

Tipo 2

FOR ALL (30 minutes):

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, 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".

- R1 Which is the preferable setup, in case we wish save money?
- R2 Which is the preferable setup in case we wish the fastest acquisition period?
- 3) Consider now only the setup 2:
- How many objects can be analysed in 1 hour?
 - And at which distance from the object the camera should be located mounting a lens having focal length of 50 mm? (working distance?)
 - Which is the smallest size of a detectable defect, if your software needs at least 10 pixel * 10 pixel for a correct processing?

ONLY FOR ERASMUS STUDENTS (additional 20 minutes): Describe how the Hough Transform for works.

$$\rightarrow \frac{4096}{3} = ?$$

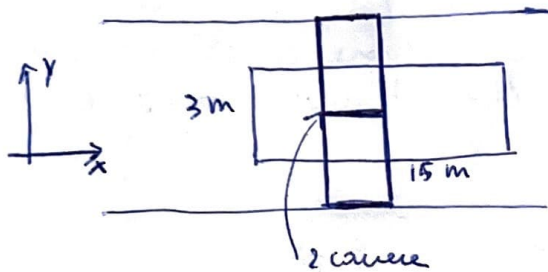
$$\rightarrow \frac{2048}{3} = ?$$

TIPO 2

14.07.20

dev1 4096 pixels; $(2.6\mu m \times 2.6\mu m)$; 20000 1/s; 800 €
dev2 2048 pixels; $(4.2\mu m \times 4.2\mu m)$; 30000 1/s; 450 €
dim-obj 3m x 15m; $ms/min = 1px/500\mu m = 2px/mm$

Setup 1 (dev1)



NB: Al di là del setup usè, si necessita di un apparato meccanico per muovere l'oggetto o la camera. Inoltre si necessita di un sincronismo tra il motore dell'apparato e la camera, come in qualche tipo di sequela che guidi il movimento mm per mm.

NB2 la velocità di tale apparato non deve superare 1 30ms perché la camera può acquisire 20.000 1/s

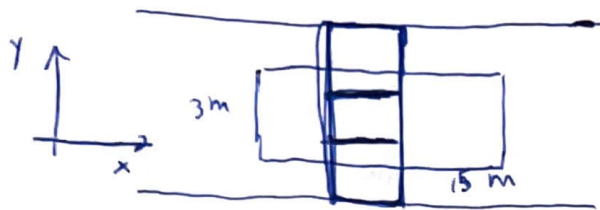
Avendo una camera lineare e quindi un laser, devo coprire da lato dell'oggetto devo scannerizzare lungo y, considerando che v. di risoluzione di almeno $\frac{1}{500\mu m} \rightarrow \frac{1}{500\mu m} \cdot 1000 = 2 \frac{px}{mm}$

strutturando $\rightarrow \frac{4096 px}{3m} = \frac{4096 px}{3000 mm} = 1,36 px \rightarrow$ pixel da più mappare lungo y avendo il lato corto dell'oggetto (3m) lungo y
 \rightarrow lato corto, si sceglie di default il primo lato scritto nei dati $(3m \times 15m)$

Quindi ci servono almeno due device per un tot di 1600 € (quinto perché $1,36 px < 2 px$)

Risoluzione con due camere $\rightarrow \frac{2 \cdot 4098}{3000} = 2,73 \frac{px}{mm} \checkmark$

Setup 2 (dev 2)



ND Si necessita di un apparato meccanico per muovere l'oggetto o la camera. Inoltre si necessita di un sincronismo tra il motore dell'apparato e la camera, come un qualche tipo di segna che guidi il movimento mm per mm

MB2 La velocità di tale apparato non deve essere superiore a 15 m/s per la camera (dev 2) può acquisire 30.000 f/s

osservando
lungo y

$$\rightarrow \text{risoluzione} = \frac{2048 \text{ px}}{3000 \text{ mm}} = \frac{2048 \text{ px}}{3000 \text{ mm}} = 0,68 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$$

il dev 2
pixel due pixel
mappare lungo y
ovvero il lato corto
dell'oggetto positando
lungo y

Perché $0,68 \frac{\text{px}}{\text{mm}} < 2 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$ ci servono almeno tre device per un totale di 1350 €

risoluzione con
tre camere

$$\rightarrow \frac{3 \cdot 2048}{3000} \approx 2,048 \frac{\text{px}}{\text{mm}} \quad \checkmark$$

QUINDI SETUP 2 E' PIU' ECONOMICO!
(1350 € < 1600 €)

INOLTRE SETUP 2 E' QUINDI CON IL FASTEST ACQ PERIOD

Perché? A noi serve acquisire $\frac{1}{500 \text{ mm}}$ ovvero $2 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$

→ Avendo che il dev 1 acquisisce 20.000 f/s, quindi supponendo di voler acquisire $2 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$ l'oggetto si dovrebbe muovere a 20 m/s. Ma siccome noi vogliamo $2 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$ l'oggetto si dovrebbe muovere alla metà delle velocità ovvero $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

→ Avendo che il dev 2 acquisisce 30.000 f/s, quindi supponendo di voler acquisire $2 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$ l'oggetto si dovrebbe muovere a 30 m/s. Ma siccome noi vogliamo $2 \frac{\text{px}}{\text{mm}}$ l'oggetto si dovrebbe muovere alla metà delle velocità ovvero $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

SETUP 2 PIU' VELOCE
(15 m/s > 10 m/s)

- (A) Considerando il Setup 1 che si muove a $15 \frac{m}{s}$
 In un'ora ci sono 3600 secondi
 Quindi in un'ora acquisirò

$$15 \frac{m}{s} \cdot 3600 s = 54.000 \text{ metri di oggetti acquisiti IN UN'ORA}$$

La Lunghezza del nostro oggetto è di 15m, quindi se ho oggetti lunghi 15m che passano sotto il laser ho:

metri di oggetti
ACQUISITI IN 1h →

$$\frac{54.000}{15} = 3600 \text{ oggetti acquisiti IN UN'ORA}$$

metri di un
SINGOLO oggetto
(dato nelle Traccia) →

- (B) Working Distance

dato nelle Traccia \nearrow \nearrow 3m

$$Wd = \frac{f \cdot (f \cdot \lambda / 2)}{\text{dim-sens}} = \frac{50 \text{ mm} \cdot 3000 \text{ nm}}{17,2 \text{ mm}} = 8,7 \text{ m}$$

$$\text{dim-sens} = (20.2048) \cdot 0,2 \mu\text{m} = 17203 \mu\text{m} \approx 17,2 \text{ mm}$$

- (C) Smallest object size

$$\frac{10}{\text{risultato stampa sul lato conetto}} = \frac{10 \mu\text{m}}{3 \mu\text{m}}$$