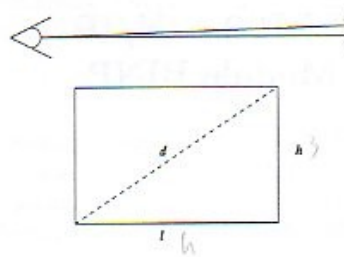


Partie A - SVH, Colorimétrie (10 points)

1. Lois psychovisuelles, résolution spatiale (3 points)

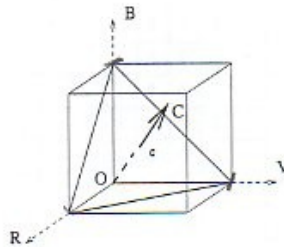
La limite de résolution spatiale du SVH est 1 minute d'angle (1/60 degré). On va illustrer la prise en compte de cette caractéristique pour la conception des moniteurs vidéo.



Soit un écran de télévision de format 4/3 (i.e. $l/h = 4/3$, où l est la largeur de l'écran et h est sa hauteur). On suppose que les images ont 625 lignes.

1. On adopte d'observer les images de cet écran à une distance de $D = 4 \times d$ où d est la diagonale de l'écran. Calculer D en fonction de h .
2. Calculer l'angle vertical d'observation de l'écran à la distance D .
3. Calculer l'angle en minute sous lequel on voit deux lignes adjacentes dans le cas le plus défavorable. Comparer ce résultat avec l'acuité visuelle moyenne chez l'homme. Conclure.

2. Triangle de Maxwell (7 points)



On suppose choisies 3 couleurs primaires *rouge, vert, bleu*. Ces primaires sont réglées avec les intensités $T_r(W)$, $T_v(W)$, $T_b(W)$ pour que leur addition donne le blanc.

Rappels

Une couleur C est obtenue par addition des 3 primaires avec les intensités $T_r(C)$, $T_v(C)$, $T_b(C)$.

On définit :

-les composantes trichromatiques (R, V, B) de la couleur C par:

$$R = \frac{T_r(C)}{T_r(W)}, \quad V = \frac{T_v(C)}{T_v(W)}, \quad B = \frac{T_b(C)}{T_b(W)}$$

-l'espace des couleurs : espace 3D où une couleur C est représentée par le vecteur \vec{OC} de coordonnées (R, V, B) . l'addition des couleurs équivaut à l'addition des vecteurs de l'espace des couleurs.

-les coefficients trichromatiques de la couleur C : c'est le triplet (r, v, b) tel que $c = (r, v, b)$ est le point d'intersection de OC avec le plan $R + V + B = 1$.

-triangle de Maxwell : triangle de sommets $(1, 0, 0)$, $(0, 1, 0)$ et $(0, 0, 1)$; lieu des points c

1. Que devient la couleur:

- si on divise la norme du vecteur \vec{OC} par 2?
- si on multiplie la norme du vecteur \vec{OC} par 2?
- si on change la direction du vecteur \vec{OC} ?

Peut-on avoir des couleurs dont le vecteur se trouve en dehors du cube RVB?

2. Etablir l'expression des coefficients trichromatiques en fonction des composantes trichromatiques.
3. Donner les composantes trichromatiques et les coefficients trichromatiques des couleurs suivantes : R (rouge), V (vert), B (bleu), C (cyan), M (magenta), J (jaune), W (blanc), N (noir) et dessiner les points r, v, b, c, m, j, w qui les représentent dans le triangle de Maxwell.
4. Soient 2 couleurs C_1 et C_2 de coordonnées (R_1, V_1, B_1) et (R_2, V_2, B_2) respectivement. Soit C_3 la couleur obtenue par addition de C_1 et C_2 . Calculer ses composantes trichromatiques et ses coefficients trichromatiques.
5. Montrer que c_3 est le barycentre de c_1 et c_2 , avec avec des coefficients α et β à déterminer. (On pourra noter $L_1 = R_1 + V_1 + B_1$ et $L_2 = R_2 + V_2 + B_2$.)
6. A quelle condition c_3 est-il le milieu de $[c_1, c_2]$?
7. Si C_1 et C_2 sont 2 couleurs complémentaires, quelle est la relation liant les composantes trichromatiques de C_1 et C_2 ? Quelle propriété géométrique relie c_1, c_2 et w ?

Partie B - Images en niveaux de gris (10 points)

3. Correction Gamma (7 points)

Un tube cathodique est naturellement non linéaire : l'intensité lumineuse reproduite à l'écran est une fonction non linéaire de la tension d'entrée. Les tubes cathodiques habituels produisent à la surface de l'écran une intensité lumineuse I en fonction de la différence de potentiel V appliquée aux bornes des électrodes des canons à électrons. Cette intensité est approximativement :

$$I \propto k V^\gamma$$

où k est une constante. On appelle gamma cette courbe de distribution des tons non linéaire. Il est en de même pour tous les écrans, qu'ils soient LCD, plasma, cathodique, etc. Du point de vue de la physique, la correction gamma peut être considérée comme un procédé permettant de compenser ce phénomène pour obtenir une reproduction fidèle de l'intensité lumineuse.

1. Sans correction, quel effet produit le gamma de l'écran sur une image ?
2. Expliquez le procédé de la correction gamma, en supposant que l'image de départ capturée par le capteur est linéaire par rapport à la luminance captée. Donnez l'équation et tracez l'allure de sa courbe de transfert. Quel est l'effet de cette correction sur l'image ?
3. Donnez l'histogramme après correction gamma de l'image ci-dessous. On prendra $\gamma = 2,5$ et $k = \frac{1}{20}$.

24

2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	7	1	1	1
1	6	6	6	6	1	1	1	1	6	6	7	1	1	1
1	6	6	1	1	1	1	1	6	3	6	7	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	3	6	7	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	6	6	7	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	6	6	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4. Cette transformation est-elle réversible ? Justifiez votre réponse.
5. Calculez l'entropie de l'image avant et après correction gamma. Commentez les résultats.

4. Interpolation (3 points)

On souhaite agrandir une image d'un facteur 3 par interpolation bilinéaire. Expliquez le procédé et l'algorithme permettant de calculer l'intensité de chaque pixel de l'image agrandie.