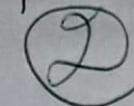


à un atome de Si \Rightarrow Naissance d'un ou plusieurs paires électron/trou.



Capteur CMOS :

Comme les CCD, les photo-sites sont sensibles à la lumière et acquièrent une certaine charge électrique en fait de la quantité de lumière reçue, mais ensuite à l'intérieur de chaque photosite, la charge générée est convertie directement en tension utilisable, la surface d'un photo-site est en partie occupée par l'électronique, pour convertir la charge en tension. Pour le CCD le signal sortant s'agit de charges et pour le CMOS c'est déjà un signal sous forme de tension.

Du continu au discret :

Les pixels d'une image sont rangés dans une grille rectangulaire, il existe d'autres types de pavage plus adaptés aux contraintes du capteur utilisé (pavage corré, pavage hexagonal, pavage triangulaire, pavage quiconc)

→ L'intensité lumineuse reçue par chaque cellule des sites photosensibles du capteur est une grandeur continue qu'il faut rendre discrète pour obtenir une image entièrement numérique. La quantification détermine la dynamique des valeurs prises par les pixels d'une image.

des pixels d'une image ordinaire sont rangés dans un tableau 2D mais pour une image en couleur on a besoin d'une présentation bidimensionnelle. Le RGB, chacune de ces couleurs de base va prendre une dynamique de 8 bits (pour présenter toutes les nuances de cette couleur) des 3 couleurs sont mixées pour produire l'image couleur.

On ajoute des fois un autre canal de transparence de

Traitement

(1)

d'image

Une image est une représentation 2D du monde réel, elle est formée par un capteur qui collecte l'intensité lumineuse émise ou réfléchie, cette intensité est transformée à l'aide des éléments optiques et électroniques en distribution spatiale discrète de valeurs quantifiées.

→ Par la dimension du signal produit, une image est contenue dans un plan. Elle peut être formée par des capteurs 1D à balayage (ligne par ligne) si on en vrac sur une matrice 2D proportionnelle à la dimension de la scène, elle peut aussi être en 3D comme le cas des images médicales.

Capteurs CCD :

leur architecture à 3 fonctions de base :

- Collection de la charge
- Transfert de la charge
- Conversion de la charge en une tension mesurable

→ La génération de la charge est souvent considérée comme la fonction initiale du CCD. La charge est créée en un pixel proportionnellement au niveau de la lumière incidente sur ce dernier

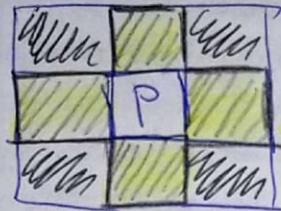
Un capteur CCD est une matrice de photo-sites (petit élément de la surface d'un capteur qui capte la luminosité d'un pixel de l'image, il y a un seul photosite par chaque pixel de l'image) permettant de discréteriser une scène ... des interactions des photons (les particules qui composent la lumière) avec le Silicium du CCD se font dans le domaine photo-électrique, lors de ces interactions, un photon cède toute son énergie à un électron appartenant

L'image. Donc l'image se présente sous une dynamique de 32 bits ($8b \rightarrow R$ $8b \rightarrow G$ $8b \rightarrow B$) $8b \rightarrow$ transparence)

Les images multispectrales possèdent plus de 4 canaux.

Voisinage d'un pixel à position $[i, j]$ du pixel

$i-1, j+1$	$i, j+1$	$i+1, j+1$
$i-1, j$	i, j	$i+1, j$
$i-1, j-1$	$i, j-1$	$i+1, j-1$



Connexité - 4 -
 Connexité - 8 -

Si p et q sont de connexité 4 ou 8, l'intensité de q est similaire à celle de p .

Connexité mixte: $q \in V_4\{p\}$ ou

$$q \in V_8\{p\} \text{ et } V_8\{p\} \cap V_4\{q\} = \emptyset$$

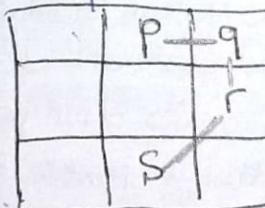
d'intensité de q et p sont similaires.

⇒ La connexité mixte permet d'éliminer les chemins de connexions multiples de la connexité 8.

Adjacence et chemin:

p est adjacent à un pixel q si p et q sont connectés par l'un des 3 types de connexité.

Le chemin du pixel p vers le pixel s est défini par la séquence des pixels adjacents pour aller à s .



③

Distance entre pixels:
→ Distance euclidienne:

$$d(p, q) = \sqrt{(k-i)^2 + (l-j)^2}$$

→ Distance de Manhattan ou D_1 -distance

$$d(p, q) = |k-i| + |l-j|$$

4	3	2	3	4
3	2	1	2	3
2	1	0	1	2
3	2	1	2	3
4	3	2	3	4

2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	0	1	2
2	1	1	1	2
2	2	2	2	2

→ D_8 -distance :

$$d(p, q) = \max(|k-i|, |l-j|)$$

⇒ des opérations arithmétiques sur les images s'appliquent pixel par pixel (but de telles opérations : lissage, détection de changement entre 2 images...) par contre les opérations logique "ou", "et", "non" s'appliquent aux images binaires (2 bit [0, 1]) dans le but de la détection des caractéristiques, l'analyse des formes...

Stockage des images:

→ format ASCII

- * portable Bit Map (66,5 Ko)
- * portable Gray Map (182 Ko)
- * portable Pix Map (545 Ko)

→ Format binaire (brut)

- * portable Bit Map (8,2 Ko)
- * portable Gray Map (65,6 Ko)
- * portable Pix Map (197 Ko)

④

→ Format binaire little endian :

- * image PFM (786 Ko) : Le LSB occupe les cases mémoires dont l'adresse est plus petite.
- * image PFM (768 Ko) : le MSB n'est plus petit

$p(i, j)$
 $q(k, l)$

les bâtonnets et les cônes sont un convertisseur de flux lumineux en influx nerveux en vue de le transmettre par les axones des cellules ganglionnaires vers le cortex visuel.

La sensibilité spectrale de chacun des bâtonnets et les 3 types de cônes diffère et dépendent à

- 495 nm pour les bâtonnets.
- 437 nm " les cônes de type S (Blue)
- 533 nm " " " M (Vert)
- 566 nm " " " L (Rouge)

Eclairage faible ⇒ seuls les bâtonnets participent à la récolte du flux lumineux.

Eclairage plus intense ⇒ les cônes seuls

Eclairage normal ⇒ les photorécepteurs en entier.

La couleur :

c'est une notion complexe qui est la longueur d'onde des faisceaux lumineux récoltés par le capteur d'image et elle est fortement liée au contraste de perception et d'interprétation du système de vision.

Mélange de couleurs :

toute couleur peut être produite en opérant de 2 manières :
→ Soit en **synthèse additive** de RGB avec des proportions de luminances bien calculées.

→ Soit en **synthèse soustractive** qui élimine une partie de la lumière colorée et n'en garde que la partie qui permet d'obtenir la couleur désirée.

Mélange additif :

- par superposition
- par juxtaposition
- par alternation temporelle.

Format compressé avec ou sans pertes

- * image TIFF avec compression sans perte
 - la compression sans perte exploite la redondance des données de l'image permettant de gagner en espace de stockage.

- * image JPEG compression vs perte

→ ça exploite les similitudes indétectables à l'œil nus des données de l'image pour réduire la taille de l'image afin de gagner en espace de stockage.

Représentation informatique des images :

pour le traitement d'images, il est nécessaire d'accéder aux diff pixels afin d'y appliquer les traitements pr ce, on opte pour une représentation informatique de l'image et la plupart c'est une représentation sous forme de tableau:

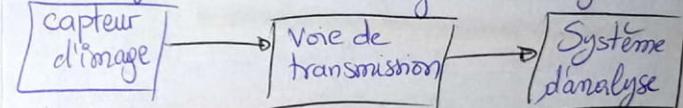
1 1,j

: i,j

1

Perception visuelle de notion de couleur :

3 blocs fonctionnels ds un système d'analyse d'images



l'œil contient la rétine qui est la couche la plus interne de l'œil ; elle est comparable à la pellicule d'un appareil photographique. Elle se compose de tissus nerveux qui perçoivent la lumière permettant à l'œil, et de 150M de cellules nerveuses réparties en 3 couches:
→ Couche contenant les photorécepteurs rétinien (bâtonnets et cônes)
→ Couche contenant les cellules bipolaires
→ Couche contenant les cellules ganglionnaires dont les prolongements forment le nerf optique.

Mélange soustractive

Ce type de mélange s'obtient de 2 façons +

→ par absorption et transmission sélective de la lumière.

→ par absorption et diffusion sélective de la lumière.

Loi de Grassman:

Des lois de superposition des couleurs en colorimétrie

1^{er} loi : trichromie ou tri-variance visuelle:

$$\{C\} = \begin{cases} r \\ g \\ b \end{cases} \quad \{G\} = r\{R\} + g\{G\} + b\{B\}$$

(3)

2^e loi : additivité:

$$2 \text{ couleurs: } \{C\} = \{C_1\} + \{C_2\} = \begin{cases} r_1 + r_2 \\ g_1 + g_2 \\ b_1 + b_2 \end{cases}$$

3^e loi : continuité ou dilatation:

$$\{C'\} = k \{C\} = \begin{cases} kr \\ kg \\ kb \end{cases}$$

Loi d'Abney:

Si 2 couleurs A et B sont perçus comme ayant la même luminosité et si deux autres X et Y, alors les mélanges additifs de A avec X et B avec Y seront aussi perçus comme ayant la même luminosité.

Mélange de couleurs primaire et secondaire:

Espace de couleurs primaires (Rouge, vert, bleu)

" " " " secondaires (Jaune, Cyan, Magenta)

Synthèse additive

$$\begin{cases} M = B + R \\ Y = R + G \\ C = B + G \end{cases}$$

$$\begin{cases} W = M + G \\ W = C + R \\ W = B + Y \end{cases}$$

Synthèse soustractive

$$\begin{cases} G = W - M \\ R = W - C \\ B = W - Y \end{cases}$$

Représentation de la couleur:

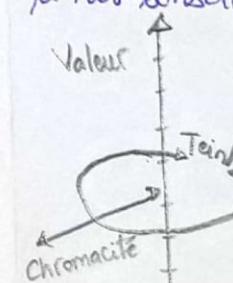
L'œil humain peut discerner plus de 350 K couleurs. Le spectre de la lumière visible est continu et présente des nuances qui dépassent les capacités du système visuel humain donc il faut développer un sys de représentation de couleurs. On peut représenter les couleurs selon 3 approches

- 1 Approche purement visuelle: Chevreul, Munsell, Ostwald
- 2 Approche purement physique: RGB, CIE XYZ, CIE xyZ
- 3 Approche physique renforcée par des données psychométriques: CIE LAB, CIE LUV.

→ Système de Munsell:

C'est un espace de couleurs tridimensionnel. La représentation TVC est un volume dont l'axe vertical porte une valeur allant du noir → blanc. La distance à cet axe représente la chromatique (la pureté d'une couleur basée sur la perception visuelle, elle varie du gris jusqu'à la teinte de la couleur) et l'angle horizontal vers une couleur d'origine représente le changement de teinte (une nuance de couleur). Le sys est basé sur 5 champs chromatiques de base: R, Y, Y, B cyan, Purple + 5 champs intermédiaires, chacune des ~~nuances~~ couleurs est donnée en 10 nuances. Elle est définie par un chiffre de 0 à 360°

L'intérêt de ce sys de représentation de couleurs / au sys RGB est que les coordonnées sur chaque axe peuvent être corrélées à nos sensations visuelles.



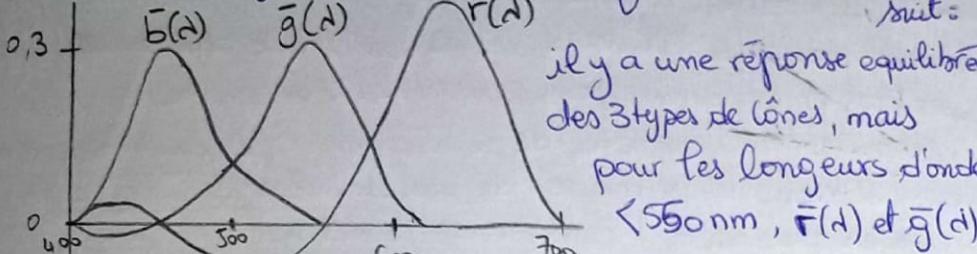
de valeur: la luminosité / clarité perçue + de la luminance obtenue par une mesure physique linéaire.

(4)

Mesure des composantes trichromatiques:

L'estimation des fonctions colorimétriques pour les sources primaires sont: $R(700 \text{ nm})$, $G(546,1 \text{ nm})$, $B(435,8 \text{ nm})$. Les composantes trichromatiques ainsi évaluées sont appelées les fonctions colorimétrique CIE: $r(\lambda)$, $g(\lambda)$ et $b(\lambda)$.

→ L'évolution des fct colorimétriques en fonction de λ est comme suit:



présentent des coordonnées négatives

(9)

Triangle des couleurs:

Soit un rayonnement de couleur quelconque $\{c\}_c$ de luminance L_c . La couleur $\{c\}$ de ce rayonnement est donnée par l'équation:

$$\{c\} = r_c \{R\} + g_c \{G\} + b_c \{B\} \quad \left\{ \begin{array}{l} r_c = \int_{\lambda}^{+\infty} r(\lambda) L_c(\lambda) d\lambda \\ g_c = \int_{\lambda}^{+\infty} g(\lambda) L_c(\lambda) d\lambda \\ b_c = \int_{\lambda}^{+\infty} b(\lambda) L_c(\lambda) d\lambda \end{array} \right.$$

→ Les coordonnées trichromatiques:

$$r = \frac{r_c}{r_c + g_c + b_c} \quad g = \frac{g_c}{r_c + g_c + b_c} \quad b = \frac{b_c}{r_c + g_c + b_c}$$

Dans le cas d'un plan, par la représentation des couleurs, on a

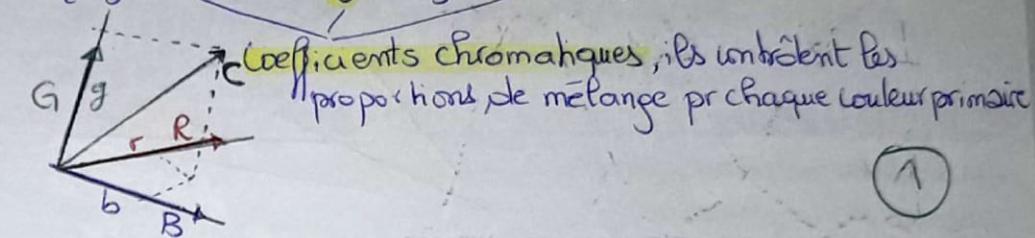
$$r + g + b = 1 \quad (\text{plan qui passe par les extrémités des vecteurs unitaires } \{R\}, \{G\}, \{B\})$$

Le triangle obtenu, délimité par le plan précédent $\{B\}$ est pris en triangle isocèle rectangle, la représentation ainsi obtenue est appellée diagramme de chromacité (rg)

Espace des couleurs CIE RGB:

Une couleur peut être représentée par un vecteur dont le module correspond au niveau lumineux et l'orientation à l'achromatité (un $\frac{1}{3}$ de 3 paramètres associés et représentatif d'un espace vectoriel à 3 dim.)

$$\{c\} = r \{R\} + g \{G\} + b \{B\}$$



→ On considère tout rayonnement lumineux $L(\lambda)$ venant de la synthèse additive d'un grand nombre de rayonnement s'étendant chacun sur un domaine de longueur d'onde avec une fct $f(\lambda)$ représentant le spectre de la source de lumière tq: $L = \int_{\lambda}^{+\infty} f(\lambda) C(\lambda) d\lambda$

VC un nombre infini de longueurs d'onde, on peut synthétiser une lumière polychromatique $\{c\}$ dont la couleur $\{c\} = \int_{\lambda}^{+\infty} f(\lambda) C(\lambda) d\lambda$

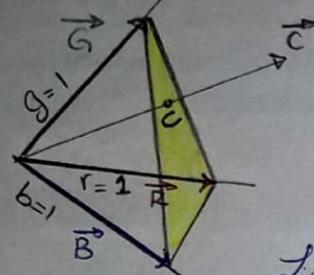
$$\hookrightarrow \{c\} = \sum_{\lambda} f(\lambda) (r(\lambda) R + g(\lambda) G + b(\lambda) B)$$

une source monochromatique de longueur d'onde λ .
des composantes trichromatiques spectrales

par identifications:

$$\left\{ \begin{array}{l} r = \int_{\lambda}^{+\infty} r(\lambda) f(\lambda) d\lambda \\ g = \int_{\lambda}^{+\infty} g(\lambda) f(\lambda) d\lambda \\ b = \int_{\lambda}^{+\infty} b(\lambda) f(\lambda) d\lambda \end{array} \right.$$

car x et y sont des axes de coordonnées rectangulaires.



La droite rejointant les extrémités rouge et bleu est appelée droite des pourpres.

toutes les couleurs existantes ont leurs pts associés ds le domaine du mabin la droite de pourpres et le lieu spectrale.

Espace des couleurs CIE XYZ:

Pour remédier au prob de certaines coordonnées trichromatiques négatives dans l'espace CIE RGB, on choisit d'opérer une transformation linéaire de l'espace RGB qui conduit à des fonctions colorimétriques positives. cette dernière permet le passage des fonctions colorimétrique de l'espace CIE RGB → CIE XYZ tq (OY) est le plan de luminance nulle et (OY) axe des luminances visuelles

$$\text{La luminance visuelle: } Y(d) = \int_{630 \text{ nm}}^{\infty} L_e(d) \bar{y}(d) dt$$

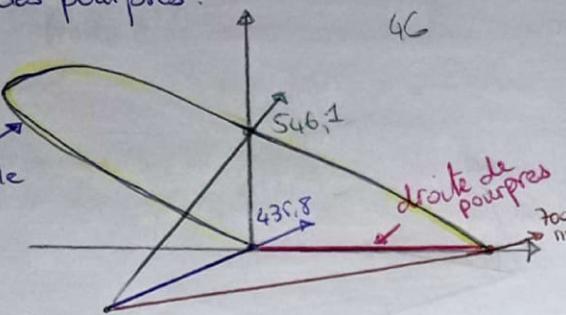
dynamique efficacité Luminosité relative spectrale

triangle des couleurs (CIE XYZ)

$\{C\}$ est représenté par un triplet $\{X, Y, Z\}$ tq.

$$\{C\} = x_c \{X\} + y_c \{Y\} + z_c \{Z\} \text{ avec } \begin{cases} x_c = \int_1^{+\infty} \bar{x}(d) L_e(d) dt \\ y_c = \int_1^{+\infty} \bar{y}(d) L_e(d) dt \\ z_c = \int_1^{+\infty} \bar{z}(d) L_e(d) dt \end{cases}$$

(3)



$$x = \frac{x_c}{x_c + y_c + z_c} \quad y = \frac{y_c}{x_c + y_c + z_c} \quad z = 1 - x - y \text{ car } x + y + z = 1$$

Les couleurs monochromatiques ds ce cas sont dans l'intervalle [380 nm, 720 nm], ils définissent le lieu spectral avec $L(d) = S(d)$

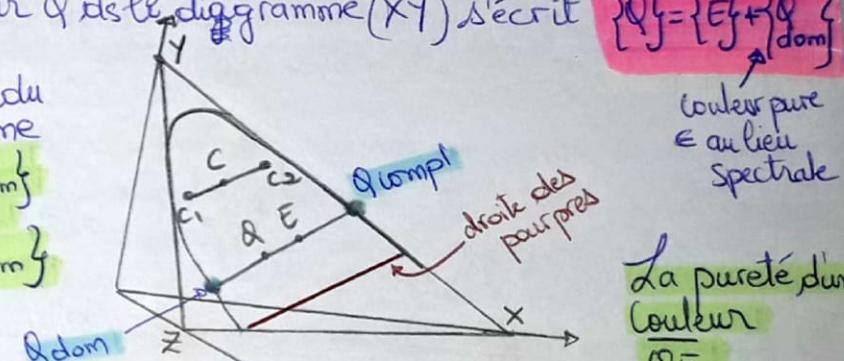
→ Le domaine chromatique (xy) à l'intérieur duquel se situent toutes les couleurs réelles est limité par le lieu spectral et la droite des pourpres. L'ensemble est intégralement contenu ds le triangle XYZ dont les sommets représentent les primaires de coordonnées. Ces derniers sont irradiés jusqu'à l'extérieur du domaine chromatique ???

Couleur dominante, couleur complémentaire.

* Si $\{C\} = \{C_1\} + \{C_2\}$, cette composition se fait suivant la droite reliant les pts C_1 et C_2 ds le domaine chromatique.

* La couleur Q ds le diagramme (XY) s'écrit $\{Q\} = \{E\} + \{Q\}_{\text{dom}}$

Le neutre du diagramme
 $\{E\} = \{Q_{\text{compl}}\} + \{Q_{\text{dom}}\}$



La pureté d'une couleur
 $\frac{\|Q\|}{\|Q_{\text{dom}}\|}$

Le passage RGB / XYZ se fait par une matrice.

Espace de couleur sRGB:

standard RGB, espace de couleur informatique utilisé ds les dispositifs numériques, également les écrans d'ordi.

Image couleur:

L'image couleur est un tableau 2D de pixel codé dans un vecteur de dim 3 ou plus.

SRGB → rouge, vert, bleu.

YCM → jaune, cyan, magenta

TSL → teinte, saturation, luminosité
0 → 360° 0 → 100 0 → 100

YCrCb → luminance, chrominance rouge, chrominance bleu
chrominance chrominance

Echantillonnage et quantification

Echantillonnage:

QQ notions:

Résolution verticale: nombre de lignes d'une image échantillonnée

Résolution horizontale: nombre de colonnes

Résolution spatiale: verticale × horizontale.

Densité de résolution: nombre de pixels par unité de longueur couramment exprimée en ppi (pixels per inch) ou dpi (dots per inch)

Dirac en 2D:

distribution de Dirac bidimensionnelle spatiale

$$\delta(x,y) = \delta(x)\delta(y) \quad \text{et} \quad \delta(u) = \begin{cases} 1 & u=0 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

La brosse de Dirac

$$\delta_{px, py}(x,y) = \sum_i \sum_j \delta(x - ip_x) \delta(y - jp_y)$$

$I(x,y)$ la fact intensité de lumière qui irradie le capteur d'image. Elle sera échantillonnée, et la sortie aura l'expression: $I[i,j] = I(x,y) \times \delta_{px, py}$

$$= \sum_i \sum_j I[i,j] \times \delta(x - ip_x) \delta(y - jp_y)$$

intensité lumineuse produite par la cellule (i,j) du capteur d'image

②

→ Une couleur primaire ne s'affiche à l'écran que si son canal est à 100% et les 2 autres à 0%. Dans le sRGB le rouge est positionné à $[x,y] = [0.64, 0.33]$, le vert $[0.30, 0.60]$, le bleu $[0.15, 0.06]$. Ces derniers forment le triangle des couleurs chromatiques que soit la luminosité et seules les couleurs du triangle sont visibles sur un écran sRGB.

→ Le système visuel humain voit le vert beaucoup plus lumineux que le rouge ou le bleu.

Correction gamma:

En photographie ou en vidéo, le gamma caractérise le rendu en contraste d'un support photosensible (capteur CMOS ou CCD) ou d'un signal visuel électrique.

Du fait de la non-linéarité des luminophores (substance qui en subissant une excitation, émet de la lumière) des tubes cathodique, une correction γ est nécessaire pour le traitement des images vidéo.

Transformation $xy \rightarrow Y \rightarrow \text{sRGB}$

Cette transformation se passe en 2 tps: $xy \rightarrow XYZ$

$$XYZ \rightarrow \text{RGB du sys sRGB}$$

sRGB reflète un moniteur du monde réel $\gamma = 2,2$

Espace de couleur HSV ou HLS

Le HSV est un système de gestion des couleurs en informatique. Basé sur 3 composantes définies par une approche psychologique et perceptuelle de la couleur: teinte, saturation et valeur.

La teinte: codée suivant l'angle qui lui correspond sur le cercle des couleurs

La saturation: de 0 → 100%, si la sat est 0 l'image sera griseée

La valeur: de 0 → 100%, si la valeur est 0, la couleur est sombre

0 correspond au noir.

Espace de couleur YUV

①

L'échantillonnage spatial de l'image est réalisé au niveau matériel

Reconstruction:

Déterminer la TF continue du signal 2D qui a donné naissance à l'image à partir de TF discrète de cette dernière.

(3)

$$T_F \{ I[i,j] \} = I(u,v) * \Delta(u,v)$$

↑
fréq spatiale T.F de la brosse Dirac
de l'image

$$= \frac{1}{P_x} \frac{1}{P_y} \sum_i \sum_j I\left(u - \frac{i}{P_x}, v - \frac{j}{P_y}\right)$$

Repliement spectrale:

Pour réussir la reconstruction, il faut que les pas d'échantillonage soient suffisamment petits à l'inverse de la plus grande fréq spatiale de l'image sinon le rendu de l'image sera de mauvaise qualité.

TF d'une image: TF rapide bidimensionnelle.

Th de Shannon - Nyquist:

Conditions à respecter:

→ de spectre du signal doit être borné.

→ La fréq d'échantillonnage spatiale = au moins 2f_{max}

* Pour la fréq, il faut éliminer les HF spatiales de l'image sans ruire l'info contenue de l'image.

Filtre de reconstitution idéale:

Pour isoler le spectre du signal continu, origine du signal échantillonné, on applique un filtre corré idéale du domaine des fréq spatiales.

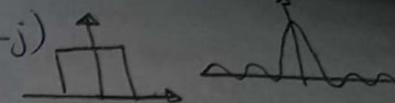
Approximation du filtre de reconstruction idéale:

Le filtre idéal nécessite d'utiliser un nombre infini de pixels et toute troncation donnera une reconstitution affectée de distorsion.

↳ Approximation d'ordre 0:

Sinus cardinal par une fonction crêteau

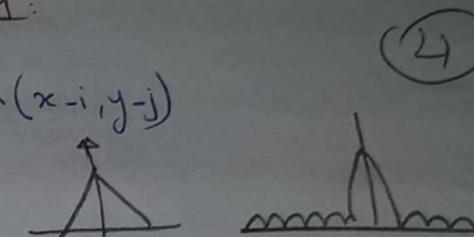
$$I(x,y) = \sum_i \sum_j I[i,j] \Pi(x-i, y-j)$$



↳ Approximation d'ordre 1:

Atténue les HF

$$I(x,y) = \sum_i \sum_j I[i,j] \Lambda(x-i, y-j)$$

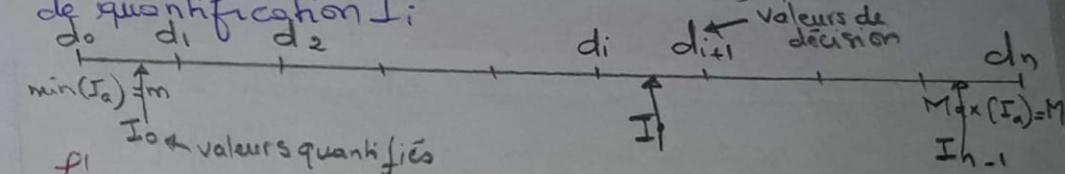


↳ Approximation par des splines (poly de Mitchell)

Une fois le signal continu est déterminé, on pourra procéder au ré-échantillonnage en ajoutant des pixels (sur-échantillonnage) ou en retranchant (sous-échantillonnage).

Quantification:

Consiste à choisir le nombre de niveau m auquel on va discréter l'amplitude du signal obtenu par chaque cellule photosensible du capteur d'image, mais comment? Le principe est de remplacer chaque valeur située dans l'intervalle séparant 2 niveaux de décision consécutifs d_i et d_{i+1} (comme on a vu dans le T passé) par un niveau de quantification I_q :



Les valeurs quantifiées

L'erreur de quantification est donnée alors par

$$\epsilon = E[(I_q - I)^2] = \int p(I_a)(I_a - I)^2 dI_a$$

On choisit les niveaux de décision par la formule:

$$d_i = (M-m) \frac{\int_m^{a_i} p(I_a)^{-3} dI_a}{\int_m^M p(I_a)^{-3} dI_a} \text{ avec } a_i = i \frac{M-m}{n} + m$$

Histogramme normalisé:

$M \times N$ la dimension de l'image en niveau de gris, H l'histogramme de l'image I , pour chaque niveau de gris k correspond une fréq d'occurrence $H(k)$. Si on divise celle-ci par le nombre de pixels, on obtient l'histogramme normalisé H_n .

Histogramme Cumulé:

Calculé pour chaque ton le nombre d'occurrence des tons ($\text{ou} =$

$$H_k = 1 \rightarrow 256 \quad H_c(k) = \sum_{i=1}^k H_n(i)$$

Contenu informatif de l'image:

Le contenu informationnel dépend de l'entropie définie à partir de la distribution des niveaux de gris de l'image, l'entropie représente le nombre moyen de bits par pixel nécessaire pour coder l'info présente

$$S = - \sum p(i) \log_2 (p(i))$$

Luminance : (brillance)

La moyenne des intensités de tous les pixels formant l'image

$$L = \bar{I} = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N I(i,j)$$

Chrominance:

la grandeur qui transporte l'info couleur de l'image

Contraste:

→ Variance des niveaux de gris.

$$C = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (I(i,j) - \bar{I})^2$$

→ Ecart séparant les extrêmes d'intensité des pixels de l'image

$$C = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

Négative d'une image:

S'obtient en calculant le complément des luminances des pixels de l'image: $s = T(r) = 255 - r$.

Logarithme d'une image:

transformer les grandes variations de l'intensité d'une image en de petites variations facile à représenter

$$s = T(r) = c \log(1+r)$$

Quantification Uniforme

(1)

" en niveau de gris:

le nombre de niveaux de gris à utiliser dépend du nombre de bits dispo à la représentation numérique de la valeur quantifiée du pixel selon la règle 2^n . L'œil ne perçoit que 16 niveaux. Une représentation sur 8 bit sera suffisante → l'intensité lumineuse de l'image en niveau de gris ne peut prendre que des valeurs ds l'intervalle $[0, 255]$.

Le pas de quantification $\frac{256}{2^n}$ ce qui donne 2^n valeurs.

Quantification des couleurs:

C'est une quantification des 3 canaux R, G, B en représentation sRGB

→ La plupart du temps, une quanti de 8 bits est suffisante mais l'utilisation d'une profondeur de 16 bits permet une dynamique de 65536 nuances de couleur par chaque canal.

Restauration des images:

L'opérat pour améliorer la qualité de l'image.

Influences et perturbations de prise (التحف)

→ L'éclairage de la scène.

→ La reflectance des objets formant le sujet de la photo.

→ La stabilité mécanique des appareils photo lors de la prise.

Influences des prop optiques et électroniques des capteurs.

→ Diffraction et dé-focalisation.

→ Bruits électronique des capteurs.

→ Bruits de quantification.

Rehaussements:

Appliquer des transformations locales ou globales à l'image en vue de l'amélioration de sa qualité visuelle (↑ le contraste, ← le dynamique, corriger la brillance)

Rehaussement radiométrique de l'image:

→ Histogramme de l'image: représente la fréq d'occurrence des tons des couleurs principales ou du gris ds une image (couleur ou gris)

Transformation selon une loi de puissance:
Corriger les non-linéarités de la luminosité d'une image

$$S = T(r) = C r^\alpha$$

Etirement de l'histogramme

\Rightarrow histo bien étiré \Rightarrow une image bien contraste

$$S = T(r) = \frac{r - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} (\text{MAX_MIN})$$

Compression de l'histogramme:

représenter la dynamique de l'image dans un [] plus réduit en ajustant les MAX et MIN.

$$S = \frac{r - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} (\text{MAX_MIN}) + \text{MIN}$$

Décalage de l'histogramme:

pour éclaircir ou assombrir les tons existants de l'image selon le sens du décalage : $S = \begin{cases} \min(r+k, 255) \\ \max(r-k, 0) \end{cases}$

Egalisation de l'histogramme:

\rightarrow pour rendre l'histogramme plus uniforme.

\rightarrow pour ce faire, utiliser une transformation à base de l'histogramme cumulé.

Rehaussement local:

exploiter les propriétés statistiques de l'image au niveau local
 \rightarrow améliorer le contraste des régions faiblement contrastées
en employant la formule :

$$I_r[i,j] = k \cdot \frac{\mu_v}{\sigma_v} (I[i,j] - \mu_v) + \mu_v \quad 0 < k < 1$$

c'est quoi μ et k ?

de la déviation standard estimée sur $V[i,j]$

la moyenne estimée sur $V[i,j]$

(3)

Modélisation du bruit:

des bruits additifs

$$I_b[i,j] = I[i,j] + b[i,j]$$

multitplicatifs

$$I_b[i,j] = I[i,j] \times b[i,j]$$

convolutifs

$$I_b[i,j] = I[i,j] * b[i,j]$$

bruit additif:

bruit grain de sel et de poivre

affecté de manière aléatoire n pixels en transformant la moitié en noir et la moitié en blanc.

bruit blanc gaussien

ajoutant à chaque pixel une valeur aléatoire :

$$g_b(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)$$

bruit multiplicatif:

bruit quantique

bruit électronique générée par la nature quantique de la lumière, pour une intensité moyenne I , le nombre de photons sur une durée T est une var aléa distribuée selon une loi de poisson.

bruit de speckle:

dû à la variat brusque de la reflectivité sur les bords des objets ou la faible variations d'incidences. Il suit la loi de χ^2 .

bruit convolutif:

Modèle de flou : flou de focus

Modèle de flou : flou de bougé

Restauration par filtrages

Agir sur l'ampli des pixels pour restituer le caractère informatif de l'image, classé en 2 deux grandes familles :

\rightarrow Le filtrage spatial.

\rightarrow Le filtrage fréquentiel

Filtrage spatial:

(4)

Filtrage linéaire

Filtrage non linéaire.

Filtrage linéaire stationnaire (cas continu)

Filtrage linéaire stationnaire (cas discret)

\Rightarrow Le prob de filtrage se transforme en un prob d'optimisation sous contrainte. La solut optimale est donnée

$$f_{opt} = \frac{R^{-1} e}{\| R^{-1} e \|}$$

matrice de cor
de b

cas de Wiener

restaurer les images floutées bruitées en adoptant une approche statistique dans le domaine des fréq spaciales. Il transforme le prob de restauration d'image en prob de minimisation au sens des moindres carrées.

Image observée $\rightarrow f = u * h + b$ bruit additif
réponse impulsionnelle de la dégradation.

(2)

Filtre de lissage: moyenneur

$$I_r[i,j] = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N h[m,n] I[i-m, j-n] \quad \text{avec } M, N = \dim(I) \\ + \dim(h) - 1$$

Filtre de lissage gaussien:

$$g(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

(1)

Lissage d'un bruit blanc gaussien

Lissage fréq d'un bruit blanc gaussien : filtre idéale passe-bas

Lissage fréq d'un bruit blanc gaussien : filtre bw

Masque du filtre passe-bas bw ds le domaine des fréquences. $D_0 = 50$

$$H(u,v) = \frac{1}{1 + (\sqrt{2} - 1) * \left(\frac{D(u,v)}{D_0}\right)^2}$$

$$D(u,v) = \sqrt{u^2 + v^2}$$

Lissage fréq d'un bruit blanc gaussien : filtre gaussien

Filtre de rehaussement des contours

Utilisé pour rehausser les contours, augmenter la netteté et réduire le flou, il a comme inconv l'accentuation du bruit. et il cherche à renforcer les détails de l'image.

Accentuation des hautes fréq par des filtres fréquentiels.
Le filtre idéal passe-haut $H(u,v) = \begin{cases} 0 & D(u,v) < D_0 \\ 1 & D(u,v) > D_0 \end{cases}$

en prenant $A + H(u,v)$ comme exp du filtre d'accentuation des HF, on améliore la netteté de l'image

Accentuation des HF par des filtre fréq : FBW.

Filtrage non-linéaire : Dé-bruitage par un filtre médian

Filtrage inverse :

utilisé quand la source de dégradation de l'image est connue a priori

Filtrage inverse Algorithme de Van Cittert :

Pour résoudre le prob de l'estimation de la réponse impulsionnelle Van Cittert a proposé un algo pr ce faire.