

# Suivi du gradient pour la localisation des caractéristiques faciales dans des images statiques

F.ABDAT, C.MAAOUI et A.PRUSKI

Laboratoire d'Automatiques des Systèmes Coopératifs LASC, ISEA université de Metz 7 rue Marconi  
57070 Metz

{ abdat,maaoui,alain.pruski }@univ-metz.fr

**Résumé** - Dans cet article, nous proposons une nouvelle approche pour la localisation des caractéristiques faciales d'une image contenant un visage frontal. La méthode utilisée est basée sur le suivi du gradient. Les résultats obtenus sur la base de données XM2VTSDB indiquent que l'algorithme proposé peut extraire les caractéristiques faciales d'une manière précise.

**Abstract** - In this paper, we propose a novel approach for the localization of facial features from frontal face images. Gradient Based method is used to localize the facial features. Results on the XM2VTSDB database indicate that the proposed algorithm can accurately extract facial features.

## 1. Introduction

La localisation des caractéristiques faciales est une étape importante dans beaucoup d'applications de vision par ordinateur. Par exemple, dans la reconnaissance de visage, l'extraction des caractéristiques faciales est nécessaire pour comparer deux images faciales. La caractéristique faciale peut être aussi utilisée pour tracer les expressions de visage d'un acteur pour automatiser la création de personnages graphiques dans l'informatisation des films ou des jeux électroniques. Beaucoup de méthodes d'extraction de caractéristiques faciales utilisent les informations de la couleur [03, 04,12]. Ces méthodes ont une limite évidente. Elles travaillent seulement avec des images en couleur et les changements d'illumination peuvent affecter leurs résultats. Il y a quelques méthodes d'extraction de caractéristique faciales basées sur les informations de gradient qui sont efficacement aux changements d'illumination [02,06,11]. Dans cet article, nous proposons une nouvelle méthode basée sur l'approche de gradient pour la localisation des caractéristiques faciales, où ces dernières présentent le haut niveau qui décrit les aspects des yeux et de la bouche. La section 2 fournit une vue détaillée de l'approche proposée (figure 1) et une discussion des différentes parties. La section 3, présente une première étape de modélisation basée sur la détection des coins, suivie par une conclusion générale.

## 2. Méthode développée

Pour la localisation des caractéristiques faciales, nous localisons d'abord leurs axes horizontaux, puis nous délimitons la zone de chacun en appliquant un modèle géométrique. Ce dernier suppose que les distances verticales entre les yeux et le nez et entre les yeux et la bouche sont proportionnelles à la distance horizontale entre les deux centres des yeux  $D$ . Les distances liées à ce modèle sont décrites dans [05]. La méthode proposée est composée des étapes suivantes:

### *Localisation :*

- Détection du visage
- Localisation de l'axe des yeux,
- Localisation de l'axe médian,
- Localisation de l'axe du nez,
- Localisation de l'axe de la bouche,
- Application du modèle géométrique,

### *Modélisation :*

- Détection de coins

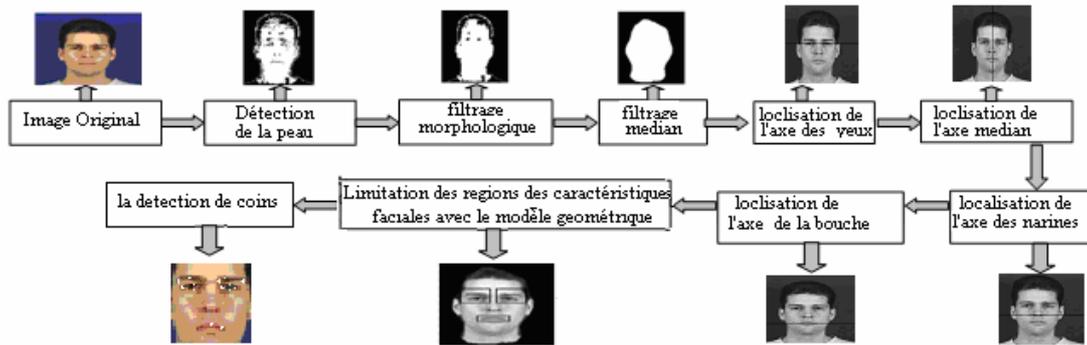


FIG.1 - Schéma descriptif du diagramme de l'approche proposée

## 2.1 Détection de visage

Pour la détection de visage, nous avons opté pour la détection de pixels qui ont la couleur de la peau. Différents espaces couleur ont été utilisés. Nous avons choisi l'espace HSV qui donne des bonnes performances [08]. La figure 2 montre les résultats obtenus pour la détection de la peau sur un exemple de la base de données utilisée [07], suivi par un prétraitement morphologique et un filtre médian pour éliminer les fausses détections.

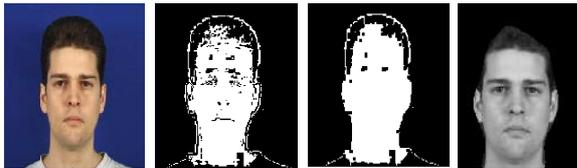


FIG. 2 - détection du visage

## 2.2 Localisation de l'axe des yeux

Pour déterminer l'axe des yeux, nous nous sommes basés sur le même principe présenté dans [01]. Nous avons calculé le gradient de toute l'image au lieu de calculer le gradient des axes des minimas de la projection horizontale de l'image d'origine en niveau de gris. Les étapes suivies sont :

1. Calcul du gradient de l'image  $I$  :  $\nabla I_x =$

$$\frac{\partial I}{\partial x} \vec{i} \quad (1)$$

2. Projection horizontale de l'image gradient :

$$HI_x(x) = \sum_{y=1}^n \nabla I_x(x, y) \quad (2)$$

3. Recherche du maximum de la projection du gradient  $HI_x$

La ligne qui contient les yeux correspond à la ligne qui a le maximum du gradient. Cette ligne correspond à plusieurs transitions : peau vers l'œil, blanc de l'œil vers l'iris, l'iris vers la pupille et la

même chose de l'autre côté. La figure 3 montre l'image gradient de l'image origine avec sa projection horizontale où nous remarquons que le maximum de la courbe correspond à l'axe des yeux.

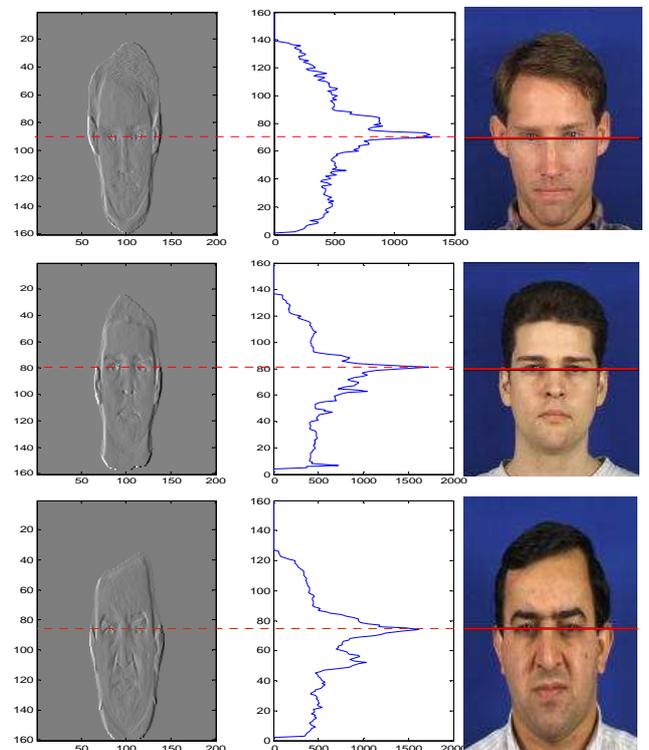


FIG. 3 - Localisation de l'axe de l'œil à partir du gradient de l'image.

## 2.3 Localisation de l'axe médian

Pour déterminer l'axe médian qui permet de couper le visage vertical en deux parties symétriques, nous cherchons la position du niveau de gris le plus élevé sur l'axe des yeux (figure 4). Nous pouvons noter que le maximum de la courbe correspond à l'axe médian parce qu'il correspond à la région qui contient le maximum de peau.

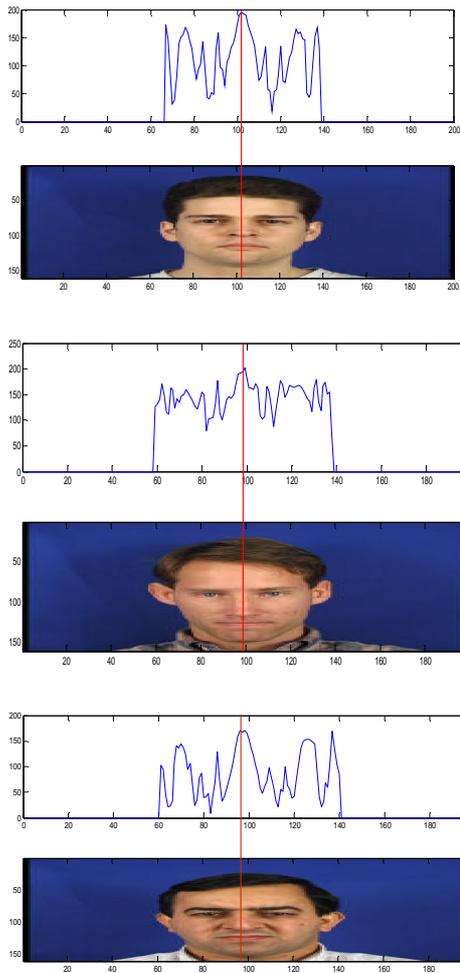


FIG. 4 - Les niveaux de gris de l'axe des yeux et la localisation de l'axe médian vertical.

## 2.4 Localisation de l'axe des narines

L'axe des narines correspond à la ligne qui a le plus fort gradient situé au-dessous de l'axe des yeux. Pour une localisation précise, nous avons opté pour la recherche du gradient le plus élevé (équation (2)) dans une fenêtre étroite, au-dessous de l'axe des yeux et autour de l'axe médian avec une largeur de 13 pixels (figure 5). La figure 6 montre les résultats obtenus pour la localisation de l'axe des narines.

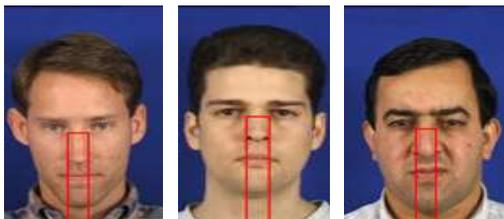


FIG. 5 - Localisation de la fenêtre contenant le nez.



FIG. 6 - Localisation de l'axe des narines.

## 2.5 Localisation de l'axe de la bouche

En se basant sur le même principe que l'étape précédente, l'axe de la bouche correspond à la ligne qui a le plus fort gradient situé au-dessous de l'axe des narines et qui se trouve à une distance  $D$  de l'axe des yeux, vérifiant le modèle géométrique. La figure 7 montre les résultats obtenus pour la localisation de l'axe de la bouche.



FIG. 7 - Localisation de l'axe de la bouche.

## 2.6 Application du modèle géométrique

### 2.6.1 Modèle géométrique

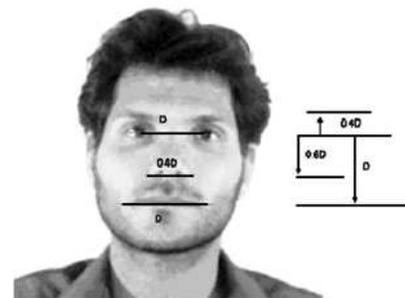


FIG. 8 - Le modèle géométrique du visage [05]

- La distance verticale entre les yeux et le centre de la bouche est  $D$ .
- La distance verticale entre les yeux et le centre des narines est  $0.6D$ .
- La largeur de la bouche est  $D$ .
- La largeur du nez est  $0.8D$ .
- La distance verticale entre les yeux et les sourcils  $0.4D$ .

### 2.6.2 Application

Une fois que l'axe des yeux et de la bouche sont localisés, nous appliquons le modèle géométrique de visage donné dans [05] (figure 8). La figure 9 montre les résultats obtenus pour l'extraction des

caractéristiques faciales sur quelques échantillons de la base de données XM2VTSDB [07]. Les yeux, la bouche et le nez sont localisés par des fenêtres rectangulaires.



FIG. 9 - Localisation des caractéristiques faciales

### 3. Détection des coins :

Comme une première étape de modélisation des caractéristiques faciales, nous avons opté pour la détection des coins dans les rectangles englobant. Pour cela nous nous sommes basés sur la représentation d'ondelettes de HAAR [10]. Sachant qu'un coefficient d'ondelette important correspond à un point dans l'image avec une variation importante (coin). La figure 10 montre quelques résultats de cette étape



FIG.10 – détection de coins

### 4. Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé une nouvelle approche qui peut automatiquement et simplement localiser les caractéristiques faciales pour des visages frontaux dans des images fixes. L'approche est basée sur le fait que les visages humains sont construits dans la même configuration géométrique. Pour modéliser le visage avec un modèle géométrique, nous avons utilisé un suivi du gradient pour localiser chaque caractéristique faciale du visage frontal sur un fond uni. Les résultats expérimentaux montrent une précision de localisation sans utilisation de l'information colorimétrique et indépendamment des conditions d'éclairage, couleur de la peau (figure 11-a) ou des accessoires : moustache, lunettes, barbes (figure 11-b). Elle présente ainsi une robustesse vis-à-vis des petits angles de rotation (figure 11-c). Dans le futur, nous envisageons d'améliorer l'approche proposée pour une application de reconnaissance d'expressions faciales en temps réel, et d'étudier la robustesse de cette méthode par rapport à l'angle de rotation du visage.



(a)



(b)



(c)

FIG.11 – Localisation des caractéristiques faciales dans des cas défectueux.

### Référence

- [01] F. Abdat, C. Maaoui and A. Pruski, « Facial features extraction for emotion recognition », International conference on Human Machine Interaction, Algérie, 2007.
- [02] Deng X., Chang C. H. and Brandt E. « A new method for eye extraction from facial image ». Proc. 2nd IEEE international workshop on electronic design, test and applications (DELTA), 2 no.4:29–34, Perth, Australia, 2004.
- [03] Kapmann M. and Zhang L. « Estimation of eye, eyebrow and nose features in videophone sequences ». International Workshop on Very Low Bitrate Video Coding (VLBV 98), pages 101–104, October Urbana, USA, 1998.
- [04] Ko J-G, Kim K-N and Ramakrishna R. S. « Facial feature tracking for eye-head controlled human computer interface ». IEEE TENCON, September Cheju, Korea, 1999.
- [05] Frank Y. Shih, Chao-Fa Chuang, « Automatic extraction of head and face boundaries and facial features ». Information Sciences 158 (2004) 117–130.
- [06] Maio D. and Maltoni D. « Real-time face location on grayscale static images ». Pattern Recognition, 33:1525–1539, 2000.
- [07] K. Messer, J. Matas, J. Kittler, J. Luetten, and G. Maitre, « XM2VTSbd: The Extended M2VTS Database », Proceedings 2nd Conference on AVBPA99, New York.
- [08] K. Sandeep and A.N. Rajagopalan, « Human Face Detection in Cluttered Color Images Using Skin Color and Edge Information », ICVGIP-2002 Proceeding.
- [09] Selin Baskan, M. Mete Bulut, Volkan Atalay, « Projection based method for segmentation of human face and its evaluation », Pattern Recognition Letters 23(2002) 1623–1629.
- [10] Stollnitz, E. J.; Deroose, T. D.; Salesin, D. H., « Wavelets for Computer Graphics ». Morgan Kaufmann, Publishers, Inc., San Francisco, CA. ; 1996.
- [11] Tsekeridou S. and Pitas I. « Facial feature extraction in frontal views using biometric analogies ». Proc. 9th European Signal Processing Conference, 1:315–318, September 8–11 Island of Rhodes, Greece, 1998.
- [12] Zhang Z., Lyons L., Schuster M. and Akamatsu S. « Comparison between geometry-based and gabor wavelets-based facial expression recognition using multi-layer perceptron ». Proc. Automatic Face and Gesture Recognition, pages 454–459, Japan, 1998.