

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**.

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?

At the end of your work, resume the required answer in a short list like this one:

A device 1: .....

A device 2: .....

B device 1: .....

B device 2:.....

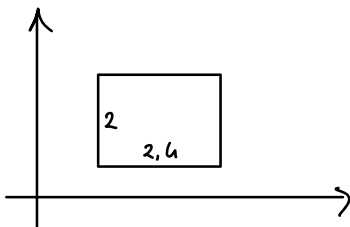
C: .....

D: .....

Device 1 : 2048 points ,  $(4,2 \mu\text{m} \times 4,2 \mu\text{m})$  , 30.000 lps

DEVICE 2 : 2048 \* 2560 ,  $(2,6 \mu\text{m} \times 2,6 \mu\text{m})$

OGG :  $2\text{m} \times 2,4\text{m}$  ,  $r_{\min} = 1 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$



A.

### DEVICE 1

$$\text{lungo } x \rightarrow \text{risoluzione} = \frac{l_{ps}}{V_{max}} = \frac{30.000}{30.000 \frac{\text{mm}}{s}} = 1 \frac{\text{px}}{\text{mm}} \quad \checkmark$$

$$\text{lungo } y \rightarrow \text{risoluzione} = \frac{2048}{2000} = 1 \frac{\text{px}}{\text{mm}} \quad \checkmark$$

### DEVICE 2

Troviamo il setup migliore.

setup 1: vediamo cosa succede se lego il lato corto del sensore al lato lungo dell'off e quello lungo del sensore a quello corto dell'off.

$$\text{lungo } x \rightarrow \frac{2048}{2400} = 0,85 \frac{\text{px}}{\text{mm}} < 1 \frac{\text{px}}{\text{mm}} \quad \text{NON VA BENE}$$

↳ ci vorrebbero almeno 2 telecamere

$$\text{lungo } y \rightarrow \frac{2560}{2000} = 1,28 \frac{\text{px}}{\text{mm}} > 1 \frac{\text{px}}{\text{mm}} \quad \checkmark$$

setup 2: vediamo cosa succede se lego il lato lungo del sensore al lato lungo dell'off e quello corto del sensore a quello corto dell'off.

$$\text{lungo } x \rightarrow \frac{2560}{2400} = 1,06 \frac{\text{px}}{\text{mm}} > 1 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$$

$$\text{lungo } y \rightarrow \frac{2048}{2000} = 1,024 \frac{\text{px}}{\text{mm}} > 1 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$$

$$\text{ottimizzo } x \rightarrow 1,06 \cdot 2000 = 2133 > 2048$$

non va bene

$$\text{ottimizzo } y \rightarrow 1,024 \cdot 2400 = 2458 < 2560$$

VA BENE

scego il  
setup 2 perché  
sia lungo x che  
lungo y le  
condizioni sono  
soddisfatte

Setup migliore ottimizzando su y:

$$r = \frac{2048}{2000} = 1,024 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$$

B.

$$\text{DEVICE 1} \rightarrow \begin{cases} \text{se } wD = 2\text{m} \rightarrow f = \frac{2000 \cdot (2048 \cdot 4,2 \cdot 10^{-3})}{2000} = 8,6\text{mm} \\ \text{se } wD = 3\text{m} \rightarrow f = \frac{3000 \cdot (2048 \cdot 4,2 \cdot 10^{-3})}{2000} = 12,9\text{mm} \end{cases}$$

$$8,6 < f < 12,9$$

$$\text{DEVICE 2} \rightarrow \begin{cases} \text{se } wD = 2\text{m} \rightarrow f = \frac{2000 \cdot (2048 \cdot 2,6 \cdot 10^{-3})}{2000} = 5,3\text{mm} \\ \text{se } wD = 3\text{m} \rightarrow f = \frac{3000 \cdot (2048 \cdot 2,6 \cdot 10^{-3})}{2000} = 8\text{mm} \end{cases}$$

$$5,3 < f < 8$$

C. Per il dispositivo 1 dobbiamo avere una velocità massima di 30  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  in modo tale da mappare 30.000 fps e quindi 1  $\frac{\text{px}}{\text{mm}}$ .

Per il dispositivo 2 non ci sono vincoli di velocità purché si selezioni un tempo di esposizione adeguato ad evitare di avere un'immagine mosso.

D. Essendo la risoluzione minima di 1  $\frac{\text{px}}{\text{mm}}$  ci sposteremo sempre di 1 mm. Quindi ogni pixel entra in 1 mm.

Se non voglio avere uno shift maggiore di 1 px lo shutter time deve essere minore del tempo di spostamento:

$$\frac{1 \text{ px}}{1024 \frac{\text{px}}{\text{m}} \cdot 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 33 \mu\text{s} \Rightarrow \text{shutter time} < 33 \mu\text{s}$$

↙  
r ottenuta con y ottimizzato 1,024  $\frac{\text{px}}{\text{mm}}$

In sostanza lo shutter time è quanto tempo passa tra l'acquisizione di 1 px e l'altro.