

TI - TP 2 : Optique, objectif et caméra

I. Introduction Analyse du matériel et du logiciel

L'objectif de ce TP est de comprendre les fondements de l'optique et du fonctionnement d'un appareil d'acquisition d'image à travers l'utilisation d'une caméra numérique. Cette caméra est une IDS uEye 1225 LE (numéro de série 4002924857). Celle-ci est connectée au PC par un câble USB et nous visualisons cette image avec le logiciel uEye Cockpit. Notre caméra est équipée d'un objectif Fuji Film de focal 9mm avec un diaphragme de type 1:1.4 d'ouverture maximale (Phi) de 6.40 mm, calculé grâce à la relation $\Phi = f/N$ où $N = 1.4$, et $f = 9\text{mm}$.

6,43

Afin de comprendre l'enjeu du TP nous commencerons par un rapide rappel d'optique afin de cerner l'objectif des manipulations effectuées. En effet, la caméra et son objectif sont construits sur le modèle d'une lentille mince et d'un capteur photo-sensible. La lentille permet de rediriger les rayons lumineux en un point unique, ce point est le point image. L'enjeu est donc de placer ce point image sur les pixels d'acquisitions du capteur. Voici un schéma tiré du cours permettant d'illustrer le principe d'acquisition d'image.

d'où proviennent ces rayons ?

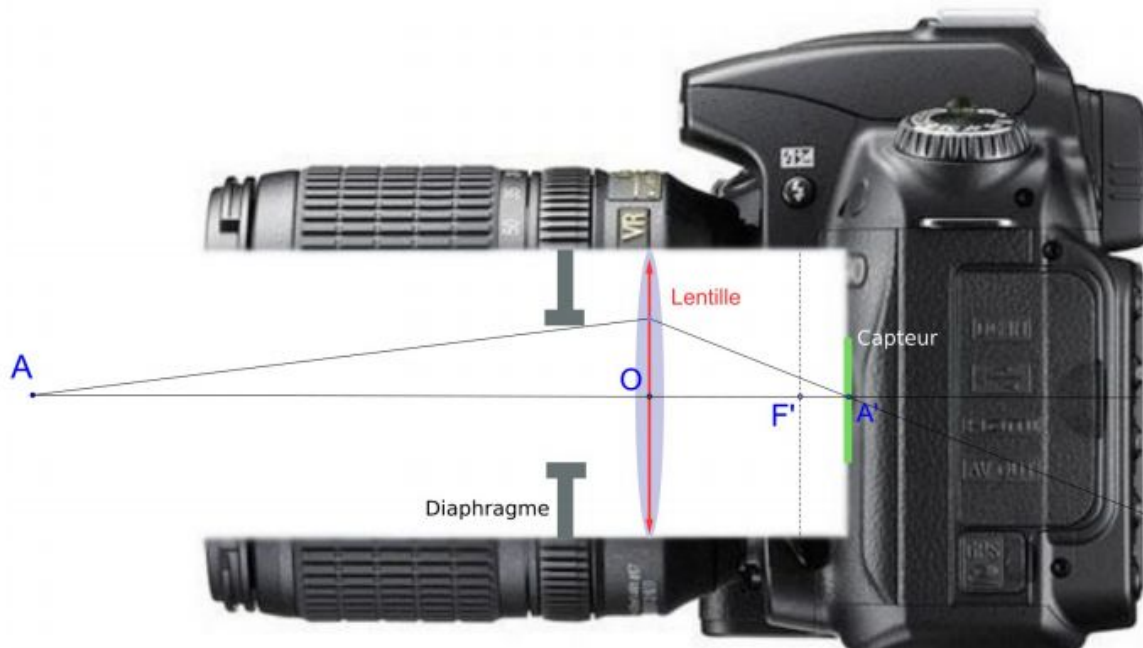


Figure 1 : Schéma de l'association d'une lentille mince, d'un diaphragme et d'un capteur

Dans ce schéma, A est l'objet que dont on souhaite acquérir l'image, O est le centre optique de la lentille mince, F' est l'un des points focaux de la lentille et A' est l'image A projetée sur le

capteur. Le diaphragme est utilisé pour contrôler la quantité de rayon lumineux entrant dans l'objectif. ✓

L'objectif du TP sera donc de manipuler le diaphragme, la position de la lentille et les paramètres du capteur pour obtenir différentes manières d'acquérir une image et comprendre leur fonctionnement.

II. Propriétés et réglages de l'objectif

sur quel objet ? photo issue de la caméra ?

Premièrement nous avons réglé l'ouverture de l'objectif au maximum afin d'obtenir une luminosité maximale. Nous avons réglé le gain principal à la position 0, l'horloge pixel sur 15MHz et la cadence d'acquisition à 25 images par seconde. Nous avons ensuite pu procéder à la mise au point sur un objet situé à environ 20 cm de la caméra. Ce réglage a d'ailleurs été facile à réaliser. Nous approchons et reculons la caméra de l'objet pour voir les effets de ces déplacements sur la netteté de l'image. On remarque que l'image reste nette lorsqu'on parcourt une distance d'environ 1 cm (en avant comme en arrière). Cette marge de netteté s'explique par le fait que la taille du regroupement des rayons de lumière est inférieur à la taille d'un pixel d'acquisition même si l'on ne se trouve pas précisément au point image. on peut même monter jusqu'à 2-3 pixels

A illustrer

Que vaut le TI ?

Avant d'effectuer la manipulation suivante, nous avons réglé le temps d'intégration à une valeur 10 fois plus importante que la valeur précédente. On recommence ensuite la même opération que précédemment qui consiste à avancer et éloigner la caméra située à 20 cm. On remarque que ce réglage est moins critique car lorsqu'on approche et éloigne la caméra, l'image reste nette sur une distance beaucoup plus importante. La profondeur de champs est une zone où un objet doit se situer pour qu'une image soit nette pour un réglage donné. On peut donc en conclure que la profondeur de champ est plus importante dans la seconde configuration.

quelle valeur en cm ?

A justifier

Quel paramètre a permis d'augmenter la PdC ?

III. Réglage des paramètres d'acquisition

Nous allons maintenant nous intéresser aux paramètres d'acquisition de la caméra. On choisit de faire varier la fréquence de l'horloge pixel, c'est elle qui fixe la cadence de balayage des pixels. On observe que la cadence maximale d'acquisition d'images augmente quand on augmente la fréquence de l'horloge pixel. ✓

Avec cette caméra on peut acquérir des images avec une cadence allant jusqu'à 87.15 fps. Le temps d'intégration max est alors de 39.877 ms.

A-t-on des erreurs de transmission ?

On peut expliquer ces résultats car :

$$Temps\ d'intégration = \frac{1}{cadence\ acquisition} = \frac{1}{25\ fps} = 40\ ms \quad \checkmark$$

On s'intéresse maintenant au gain d'une image. Le gain d'une image désigne l'application artificielle de luminosité sur celle-ci. On peut donc dire que plus le gain est élevé plus l'image

est lumineuse. Par exemple lorsqu'on positionne le curseur du gain sur son maximum, on applique un facteur 4 sur la luminosité de chacun des pixels.

On cherche maintenant à obtenir la même luminosité que nous avons avec un temps d'intégration de 20 ms et un gain nul avec un nouveau réglage du gain à 4. Il est possible de revenir à cette luminosité en positionnant la valeur du temps d'intégration à 5 ms. Cela s'explique par la relation suivante :

$$4 * 5 = 20 \quad \text{unités ?}$$

IV. Réglage des dimensions de l'image

Pour cette dernière partie, nous allons acquérir des photos monochromes et nous allons changer la définition de celles-ci. Lorsque nous sélectionnons une partie de l'image avec les curseurs "haut" et "gauche", l'angle de vision reste inchangé. Ces curseurs "haut" et "gauche" servent à déplacer le découpage dans l'image. Il nous faut positionner le curseur "gauche" sur 188 et "haut" sur 120 pour que l'image tronquée possède le même centre que l'image d'origine. ✓

que représentent concrètement les valeurs de "haut" et "gauche" ?

Nous avons ensuite réinitialisé la définition de l'image. Puis nous avons modifié l'option Binning en x2 verticalement, horizontalement puis les deux à la fois.



Figure 2 : Acquisition avec un binning horizontal x2



Figure 3 : Acquisition avec un binning vertical x2



Figure 4 : Acquisition avec un binning horizontal et vertical x2

Pour chaque cas, l'angle de vision ne change pas. Dans le cas de ces images nous n'avons pas modifiés la zone d'acquisition mais nous avons fait varier la résolution de l'image. En effet, nous avons divisé par deux la taille de l'image horizontalement et verticalement tout en gardant le même nombre de pixel, ce qui nous offre une résolution deux fois plus importante. ✗

Nous avons vu deux redimensionnement possibles pour obtenir une image plus petite, l'un nous permet de limiter l'acquisition à une zone précise, l'autre nous permet ~~d'augmenter la résolution en réduisant la taille de l'image et ainsi augmenter le nombre de pixel par unité de longueur.~~

Conclusion

Au terme de cette étude nous avons eu l'occasion de parcourir les différents paramètres d'une caméra. Comme par exemple, la vitesse d'acquisition, la résolution, le gain ou encore l'horloge pixel. Grâce au retour fourni par le logiciel uEye Cockpit, nous avons pu constater l'importance d'un bon réglage sur l'acquisition de l'image. En effet, le module portant sur le traitement d'image il est indispensable d'apprendre à obtenir une image nette et exploitable numériquement.