

# Formation et Analyse d'Images

James L. Crowley

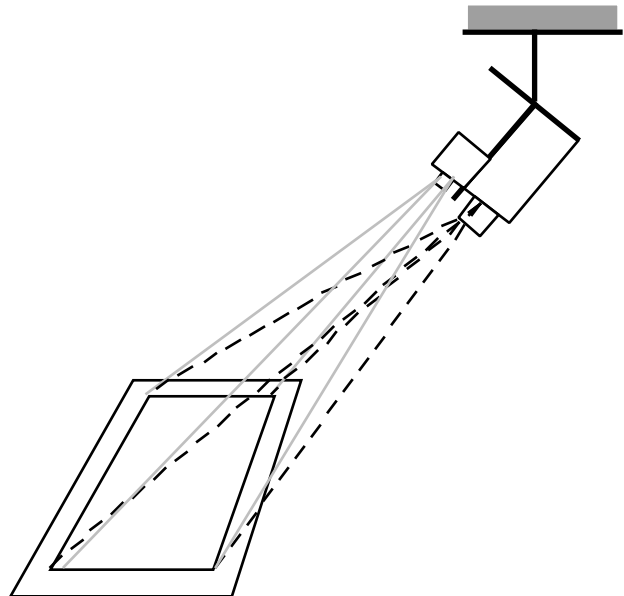
ENSIMAG 3 option IRV

Examen final décembre 2001

Conditions de travail : Vous avez droit aux notes prises en cours et à tout manuel ou article de recherche. Vous êtes priés d'écrire lisiblement. Tout texte illisible ne sera pas considéré.

Durée : 3 heures.

1) Un projecteur vidéo de haute définition et une caméra couleur sont montés ensemble au plafond. Un tableau blanc de taille 60 x 100 cm est posé (horizontalement) sur une table, et sert d'espace de travail. Le tableau est illuminé par le projecteur et observé par la caméra. On demande de réaliser un système de transformations pour corriger les déformations dues à l'angle de projection et de l'angle d'observation. Vous disposez pour cela d'une mire sous forme d'une feuille de papier (de taille 50 cm x 80 cm) sur laquelle est imprimé un rectangle noir de taille 40 cm x 60 cm. Le rectangle noir sert à définir l'espace de travail souhaité. Pour calibrer le système, l'utilisateur doit placer la mire temporairement sur le tableau blanc et prendre une image avec la caméra. La mire est ensuite enlevée, et le tableau est illuminé par la projection d'un rectangle par le projecteur. L'observation par la caméra de l'image projetée sert à calibrer le projecteur en sorte que la zone illuminée soit rectangulaire.



a) (4 points) Pour calibrer la caméra il faut observer la mire avec la caméra et trouver les positions des coins du rectangle. Expliquer comment utiliser une transformée de Hough afin de trouver les coins du rectangle. Quel détecteur de contraste choisissez-vous ? Quels sont les paramètres de l'espace de Hough ? Quel pas d'échantillonnage faut-il pour l'espace de Hough ?

b) (4 points) Ayant les quatre coins de la mire, on peut estimer la transformation nécessaire à la rectification des images. Expliquer comment estimer cette transformation. Expliquer comment calculer une image rectifiée de taille 400 pixels par 600 pixels correspondant à une surface rectangulaire de taille 40 cm x 60 cm sur le plan de travail.

c) (4 points) Ayant la transformation de rectification pour la caméra, vous pouvez déterminer la transformation telle que l'image projetée par le projecteur s'affiche dans un rectangle sur le tableau. Ceci est fait par l'observation par la caméra d'un rectangle projeté par le projecteur. Expliquer comment estimer cette transformation. Expliquer comment l'utiliser pour corriger les images du projecteur en sorte qu'un rectangle de taille 400 pixels par 600 soit présenté dans l'espace de travail comme un rectangle de taille 40 cm x 60 cm.

d) (4 points) L'utilisateur souhaite utiliser un "Rubik's Cube" comme un dispositif d'interaction. Comment peut-on utiliser un histogramme de chrominance afin de déterminer la configuration d'un cube de Rubik ?

2) (4 points) Le champ réceptif (ou filtre) Gaussien  $G(x, y)$  est :

$$G(x, y) = e^{-\frac{1}{2} \frac{x^2}{\sigma_x^2} - \frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}}$$

Soit  $\sigma$  un entier. La représentation numérique de  $G(x, y)$  est un échantillonnage  $G(m, n)$  représenté sur 11 coefficients pour les valeurs de  $m$  et  $n$  telles que  $m, n \in [-5, 5]$ .

$$G(m, n) = e^{-\frac{1}{2} \frac{m^2}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \frac{n^2}{\sigma^2}}$$

En 2-D, le champ réceptif Gaussien est

$$G(m, n) = e^{-\frac{1}{2} \frac{(m^2+n^2)}{\sigma^2}} \quad \text{pour } m, n \in [-5, 5].$$

a) Soit une image  $P(m, n)$ .

Démontrer que  $P(m, n) * G(m, n) = (P(m, n) * G(m, \sigma)) * G(n, \sigma)$

b) Quels sont les coûts de calcul en termes d'additions et de multiplications par pixel pour  $P(m, n) * G(m, n)$  et pour  $(P(m, n) * G(m, \sigma)) * G(n, \sigma)$ ?