

Corso di **Sistemi Interattivi**

Lezione 10. Segmentazione ed estrazione della silhouette

Prof. Rudy Melli (rudymelli@ababrera.it)

www.vision-e.it/si

ACCADEMIA DI BELLE ARTI DI BRERA
Anno accademico 2018/2019

Segmentazione

- ❏ La segmentazione delle immagini e' uno dei passi piu' importanti dell'elaborazione di immagini ed il processo indispensabile per la loro analisi
- ❏ Cosa vuol dire segmentare un immagine? Segmentare significa **partizionare** ed appunto, la segmentazione, è la tecnica che permette di **dividere l'immagine in 2 regioni** che identificano la presenza o meno di una determinata proprietà.
 - ☞ Ad esempio la segmentazione fatta sull'immagine che identifica gli oggetti in movimento determina le 2 regioni: *in motion* e *not in motion*.
- ❏ Scopo dalla segmentazione è ottenere un'**immagine binaria**, che identifichi con un colore (il bianco) i punti dell'immagine classificati "in movimento" e con l'altro (il nero) i punti dell'immagine classificati come "NON in movimento"
- ❏ Si parla di **classificazione di PUNTI** e non di oggetti perché la segmentazione lavora a livello di pixel, successivamente, individuate le zone dell'immagine in movimento e raggruppate, si potrà lavorare a livello di oggetti e si parlerà di **blob**

Segmentazione

- ❏ Il risultato di una segmentazione è un'immagine binaria che chiameremo anche **maschera**
- ❏ Esistono vari tipi di segmentazione
- ❏ La segmentazione su una singola immagine “normale”, non pre-elaborata, è basata sulle variazioni di luminosità
- ❏ Per ottenere le informazioni di **movimento** è necessario elaborare fare un'elaborazione preliminare prima della segmentazione e coinvolge **più di un immagine**

Sogliatura dell'immagine, Thresholding

- Consiste nel selezionare **un valore di intensità luminosa T (soglia)** che permetta di separare l'immagini in due regioni, più scure e più chiare di questo valore.
- Trasforma l'immagine a livelli di grigio in una immagine binaria (*binarizzazione con soglia*)
 - Ogni punto è nero (se più scuro di T) o bianco (se più chiaro)
- Per ogni punto $f(x,y)$ dell'immagine di partenza, il punto corrispondente $g(x, y)$ nell'immagine trasformata diventa

$$\begin{array}{ll} \text{se } (f(x,y) \geq T) & \rightarrow g(x,y)=1 \text{ [Bianco - Interesse]} \\ \text{Altrimenti} & \rightarrow g(x,y)=0 \text{ [Nero - NON interesse]} \end{array}$$

- Soglia statica: soglia fissa scelta all'inizio
- Soglia dinamica: soglia che cambia durante l'esecuzione della patch proporzionalmente con un altro valore (ad es. il valore medio di luminosità della scena) \rightarrow Difficile da utilizzare

Esempio soglia

 Immagine in scala di grigi. La soglia è Th .

57	60	74	118
70	78	109	121
94	110	159	169
129	142	189	210

$Th = 100$

0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

$Th = 200$

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	1

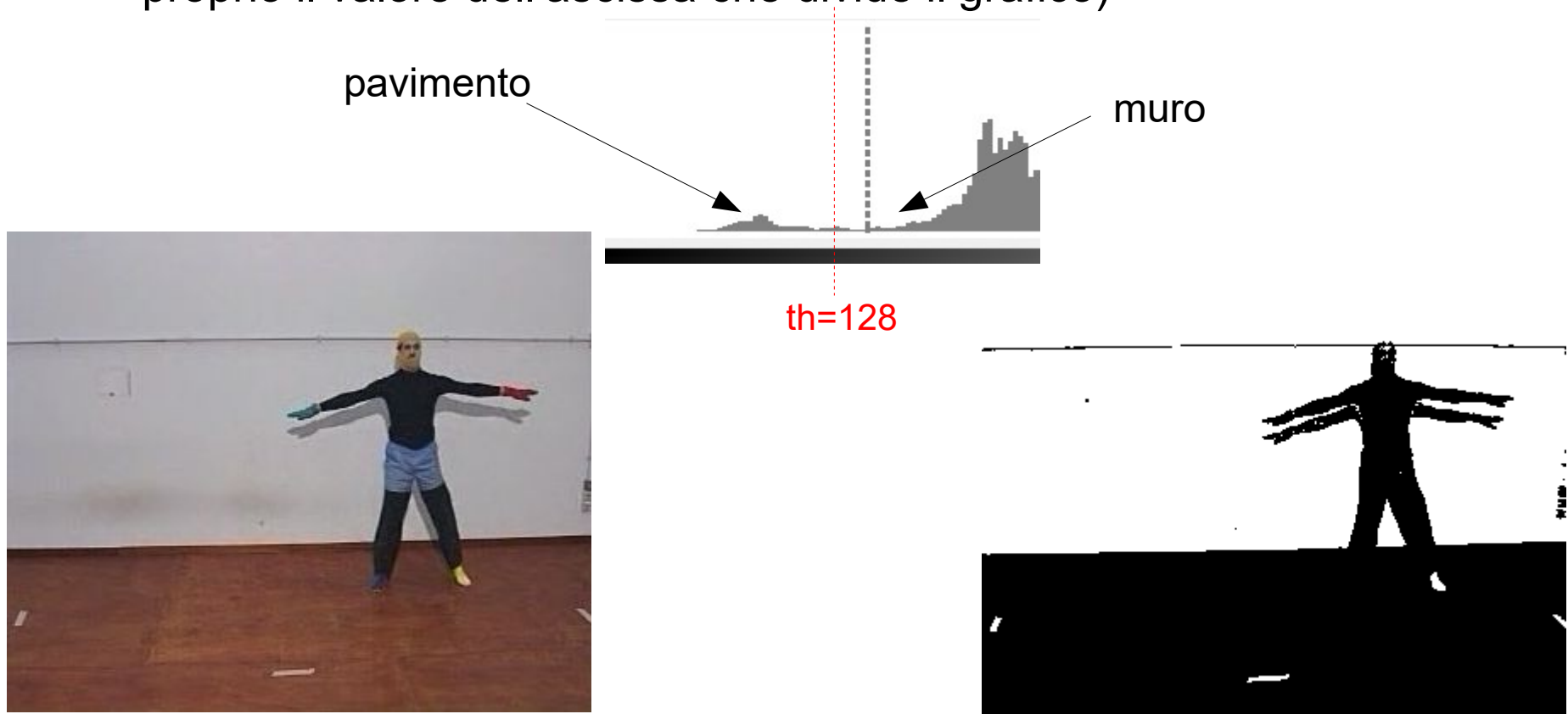
$Th = 150$

Maschere

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	1	1
0	0	1	1

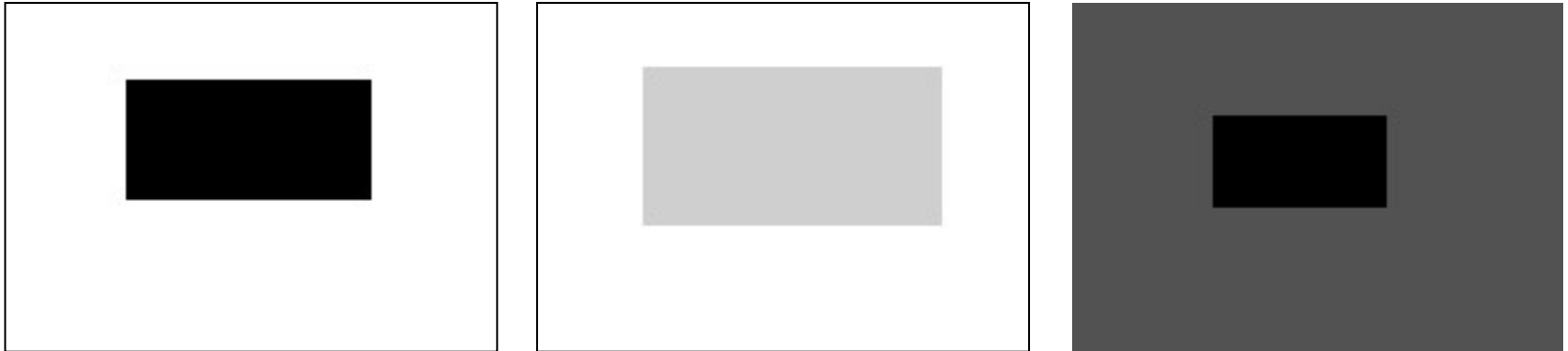
La sogliatura

- Nell'esempio, un pixel sarà classificato come bianco se ha valore di luminosità **MAGGIORE** o uguale alla soglia, nero altrimenti.
- Quindi, la soglia è come un punto di taglio (a livello di istogramma è proprio il valore dell'ascissa che divide il grafico)



Che soglia usare

- La scelta della soglia dipende dagli oggetti di interesse:



- Nel caso di Soglia Statica è opportuno scegliere la soglia dopo una accurata analisi della scena
- Nel caso di Soglia Dinamica (che cambia durante l'esecuzione) si può utilizzare la luminosità dell'immagine per modificare la soglia
- Nel caso precedente la divisione prodotta dalla sogliatura non era in funzione del movimento, ma della luminosità. Infatti, l'attore è di colore nero perché risulta essere meno luminoso della soglia, lo sfondo invece risulta più luminoso, cioè i suoi punti superano la soglia

La rilevazione di oggetti e di movimento

 Esistono tre modi fundamentalmente per rilevare oggetti e/o movimento in una scena:

1. Background suppression

2. Single difference/Frame Difference

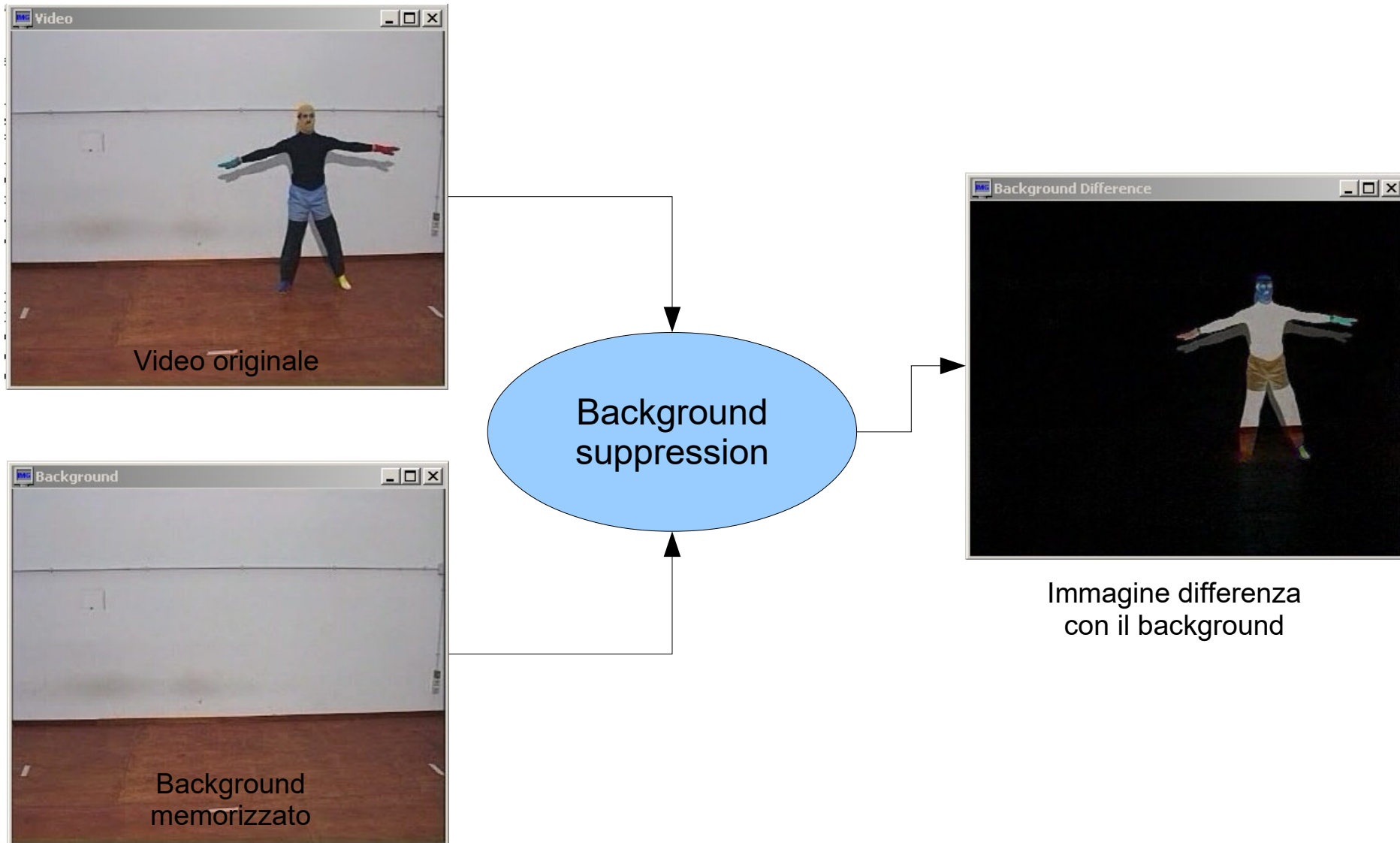
- Double difference: E' una versione migliorata della Single difference, più precisa ma che non introduce sensibili differenze, per questo motivo non verrà fatta in questo corso

3. Color segmentation: viene cercato e rilevato un colore specifico

Background suppression

- ❏ E' necessario memorizzare un'immagine *sfondo* della scena “pulita”, cioè priva degli oggetti/persona da rilevare
- ❏ Rileva la presenza di oggetti nella scena facendo la differenza pixel a pixel tra il frame corrente ed il frame *sfondo* (chiamato anche *immagine di riferimento* o *background*)
- ❏ Funziona SOLO se la telecamera è fissa
- ❏ La differenza con lo sfondo produrrà un'immagine differenza:
 - ☞ La differenza viene fatta a livello di pixel, se I è l'immagine corrente, B l'immagine di background e D l'immagine differenza, allora
 - ➔ $D(x,y) = | \max(I(x,y).R - B(x,y).R, I(x,y).G - B(x,y).G, I(x,y).B - B(x,y).B) |$
 dove (x,y) è il punto nella posizione x,y della corrispondente immagine e $.R, .G, .B$ è la componente colore rossa, verde o blu
 - ☞ La differenza è in valore assoluto
 - ☞ Non è necessario fare la differenza in RGB:
 - ➔ $D(x,y) = | I(x,y) - B(x,y) |$
- ❏ L'immagine differenza evidenzierà gli oggetti non presenti nell'immagine del background

Background suppression (2)




Differenza tra 2 immagini

-  Esempio matematico di differenza tra immagini a scala di grigi
 Immagine A Immagine B Immagine differenza $D = |A-B|$


0	5	5	4
1	3	3	3
1	40	40	40
1	2	2	2

1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1

1	4	4	3
0	2	2	1
0	39	39	39
0	1	1	1

-  Si può vedere come i valori più rilevanti siano la tripletta di '39'. Applicando quindi un'operazione di sogliatura con valore 20, si otterrebbe la seguente maschera:

0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	1	1
0	0	0	0

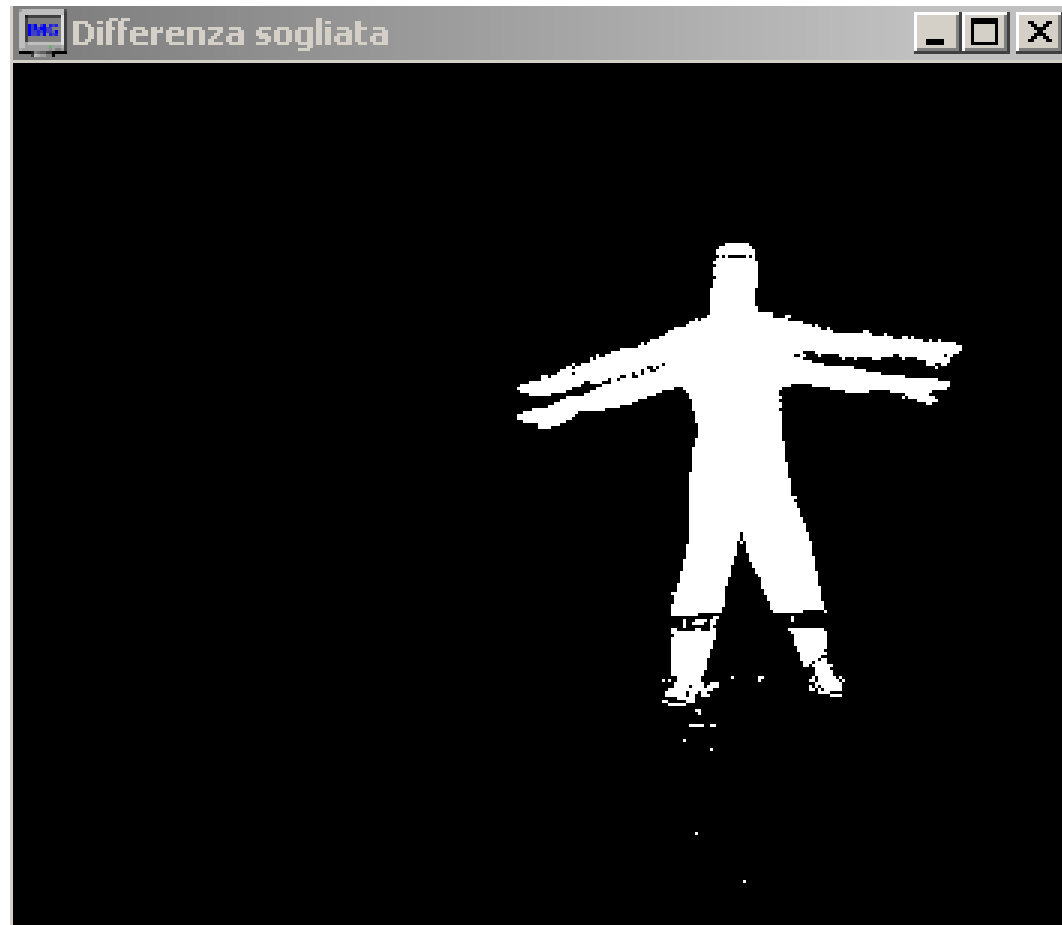
-  Che ritrasformata in immagine apparirebbe come uno sfondo nero con una riga bianca in corrispondenza degli 1

Il background

- ❏ Come ottenere il background?
- ❏ Il background si ottiene memorizzando un'immagine nel momento opportuno, cioè quando la scena inquadrata è priva di oggetti che si vogliono tracciare
- ❏ E' necessario effettuare anche un'operazione di sogliatura per creare la maschera di segmentazione
- ❏ L'efficienza della background suppression dipende dal background acquisito
- ❏ E' **sensibile ai cambi di luminosità**. Nel caso la luminosità della scena cambi sensibilmente (viene accesa una luce nella stanza, si apre una porta o una finestra, una nuvola copre il sole, ...) la segmentazione rivelerà moltissimi punti in movimento perché lo sfondo del frame corrente sarà cambiato rispetto al frame acquisito
➔ aggiornamento del background?

Background suppression (3)

- Una volta sogliata l'immagine il risultato è questo, cioè la maschera degli oggetti della scena

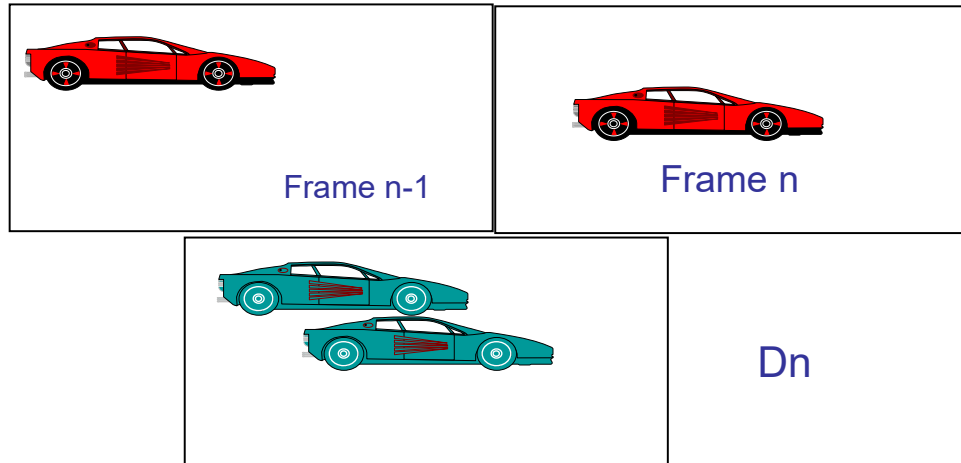


Single difference / frame difference

- *Un'apprezzabile variazione della luminosità di un pixel indica la presenza di un moto relativo in quel punto*
- Se confrontiamo un frame e quello precedente, tutto è relativamente identico tranne ciò che si è mosso
- Questo confronto corrisponde, in una sequenza di immagini $\{I_n\}$ (video), alla differenza D_n tra due frame successivi: $D_n = |I_n - I_{n-1}|$
 - ☞ La differenza si calcola in valore assoluto
 - ☞ Anche in questo caso la differenza si esegue pixel per pixel
- Tale differenza può essere valutata anche tra il frame corrente I_n ed un frame “più vecchio” di quello precedente, distante T millisecondi, I_{n-T} . Maggiore è T , maggiore è la sensibilità della tecnica

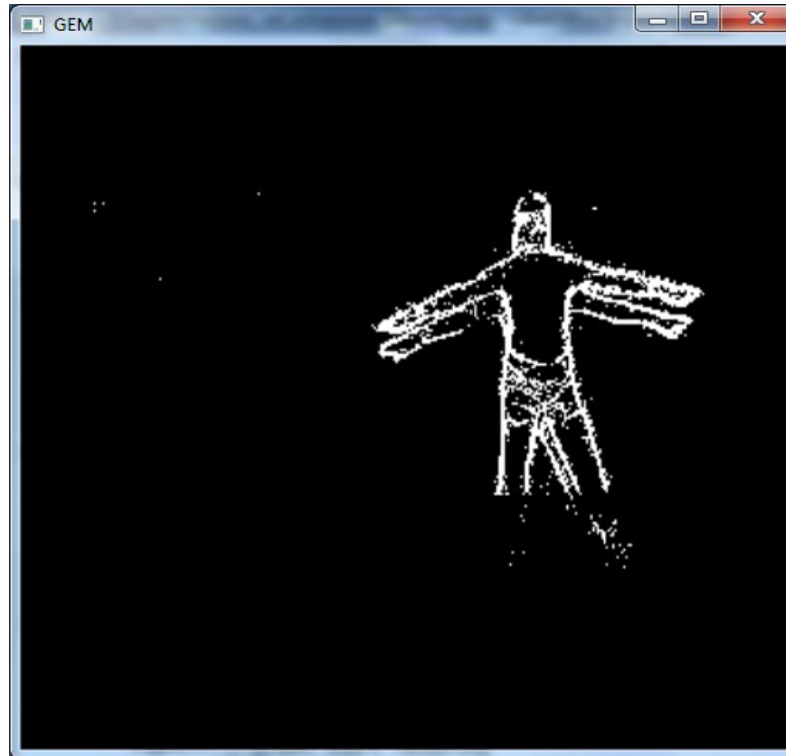
Single difference

❏ E' l'immagine della differenza tra due frame successivi:



- ❏ E' una tecnica che **rileva la quantità di moto** della scena e non la semplice presenza. Se un oggetto entra nella scena e si ferma, la sua quantità di moto tenderà a zero e **non verrà più rilevato**
- ❏ Presenza dell'effetto *ghost* (Possibile duplicazione di oggetti veloci)
- ❏ La regione rilevata non corrisponde alla forma dell'oggetto, più frequentemente al suo contorno
- ❏ Poco sensibile ai cambi di luminosità!!! E' la tecnica da preferire nei casi in cui lo sfondo di ripresa non possa essere controllato (ad es. scena in un luogo pubblico aperto)

Single difference (2)



- Il risultato tipico della maschera creata con la tecnica della single difference non sono le sagome degli oggetti presenti ma il loro contorno (i punti in cui il movimento apparente è maggiore)

Operazione di AND (-), OR (+), XOR

- ❏ L'operazione di AND (-) tra 2 immagini binarie restituisce un'immagine in cui i punti bianchi sono solo quelli presenti **contemporaneamente** in entrambe le immagini
 - ❏ Un pixel bianco solo in una delle due immagini, nell'immagine risultante diventerà nero
 - ❏ Questa operazione permette di unire due maschere producendo la maschera risultante come l'**intersezione** delle prime 2
-
- ❏ L'operatore OR (+) invece, unisce 2 maschere effettuando l'operazione di **unione**. Cioè diventeranno bianchi i punti bianchi nella prima o nella seconda maschera, anche non contemporaneamente.
-
- ❏ L'operatore XOR, creerà una maschera composta dalla maschera OR meno la maschera AND, cioè diventeranno bianchi solo i punti che sono bianchi **in una sola** delle due maschere di partenza

Segmentazione colore

- ❏ La segmentazione colore è basata sull'identificazione di ogni pixel appartenente ad un certo range cromatico
- ❏ Perché un range e non specifico colore?
 - ☞ Un colore reale non sarà mai identificato da un singolo valore
 - ☞ Condizioni di luce
 - ☞ E' necessario gestire anche piccole variazioni cromatiche
- ❏ Si lavora nello spazio colore HSV (Hue=Tinta, Saturation=Saturazione, Value=Luminosità) per avere un valore numerico del colore espresso da un solo numero, cioè H (tinta) invece che da tre (RGB)
 - ☞ E' più facile ed intuitivo definire una soglia per un solo valore piuttosto che tre soglie per tre valori!



Input sunflower image.



Image segmented using the color yellow.

https://boofcv.org/index.php?title=Example_Color_Segmentation

Esercizi

- ❏ Caricare un'immagine e segmentarla in base al livello di luminosità utilizzando la funzione `.filter()` in cui la soglia va da 0 a 1
- ❏ Collegare il valore di soglia allo spostamento verticale del mouse
- ❏ Caricare 2 immagini con stessa risoluzione ed effettuare la differenza utilizzando la funzione `.blend()`
- ❏ Caricare 2 immagini con stessa risoluzione ed effettuare la somma utilizzando la funzione `.blend()`
- ❏ Ripetere le due operazioni sopra ma con l'ordine delle immagini invertito
- ❏ Testare gli esempi
 - ☞ Libraries→Video→ Capture→ BrightnessThresholding
 - ☞ Libraries→Video→ Capture→ BrightnessTracking
 - ☞ Libraries→Video→ Capture→ Mirror
 - ☞ Contributed Libraries→OpenCv For Processing→ ImageDiff