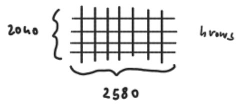
TIPO 1



Allowed time: 40 minutes → camera matriciale (Ha una risoluzione righe per colonne)

Consider a camera of $\overbrace{2040}^{\text{RISOLUZIONE VERTICALE}}$ rows x $\overbrace{2580}^{\text{ORIZZONTALE}}$ columns whose pixel size is 1.8 um. Image of acquiring a scene for analysing objects of 45 cm * 35 cm coming over a belt large 40 cm. → ALTEZZA RULLO

1 **Define the ideal focal length** for surely acquiring an entire object, with at least 3 cm of exceeding tolerance in the direction of the motion, when the camera is elevated at 1.5 m from the belt.

Suppose You have available lens with focal length 35 mm, 50 mm and 75 mm: **choose the best one** for working at the distance which best fits 1.8 m, **compute the correct height for positioning the camera**, and **compute the achievable resolution**.

With this set up, **which is the highest speed of the belt** for being sure that we may acquire an entire object, when the camera works at 100 fps?

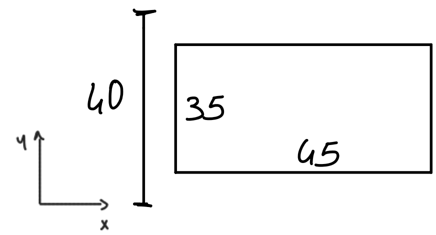
Which is the size of the smallest detectable defect, if the defect resolution requires at least 10 pixel for being correctly analysed by your software?

QUESTA PARTE VA FATTA SEMPRE

$(y)\quad r_y = \dfrac{\overset{\text{RISOLUZIONE PIÙ BASSA}}{2040\,px}}{\underset{\text{DIMENSIONE PIÙ BASSA}}{400\,mm}} = 5{,}1\ \dfrac{px}{mm}$

$(x)\quad r_x = \dfrac{\overset{\text{ALTA}}{2580\,px}}{\underset{\text{ALTA}}{450\,mm}} = 5{,}7\ \dfrac{px}{mm}$

OGGETTO DI SOLITO DISPOSTO ORIZZONTALMENTE



SE DA' LA DIMENSIONE DEL RULLO A QUEL PUNTO L'ALTEZZA DELL'OGGETTO NON VIENE UTILIZZATA. VIENE UTILIZZATA L'ALTEZZA DEL RULLO A QUEL PUNTO

ottimizzo:

lungo y → $r_y \cdot \overset{\text{DIMENSIONE x DELL'OGGETTO}}{lung\_x} = 5{,}1 \cdot 450 = 2295\ px \Rightarrow 2295 < \overset{rx}{2580}$ ✓ SI

Vai a vedere quanti pixels sono necessari su x per rispettare quella risoluzione che hai trovato su y. Se questi pixels sono inferiori a quelli che hai allora stai inquadrando correttamente

lungo x → $r_x \cdot \overset{\text{DIMENSIONE y DELL'OGGETTO}}{lung\_y} = 5{,}7 \cdot 400 = 2280\ px \Rightarrow 2280 < \overset{ry}{2040}$ ✗ No

la calcolo se la chiede ← $redundancy = \dfrac{(\overset{\text{rx perché ho ottimizzato per y}}{2580} - \overset{\text{OTTIMIZZ. LUNGO Y PERCHÉ È VERIFICATA}}{2295})}{\underset{\text{ry perché ho ottimizzato lungo y}}{5{,}1}} = 5{,}6\ cm > \overset{\text{exceeding tollerance}}{3\ cm}$ → OK

→ oppure si può trovare facendo: $\dfrac{2580}{5{,}1} = 50{,}6$ → è il massimo che riesco a riprendere

$redund. = 50{,}6 - 45 = 5{,}6$

1 con $\overset{\text{working distance = la distanza da cui riprendi l'oggetto}}{wd} = 1{,}5\ m = 1500\ mm$

$f = \dfrac{wd \cdot s.size}{FOV}$

$s.size = \overset{\text{pixel size}}{1{,}8 \cdot \underbrace{10^{-3}}_{\text{dai µm si mm}}} \cdot \overset{\text{Rows}}{2040} = 3{,}67\ mm$ — USAVO LA X SE USCIVA OTTIMIZZ. PER X?

$\overset{\text{focal length calcolata su 1.5m}}{f} = \dfrac{1500 \cdot 3{,}67}{400\,mm} = 13{,}76 \approx 14\ mm$

avendo ottimizzato per y prendo 400. Se ottimizzavo per x prendevo 450

$wd = 1800\ mm \rightarrow \overset{\text{focal length}}{f} = \dfrac{1800 \cdot 3{,}67}{400} = 17\ mm$

$\Rightarrow$ scegliamo $f = 35\ mm$ e $wd = \dfrac{35 \cdot 400}{3{,}67} = 3800 = 3{,}8\ m$

perché tra 35, 50, 75 la lente da 35 è la più vicina a 17 mm

$wd = \dfrac{f \cdot FOV}{size}$ → field of view!

frame rate = 100fps $\Rightarrow$ $T = \frac{1}{100} = 0{,}01\,s$

↗ vx perché l'oggetto si muove sul rullo in orizzontale

$$V = \frac{\frac{2580}{5{,}1}}{0{,}01} = 50\,\frac{m}{s}$$

$$\frac{10px}{r_y} = \frac{10px}{5{,}1} = 1{,}96\,mm$$

LA CAMERA LINEARE È DISPOSTA VERTICALMENTE IN MODO DA RIPRENDERE TUTTO L'OGGETTO

il lato più lungo va messo in orizzontale.

TIPO 2

abbiamo due devices (2 CAMERE)

FOR ALL (30 minutes): CAMERA LINEARE (ha la stessa risoluzione sia per le righe che per le colonne)

Consider the following line scan cameras: **Device "1": sensor of 4096 points**, each point of **2.6 micron * 2.6 micron**, able to acquire up to **20.000 lines per second**, price **800 euro**. **Device "2":** sensor of **2048 points**, → LINEARE each point of **4.2 micron * 4.2 micron**, able to acquire up to **30.000 lines per second**, price **450 euro**.

Define **two setups** for analysing objects having a **surface of 3 m * 15 m** at a resolution of **at least 1 pixel / 500 micron** (both along X and along Y): **setup 1** based on Devices like the "1", **setup 2,** based on Devices like the "2". $1 px / 500 micron \Rightarrow \frac{1 px}{0.5 mm} \Rightarrow 2 px/mm$ di risoluzione

Which is the **preferable setup, in case we wish save money**?

Which is the **preferable setup in case we wish the fastest acquisition period**? V1 e V2

Consider now only the setup 2:

1.1 - **How many objects** can be analysed in 1 hour?

1.2 - **And at which distance from the object** the camera should be located mounting a lens having focal **length of 50 mm**?

1.3 - **Which is the smallest size of a detectable defect**, if your software needs at least **10 pixel * 10 pixel** for a correct processing?

Sarebbe stato infatti: $\frac{4096}{15000} = 0.273 \cdot N$ → grande al punto da arrivare a 2

① $r_y = \frac{4096}{3000} = 1,36 \frac{px}{mm} < 2 \frac{px}{mm}$

Per raggiungere la risoluzione voluta servono 2 device (disponendo l'oggetto verticalmente servirebbero molte più videocamere)

$\Rightarrow r_y = \boxed{2 \cdot 1,36} = 2,73 \frac{px}{mm}$ $\left(\frac{4096 \cdot 4096}{3000}\right)$

3000	
	15000

$r = \frac{1}{500 \cdot 10^{-3}} = 2 \frac{px}{mm}$

② $r_y = \frac{2048}{3000} = 0,68 \frac{px}{mm}$

Servono 3 device

$\Rightarrow r_y = 3 \cdot 0,68 = 2,04 \frac{px}{mm}$

Costo 1 = $2 \cdot 800 = 1600$ €

Costo 2 = $3 \cdot 450 = 1350$ € ← migliore

DIAMETRO DELLA LENTE — pixel size (mm)

S. size 1 = $2,6 \cdot 10^{-3} \cdot 4096 = 10,65$ mm

S. size 2 = $4,2 \cdot 10^{-3} \cdot 2048 = 8,6$ mm ← migliore

$\boxed{10.65 mm > 8.6 mm}$ ⇒ 8.6 mm è una dimensione della lente minore quindi MENO COSTOSA, quindi MIGLIORE

$\boxed{\text{CONSIDERARE IL FATTO CHE CON IL DEVICE 2 SERVONO 3 LENTI E CON IL DEVICE 1 NE SERVONO 2 !!!}}$

lines per second

(1) $V_1 = \frac{lps}{r} = \frac{20.000}{2,73} = 7,3 \frac{m}{s}$

(2) $V_2 = \frac{30000}{2} = 15 \frac{m}{s}$ ← migliore

1.1 $1h = 3600s \rightarrow s = v \cdot t = \overset{V_2}{15} \frac{m}{\cancel{s}} \cdot 3600\cancel{s} = 54.000 m$

$ogg = \frac{54.000 m}{15 m} = 3600$ ogg.

1.2 se $f = 50mm \Rightarrow wd = \frac{\overset{\text{focal length}}{50} \cdot \overset{\text{ALTEZZA OGGETTO}}{3000}}{8,6} = 17,4 m$

1.3 $\boxed{\frac{10 px}{r_y} = \frac{10}{2,04} = 4,9 mm}$

TIPO 3

$— 10^{-6}$

Consider the following line scan camera:
Device "1": sensor of **2048 points**, each point of **4.2 micron * 4.2 micron**, able to acquire up to **30.000 lines per second**, price **450 euro**.

ERR

and the matricial device:
Device "2": sensor of 2048*2560 points of 2.6 micron * 2.6 micron

A) Define **two setups** for analysing objects having a **surface of 2.0 m * 2.4 m** at a resolution of **at least 1 pixel / mm** (both along X and along Y) in terms of any additional device needed for the acquisition set up.

B) Define the ideal focal length for both the set up, in case we have to adopt a working distance in the range 2 m – 3 m

Suppose now, that both the devices mounted simultaneously over the same scene.

C) Which is the fastest speed that can act over the object for being correctly acquired by both the set ups?
D) Which is the shortest shutter time of the matricial camera, in case we do not want motion effect greater than 1 pixel?

(1) $r_y = \frac{2048}{2000} = 1{,}024 \frac{px}{mm}$ ✓

(2) $r_y = \frac{2048}{2000} = 1{,}024 \frac{px}{mm}$ ✓

$r_x = \frac{2560}{2400} = 1{,}06 \frac{px}{mm}$ ✓

TUTTI RISPETTANO ALMENO 1 px/mm di RISOLUZIONE QUINDI NON AGGIUNGO DEVICES

2000
2400

$r = 1 \frac{px}{mm}$

ottimizzo:

SOLO SULLA MATRICIALE SI PUÒ CALCOLARE L'OTTIMIZZAZIONE

$y \rightarrow 1{,}024 \cdot 2400 = 2457\ px < 2560\ px$ va bene

$x \rightarrow 1{,}06 \cdot 2000 = 2120\ px > \overset{2048}{2048}\ px$ non va bene

$\Rightarrow$ scelgo l'ottimizzazione lungo y con $r_y = 1{,}024 \frac{px}{mm}$

$S.size\ 1 = 4{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot 2048 = 8{,}6\ mm$

$S.size\ 2 = 2{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 2048 = 5{,}3\ mm$

range 2-3 m

B) $\begin{cases} wd = 2000\,mm & f = \dfrac{2000 \cdot 8,6}{2000} \\ wd = 3000\,mm & f = \dfrac{3000 \cdot 8,6}{2000} \end{cases}$ min < focal length < max

$\begin{cases} f = \dfrac{2000 \cdot 5,3}{2000} \\ f = \dfrac{3000 \cdot 5,3}{2000} \end{cases}$ min < focal length < max

c) $V_1 = \dfrac{30000}{1,024\,px/mm} = 30\,\frac{m}{s}$

per quella matricale non ci sono vincoli di velocità, l'importante è che ci sia una velocità adeguata a non avere un'immagine sfocata

~~D) shutter time~~ $\cancel{= \dfrac{1px \cdot r}{speed} = \dfrac{1 \cdot 1,024 \cdot 10^{-3}}{30\,\frac{m}{s}} = 34\,\mu s}$

D) shutter time $\dfrac{1\,px}{1024\,\frac{px}{m} \cdot 30\,m/s} \simeq 33\,\mu s \Rightarrow$ shutter time $< 33\,\mu s$

$1,024\,\frac{px}{mm} \Rightarrow 1024\,\frac{px}{m}$

LA V SI CALCOLA CON GLI FPS PER LA MATRICIALE E GLI LPS PER LA LINEARE

PER LA TEORIA

TRASFORMAZIONI GEOMETRICHE

TRASFORMATA DI HOUGH NEL FILE ARTIFICIAL VISION_16, 17 e 18

↓

A FINE
16 INIZIA
HOUGH