

# Discrimination d'objets 2D ou 3D utilisant des histogrammes polaires ou sphériques

Ahmed EL OIRRAK<sup>1</sup>

Driss ABOUTAJDINE<sup>2</sup>

Mohamed

DAOUDI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculté des sciences Semlalia, dept Informatique, Marrakech, Maroc, BP: 2390

<sup>2</sup>Faculté des sciences – LEESA-GSCM, Rabat – Maroc, BP : 1014

<sup>3</sup>ENIC/INT, Cité scientifique - Rue Guglielmo Marconi- Villeneuve d'Ascq cedex – France.

{oirrak@yahoo.fr, oirrak@ucam.ac.ma, aboutaj@fsr.ac.ma, daoudi@enic.fr}

## Résumé

*Le problème des invariants se pose de la façon suivante : on dispose d'un ensemble de configurations qui sont transformées par des éléments d'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 des similitudes.*

*Les invariants utilisés sont la densité polaire pour la discrimination d'objets 2D, et la densité sphérique pour le cas 3D. La correspondance entre deux objets s'effectue par mesure de similarité.*

*Les configurations sont les images dans le cas 2D et les surfaces pour le cas 3D. L'avantage majeur de cette approche est l'obtention d'une représentation invariante est normalisée pour deux objets ayant la même forme à une similitude près. Le problème de point de départ sur l'objet est résolu par la transformée de Fourier.*

## Mots clefs

Invariance, Densité polaire, Densité sphérique, Mesure de similarité

## 1 Introduction

Dans un travail précédent [1] nous avons utilisé des invariants affines pour la discrimination des images et des surfaces couleurs.

Dans ce travail on utilise la densité polaire pour la discrimination d'objets 2D, et pour le cas 3D c'est la densité sphérique.

Par densité polaire nous signifions le nombre de points possédant le même angle polaire et par densité sphérique

nous signifions le nombre de points possédant le même rayon sphérique.

L'avantage des deux représentations est d'éviter le calcul des dérivées et se base sur la notion élémentaire d'histogramme. Cette avantage nous différencie, en particulier pour la représentation surfacique, par rapport aux travaux [2].

La reconnaissance est effectuée par la mesure de similarité entre densités d'un objet et sa transformée.

L'avantage majeur de cette approche est l'obtention d'une représentation invariante est normalisée pour deux objets ayant la même forme à une similitude près. Le problème de point de départ sur l'objet est résolu par la transformée de Fourier.

La suite du papier est organisée de la manière suivante : section 2 et 3 sont consacrés pour la définition des densités polaires et sphérique. Section 4 présente la mesure de similarité utilisée. Les résultats expérimentaux font l'objet de la dernière section.

## 2 Densité polaire

L'histogramme de l'angle polaire est utilisé pour définir la probabilité qu'un pixel a une certaine valeur  $\theta$  comme angle polaire.

Tout simplement il faut compter le nombre de pixels  $n(\theta)$  ayant comme angle polaire  $\theta$  et normalisé par le nombre  $N$  total de pixels (pixels de l'arrière plan ne sont pas considérés) :

$$p(\theta) = n(\theta) / N \quad (1)$$

Notons que  $p(\theta)$  prend ces valeurs entre 0 and 1, et que

$$\sum_{\theta=-\pi}^{\pi} p(\theta) = 1$$

### 3 Densité sphérique

Pour le cas 3D (les objets sont des surfaces) et on adoptons la représentation sphérique, l'histogramme pour le rayon sphérique  $r$  est construit. Si  $n(r)$  est le nombre de points possédant  $r$  comme rayon sphérique et  $N$  le nombre total de points (uniquement les points du surface objet sont considérés) alors la probabilité ou densité est défini par :

$$P(r) = n(r)/N \quad (2)$$

### 4 Mesure de similarité

Après avoir défini les densités polaires ou sphériques comme des descripteurs invariants sous l'action d'une rotation, changement d'échelle et translation. Nous avons besoin de définir une métrique entre deux signatures  $S$  et  $\tilde{S}$ . La distance euclidienne est utilisée ici comme une métrique et elle est définie par :

$$D(S, \tilde{S}) = \sum_i (S(i) - \tilde{S}(i))^2 \quad (3)$$

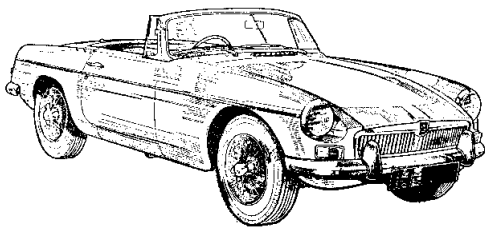
Une signature représente soit le vecteur densité polaire soit le vecteur densité sphérique.

### 5 Résultats expérimentaux

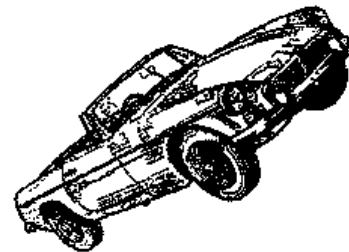
#### Cas 2D

Ici l'angle  $\theta$  peut prendre 25 valeurs discrètes dans l'intervalle  $[-\pi, \pi]$ .

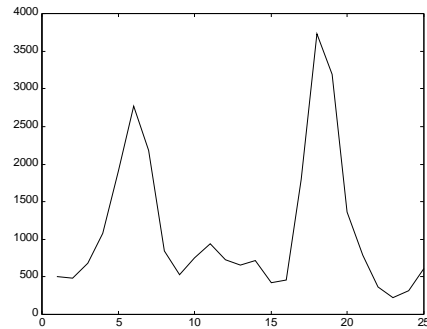
La densité polaire est invariante sous l'action d'une rotation ou translation mais non au pixel de départ sur l'image. Pour résoudre ce problème on prend la valeur absolue de la transformée de Fourier de cette densité comme invariant. Voir figures 1.c et 2.c.



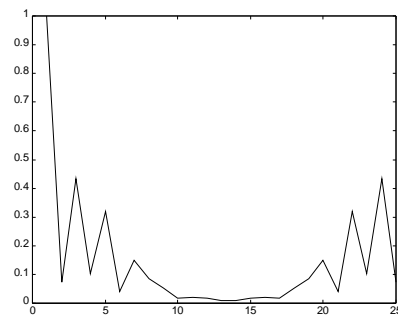
(a)



(a)

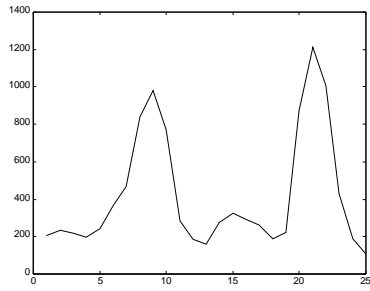


(b)

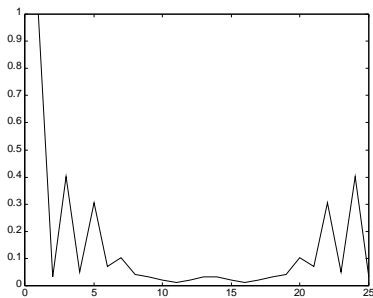


(c)

Figure 1: a) Image de taille  $(301 \times 636)$ , b) Sa densité polaire, c) La transformée de Fourier de la densité



(b)



(c)

Figure 2 - a) Image transformée de taille(262×286), b) Sa densité polaire, c) La transformée de Fourier

La similarité entre courbes données en fig1.c et fig2.c est égal à 0.003 ce qui prouve la propriété d'invariance.

### Cas 3D

Dans ce cas on utilise des superquadriques [3] avec différentes facettes (figures 3, 7 et 9), le point de départ est identique pour tous les superquadriques, pour cette raison pas de transformée de Fourier. Par contre on vérifie bien l'invariance sous différents échantillonnages (figures 3 jusqu'au 10).

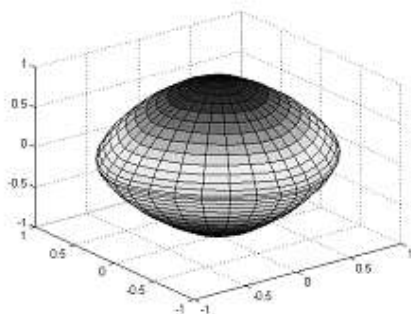


Figure 3 – Surface de test (32×32×32)

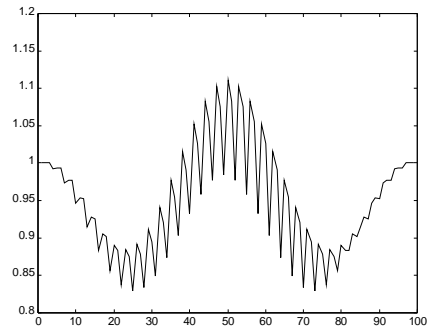


Figure 4 – Densité sphérique

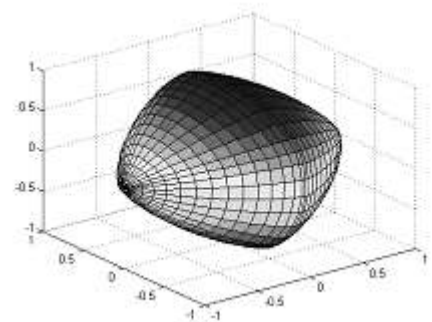


Figure 5 – Surface transformée (32×32×32)

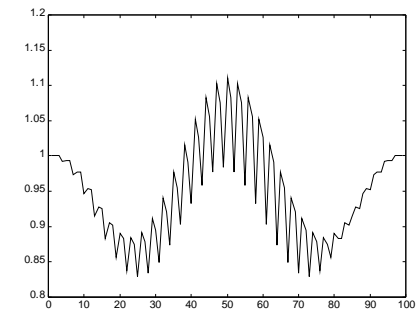


Figure 6 – Densité sphérique

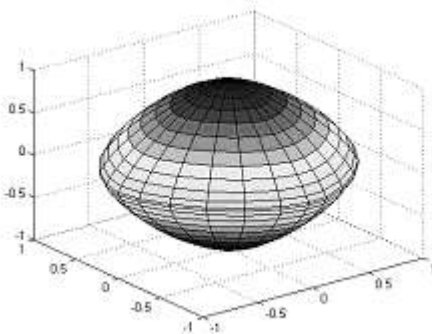


Figure 7– Surface de test (25×25×25)

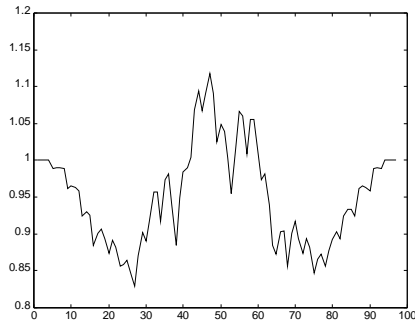


Figure 8 – Densité sphérique

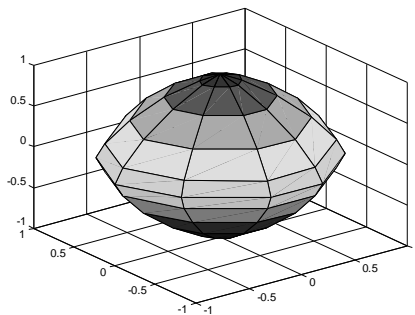


Figure 9– Surface échantillonnée à  $(10 \times 10 \times 10)$

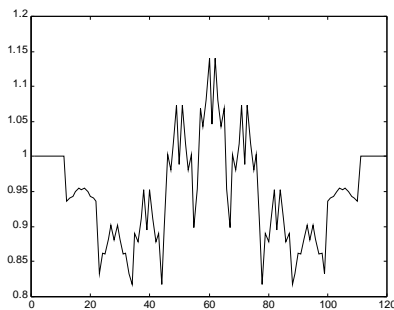


Figure 10 – Densité sphérique

La mesure de similarité est donnée par le tableau suivant :

Couple de figures	Similarité
(fig 4, fig 6)	0.003
(fig 4, fig 8)	0.759
(fig 4, fig 10)	1.5

La forme suivante et sa densité sphérique (figures 11 et 12) permet de tester le pouvoir discriminant du densité sphérique.

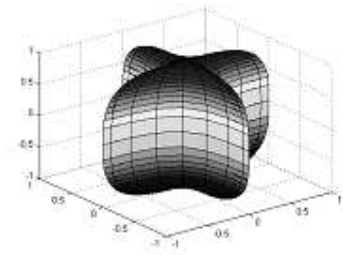


Figure 11 – Une autre surface de test

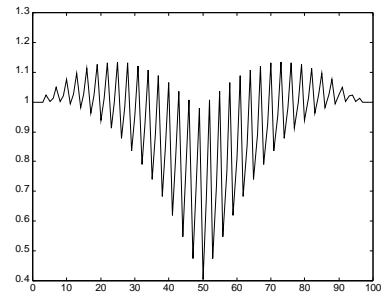


Figure 12 – Densité sphérique différentes des autres densités.

## 6 Conclusion

Ce travail donne un moyen simple pour la discrimination d'objets 2D ou 3D. Ainsi nous avons défini deux types de densité :

Densité polaire et densité sphérique.

Dans le futur on espère étendre cette approche pour la discrimination d'objets volumiques[4].

## Références

- [1] A. El oirak, D. Aboutajdine, M. Daoudi, Des invariants affines pour la discrimination des surfaces et des images couleurs, CORESA'03, pp. 81-84, Lyon 2003
- [2] A. H. Barr, Superquadrics and angle-preserving transformations, *IEEE Computer Graphics and applications*, Vol. 1, pp. 11-23, January 1981.
- [3] 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.
- [4] M. Zribi, H. Fonga and F. Ghorbel, Set of Invariants Features for three Dimensional Gray-Level Objects by Harmonic Analysis, 13 th ICPR'96, pp. 549-553, August 1996.