

*Robotica A*

*Lezione 15:  
Ancora sulla visione robotica*

13-02-2004

*Filtri per le immagini:*

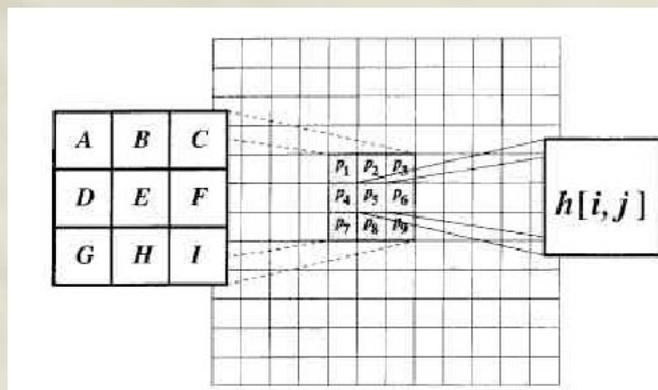
- ⇒ Lineari
- ⇒ Tempo invarianti
- ⇒ Spazio invarianti
- ⇒ A spazi discreti

$$h[i, j] = \frac{A \cdot p_1 + B \cdot p_2 + C \cdot p_3 + D \cdot p_4 + E \cdot p_5 + F \cdot p_6 + G \cdot p_7 + H \cdot p_8 + I \cdot p_9}{M} + N$$

- ⇒ Questo equivale ad applicare una “matrice di convoluzione”

Lezione 15: Ancora sulla visione robotica 13-02-2004 2

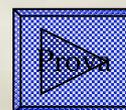
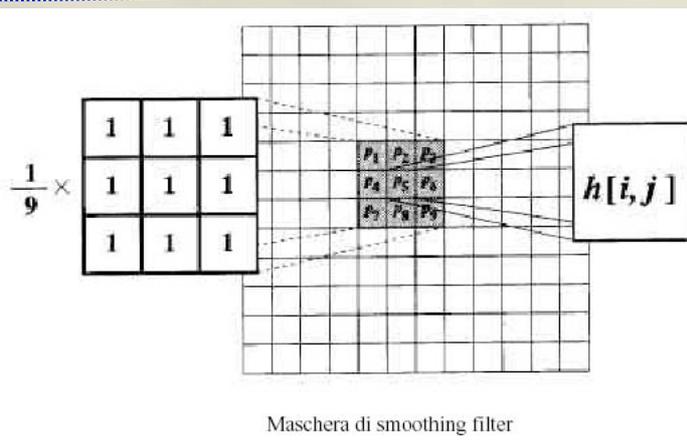
## Applicazione della maschera di convoluzione



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 3

## Smoothing



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 4

## Operatori per i contorni:

⇒ Laplaciano

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

1	4	1
4	-20	4
1	4	1

⇒ Gaussiano

0	0	1	0	0
0	1	-2	1	0
-1	-2	16	-2	-1
0	1	-2	1	0
0	0	1	0	0

Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 5

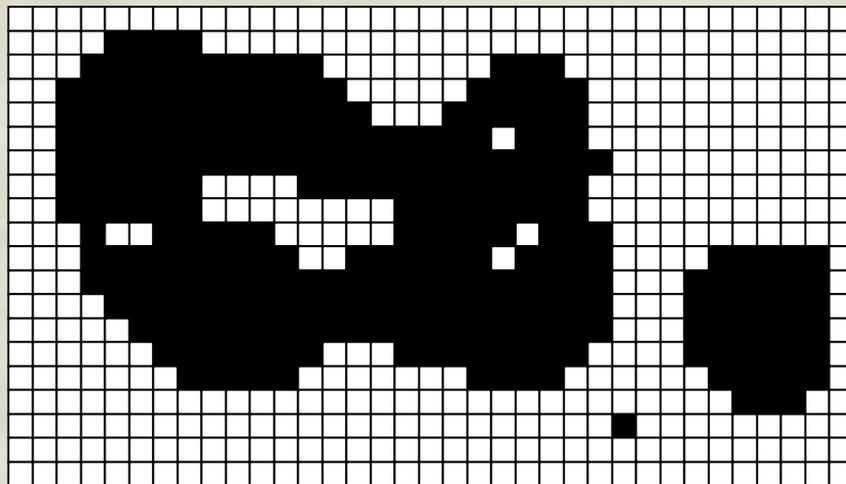
## Obiettivo fondamentale: segmentare l'immagine

- ⇒ Binarizzare
- ⇒ Filtrare
- ⇒ Analisi di connettività
- ⇒ Estrazione delle caratteristiche
- ⇒ Riconoscimento

Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 6

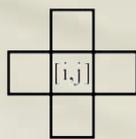
## Un'immagine binaria



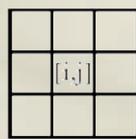
Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 7

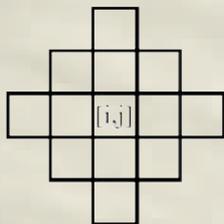
## Alcune definizioni: i vicinati



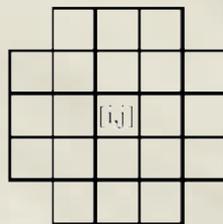
Vicinato di tipo N4



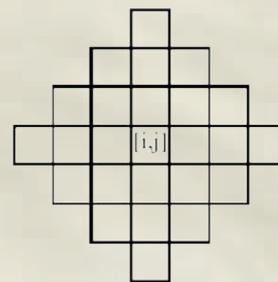
Vicinato di tipo N8



Vicinato di tipo N12



Vicinato di tipo N20



Vicinato di tipo N24

Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 8

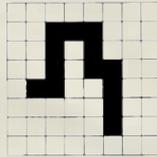
## Concetto di path

### ⇒ Connessione o connettività :

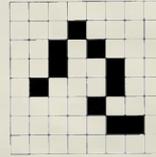
- Un pixel  $p \in S$  si dice connesso a  $q \in S$  se vi è un path da  $p$  a  $q$  costituito tutto da pixel  $\in S$ .

### ⇒ Path:

- Un path da un pixel  $[i_0, j_0]$  ad un pixel  $[i_n, j_n]$  è una sequenza di pixel  $[i_0, j_0], [i_1, j_1], \dots, [i_n, j_n]$  tale che un pixel in  $[i_k, j_k]$  risulta essere un "vicino" del pixel  $[i_{k+1}, j_{k+1}]$  per ogni  $k$  compreso tra zero e  $n-1$ . Se il vicinato considerato è un  $N_4$  si ha un 4-path, per un  $N_8$  si ha un 8-path e così via.



(a) 4-path



(b) 8-path

Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 9

## Altre definizioni

### ⇒ Foreground:

- In un immagine in bianco e nero il "primo piano" è l'insieme  $S$  dei pixel a cui è stato attribuito il valore 1, cioè quelli neri.

### ⇒ Background:

- È l'insieme  $S^*$  complementare di  $S$ , cioè l'insieme dei pixel a cui è stato attribuito il valore 0.

### ⇒ Bordo:

- Il bordo  $S'$  di  $S$  è l'insieme di pixel appartenenti a  $S$  e che hanno almeno un pixel del vicinato  $N_4$  che appartengono a  $S^*$ .

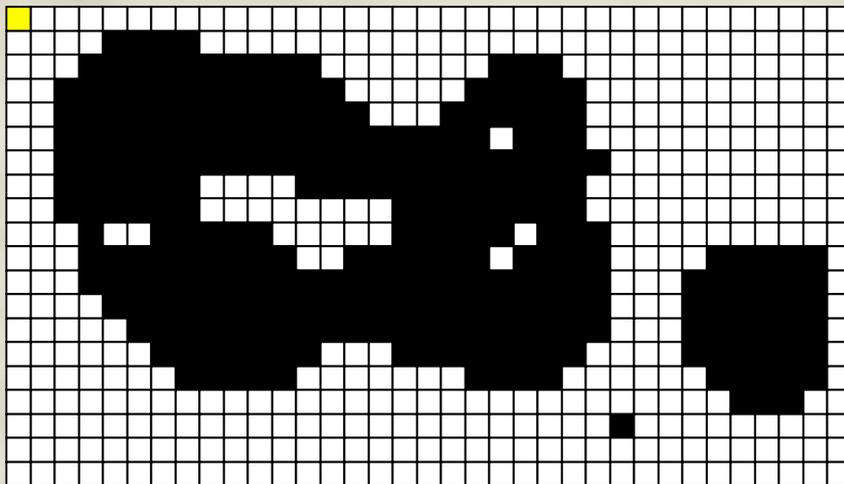
### ⇒ Interno:

- È l'insieme di pixel  $\in S$  ma non a  $S'$ .

Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 10

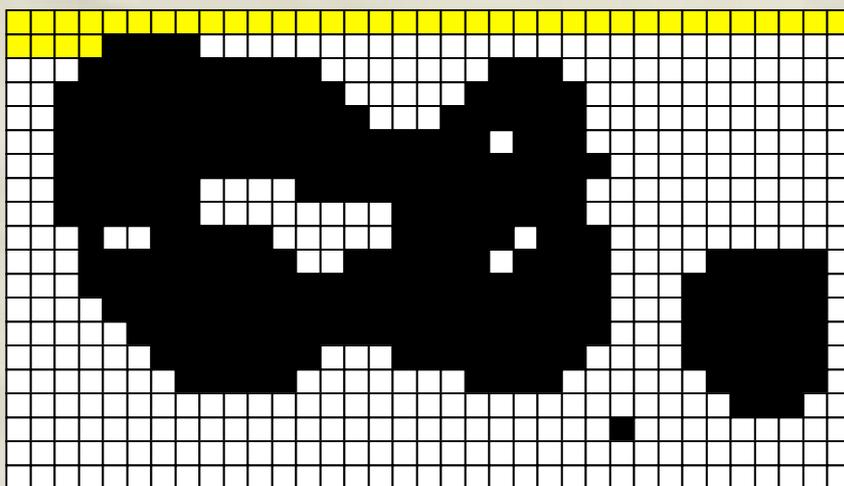
### *Iniziamo l'analisi di connettività*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 11

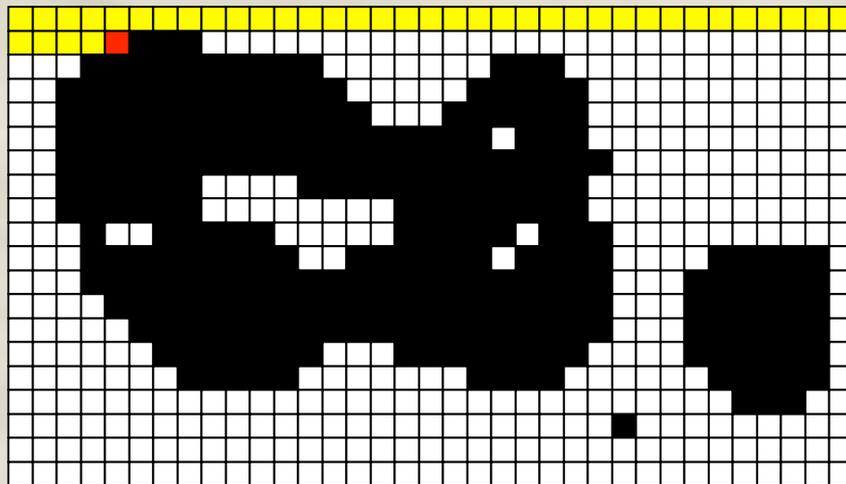
### *Iniziamo l'analisi di connettività 2*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 12

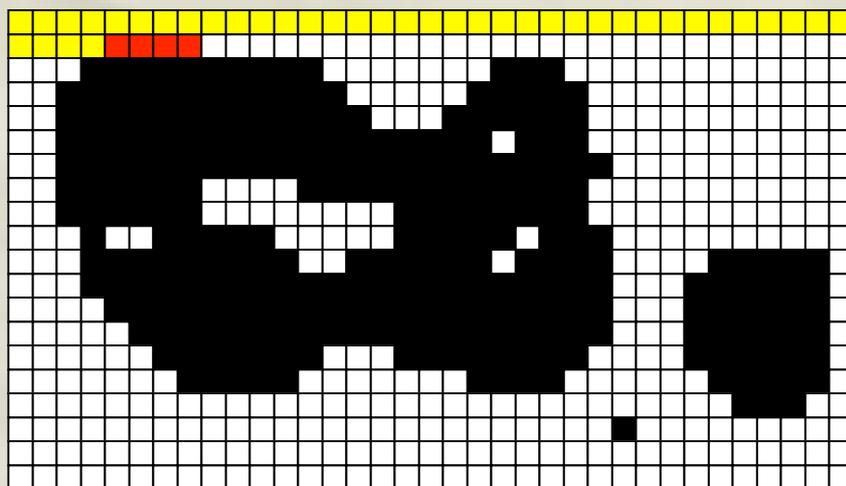
### *Iniziamo l'analisi di connettività 3*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 13

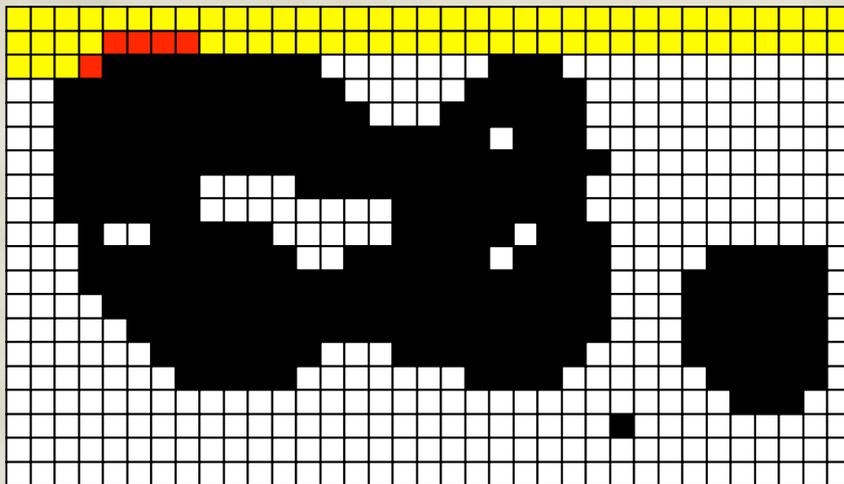
### *Iniziamo l'analisi di connettività 4*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 14

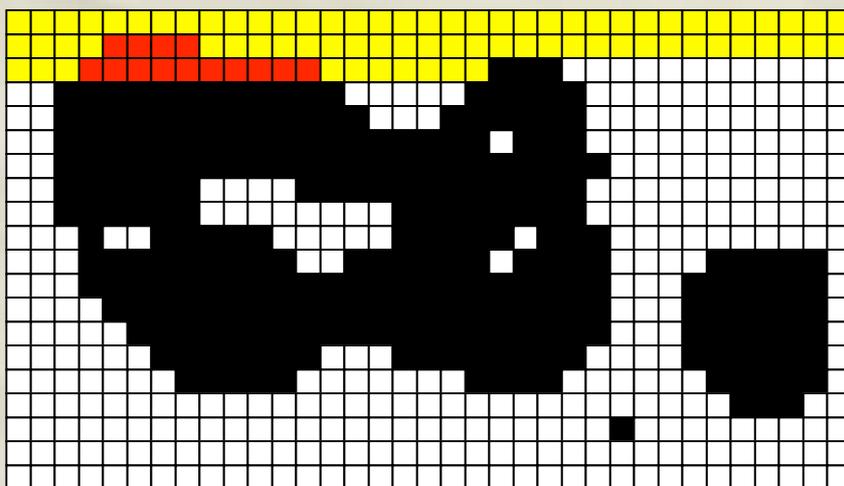
### *Iniziamo l'analisi di connettività 5*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 15

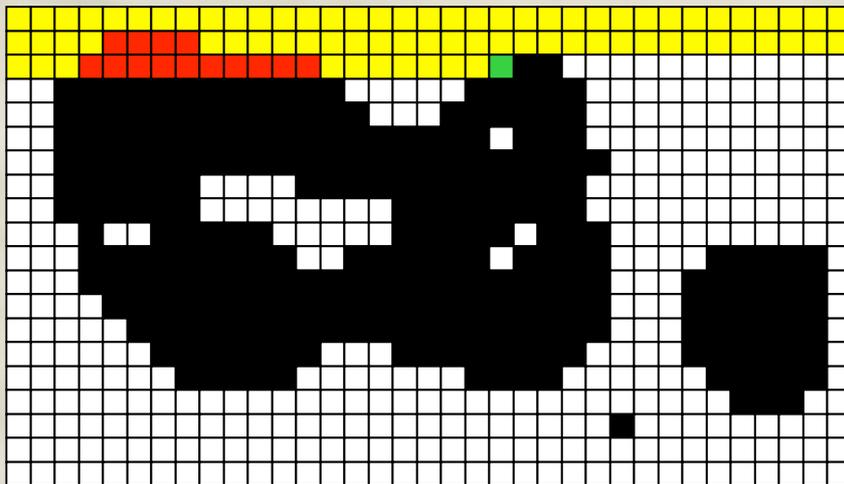
### *Iniziamo l'analisi di connettività 6*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 16

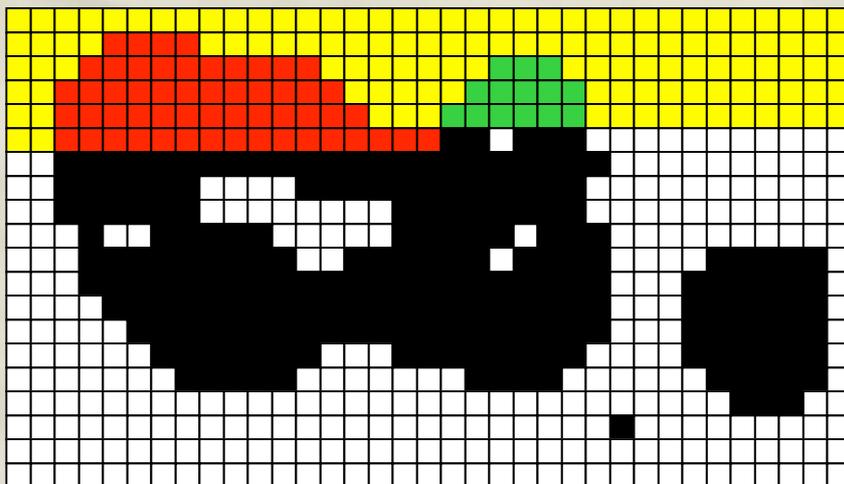
*Iniziamo l'analisi di connettività 7*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 17

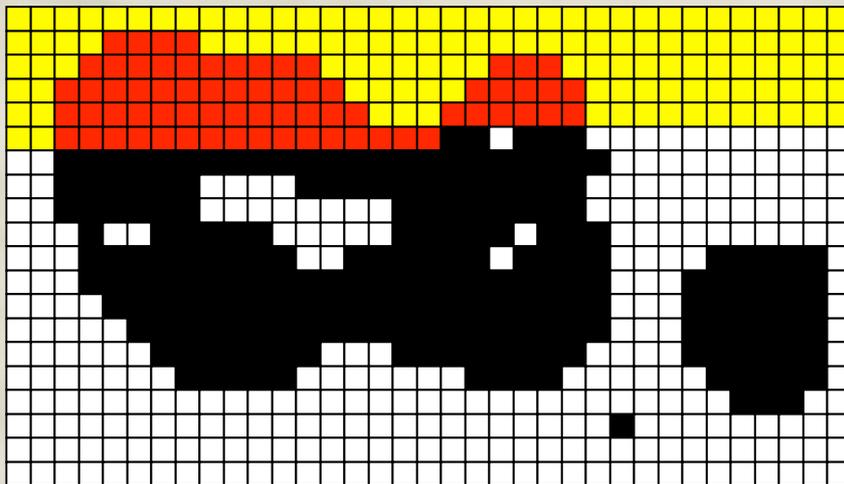
*Iniziamo l'analisi di connettività 8*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 18

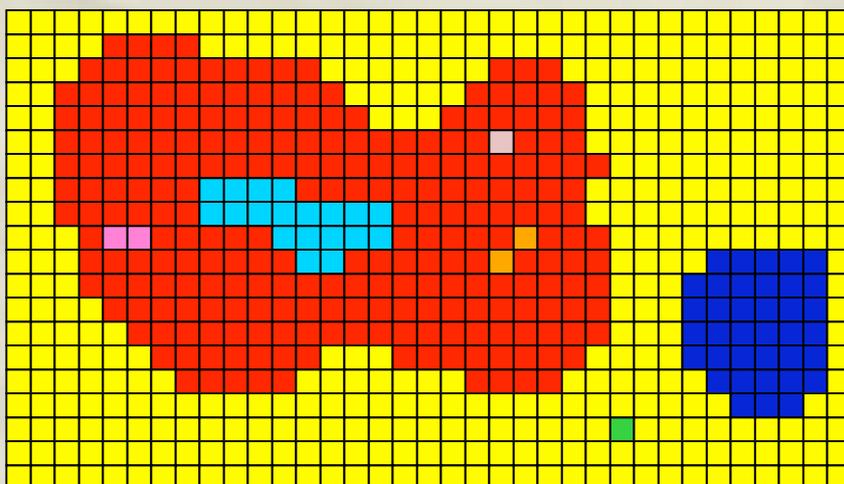
*Iniziamo l'analisi di connettività 9*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 19

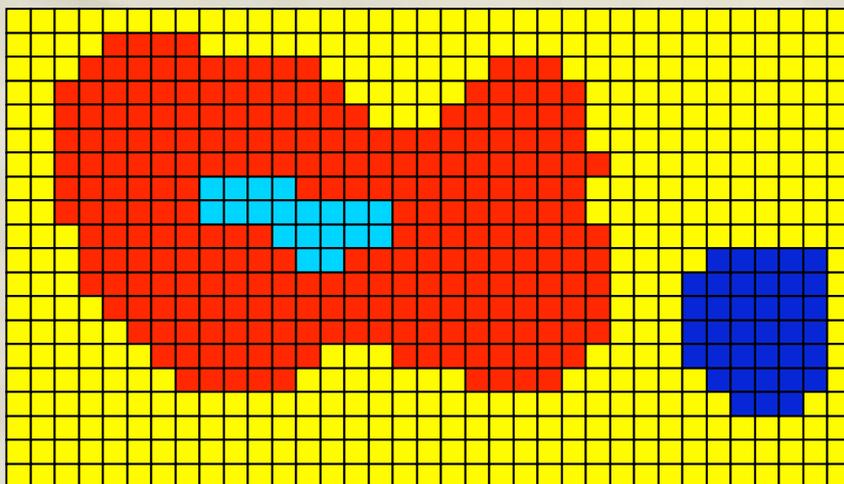
*Iniziamo l'analisi di connettività 10*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 20

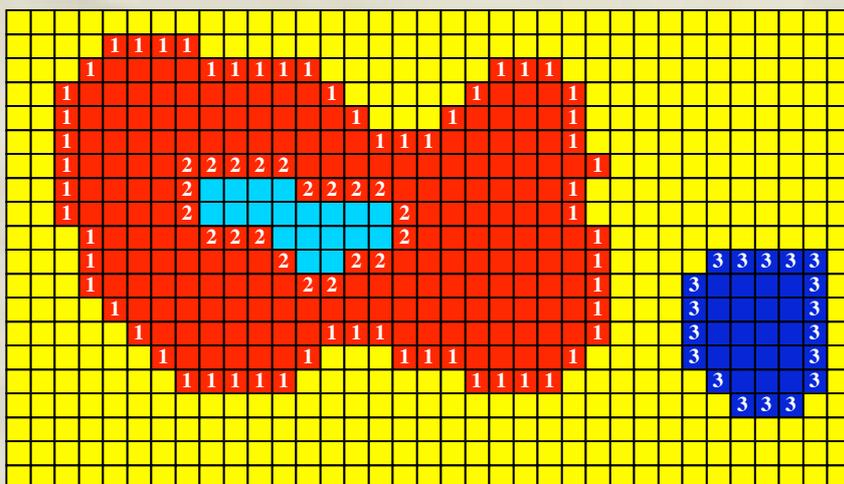
### *Filtriamo i blob troppo piccoli*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 21

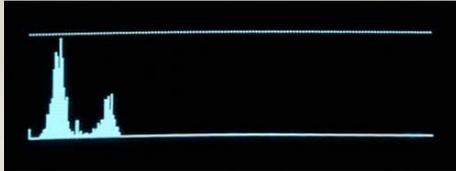
### *Estraiamo i contorni*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

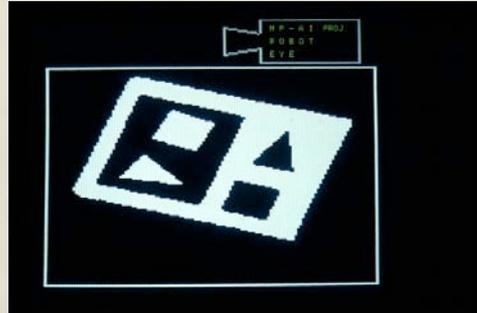
13-02-2004 22

## *Ricominciamo, con un esempio reale*



Istogramma

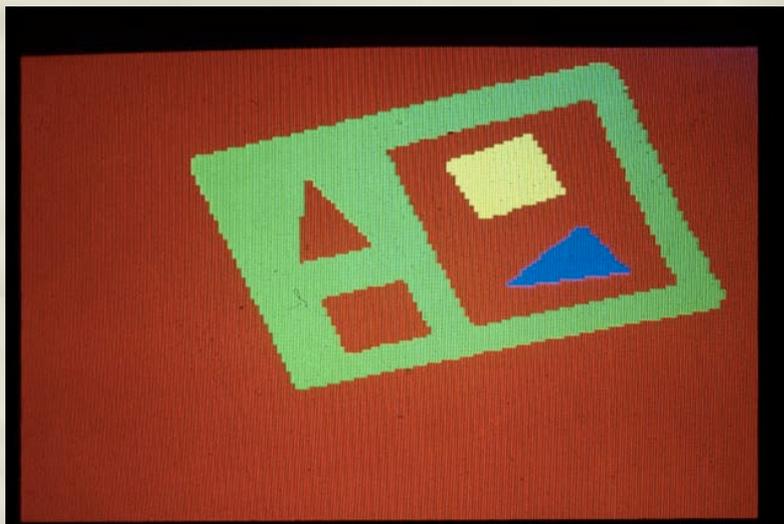
Immagine  
binarizzata



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 23

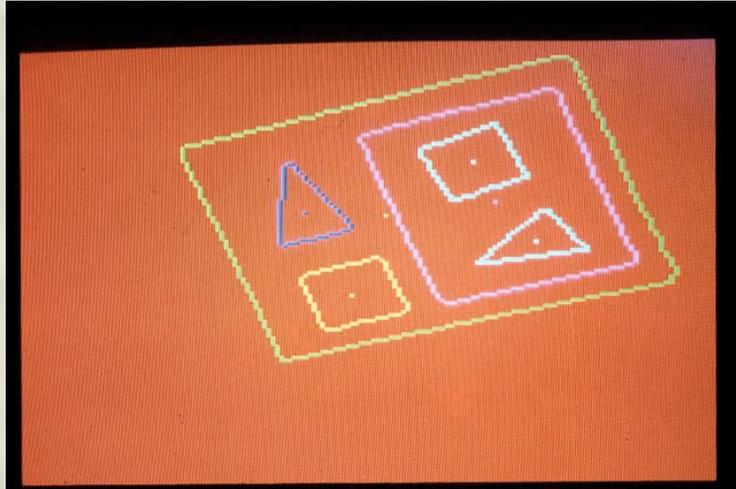
## *Analisi di connettività*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 24

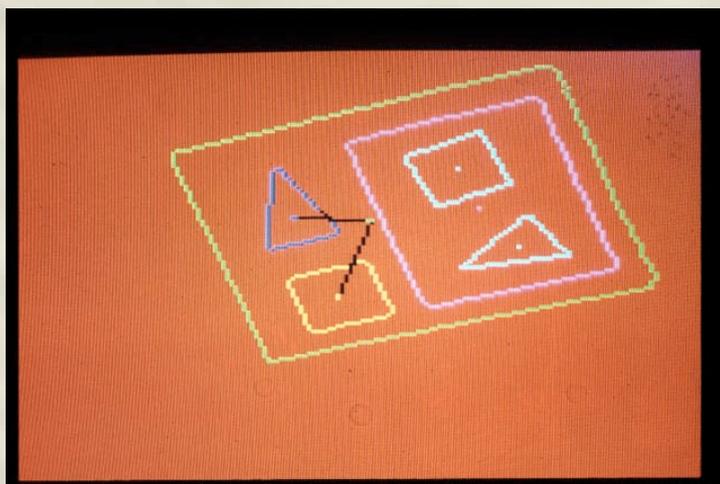
## *Estrazione dei contorni*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 25

## *Calcolo delle caratteristiche*



Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 26

## *Elenco delle caratteristiche*

- ⇒ Area
  - ⇒ Perimetro
  - ⇒ Numero di fori
  - ⇒ Momenti di inerzia
  - ⇒ Rapporto area/perimetro
  - ⇒ Caratteristiche dei fori
    - Area
    - Perimetro
  - ⇒ ...
- ⇒ Alcune caratteristiche sono invarianti
    - Numero di fori
  - ⇒ Alcune sono invarianti rispetto alla scala
    - Momenti di inerzia
  - ⇒ Alcune sono invarianti rispetto alla posizione
    - Area

Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 27

## *Calcolo del baricentro*

- ⇒ Il calcolo del baricentro è fatto supponendo che l'oggetto sia piano ed uniformemente denso (si calcola il baricentro della sua proiezione)
- ⇒ Può essere effettuato calcolando il baricentro dei baricentri delle righe di pixel da cui è composto l'oggetto.

Lezione 15: Ancora sulla visione robotica

13-02-2004 28