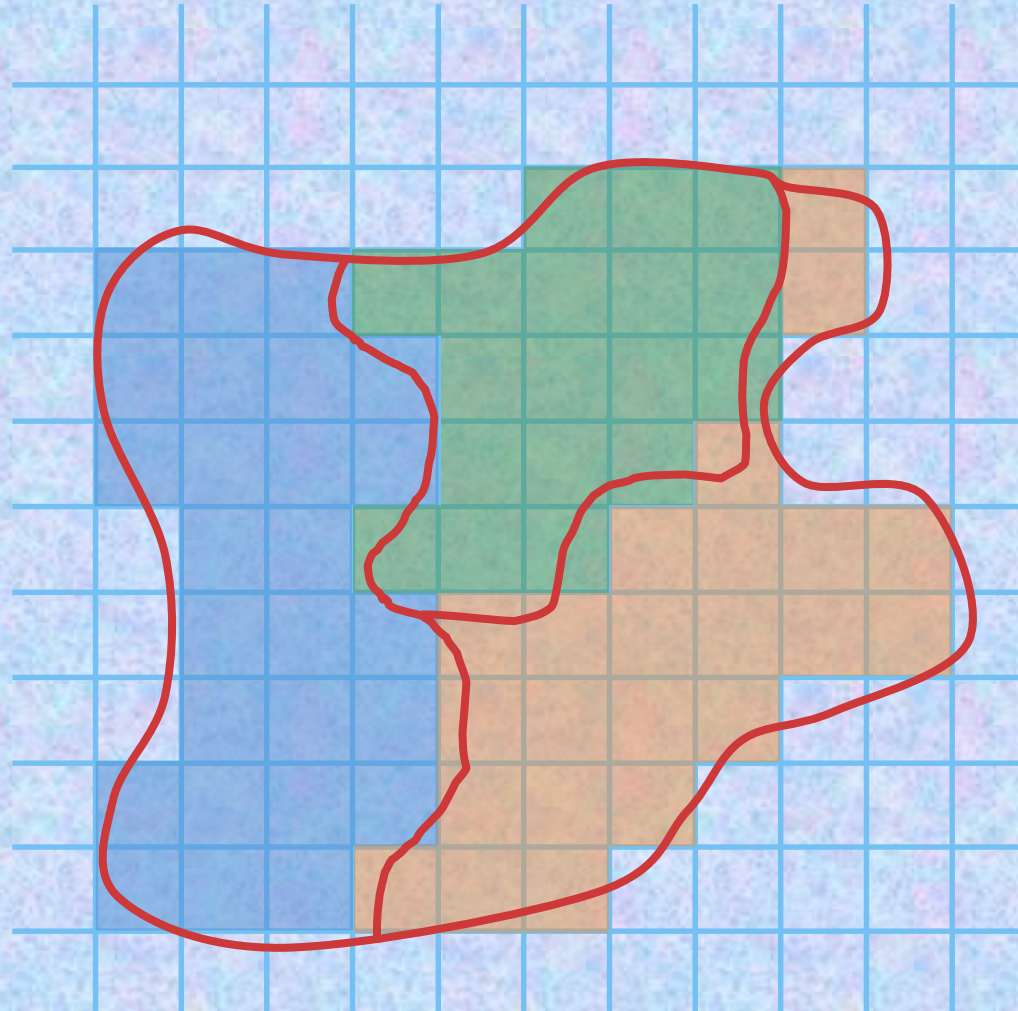


Trasformazione di aree da Vector a Raster col criterio di prevalenza

Trasformazione vector - raster di aree



Trasformazione vector - raster di aree



Trasformazione di Aree da Vector a Raster

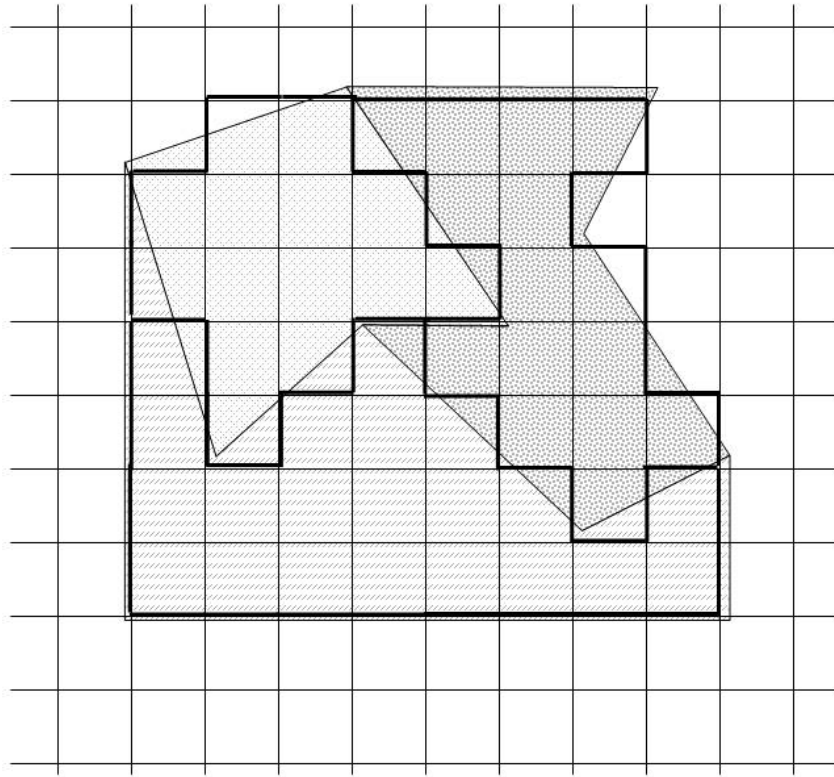
Componente descrittiva

Abbiamo visto come una forma areale definita col modello vettoriale viene trasformata in un insieme di pixel su una griglia raster.

Per completare l'operazione occorre assegnare ai pixel identificati i valori che rappresentano l'informazione da trasportare dal mondo vettoriale a quello raster.

Trasformazione di Aree da Vector a Raster

Componente descrittiva



Immaginiamo di voler trasformare in raster un layer areale formato da tre aree. Immaginiamo che la geometria sia quella descritta nella figura, dove l'area con Id=25 è quella in alto a sinistra, l'area con Id=27 quella in basso, l'area con Id=26 quella a destra in alto.

Trasformazione di Aree da Vector a Raster

Componente descrittiva

I valori associati alle entità vettoriali sono riportati in tabella.

Parte geografica:

primitiva geometrica: area

Parte descrittiva:

attr. 1: "ID"	identificatore (int)
attr. 2: "Codice"	codice Comune (int)
attr. 3: "Popolazione"	numero di abitanti (int x 1000)
attr. 4: "Classificazione"	classificazione altimetrica
attr. 5: "Densità"	densità di popolazione (float)

ID	Codice	Popolaz. (kn)	Classificazione	Densità
25	5136	7	01	0.5
26	5184	17	02	1.1
27	5189	85	01	4.0

Tab.9 – Trasformazione di aree da Vector a Raster. L'informazione descrittiva presente nel modello vettoriale, 5 attributi, deve essere trasportata nel modello raster.

Trasformazione di Aree da Vector a Raster

Componente descrittiva

L'informazione descrittiva è formata da 5 attributi; poiché in un pixel è possibile inserire un solo valore, se vogliamo trasportare nel mondo raster tutta l'informazione presente nel modello vettoriale, dovremo costruire 5 matrici: una per ciascun attributo.

Nel fare questa operazione dobbiamo però capire se tutte le 5 matrici hanno un reale significato e come sono utilizzabili.

			25	25	26	26	26	26			
		25	25	25	25	26	26				
		25	25	25	25	25	26	26			
		27	25	25	27	26	26	26			
		27	25	27	27	27	26	26	26		
		27	27	27	27	27	27	26	27		
		27	27	27	27	27	27	27	27		

Mappatura nel modello raster del campo “ID”, identificatore.

			5136	5136	5184	5184	5184	5184			
		5136	5136	5136	5136	5184	5184				
		5136	5136	5136	5136	5136	5184	5184			
		5189	5136	5136	5189	5184	5184	5184			
		5189	5136	5189	5189	5189	5184	5184	5184		
		5189	5189	5189	5189	5189	5189	5184	5189		
		5189	5189	5189	5189	5189	5189	5189	5189		

Mappatura nel modello raster del campo “Codice”, un codice amministrativo dell'area.

			7	7	17	17	17	17			
		7	7	7	7	17	17				
		7	7	7	7	7	17	17			
		85	7	7	85	17	17	17			
		85	7	85	85	85	17	17	17		
		85	85	85	85	85	85	17	85		
		85	85	85	85	85	85	85	85		

Mappatura nel modello raster del campo “Popolazione”, numero, in migliaia, di abitanti dell'area, attributo quantitativo

			01	01	02	02	02	02			
		01	01	01	01	02	02				
		01	01	01	01	01	02	02			
		01	01	01	01	02	02	02			
		01	01	01	01	01	02	02	02		
		01	01	01	01	01	01	02	01		
		01	01	01	01	01	01	01	01		

Mappatura nel modello raster del campo “Classificazione”, classificazione altimetrica dell'area, attributo qualitativo

			0,5	0,5	1,1	1,1	1,1	1,1			
		0,5	0,5	0,5	0,5	1,1	1,1				
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,1	1,1			
		4,0	0,5	0,5	4,0	1,1	1,1	1,1			
		4,0	0,5	4,0	4,0	4,0	1,1	1,1	1,1		
		4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	1,1	4,0		
		4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0		

Mappatura nel modello raster del campo “Densità”, densità di popolazione.

Trasformazione da vector a raster di linee

Trasformazione da Vector a Raster di linee

La trasformazione di linee dal modello vettoriale al modello raster avviene, come nel caso delle aree, in due fasi:

- l'identificazione dei pixel;

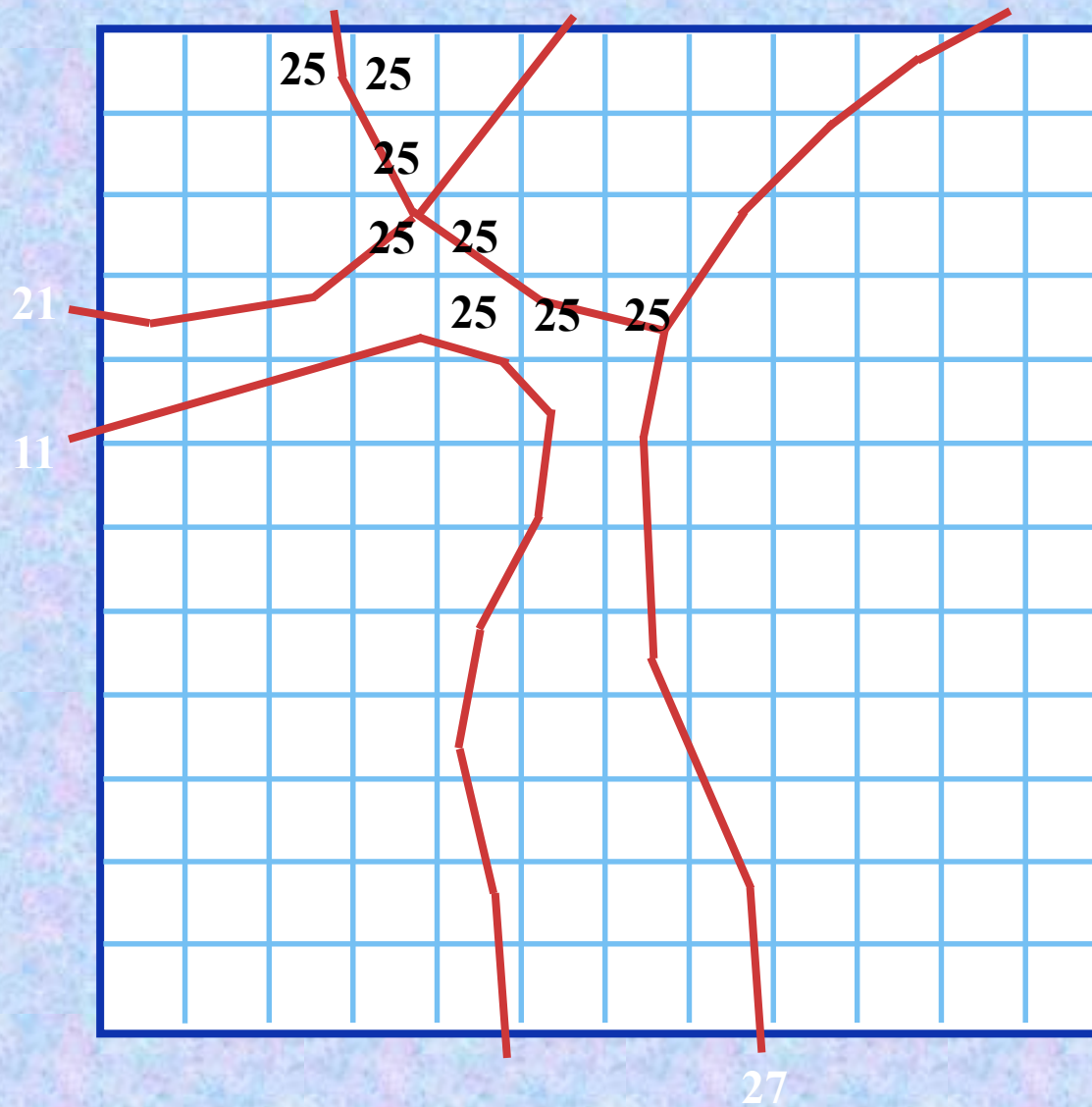
- la mappatura, per ciascun pixel selezionato, di un opportuno valore.

Da un punto di vista geometrico, l'obiettivo è trasportare l'informazione presente nelle linee, caratterizzate dal fatto di avere spessore nullo, nel modello raster, dove i pixel rappresentano “areole” e quindi hanno spessore non nullo nelle due direzioni.

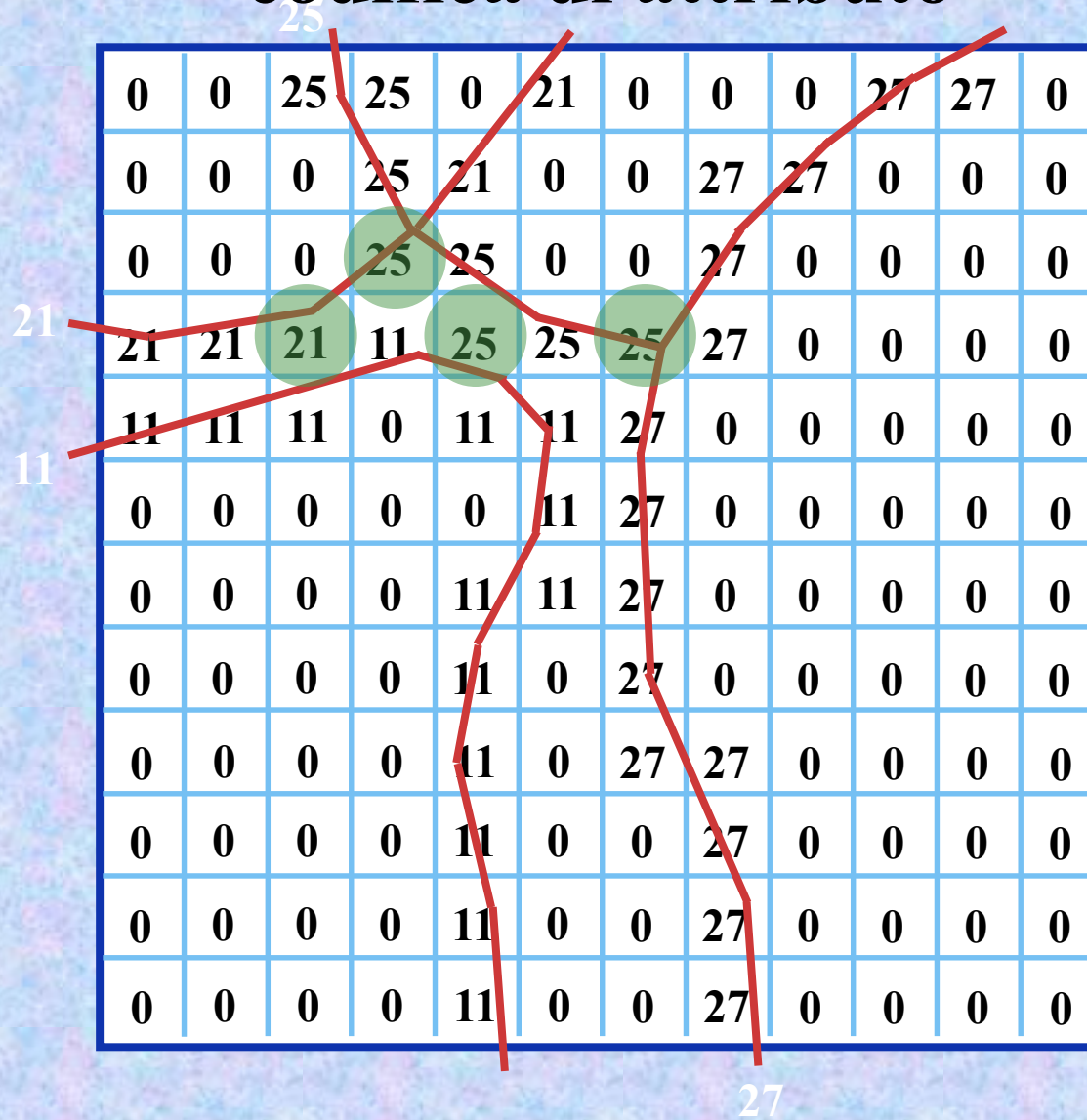
Trasformazione da Vector a Raster di linee

Una prima interpretazione è quella secondo la quale un pixel toccato dall'entità lineare viene identificato come pixel che descrive l'entità; a tale pixel viene assegnato un valore derivato dall'entità, in pratica un suo attributo (*codifica di attributo*).

Trasformazione vector - raster di linee



codifica di attributo



Trasformazione da Vector a Raster di linee

Un limite di questo approccio è che un certo numero di oggetti dello stesso tipo possono essere compresi nello stesso pixel; questo avviene non solo se i pixel sono relativamente grandi, ma anche a prescindere dalla dimensione del pixel nel caso in cui due linee si intersecano.

In tal caso è necessario fare una scelta e assegnare al pixel il codice identificativo di uno dei due oggetti. In certi casi questo può causare la perdita di informazione relativa alla continuità dell'oggetto.

Trasformazione da Vector a Raster di linee

Un'altro approccio è quello secondo il quale il pixel toccato dall'oggetto non viene assegnato all'oggetto, bensì porta l'informazione della presenza di un oggetto (codifica di presenza).

Con riferimento alla figura nella slide successiva, un oggetto lineare con codice identificativo 27, quando tocca un pixel, non gli trasferisce l'informazione “27” tipica dell'oggetto, bensì l'informazione “1” che indica che quel pixel è toccato da un oggetto.

In questo modo si perde la possibilità di risalire dal valore del pixel all'oggetto, ma si acquista la possibilità di gestire la presenza di più oggetti all'interno dello stesso pixel, il quale assume valore 0, 1, 2, n a seconda che sia toccato da nessuno, uno, due, “n” oggetti

Trasformazione da Vector a Raster di linee

Nel caso della codifica di attributo, come ne caso delle aree bisogna scegliere quale informazione trasformare in valore di radianza, cioè quale colonna fornirà i valori che dovranno essere inseriti all'interno dei pixel.

Di seguito si riporta il caso di linee relative a strade: bisognerà scegliere una sola colonna per file raster.

Parte geografica:

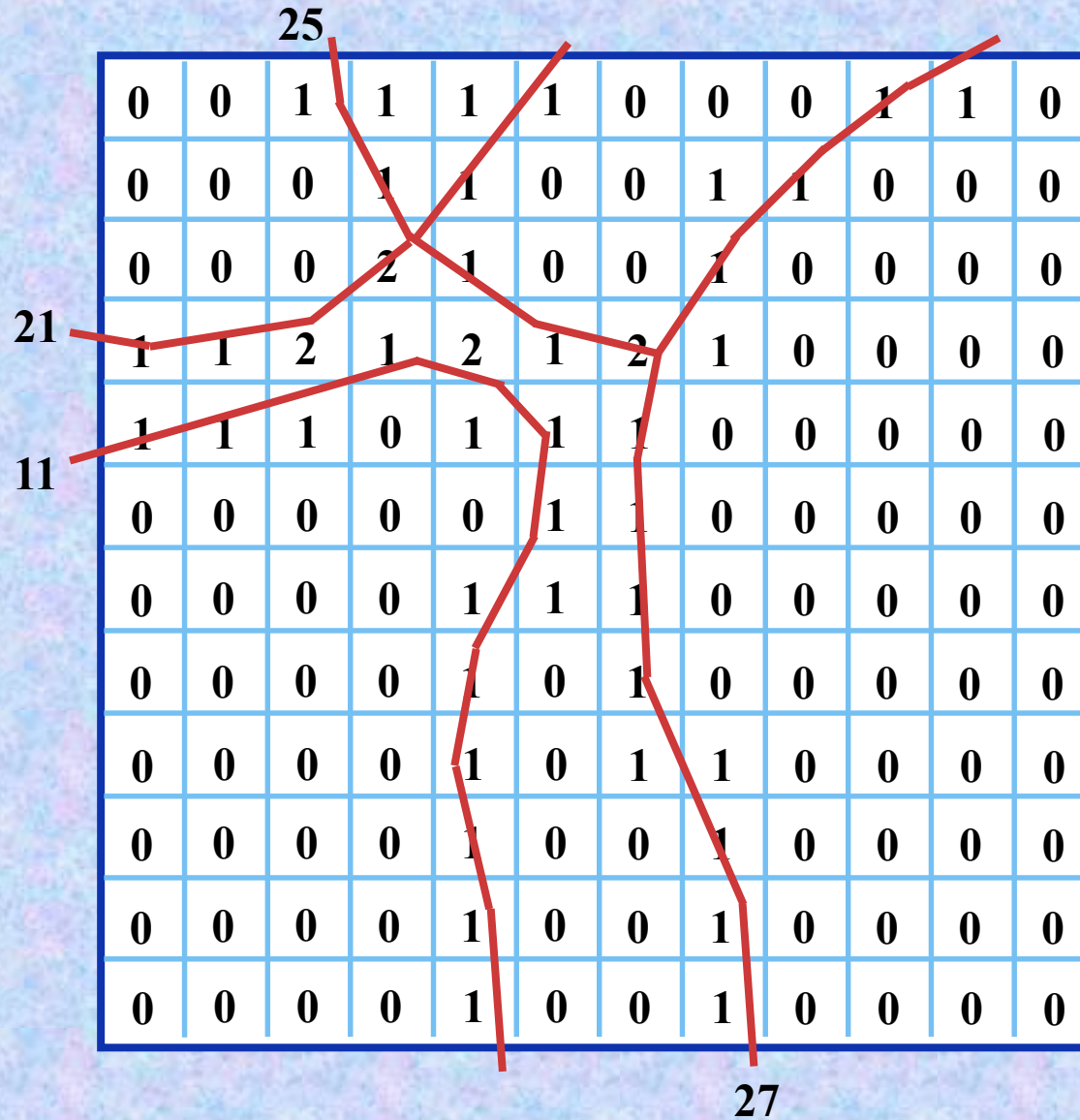
primitiva geometrica: linea

Parte descrittiva:

attr. 1: "ID"	identificatore (int)
attr. 2: "Codice"	codice della strada (int)
attr. 3: "Incidenti"	numero di incidenti sulla strada in un anno (int)
attr. 4: "Copertura"	tipo di copertura (1=asfaltata, 2=strada bianca)
attr. 5: "Pericolosità"	numero incidenti in un anno per chilometro (float)

Tab.17 – Trasformazione di linee da Vector a Raster. L'informazione descrittiva presente nel modello vettoriale, formata da 5 attributi, deve essere trasportata nel modello raster.

Trasformazione vector - raster di linee codifica di presenza



**Trasformazione
da vector a raster
di punti**

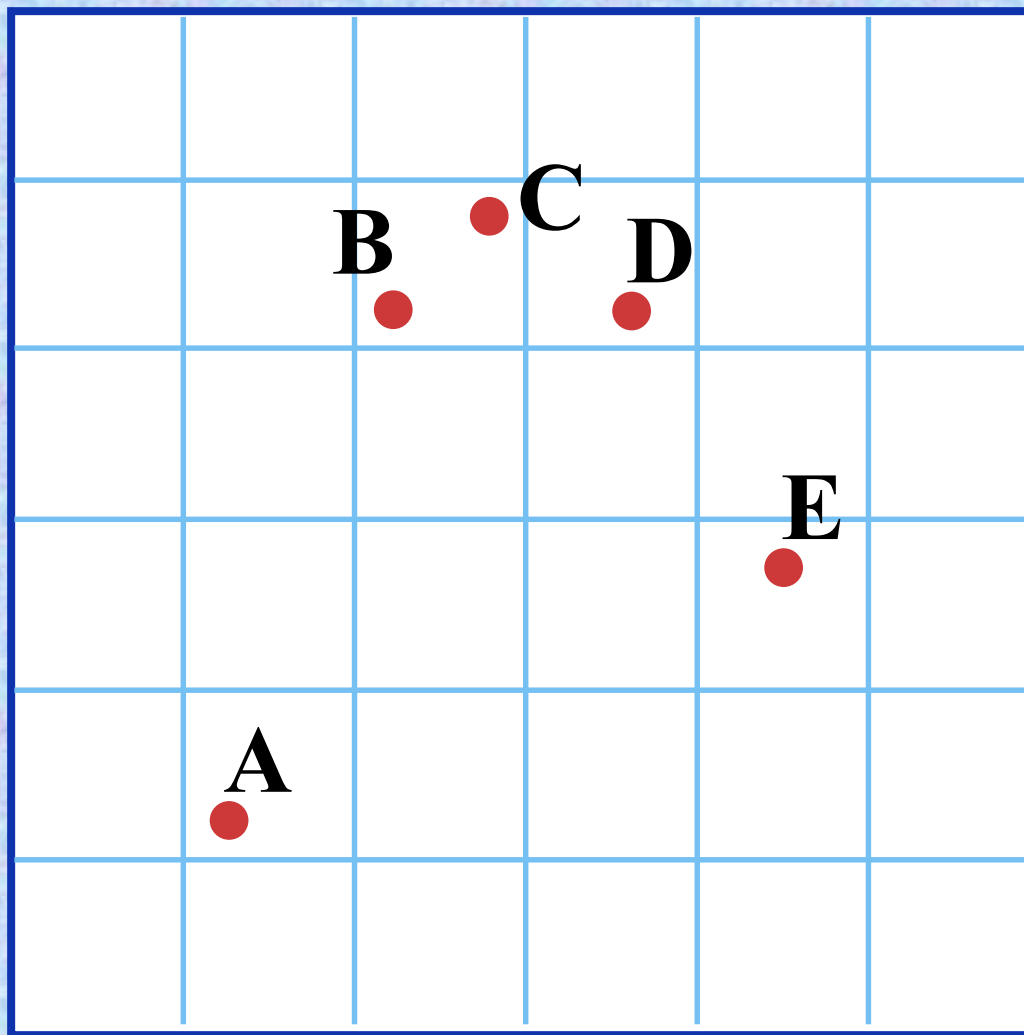
Trasformazione da Vector a Raster di punti

La trasformazione di punti dal modello vettoriale al modello raster è, per la parte geometrica, molto semplice: un pixel è associato ad un'entità puntuale se l'entità puntuale ricade nell'areola coperta dal pixel.

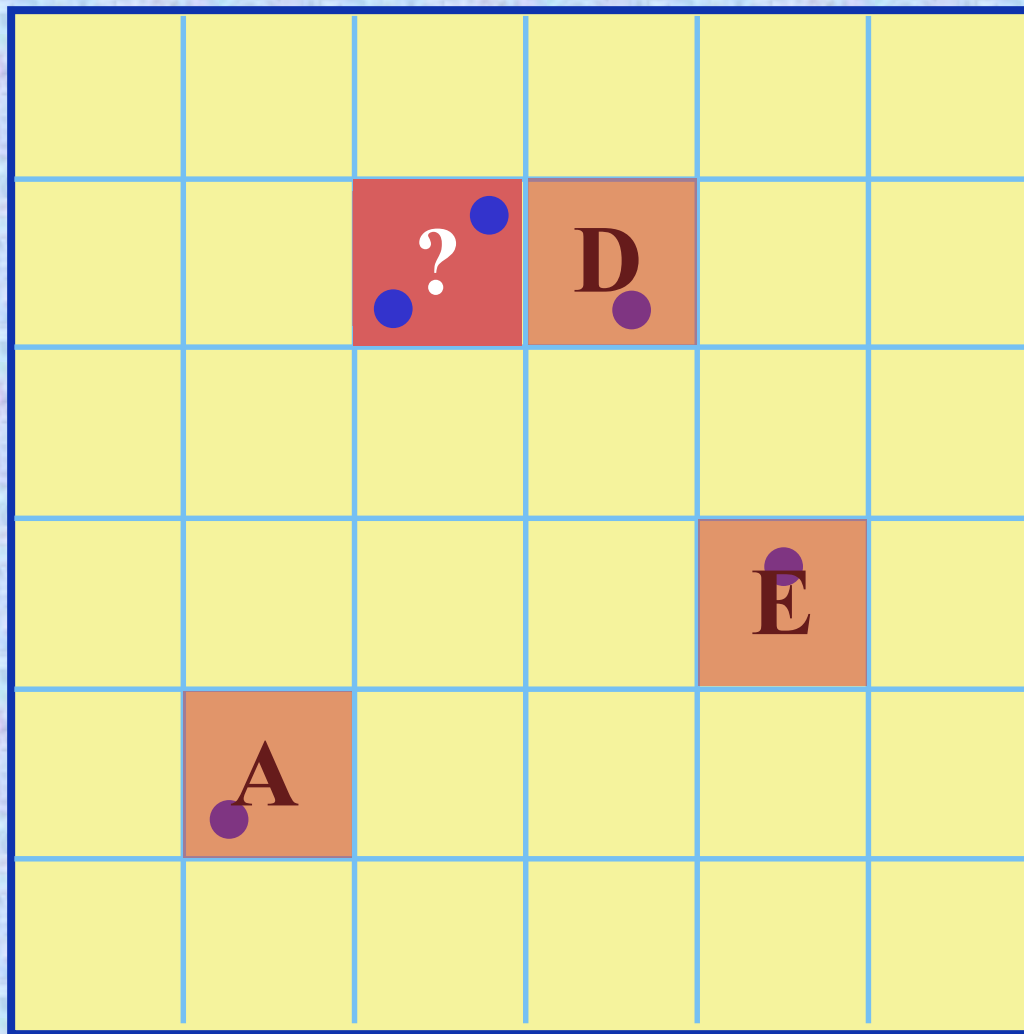
Come nel caso delle aree, vista la dimensione nulla del punto e la dimensione finita del pixel, può accadere che più di un punto ricada nell'areola di un pixel.

Si ricorre anche in questo caso alle due opzioni: o codifica di attributo o codifica di presenza

Trasformazione vector - raster di punti



Trasformazione vector - raster di punti codifica di attributo



Trasformazione vector - raster di punti codifica di presenza

0	0	0	0	0	0
0	0	2	1	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

**Trasformazione
da raster a vector
di linee**

Trasformazione da Raster a Vector di linee

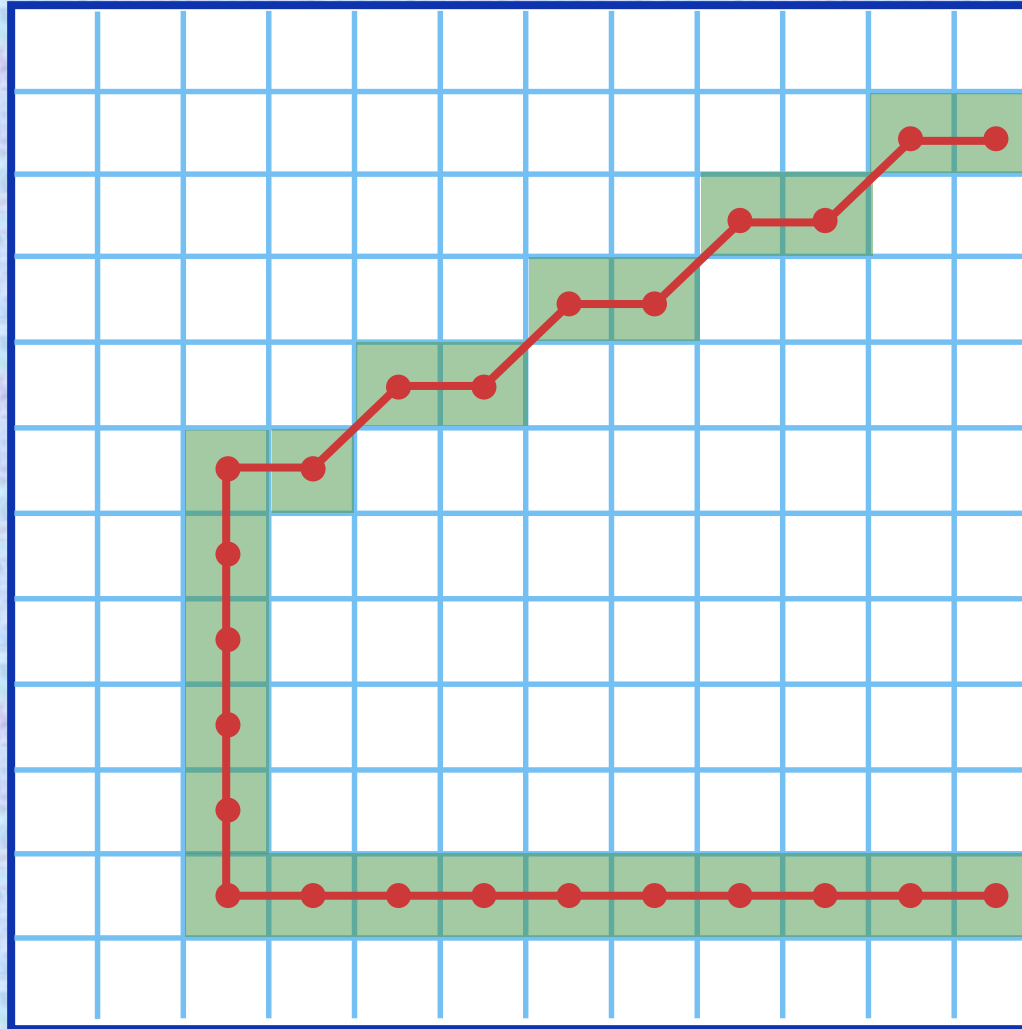
Una linea rappresentata nel mondo raster è formata da una serie di pixel aventi uno stesso identificativo, che si toccano o per un lato o per un vertice; per evitare ambiguità, ogni pixel, esclusi quelli terminali, dovrebbe essere in contatto con non più di altri due pixel.

Il modo per trasformare questa informazione nel mondo vettoriale consiste concettualmente nel collegare con piccoli segmenti i centri dei pixel consecutivi, rispettando la sequenza.

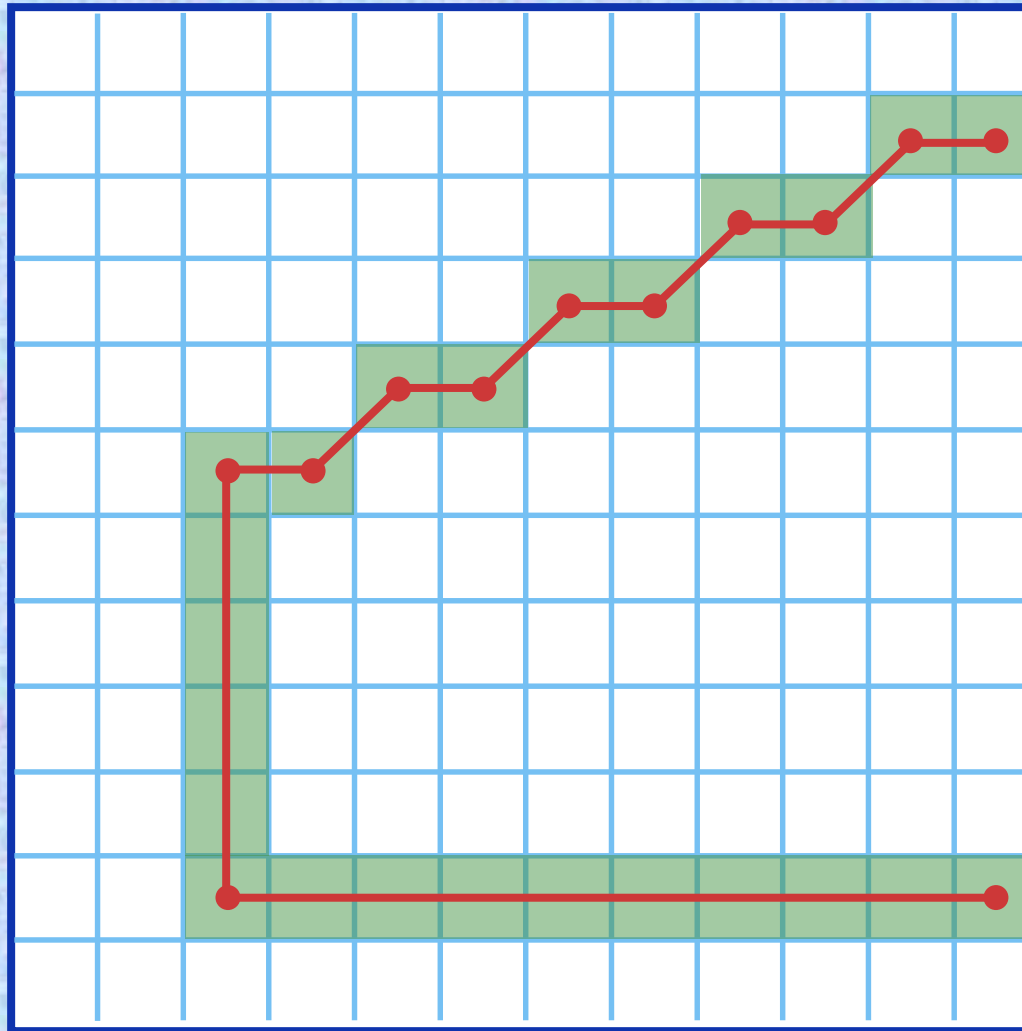
Trasformazione da Raster a Vector di linee

Ne risulterà un insieme di microsegmenti, sicuramente connessi tra di loro, la cui posizione può essere orizzontale, verticale o obliqua. È evidente che alcuni punti non danno alcun contributo alla geometria del dato. Si tratta dei punti intermedi lungo tratti orizzontali e verticali.

Trasformazione raster - vector di linee



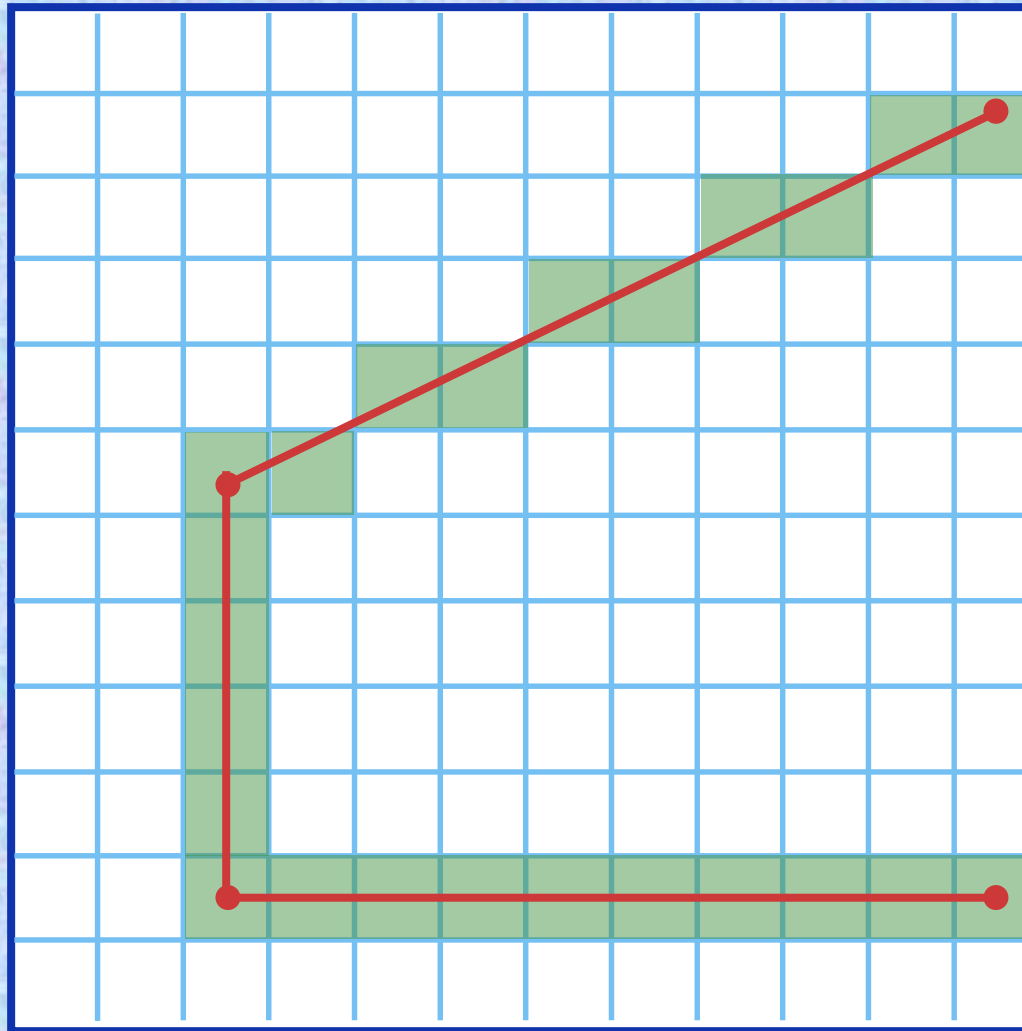
Trasformazione raster - vector di linee eliminazione di nodi allineati



Trasformazione da Raster a Vector di linee

Anche i punti intermedi lungo tratti obliqui di pendenza costante non portano informazione, in quanto la “scalettatura” che essi descrivono è quasi sempre all’interno dell’errore dei dati. Se supponiamo che la base raster provenga da una rasterizzazione a 300 ppi, le differenze tra la rappresentazione scalinata della linea obliqua e una rappresentazione lineare sono di meno di mezzo pixel e quindi di meno di mezzo decimo di mm. Pertanto si possono eliminare questi punti intermedi con l’operazione di sfoltimento.

Trasformazione raster - vector di linee eliminazione di nodi quasi allineati



**Trasformazione
da raster a vector
di aree**

Trasformazione da Raster a Vector di poligoni

Un insieme di pixel che hanno lo stesso valore V e che costituiscono un insieme connesso viene trasformato in un'area avente per bordi i lati compresi tra i pixel che hanno valore V e quelli che hanno valore diverso da V .

L'identificazione dei bordi dei pixel che soddisfano la condizione detta forma un insieme di microelementi lineari, come nel caso delle linee. Su di essi si opera, esattamente come nel caso delle linee, fino ad ottenere elementi areali.

Trasformazione da Raster a Vector di poligoni

Contrariamente al caso della trasformazione da vector a raster, questo cambio di rappresentazione non introduce, da un punto di vista geometrico, alcun errore; spesso tuttavia, per migliorare l'effetto visivo, si operano “arrotondamenti” sugli spigoli..

Trasformazione Raster - Vector di aree

[illegible]

Trasformazione da Raster a Vector di punti

Questo tipo di trasformazione non crea alcun problema tecnico. Poiché i punti sono rappresentati nel modello raster da singoli pixel, i punti da definire in vettoriale coincideranno coi centri degli stessi pixel a cui viene associato, se significativo, il valore del pixel.