

# Breve Introduzione agli indici spaziali

Claudio Rocchini  
Istituto Geografico Militare

## Introduzione

Alcune operazioni geometriche di ricerca possono risultare particolarmente onerose da calcolare.

Per velocizzare tali operazioni si può fare utilizzo di indici spaziali, che velocizzano le operazioni di ricerca.



16/11/2006

Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

2

## Tipiche operazioni

- Tipiche operazioni di ricerca geometrica sono:
  - Controllo di contenimento in un rettangolo di un punto, di una linea, di un'area.
  - Controllo di contenimento di un punto in un area
  - Calcolo di distanza (intesa come distanza minima) fra oggetti
  - Ricerca di oggetti entro una certa distanza da un punto dato.
  - Calcolo di intersezioni

## Es. Contenimento punto in rettangolo

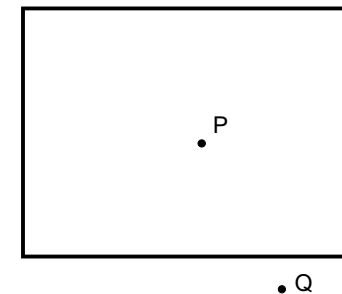
Contenuto se:

$$P_x \geq \min.x \quad e$$

$$P_x \leq \max.x \quad e$$

$$P_y \geq \min.y \quad e$$

$$P_y \leq \max.y$$



Controllo veloce



16/11/2006

Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

3



16/11/2006

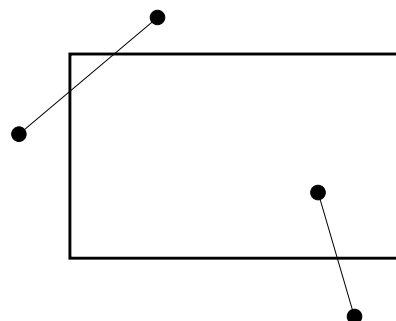
Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

4

## Es. Contenimento linea in rettangolo

Controllo complesso da effettuare.

Necessita una serie di calcoli di intersezioni fra linee e controllo di intervalli.



16/11/2006

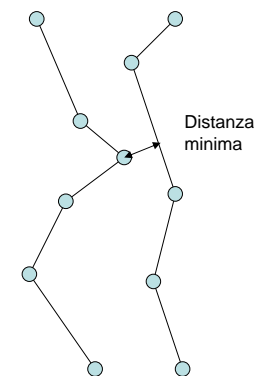
Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

5

## Es. Minima distanza fra polilinee

Molto complessa da calcolare:

Necessita il calcolo della distanza di ogni vertice di una linea dall'altra e viceversa.



16/11/2006

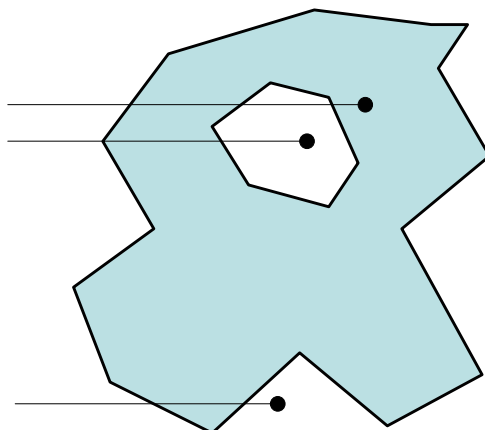
Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

6

## Es. Contenimento Punto in Area

Metodo: calcolo del numero di intersezioni fra una semiretta orizzontale che parte dal punto e il bordo dell'area.

Intersezioni:  
pari=fuori,  
dispari=dentro.



16/11/2006

Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

7

## Principali tipi di indice

- Minimum Bounding Rectangle
- Griglia
- Binary Partition Tree
- QuadTree
- (Estensioni Tridimensionali)



16/11/2006

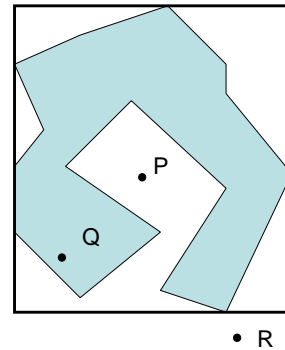
Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

8

## Minimum Bounding Rectangle

Minimo Rettangolo di contenimento.

- Facile da calcolare come minimo e massimo delle coordinate.
- Utilizzato da Geomedia (Campo Geometry\_SK = Spatial Key) e nel VPF.



16/11/2006

Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

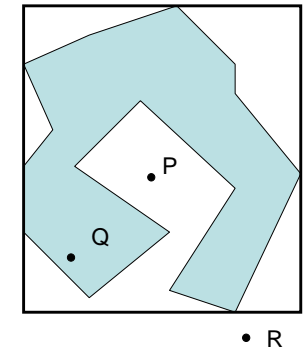
9

## Minimum Bounding Rectangle (2)

Utilizzato come valutazione grossolana delle richieste geometriche.

Es. Punto in area:

R può essere escluso a priori, mentre per P e Q è necessario il controllo esatto.



16/11/2006

Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

10

## Cenni di complessità computazionale

La complessità computazionale è la branca dell'Informatica che si occupa di valutare il tempo e lo spazio di memoria utilizzato da un procedimento di calcolo computerizzato.

Numero di operazioni necessarie per distanza minima su  $x$  oggetti:

- Confronto Diretto:  $x*x$
- Griglia: K (costante)
- BPT e QuadTree:  $x*log(x)$

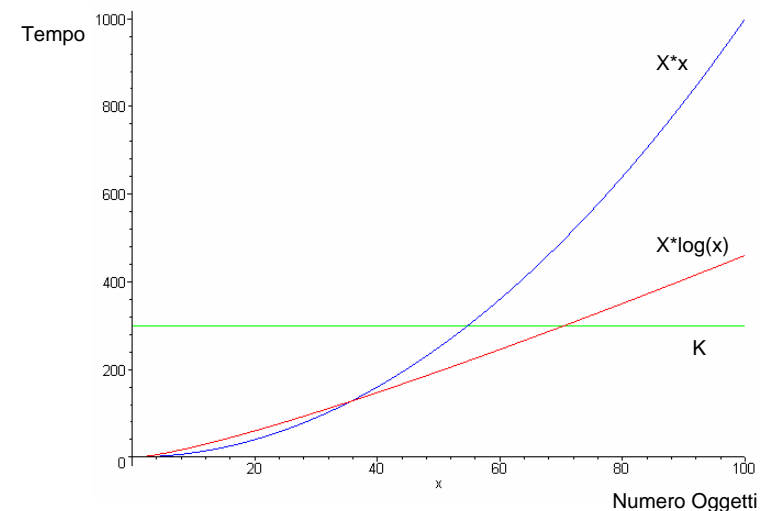


16/11/2006

Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

11

## Confronto di tempi



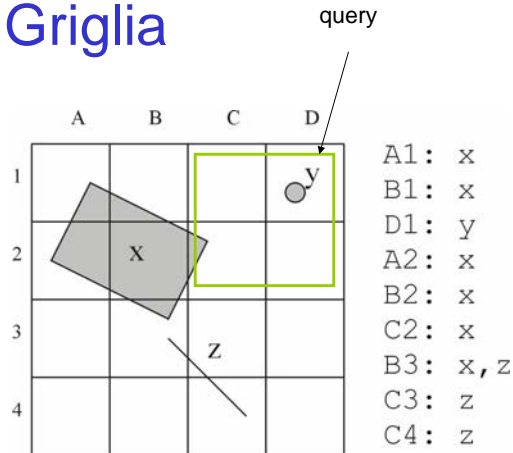
16/11/2006

Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

12

# Griglia

Si crea una griglia di dimensioni opportune. Per ogni cella della griglia si memorizzano gli oggetti contenuti. I riferimenti agli oggetti possono essere ripetuti. Per effettuare una query si considerano esclusivamente gli oggetti contenuti nella parte di griglia occupata dalla query. (Nel nostro esempio z può essere ignorato).

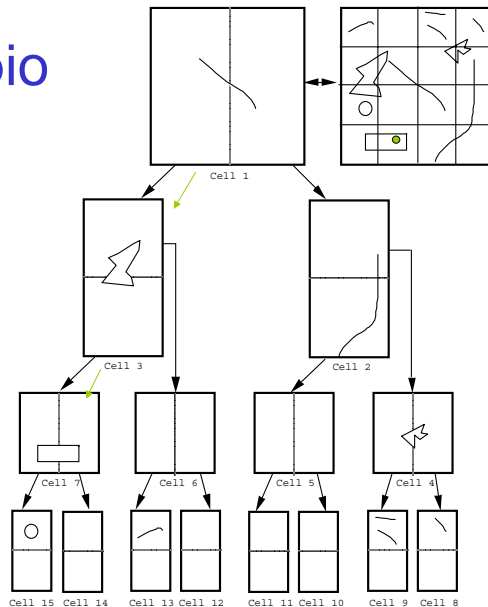


# Binary Partition Tree

Lo spazio è iterativamente bipartito in due zone. La divisione è alternativamente verticale e orizzontale. Per ogni suddivisione si inserisce un riferimento agli oggetti contenuti in quella suddivisione. I riferimenti sono unici. E' possibile eseguire una query effettuando  $x \cdot \log(x)$  operazioni. Questo tipo di indice è utilizzato nel VPF

# BPT : Esempio

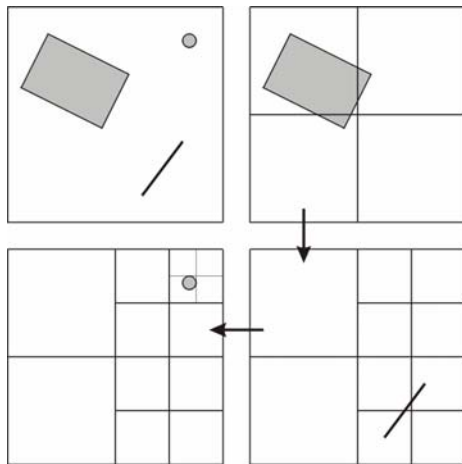
Esempio tratto dalle specifiche del VPF. L'insieme delle suddivisioni prende la forma di un albero rovesciato.



# QuadTree

Simile al BSP. Ogni volta si divide lo spazio in quattro porzioni. Più semplice da gestire. Produce però un albero più grande.

## QuadTree: esempio



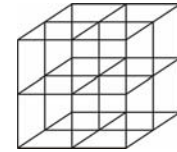
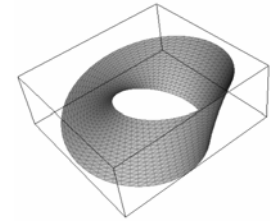
16/11/2006

Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

17

## Terza Dimensione

- MBR: Minimum Bounding Box.
- BPT: si divide alternativamente in x, y e zeta.
- Griglia: diventa una griglia tridimensionale.
- Quadtree: diventa Octree (si divide lo spazio in otto parti).



16/11/2006

Claudio Rocchini - Istituto Geografico Militare

18