# Formation et Analyse d'Images

James L. Crowley

ENSIMAG 3 Premier Sémestre 2010/2011

Séance 5 15novembre 2010

# Détection et Description de Contraste

**Plan de la Séance :**

# Apparence dans les Images : Chrominance et Luminance

L'information codé par un pixel couleur peut etre decomposé en Luminance et le Chrominance.

Par example, pour la détection du peau, il est fréquent de voir

L'axe luminance, L, peut défini par

$$L = R + V + B$$

Normalisation par la luminance laisse deux axes chromatiques : r, v

$$c_1 = r = \frac{R}{R+V+B} \qquad c_2 = v = \frac{V}{R+V+B}$$

Une autre codage fréquente est une codage en "couleur opposée", par exemple :

$$L = \frac{R+G+B}{3}, \qquad c_1 = \frac{R-G}{2} \quad \text{et} \quad c_2 = \frac{R+G}{2} - B.$$

$$\begin{pmatrix} L \\ C_1 \\ C_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.33 & 0.33 & 0.33 \\ 0.5 & -0.5 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

Le composant "chrominance" $p(\lambda)$ est déterminé par la composition du spectre de la source et le spectre d'absorption des pigments de la surface. Si le spectre de la source est constant, la chrominance indique l'identité de l'objet.

La chrominance $C = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix}$ est une signature pour l'object.

La chrominance peut être définit par plusieur codages.

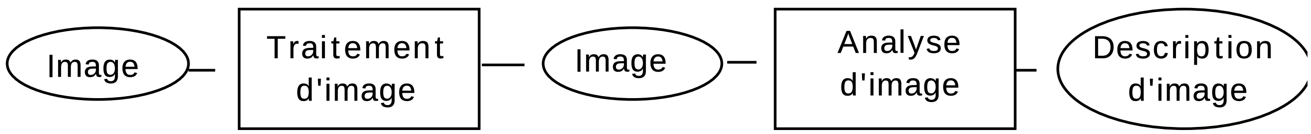
Linformation dans la luminance est codé par les variations : c-a-dire la contraste :
Le **<u>Contraste</u>** est une variation en intensité dans une image du en parti par les variations dans l'orientation de la surface.

$$R(i, e, g, \lambda) \qquad \text{Cos}(i)$$

Les variations de normale des surface sont traduite par les variations en intensité, c-a-dire le contraste.

# Le Détecteur de Contraste de Roberts

La détection de contraste s'organise en deux étapes :




Une bon exemple est le detecteur proposé par L. Roberts

2-D : Détecteur de Roberts (1962)

$$m_1(i, j) = \boxed{\begin{matrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{matrix}} \qquad m_2(i, j) = \boxed{\begin{matrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{matrix}}$$

Corrélation : Pour n = 1, 2

$$E_n(i, j) = p * m_n = \sum_{k=0}^{1} \sum_{L=0}^{1} p(i-k, j-L)\, m_n(k, L)$$

Module de contraste :

$$E(i, j) = \sqrt{E_1(i, j)^2 + E_2(i, j)^2}$$

Direction de contraste (phase) :

$$\varphi(i, j) = \mathrm{Tan}^{-1}\left(\frac{E_2(i, j)}{E_1(i, j)}\right) + \frac{\pi}{4}$$

Mais le détecteur de Roberts est très sensible au bruit de haute fréquence
de source électronique et photo-optique.
Un tel bruit peut être réduit par un filtrage passe bas .

Pour garder la symétrie (fonction paire), réponse impulsionnelle considérée à $\pm\frac{1}{2}$

$$M_1(u, v) = \sum_{m=-1/2}^{1/2} \sum_{n=-1/2}^{1/2} m_1(m, n)\, e^{-j(mu+nv)}$$

$$M_1(u, v) = +1\, e^{\,j(0.5u + 0.5v)} - 1 e^{-j(0.5u + 0.5v)}$$

$$M_1(u, v) = 2j \sin( 0.5u + 0.5v)$$

# Le détecteur de Sobel

(Duda - Hart 1972) :

Un détecteur de contraste très populaire.

$$m_0(i, j) = \boxed{\begin{matrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{matrix}} \qquad m_{90}(i, j) = \boxed{\begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix}}$$

Corrélation : Pour n = 1, 2

$$E_n(i, j) = p * m_n = \sum_{k=0}^{1} \sum_{L=0}^{1} p(i-k, j-L)\, m_n(k, L)$$

Comme avec Robert, le module et l'orientation sont calculés par le module et la direction :

Module du contraste :

$$E(i, j) = \sqrt{E_0(i, j)^2 + E_{90}(i, j)^2}$$

Direction de contraste (phase) :

$$\varphi(i, j) = \mathrm{Tan}^{-1}\left(\frac{E_{90}(i, j)}{E_0(i, j)}\right)$$

Ce filtre peut être vu comme une convolution de deux composantes :

$$m_0(i, j) = \underset{\text{(lissage)}}{\boxed{\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{matrix}}} \quad \underset{\text{(dérivée)}}{\boxed{-1\ 0\ 1}} \qquad m_{90}(i, j) = \underset{\text{(dérivée)}}{\boxed{\begin{matrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{matrix}}} \quad \underset{\text{(lissage)}}{\boxed{1\ 2\ 1}}$$

# Lissage : Les Filtres Binomiaux

Le suite binomial est composé des coefficients du polynôme :

$$(x + y)^n = \sum_{m=-n/2}^{n/2} b_{m,n}\, x^{n-m}\, y^m$$

$$b_{m,n} = b_n(m) = [\,1, \;\; 1\,]^{*n} = \binom{n}{m} = \frac{n!}{(n-m)!\, m!}$$

Les coefficients du suite binomial sont générés par le triangle de Pascal :

| | Level (n) | Sum | Variance ( $\sigma_n^2$ ) | Std. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 1 | 1 | 2 | 1 / 4 | 1/2 |
| 1 2 1 | 2 | 4 | 1 / 2 | √2/2 |
| 1 3 3 1 | 3 | 8 | 3/4 | √3/2 |
| 1 4 6 4 1 | 4 | 16 | 1 | 1 |
| 1 5 10 10 5 1 | 5 | 32 | 5/4 | √5/2 |
| 1 6 15 20 15 6 1 | 6 | 64 | 6/4 | √6/2 |
| 1 7 21 35 35 21 7 1 | 7 | 128 | 7/4 | √7/2 |
| 1 8 29 56 70 56 29 8 | 8 | 256 | 2 | √2 |

Ces coefficients forment des filtres "discrète" avec des propriétés remarquables.

Ce sont les coefficients de la meilleure approximation du filtre Gaussien
sujets aux contraintes d'être discrets et finis.

Filtres binomiaux : $b_n (m) = b_1(m)^{*n} = [\,1, \;\; 1\,]^{*n}$ = n convolution de [1, 1]

Gain : $\sum b_n = 2^n$

Variance : $\mathrm{Var}\{b_n(m)) = n * \mathrm{Var}\{b_1(m)\} = \frac{n}{4}$

$$\mathrm{Var}\{b_n(m)\} = \frac{1}{2^n} \sum_{m=0}^{n-1} b_n(m)\, (m-\frac{n}{2})^2$$

exemple:

$$\mathrm{Var}\{[1, 1]\} = \frac{1}{2} \{ (1\, (\frac{-1}{2})^2 + 1\, (\frac{1}{2})^2\} = \frac{1}{2} (\frac{1}{4} + \frac{1}{4}) = \frac{1}{4}$$

Les filtres binomiaux sont des filtres Gaussiens "finis et discrets" de taille $\sigma_n^2 = n/4$.

Fonction de Transfert : $B_n(\omega) = [2 \cos(\frac{\omega}{2})]^n$

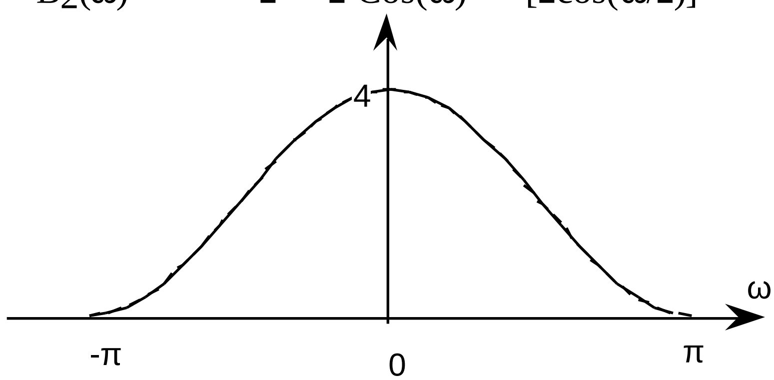
Pour n paire : $B_n(\omega) = [2 + 2 \operatorname{Cos}(\omega)]^{n/2}$

# La fonction de transfert des filtres binomiaux

La fonction de transfert des binomiaux peut être calculée facilement à la main
Exemple

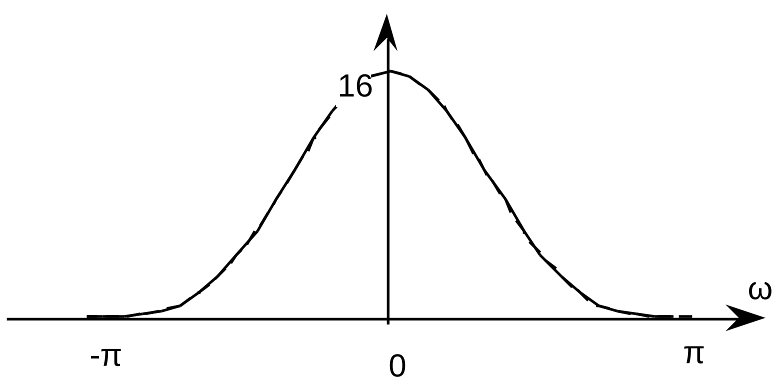
$b_2(m) = [\ 1\ 2\ 1\ ]$ (Deuxième filtre Binomial)

$$B_2(\omega) = 1\, e^{j\omega(-1)} + 2\, e^{j\omega(0)} + 1\, e^{j\omega(1)}$$
$$= 2 + e^{j\omega} + e^{-j\omega}$$
$$B_2(\omega) = 2 + 2 \operatorname{Cos}(\omega) = [2\cos(\omega/2)]^2$$




$b_4(m) = [1\ 1]^{*4} = [1\ 4\ 6\ 4\ 1]$

$$B_4(\omega) = 6 + 8\cos(\omega) + 2\cos(2\omega) = [2 + 2 \operatorname{Cos}(\omega)]^2$$




En 2D, les binomials sont separables et symmetrique circulaire.

en 2-D $b_2(i, j) = \boxed{\begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{matrix}} = \boxed{\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{matrix}} \quad \boxed{1\ 2\ 1}$

## Les filtres de différence

Pour une fonction, s(t)

$$\frac{ds(t)}{dt} \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \left\{ \frac{s(t) - s(t-\Delta t)}{\Delta t} \right\}$$

Pour un signal numérique, s(n), la limite n'existe pas.

$$\Delta n = 2 : \quad \frac{\partial s(n)}{\partial n} = \frac{s(n) - s(n-2)}{2}$$

Ceci est équivalent à $s(n) * [\frac{1}{2}, 0, -\frac{1}{2}] = s(n) * (\frac{1}{2} \cdot [1, 0, -1])$

$$\Delta n = 1 : \quad \frac{\partial s(n)}{\partial n} = \frac{s(n) - s(n-1)}{1}$$

Ceci est équivalent à $s(n) * [1, -1]$

L'alternatif au dérivées de Gaussienne est les filtres de différence.
Ils ont l'avantage de taille.

## Filtres et dérivées

La Transformé de Fourier d'une dérivée a une fonction est

$$\mathcal{F}\left\{\frac{\partial s(t)}{\partial t}\right\} = -2\pi j\, \omega\, \mathcal{F}\{f(t)\}$$

et donc $\frac{\partial s(t)}{\partial t} = \mathcal{F}^{-1}\{-2\pi j\, \omega\, f(t)\} = \mathcal{F}^{-1}\{-2\pi j\, \omega\} * \mathcal{F}^{-1}\{f(t)\}$

Donc, une dérivée est un FILTRE avec une fonction de transfert $-2\pi j\, \omega$

$$\frac{\partial f(t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} * s(t) = \mathcal{F}^{-1}\{-2\pi j\, \omega\} * s(t)$$

Les filtres linéaires sont associatifs, distributifs et commutative.

$\mathcal{F}^{-1}\{-2\pi j\, \omega\}$ a une durée infinie. Mais on peut faire une approximation de durée finie par

$$d(n) = [-1, 0, 1]$$

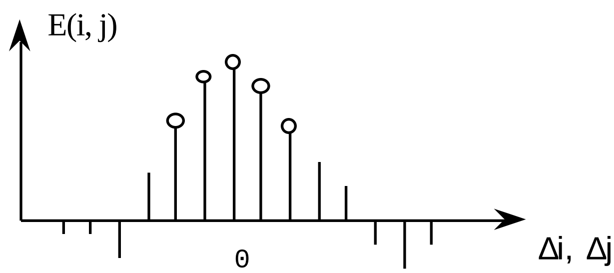
# Détection des Pics dans le module du Gradient

Points de contraste : un extremum local en $E(i, j)$.

les <u>points</u> de contraste : $C(i, j)$
pour le gradient de la magnitude $E(i, j)$ et orientation $\theta(i, j)$

Sur chaque point :

1) Déterminer le vecteur de la direction du maximum du gradient
2) Déterminer si le pixel $E(i, j)$ est un extremum dans la direction du gradient




$$C(i, j) = \begin{cases} 1 & E(i, j) > Thr \text{ et } \\ & E(i-\Delta i, j-\Delta j) \leq E(i, j) \geq E(i+\Delta i, j+\Delta j) \\ 0 & \text{Sinon.} \end{cases}$$

ou $\Delta i = \mathrm{Round}(\cos(\theta(i, j))) = \mathrm{Round}(E_i(i,j)/E(i,j))$
et $\Delta j = \mathrm{Round}(\sin(\theta(i, j))) = \mathrm{Round}(E_j(i,j)/E(i,j))$

<u>ensuite</u> :
- Construire un graphe des "chaînes" des points de contraste
- Décrire les chaînes avec les segments et courbes.

<u>Techniques</u>:

1) Balayage des lignes et colonnes avec une extraction
2) Suivi des "crêtes" de contraste
3) La transformé de Hough