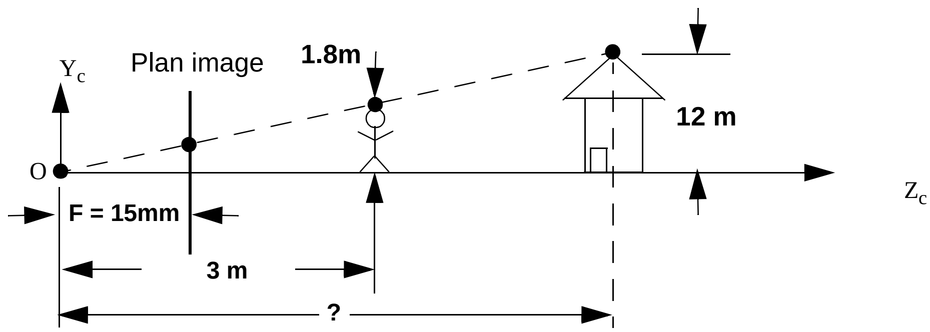
Premier examen partiel A 2011

QUESTION 1 (15 points au total) Projection de perspective à un repère de coordonnées.

A) (10 points) Soit le sténopé non-inverseur de focale F = 15 mm de la Figure 1. Une personne de 1.80 m de hauteur est placée à une distance de 3 m du sténopé selon l'axe des z correspondant à l'axe optique. A quelle distance doit-on placer un édifice de 12 m de haut pour que son image soit la même que celle d'un point situé juste au sommet de la tête de la personne?

Figure 1 Géométrie de la Question 1



B) (5 points) Que devient cette distance si la longueur focale du sténopé double et est maintenant de 30 mm?

QUESTION 2 (30 points au total) Projection de perspective et matrice caméra.

Soit le diagramme de la Figure 2 montrant un sténopé de longueur focale $F = 10\ mm$ d'axes y_C et z_C (axe optique) observant une scène dans le repère cartésien global X_G, Y_G, Z_G avec X_G entrant dans la page et perpendiculaire à celle-ci. L'axe x_C de la caméra est un vecteur également entrant dans la page et perpendiculaire à celle-ci. La caméra a été déplacée de *1 m* en y et de *1 m* en z dans le repère global avant d'être tournée de $-45°$ degrés par rapport à l'axe des X du repère ayant subi cette première translation.

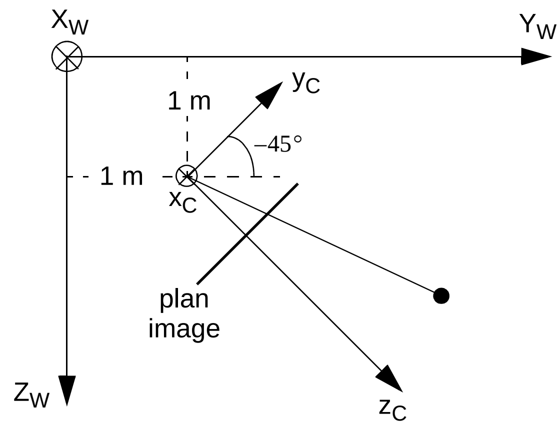
Le capteur photosensible du sténopé a une résolution de 640 colonnes par 480 lignes de pixels. Un pixel a une dimension de $10\ \mu m$ x $10\ \mu m$ ($1\ \mu m = 10^{-6}\ m$). L'axe optique du sténopé intersecte le plan image exactement en son centre soit au pixel de coordonnées $(320, 240)$.

A) (12 points) Quelle est la matrice des paramètres intrinsèques?

B) (12 points) Quelle est la matrice des paramètres extrinsèques?

C) (6 points) Quelle est la matrice caméra décrivant le processus géométrique complet de formation d'image par projection de perspective?

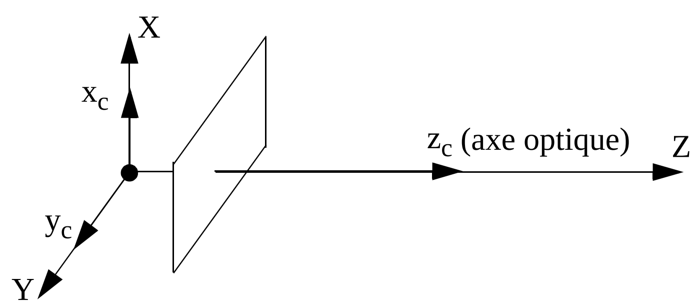
Figure 2 Géométrie de la Question 2



QUESTION 3 (20 points au total) Projection de perspective

Supposons un sténopé non-inverseur d'axes x_c-y_c-z_c et de focale 1 installé dans le repère global X-Y-Z tel que montré à la Figure 3.

Figure 3 Géométrie de la Question 3.



Soit une droite l_1 dans l'espace (repère X-Y-Z) ayant comme équation:

$$\vec{l}_1 = \vec{a}_1 + \lambda \vec{d}_1 \tag{1}$$

et une seconde droite $\vec{l}_2$ dans l'espace (repère X-Y-Z) ayant comme équation:

$$\vec{l}_2 = \vec{a}_2 + \beta \vec{d}_2 . \tag{2}$$

A) (5 points) Donnez l'expression des coordonnées des points images (u_{l1}, v_{l1}) et (u_{l2}, v_{l2}) correspondant aux points sur la droite 1 et sur la droite 2.

B) (5 points) Que deviennent les coordonnées des points images lorsque $\lambda \to \infty$ et $\beta \to \infty$?

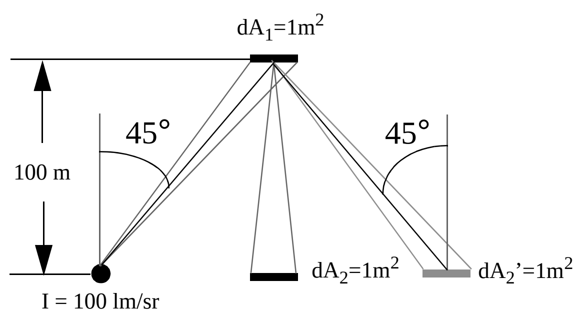
C) (5 points) Quelle relation les composantes de $\vec{d_1}$ et $\vec{d_2}$ doivent-elles respecter pour que les coordonnées des points trouvées en B soient égales?

D) (5 points) Donnez une interprétation géométrique de la réponse trouvée en C.

QUESTION 4 (18 points au total) Radiométrie

Soit le schéma de la Figure 4 montrant une source ponctuelle d'intensité $I = 40000$ lm/sr éclairant un élément de surface lambertien dA_1 d'aire 1m^2 situé à une hauteur de 100 m et faisant un angle de 45° par rapport à la verticale de la position de la source. La réflectivité (albédo) de la surface dA_1 est $\rho = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Figure 4 Schéma de la Question 4.



A) (10 points) Quelle est l'illuminance dE_2 reçue par l'élément de surface dA_2 d'aire 1m^2 ?

B) (8 points) Quelle est l'illuminance dE_2' reçue par l'élément de surface dA_2' d'aire 1m^2 dont la normale fait un angle de 45°par rapport à la verticale de la position de l'élément de surface dA_1 tel que montré sur la figure?

QUESTION 5 (17 points au total) Homographie

Soit une caméra de type sténopé qui se déplace de la position d'observation 1 à la position d'observation n tel que montré à la Figure 5. Le champ de vision de la caméra est montré sur la figure. À chaque position, la caméra acquiert une image de la facade d'un édifice éloigné dont les variations d'épaisseur de facade sont faibles par rapport à la distance de la caméra (i.e. $d \gg 1$ et $h \ll d$). Supposons qu'un chevauchement de champ de vision existe entre chaque paire d'images consécutives dans la séquence (i.e. 1 et 2 sont en chevauchement, 2 et 3 sont en chevauchement, etc.). Ceci signifie que pour chaque paire d'images, une même partie d'édifice est observée dans les deux images.

Expliquez comment l'homographie peut être exploitée pour reconstruire une image-mosaïque de l'édifice dans le repère de la caméra 1. Discutez des avantages et des limitations de cette approche.

Figure 5 Géométrie de la Question 5.