

Des invariants affines pour la discrimination des images et des surfaces couleurs

Ahmed EL OIRRAK^{1&2} Driss ABOUTAJDINE² Mohamed DAOUDI³

¹Faculté des sciences Semlalia, dépt Informatique, Marrakech, Maroc, BP: 2390
oirrak@yahoo.fr, oirrak@ucam.ac.ma

² Faculté des sciences – LEESA-GSCM, Rabat – Maroc, BP : 1014
aboutaj@fsr.ac.ma

³ ENIC/INT, Cité scientifique - Rue Guglielmo Marconi- Villeneuve d'Ascq cedex – France.
daoudi@enic.fr

Résumé

On dispose de plusieurs configurations qui sont obtenues par un ensemble de transformations. Un invariant est alors une quantité numérique calculée à partir de chaque configuration qui garde la même valeur lorsque la configuration est transformée par un des éléments de l'ensemble des transformations. Dans ce travail l'ensemble des transformations considéré est le Groupe Général Affine et les invariants calculés, en utilisant des Séries de Fourier et une fonction couleur comme paramètre, seront alors appelés des invariants affines. Les configurations sont des images ou des surfaces couleurs.

Mots clefs

Séries de Fourier (SF), Invariants Affines, paramètre couleur.

1 Introduction

Il s'agit de trouver une description affinement invariante pour des images ou des surfaces couleurs.

Dans le cas des images, la plus part des approches décrivent les signatures d'une image par un seul attribut, comme la couleur [1], [2], la texture [3], [4] ou la forme [5], [6], [7]. Le groupe de transformations considéré est en général celui de similitude (rotation, translation, et facteur d'échelle).

Dans les résultats expérimentaux, nous donnerons un exemple où les images ont le même histogramme de couleurs mais pas les mêmes formes. Ce qui met en défaut les méthodes basées uniquement sur la couleur.

Brady et al[8] et Besl et Jain[9] utilisent la courbure moyenne et la courbure Gaussienne d'une surface comme invariants. Ces caractéristiques sont invariantes uniquement sous l'action d'une rotation ou d'un déplacement dans l'espace.

Dans cette application nous intégrons deux attributs de l'image ou de la surface (la forme et la couleur) pour l'extraction d'invariants sous l'action du groupe des affinités.

2 Invariants affines pour l'image couleur

2.1 Représentation de l'image

Etant donné une image, nous avons choisi de la représenter par les coordonnées cartésiennes (x, y) et les trois couleurs $(R(x, y), G(x, y), B(x, y))$ de ses pixels.

Sous l'action d'une transformation affine, les couleurs d'un point (x, y) restent inchangées ou elles sont multipliées par un facteur constant ou variable (variation uniforme ou non uniforme de l'intensité) tandis que la position du point (x, y) se transforme linéairement sous l'action d'une affinité en un autre point (\tilde{x}, \tilde{y}) donné par:

$$\begin{pmatrix} \tilde{x} \\ \tilde{y} \end{pmatrix}^t = A \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}^t + B$$

où A est une matrice affine 2×2 , et B est un vecteur de translation.

2.2 Invariants affines combinant la forme et la couleur

L'idée comporte trois étapes:

Etape 1 : choix d'une fonction couleur par exemple

$$\tau = \frac{R(x, y)G(x, y)B(x, y)}{R^3(x, y) + G^3(x, y) + B^3(x, y)}$$

Etape 2 : construction de deux nouvelles fonctions

$$f_1 : \tau \rightarrow x(\tau) \text{ et } f_2 : \tau \rightarrow y(\tau)$$

Etape 3 : développement en SF de f_1 et f_2

$$FS(x(\tau)) = C_0^{(x)} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(C_n^{(x)} e^{jn\pi\tau} + C_{-n}^{(x)} e^{-jn\pi\tau} \right)$$

$$FS(y(\tau)) = C_0^{(y)} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(C_n^{(y)} e^{jn\pi\tau} + C_{-n}^{(y)} e^{-jn\pi\tau} \right)$$

où

$$C_n^{(x)} = \frac{1}{2} \int_{\tau} x(\tau) \exp(-jn\pi\tau) d\tau$$

$$C_n^{(y)} = \frac{1}{2} \int_{\tau} y(\tau) \exp(-jn\pi\tau) d\tau$$
(1)

Etape 4 : en utilisant uniquement les coefficients a_n et b_n on peut construire les deux invariants relatifs suivants:

$$A_{nm} = \begin{vmatrix} a_n^{(x)} & a_m^{(x)} \\ a_n^{(y)} & a_m^{(y)} \end{vmatrix} \quad B_{nm} = \begin{vmatrix} b_n^{(x)} & b_m^{(x)} \\ b_n^{(y)} & b_m^{(y)} \end{vmatrix}$$

Comme conséquence

$$I_m = \frac{A_{n_0 m}}{A_{n_0 m_0}} \quad \text{et} \quad J_m = \frac{B_{n_0 m}}{B_{n_0 m_0}}$$
(2)

où n_0 et m_0 sont deux indices fixes, forment un ensemble d'invariants absolus et

$a_n^{(x)} = \text{partie réelle}(C_n^{(x)})$ et $b_n^{(x)} = \text{partie imaginaire}(C_n^{(x)})$

Remarque : il est possible de construire d'autres invariants à partir des coefficients donnés en (1). L'erreur entre invariants est donnée par :

$$\text{erreur} = \sum_m (I_m - \tilde{I}_m)^2 + (J_m - \tilde{J}_m)^2$$

2.3 Résultats expérimentaux

Cas 1 : images liées par une affinité



Figure 1 - a) Image 1.a, b) Image 1.b

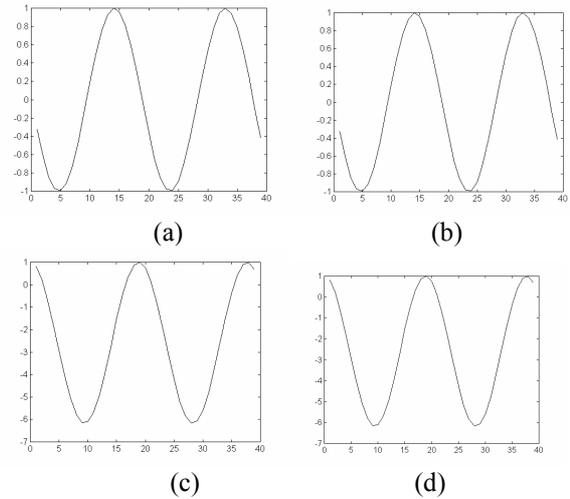


Figure 2 - Invariants descripteurs: a) Graphe de I_m pour image 1.a, b) Graphe de I_m pour image 1.b c) Graphe de J_m pour image 1.a, d) Graphe de J_m pour image 1.b, ($n_0=1$ et $m_0=10$).

Cas 2 : des images de même histogrammes de couleurs mais n'ayant pas les mêmes formes



Figure 3 - drapeau de Nigeria

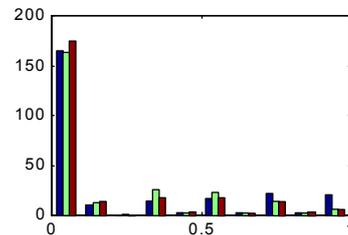


Figure 4 - Histogramme de RGB

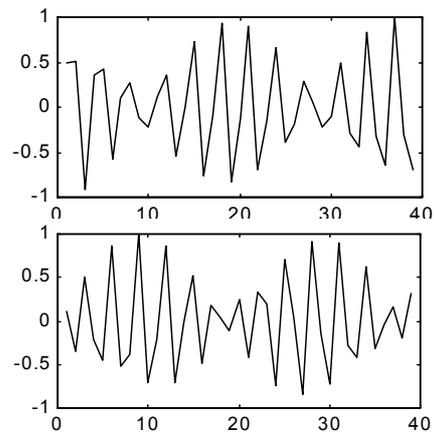


Figure 5 - allures de I_m et J_m



Figure 6 - drapeau de Norfolk Island

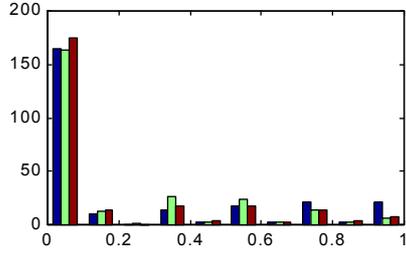


Figure 7 - Histogramme de RGB

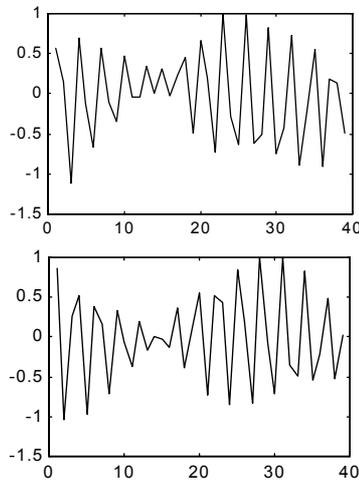


Figure 8 - allures de I_m et J_m

3 Invariants affines pour la surface couleur

3.1 Introduction

Cette section peut être considérée comme une extension de la section 2.

En effet dans ce travail on traite les objets (3D) représentés par des surfaces couleurs et qui sont sujets à des transformations affines (3D).

3.2 Paramétrique surface

Sous l'action d'une transformation affine $A(3 \times 3)$, et un vecteur de translation B la surface S se transforme en une autre surface \tilde{S} paramétrique donnée par :

$$\tilde{S} = AS + B$$

Pour retrouver les invariants, nous devons chercher une fonction f qui satisfait $f(S) = f(\tilde{S})$

Les valeurs de cette fonction sont appelées descripteurs invariants.

Utilisant la fonction couleur définie par:

$$\tau = \frac{R(u, v)G(u, v)B(u, v)}{R^3(u, v) + G^3(u, v) + B^3(u, v)}$$

On construit les trois fonctions suivantes:

$$I : \tau(u, v) \rightarrow x(u, v),$$

$$J : \tau(u, v) \rightarrow y(u, v) \text{ et } L : \tau(u, v) \rightarrow z(u, v)$$

Ensuite on effectue un développement en Séries de Fourier de I, J et L de la manière suivante:

$$FS(I) = a_0^{(I)} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(c_n^{(I)} e^{jn\pi\tau} + c_{-n}^{(I)} e^{-jn\pi\tau} \right)$$

$$FS(J) = a_0^{(J)} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(c_n^{(J)} e^{jn\pi\tau} + c_{-n}^{(J)} e^{-jn\pi\tau} \right)$$

$$FS(L) = a_0^{(L)} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(c_n^{(L)} e^{jn\pi\tau} + c_{-n}^{(L)} e^{-jn\pi\tau} \right)$$

où

$$C_n^{(I)} = \frac{1}{2} \iint_{u,v} x(u, v) \exp(-jn\pi\tau(u, v)) du dv$$

$$C_n^{(J)} = \frac{1}{2} \iint_{u,v} y(u, v) \exp(-jn\pi\tau(u, v)) du dv$$

$$C_n^{(L)} = \frac{1}{2} \iint_{u,v} z(u, v) \exp(-jn\pi\tau(u, v)) du dv$$

(3)

On construit l'invariant relatif, basé sur trois complexes coefficients m, n et p

$$C_{mnp} = \begin{vmatrix} c_m^{(x)} & c_n^{(x)} & c_p^{(x)} \\ c_m^{(y)} & c_n^{(y)} & c_p^{(y)} \\ c_m^{(z)} & c_n^{(z)} & c_p^{(z)} \end{vmatrix}$$

comme conséquence :

$$I_m = \frac{C_{mn0p_0}}{C_{m_0n_0p_0}} \quad (4)$$

définit un invariant absolu, où m_0, n_0 et p_0 sont trois indices fixes.

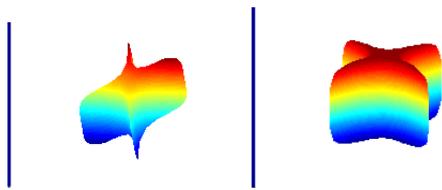


Figure 9 - Une forme et sa transformée

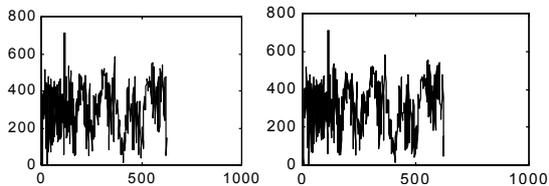


Figure 10 - Invariant I_m pour l'originale et la transformée

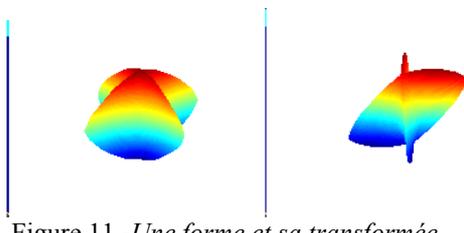


Figure 11 - Une forme et sa transformée

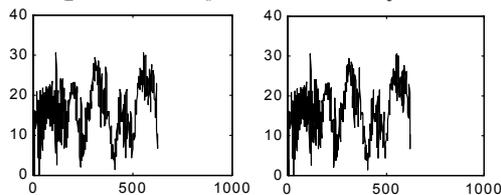


Figure 12 - Invariant I_m pour l'originale et la transformée

4 Conclusion

Dans cette communication nous avons présenté une description affinement invariante, utilisant la forme et la couleur, pour les images et les surfaces.

Les résultats expérimentaux sur images réelles et surfaces synthétiques montrent la validité des approches proposées.

Références

- [1] B. M. Mehre et al. Color matching for image retrieval, *Pattern recognition Letters*, 16, March 1996.
- [2] M. Swain and D. Ballard. Color indexing. *Int. Journal of Computer Vision*, 7 (1), 1991.
- [3] C. Schmid and R. Mohr. Combining greyvalue invariants with local constraints for object recognition. In *IEEE Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'96)*, San Francisco, June 1996.
- [4] W.Y. Ma and B.S. Manjunath. Texture-based pattern retrieval from image databases. *Multimedia Tools and Applications*, 1 (2), 1996.
- [5] R. Mehrota and J. Gray. Shape-similar retrieval in shape data management. *IEEE Computer*, 28 (9), 1995.
- [6] A. Del Bimbo and P. Pala. Image indexing using shape-based visual features. In proceedings of 13th *International Conference on Pattern Recognition*, Vienna, Austria, 1996.
- [7] A. El oirrak, M. Daoudi, D. Aboutajdine, Affine Invariant Descriptors Using Fourier series, *Pattern Recognition Letters*, Vol 23, N°10, pp. 1109-1118, August 2002.
- [8] A. H. Barr, Superquadrics and angle-preserving transformations, *IEEE Computer Graphics and applications*, Vol. 1, pp. 11-23, January 1981.
- [9] P. J. Besl and R.C. Jain, Invariant surface characteristics for 3D object recognition in range images, *Comput. Vision, Graphics, Image Process.* 33, pp. 33-80 1986.