

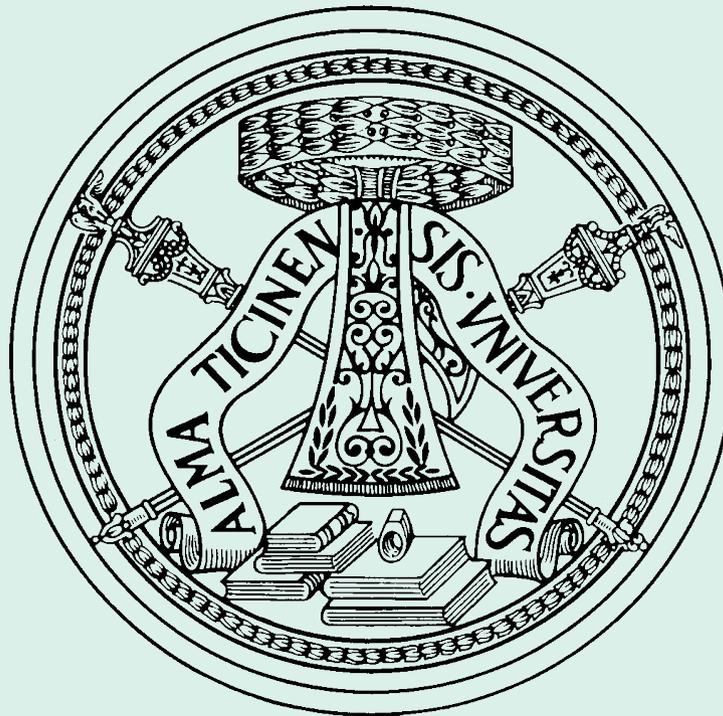
Note legali

Copyright (c) 2011, Massimo Cavalleri

Tutti i diritti riservati.

Quest'opera può essere distribuita, copiata e modificata, per ogni tipo di scopo, anche commerciale, a patto di citare la fonte e l'autore.

Università degli Studi di Pavia
Facoltà di Ingegneria
Tesi di Laurea triennale in Informatica



“Riconoscimento automatico dei movimenti del capo”

Elaborato finale di: Massimo Cavalleri
Relatore: Prof. Luca Lombardi

Anno accademico 2008/2009

Introduzione: incidenti e “colpo di sonno”



l'eccessiva sonnolenza è causa di incidenti



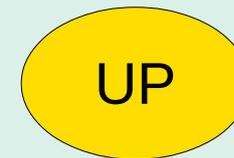
“colpo di sonno”

Potrebbe sembrare un fenomeno non prevedibile, ma vi sono **sintomi** che rivelano l'imminente manifestarsi del colpo di sonno:

- Palpebre pesanti e/o bruciore agli occhi
- Movimenti della testa e difficoltà nel tenerla sollevata
- ...

Obiettivo

Realizzare un programma dimostrativo che rilevi l'inclinazione del capo e quindi il colpo di sonno



segnali acustici e luminosi

Strumenti utilizzati

Linguaggio di programmazione: Java

- Multiplatforma
- Librerie grafiche integrate (Swing)



Acquisizione ed elaborazione: JMF

Il “Java Media Framework” (JMF) è un “Application Programming Interface” (API) costruita per utilizzare contenuti multimediali nelle applicazioni e applet Java.

Premesse

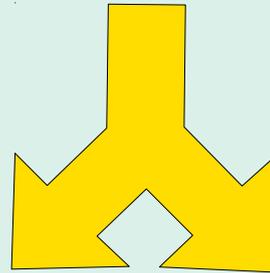


Il programma progettato è adatto solo a fini di studio

1. La testa occupa l'area maggiore rispetto allo spazio totale dell'inquadratura della webcam
2. L'ambiente deve avere un'illuminazione costante
3. I colori dello sfondo devono essere diversi dal colore della pelle
4. La testa deve essere ripresa di profilo

Struttura

HMDS:
Head Moving Detection System



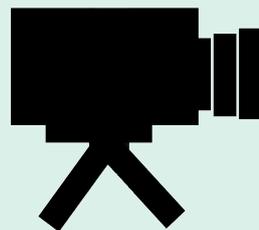
Settaggio

Simulazione

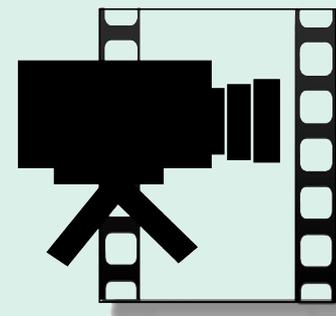
HMDS: Settaggio

tipo di sorgente

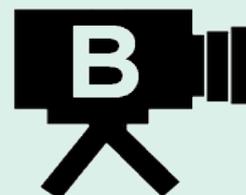
WEBCAM



FILE



Nome del driver della webcam



...



Risoluzione della webcam



160x120

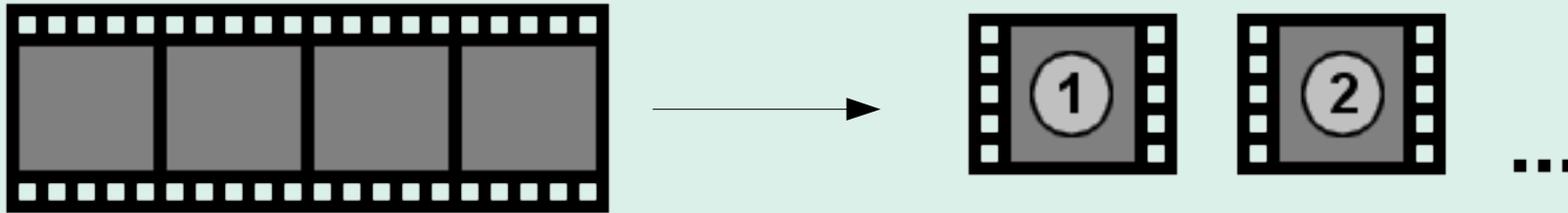
320x240

640x480

Impostazioni avanzate ...

HMDS: Simulazione (A)

Acquisizione da webcam o file (*MediaModel*):



Applica per ogni frame un processo di elaborazione ed analisi (*MediaModelHeadProfile*):

- 1) Segmentazione: estrazione delle aree appartenenti a zone di pelle
- 2) Individuazione delle regioni o connected components
- 3) Calcolo per ogni regione dell'area, del baricentro e degli assi
- 4) Selezione della regione con area maggiore (testa)
- 5) Lettura dei valori della coordinata y del baricentro e dell'angolo di inclinazione degli assi, per la sola regione con area maggiore

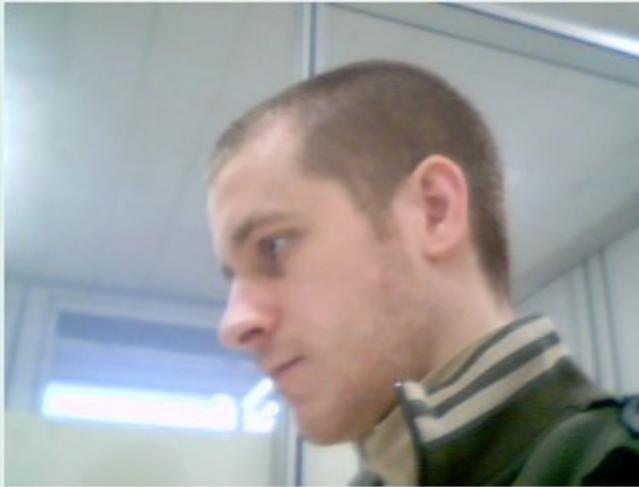
HMDS: Simulazione (B)

Al raggiungimento dell'ultimo frame necessario alla stabilizzazione:

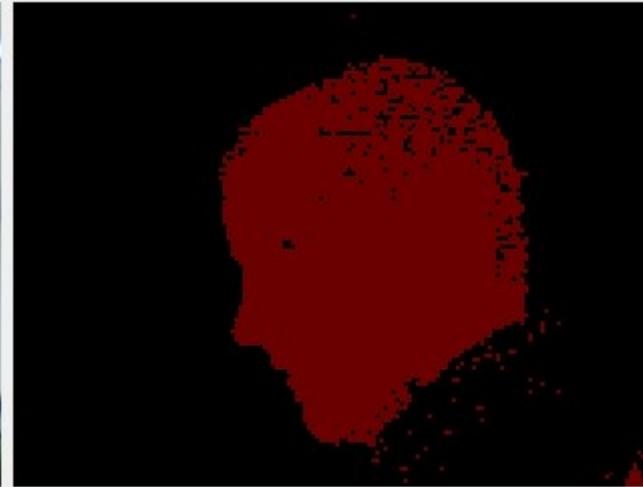
- 1) Assegnazione dei riferimenti per quanto riguarda la coordinata y del baricentro e l'angolo di inclinazione degli assi
- 2) Criterio di assegnazione dei due stati “DOWN” e “UP” della testa

1) Segmentazione

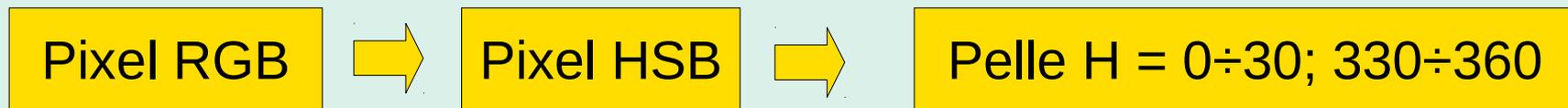
inFrame



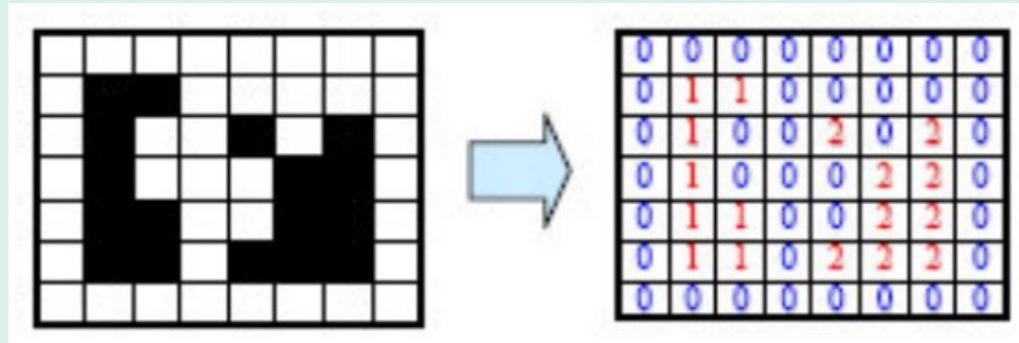
outFrame



Effettua per ogni pixel, una conversione dal modello di colori RGB al modello HSB



2) Individuazione delle regioni o connected components



Due tipi di algoritmi:

- Ricerca ricorsiva delle componenti connesse, ***Region.connectedComponents***
- Ricerca ottimizzata delle componenti connesse, ***Region.connectedComponentsOptimized***

Si è deciso di utilizzare la seconda versione, in quanto quella ricorsiva:

- Stack overflow
- Velocità di esecuzione

La matrice delle componenti connesse è la ***outFrameCC***

3) Calcolo per ogni regione dell'area, del baricentro e degli assi

Area

$$A = \sum_{p(i,j) \in R} 1$$

Baricentro

$$B(i_b, j_b) \Rightarrow i_b = \frac{1}{A} \sum_{p(i,j) \in R} i$$

Angolo di inclinazione degli assi

$$\theta = \frac{1}{2} \cdot \left(\text{atan} \left(\frac{2 \cdot \mu_{rc}}{\mu_{rr} - \mu_{cc}} \right) \right) \cdot \left(\frac{180}{\Pi} \right)$$

$$\mu_{rc} = \mu_{rc}(0) = \frac{1}{A} \cdot \sum_{(y,x) \in R} y \cdot x ; \mu_{rr} = \mu_{rr}(0) = \frac{1}{A} \cdot \sum_{(y,x) \in R} y^2 ; \mu_{cc} = \mu_{cc}(0) = \frac{1}{A} \cdot \sum_{(y,x) \in R} x^2$$

outFrameCC → **Region.evaluateRegions** → **Region regions[]**

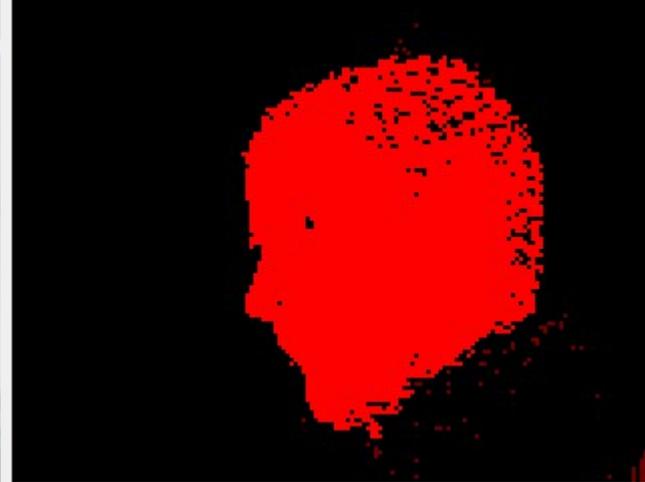
p.s. Vengono salvate (xMin; yMin) e (xMax; yMax)

4) Selezione della regione con area maggiore (testa)

inFrame



outFrame



I pixel in **rosso** sono quelli appartenenti alla regione con **area maggiore**.

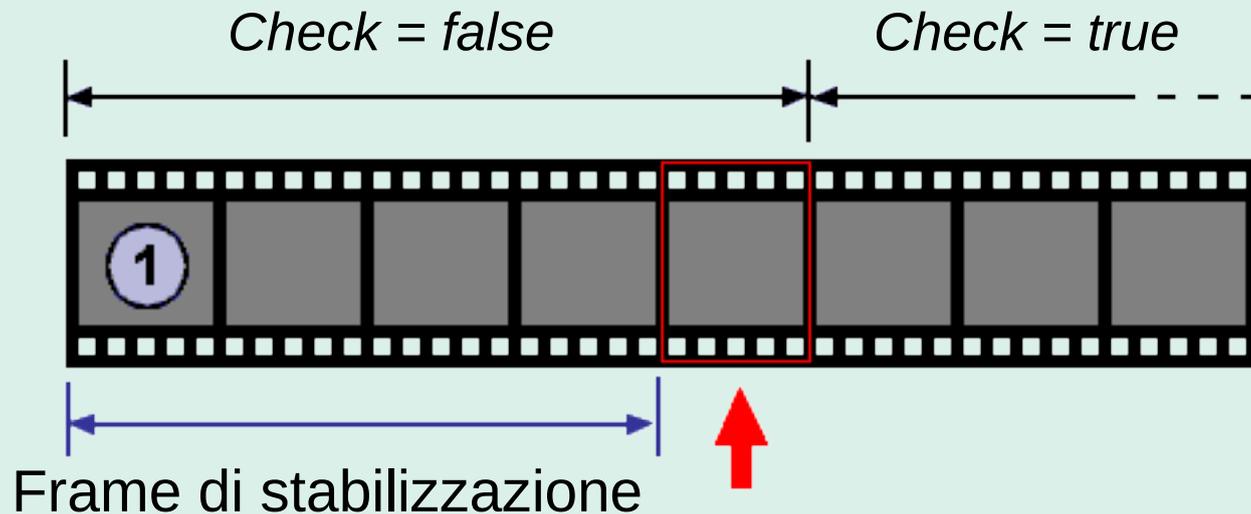
regions[]

► *MediaModelHeadProfile.getMaxOfRegions();* ———► *indRegMax*

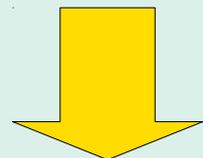
5) Lettura dei valori della coordinata y del baricentro e dell'angolo di inclinazione degli assi, per la sola regione con area maggiore ———► *yc e angle*

yc = regions[indRegMax].getY(); angle = regions[indRegMax].getAngle();

6) Assegnazione dei riferimenti per quanto riguarda la coordinata y del baricentro e l'angolo di inclinazione degli assi \longrightarrow $ycRef$ e $angleRef$



Frame per i riferimenti
 $ycRef = yc;$
 $angleRef = angle;$

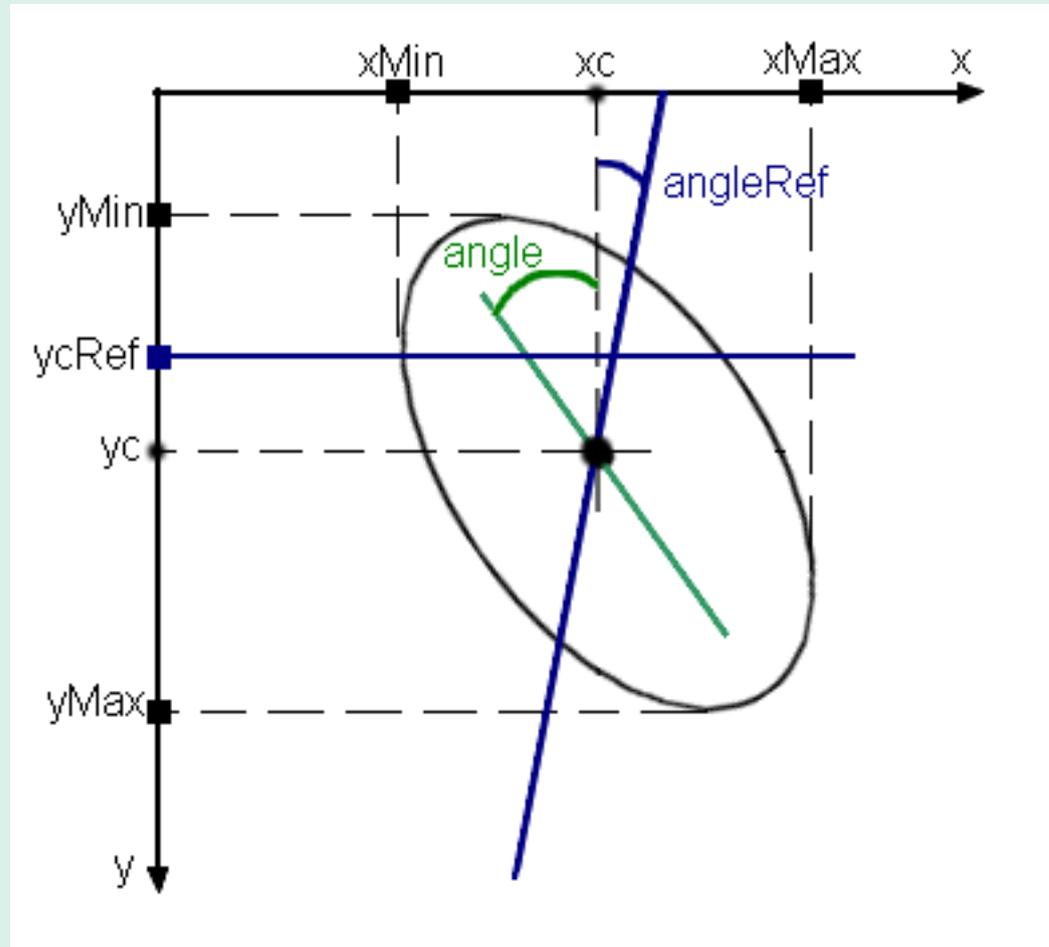
 $check = true$

7) Criterio di assegnazione dei due stati “DOWN” e “UP” del capo

MediaModelHeadProfile:

boolean down = false;
boolean up = false;

↑
getMovingUp()
getMovingDown()

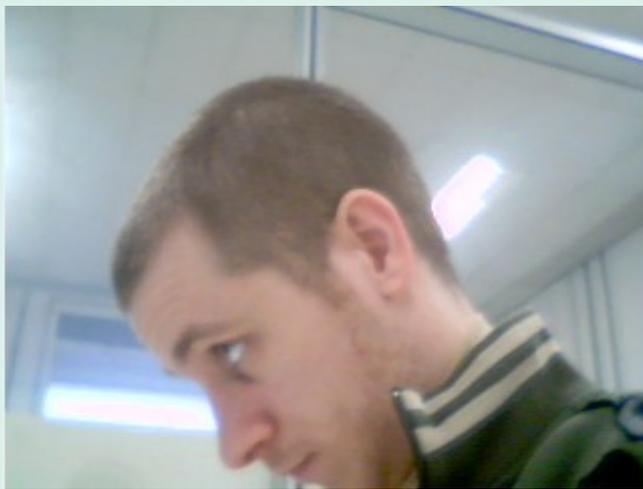


down = true, se:

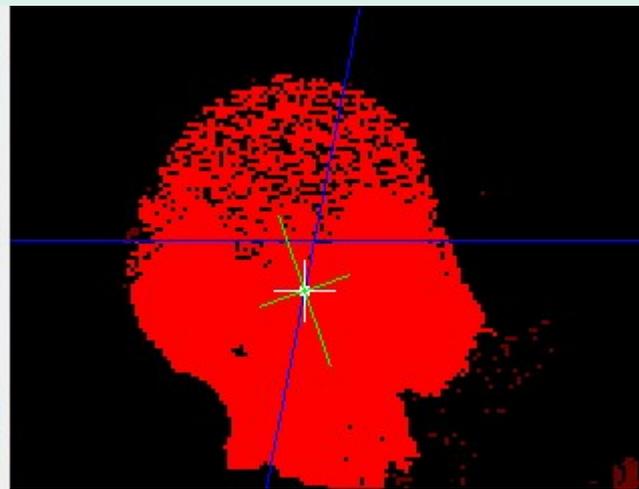
- $yc > ycRef + ((yMax - yMin)/100) * settings.getYcDown()$
- $angle > angleRef + settings.getAngleDown()$

Convenzioni

inFrame



outFrame (finale)



Riferimenti per y -baricentro e angolo assi



Assi del capo



Baricentro del capo

Classi principali

- *MediaModel*
- *MediaModelHeadProfile*
- *Region*

- *MediaView*
- *MediaController*

MVC (Modello Vista Controllo)

- *SettingsView*
- *SettingsModel*
- *SettingsController*

...



GUI (Graphical User Interface) (A)

The screenshot shows a window titled "HMDS 1.0: settings manager" with a blue title bar. The main content area is titled "Head Moving Detection System".

WARNING

 Caution: Place the head in profile to the position of the webcam or use a video with this type of registration.

Source

capture from webcam (live) capture from file

C:\Documents and Settings\submax\Documents\capture.avi **Open...**

Webcam

device driver: DirectSoundCapture auto

Resolution: 160x120 320x240 640x480

Advanced

Segmentation (Hue of HSB):

Frames for set references: (100 to 300)

Thresholds of barycentre reference:

% head for threshold up: (0 to 30)

% head for threshold down: (0 to 30)

Thresholds of angle reference:

angle for threshold up: (5 to 45)

angle for threshold down: (5 to 45)

DEFAULTS **SAVE** **START**

GUI (Graphical User Interface) (B)

HMDS 1.0: simulation

Head Moving Detection System

Video ('Head of profile')



video processed

Moving

Reference for thresholds are y-barycentre 116 and angle of y-axis -11.0°

DOWN ('asleep') UP

Barycentre: (132;142)

Angle of Axis: 19°

BEEP

RISK

Report Settings

source: file
file://C:\Documents and Settings\submax\Documents\capture.avi
constants: h 30, frames 200, ycUp 6, ycDown 10, angleUp 10, angleDown 10

Black Box

Date	Time	State	Time for state
17/02/2010	21:46:03	down	1
17/02/2010	21:46:09	up	1
17/02/2010	21:46:31	down	3
17/02/2010	21:46:38	down	12
17/02/2010	21:47:44	down	1
17/02/2010	21:47:50	up	1
17/02/2010	21:47:56	down	3

Clear

(B)

(C)

(D)

(A)

(E)

Conclusioni

Problemi:

- luminosità

- lentezza

- temporizzazione



Adatto solo per studio

► Dilatazione / erosione



Modifiche e sviluppi

- alternativa opensource **FMJ** <<http://fmj-sf.net>>

- multi-threading

- **Java/C** comparazione portabilità/velocità



“Open Computer Vision Library”

- buio o scarsa luminosità

- apertura/chiusura palpebre occhio



Affidabilità
migliorata