

# Déformation faciale basée sur la paramétrisation MPEG4

Bordjiba Yamina  
Université 8 Mai 1945-  
Guelma  
LabSTIC  
Guelma, Algérie  
[bordjiba\\_yamina@yahoo.fr](mailto:bordjiba_yamina@yahoo.fr)

Merouani Hayet Farida  
Université Badji Mokhtar-  
Annaba  
LRI  
Annaba, Algérie  
[hayet\\_merouani@yahoo.fr](mailto:hayet_merouani@yahoo.fr)

Benkrief Imène  
Université 8 Mai 1945-  
Guelma  
Département  
d'Informatique  
[benkrief\\_imene@yahoo.fr](mailto:benkrief_imene@yahoo.fr)

Khoualed Sana  
Université 8 Mai 1945-  
Guelma  
Département  
d'Informatique  
[khoualedsana@yahoo.fr](mailto:khoualedsana@yahoo.fr)

**Abstract**— L'animation faciale est l'un des points clés dans le réalisme des scènes 3D qui mettent en scène des personnages virtuels. Ceci s'explique principalement par les raisons suivantes : le visage et les nombreux muscles qui le composent permettent de générer une multitude d'expressions; La complexité de ce domaine se retrouve dans les approches existantes par le fait qu'il est très difficile de créer une animation de qualité sans un long et fastidieux travail manuel.

Dans ce papier, nous nous intéressons à l'animation faciale, et en particulier à la synthèse d'animation qui permet de générer des expressions de visages, en se basant sur la paramétrisation du standard MPEG-4. Nous avons développé une méthode permettant de générer des animations, qui est la déformation de maillage en utilisant une méthode basée sur les points de contrôles. En entrée, nous disposons du maillage d'un visage 3D pour obtenir un visage animé.

La difficulté de ce type de méthode réside dans la définition des points de contrôle et leurs zones d'influence, nous avons présenté une méthode permettant de calculer automatiquement les zones d'influence de chaque point de contrôle pour diminuer l'intervention manuelle.

*synthèse d'animation faciale; MPEG4 ; zone d'influence ; paramétrisation*

## I. INTRODUCTION

Depuis les débuts de l'informatique graphique, de nombreux travaux visent à reproduire de manière réaliste un visage. En effet, Le visage est une partie majeure du corps humain, autant pour la reconnaissance d'un individu que pour la communication par les expressions qu'il est capable de produire, c'est pourquoi c'est un élément indispensable dans un grand nombre d'applications qui mettent en scène des personnages virtuels. La complexité et la richesse des détails du visage humain en fait un des composants les plus difficiles à animer dans une scène en trois dimensions.

L'utilisation de visages humains en infographie remonte à 1971, date à laquelle Chernoff a introduit une représentation de données à N dimensions par des visages en 2 dimensions.

Mais, c'est à Frederic Parke du New York Institute of Technology (NYIT) que l'on doit les premières recherches sur l'animation de visages en 3 dimensions [1]. Dans une première tentative, Parke a produit une séquence d'animation en collectant des données d'expression faciales par des techniques photogrammétriques, et puis en les interpolant linéairement point à point. Il a ensuite proposé le premier modèle paramétrique d'animation faciale permettant ainsi d'animer des visages différents avec toute une série d'expressions variées.

Au début, la recherche s'est surtout intéressée à la synthèse d'animation, c'est-à-dire que tout était créé sur ordinateur. Aujourd'hui, nous pouvons considérer que l'animation faciale a pris deux grandes voies : l'animation par « simulation physique » essayant de modéliser les muscles, la peau et leurs interactions ; et l'animation basée sur des mouvements capturés à partir d'un visage réel qui sont ensuite transférés/adaptés à un visage virtuel.

Il existe plusieurs applications pour l'animation faciales, s'étendant des avatars en 3D dans les différents environnements de communication (chat, téléconférences, ...) où l'animation des expressions faciales joue un rôle crucial, à la médecine et la simulation des phénomènes scientifiques, le cinéma et la publicité, jeux vidéo, éducation, etc.

Dans cet article, nous nous orientons vers la synthèse d'animation, il existe dans la littérature deux types de processus de synthèse, notre objectif est d'animer un modèle de visage 3D, on s'appuyant sur deux méthodes, une de chaque type de processus :

- Interpolation de formes (processus basé sur l'interpolation).
- Déformation par point de contrôle (processus basé sur les systèmes de paramétrisation).

## II. LA SYNTHÈSE D'ANIMATION FACIALE

Dès le début de l'animation faciale, la recherche était plus orientée vers la synthèse plus que le transfert d'animation, c'est pourquoi, il existe de nombreuses méthodes de déformation

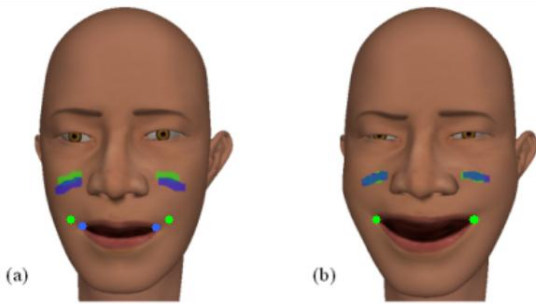


Figure 1. Exemple de génération d'expression à partir de traits et de points [3]

3D, chacune ayant des propriétés spécifiques, et donc des avantages et inconvénients selon l'application visée.

La génération d'expressions peut être comparée à de la sculpture numérique. L'idée générale consiste à minimiser l'énergie nécessaire pour déformer une forme initiale dessinée par l'artiste à la surface du visage, vers une forme désirée [2] (Fig. 1).

À gauche le maillage original, l'utilisateur définit des contraintes à base de formes sources (en bleu) et de formes cibles (en vert). À droite le maillage déformé en respectant les contraintes de l'utilisateur et celles obtenues à partir du modèle (base de données d'expressions).

Parke [4] au début des années 70 fût le premier à présenter un visage virtuel animé. Le maillage du visage est modifié sommet par sommet pour définir chaque expression clé. Les positions intermédiaires sont obtenues par interpolations entre ces expressions clés. Ce travail long et fastidieux sur un maillage grossier ne peut offrir des résultats vraiment réalistes, de plus les modèles 3D d'aujourd'hui sont tellement complexes et précis qu'une telle méthode n'est pas envisageable.

Cependant, l'interpolation est toujours utilisée, mais les positions clés sont maintenant générées ou obtenues après configuration d'un certain nombre de paramètres. Par exemple, Pighin et al. [5] ont proposé de générer les positions clés du maillage à partir de photos.

La synthèse d'animation faciale peut être séparée en deux classes de méthode. La première est basée sur des pseudo-muscles, c'est-à-dire que l'on va essayer de reproduire les effets visuels d'une expression faciale. Il s'agit de techniques procédurales : on observe comment agit un vrai visage puis on essaie de le reproduire sur un visage virtuel. La seconde concerne les simulations physiques qui essaient avant tout de modéliser la physique d'un visage pour créer des animations.

#### A. Approches basées pseudo-muscles

Les méthodes basées pseudo-muscles offrent la possibilité de déformer plus facilement un visage qu'en déplaçant les sommets d'un maillage un par un. Le principe est identique dans la plupart des méthodes : une série de maillages clés est créée et des interpolations entre ceux-ci permettent de générer l'animation. Un maillage clé est défini comme étant une modification géométrique d'un maillage initial (la connectivité reste la même). On parle de « pseudo-muscles » car il n'y a pas de modélisation des muscles, contrairement aux méthodes de

simulations physiques. On essaie simplement de reproduire visuellement les phénomènes produits par les muscles réels [6].

Cette approche heuristique offre une grande liberté quant au modèle de pseudo-muscle choisi. On peut trouver ainsi :

- Des modèles de pseudo-muscles filaires : Le fonctionnement est identique aux muscles linéaires de Waters [7] sans être obligé de respecter la position des muscles réels.
- Des modèles basés sur la déformation de formes libres [8] (Free Form Deformation, FFD).
- Des modèles où les pseudo-muscles sont représentés par des splines.

#### B. Simulations physiques

La modélisation physique a pour but de générer des animations faciales en se basant sur les phénomènes réels produits par les différentes parties du visage (muscles, os, peau)[6].

Parmi les approches de la littérature les plus utilisées, deux grandes familles de modélisation physique sont identifiées, l'une par systèmes masses-ressorts et l'autre par représentation vectorielle [9].

#### C. Avantages et limitations

Selon la méthode de paramétrisation choisie, la génération d'une expression nécessite un travail plus ou moins important. Il s'agit de définir la position de chaque sommet « à la main » pour un modèle non paramétrés; de positionner les points de contrôle pour les techniques de paramétrisation par déformation de surface; de déterminer la force appliquée par chaque muscle pour les méthodes de simulation; de pondérer les formes pour les modèles à base de blendshape ; etc.

Cette méthode apporte quelques inconvénients. Tout d'abord, même avec un contrôle du visage évolué, permettant de définir toutes les expressions possibles, synthétiser une animation réaliste reste extrêmement compliqué à cause de la dynamique complexe du visage qu'il est difficile de reproduire par une succession d'expressions clés et d'interpolations. Pour résoudre ces problèmes, certains ont utilisé des interpolations bilinéaires [10], ou à base de fonctions cosinus [11], etc. Aujourd'hui, la valeur de ces paramètres peut être décrite à l'aide de courbes d'animation, indépendantes les unes des autres, et qui facilitent la création d'animations fluides. La gestion de la vitesse et de l'accélération des différentes parties du visage sont ainsi plus facilement contrôlables.

Le nombre important de degrés de liberté pour définir une seule expression ajoute une difficulté supplémentaire à la génération d'animation.

Les simulations physiques offrent des résultats plus réalistes que les approches basées pseudo-muscles, mais la déformation du visage pour obtenir les expressions clés est moins intuitive [6].

### III. MODELE DE PARAMETRISATION DIRECTE

Le premier modèle de paramétrisation directe a été proposé par F. Parke [12]. Le principe consiste à spécifier un modèle

3D maillé, ainsi qu'un ensemble de paramètres permettant de contrôler les différents mouvements du visage ainsi que sa morphologie. La difficulté principale réside dans la capacité à bien contrôler l'ensemble des paramètres pour obtenir les résultats souhaités. Environ dix de ces variables (paramètres) permettent de spécifier la morphologie et vingt sont disponibles pour créer les expressions.

Il est possible de contrôler les proportions du visage ainsi que celles de ses différents composants, la forme des joues, du menton, la taille du nez, des yeux, du front et de la mâchoire mais aussi des actions plus dynamiques comme le degré d'ouverture des yeux, la direction du regard, le mouvement de la mâchoire, ainsi que tout ce qui a trait à la bouche : forme, largeur, épaisseurs des lèvres, positionnement des commissures des lèvres et ouverture de la bouche [9].

L'avantage de paramétrisation directe est qu'une fois les paramètres de contrôle sont déterminés, ils fournissent un contrôle détaillé sur le visage. Mais cela est difficile à déterminer. La complexité de la création d'une animation avec ces paramètres de contrôle est liée au nombre de paramètres de contrôle, comme une gamme possible des expressions [13].

#### A. Standard MPEG-4

Les paramétrisations permettent de manipuler les déformations faciales à l'aide d'entités de haut niveau, comme les émotions (surprise, joie, dégoût, etc.), les phonèmes, ou des entités de bas niveau, comme les effets de la contraction d'un muscle du visage. Plusieurs systèmes proposent des descriptions des émotions du visage.

MPEG-4 est une norme adaptée aux déformations à base de points de contrôle. Cette norme est proposée par le groupe MPEG (Moving Picture Experts Group) visant à réduire les flux d'information nécessaires dans les fichiers et les communications multimédia. MPEG-4 est utilisable avec des scènes 3D et compte parmi ses fonctionnalités, une méthodologie pour déformer des visages [14].

La norme intègre un système de paramétrisation composé de 84 paramètres de description du modèle de visage en termes de forme et de texture, Face Définition Paramètres (FDPs), et 68 paramètres d'animation du modèle, Face Animation Paramètres (FAPs), qui précisent le mouvement global et/ou les déformations locales du visage [9], et une normalisation des visages utilisant des distances entre points clefs, Facial Animation Parameter Units (FAPU) et une manière de définir les déformations sur l'ensemble du visage à l'aide de tables d'animation (FAT) [14]. Le descripteur MPEG-4 donne ainsi la possibilité de reproduire un large éventail d'expressions faciales, d'émotions ou les mouvements de la parole [9].

Dans la fig. 2, les points pleins sont ceux influencés par les paramètres d'animation FAP. Les points creux sont fixes et sont utilisés pour le calibrage des visages. Les FDP sont groupés par zone (9 pour le nez et 3 pour les yeux par exemple) [2].

#### IV. ANIMATION PAR DEFORMATION DES POINTS DE CONTROLE

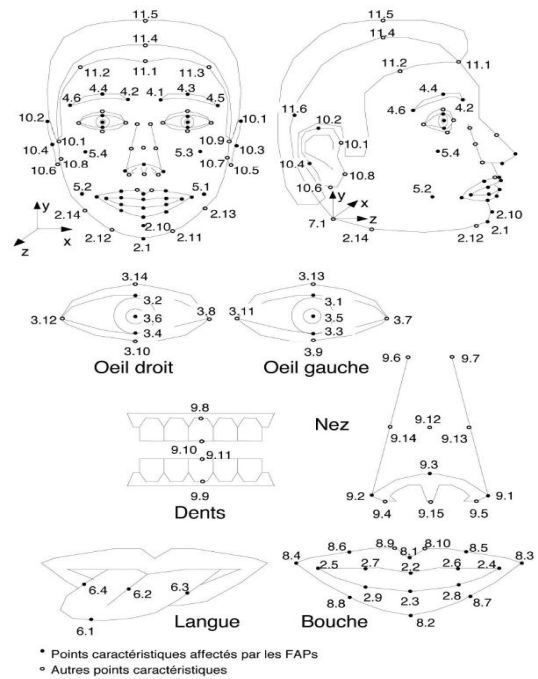


Figure 2. les Points caractéristiques FDPs tels que définis par le standard MPEG-4.

La robustesse et la rapidité sont des considérations primordiales lorsque l'on développe des méthodes pour animer des objets représentés sous forme de maillage. Nous développons dans cette partie, un algorithme d'animation basé sur les déformations des points de contrôle. Le but est de définir une approche qui permette d'animer un modèle de visage à partir d'un minimum d'informations. Celles-ci peuvent être simplement les points caractéristiques définis dans la paramétrisation MPEG 4.

#### V. ALGORITHME UTILISE

L'algorithme que nous utilisons passe par plusieurs étapes, le modèle de visage 3D que nous avons utilisé a une structure polygonale, son chargement est une étape préliminaire qui précède toute opération. Elle prépare les données sur lesquelles on applique l'animation.

Notre visage est représenté à l'aide d'un maillage 3D associée à des textures pour rendre le visage plus réaliste.

L'algorithme du moteur de déformation est divisé en deux étapes principales :

- L'initialisation, effectuée à partir des données qui proviennent des points de contrôle et du maillage. Cette étape n'est réalisée qu'une seule fois, afin de calculer les poids dues à l'influence de chaque point de contrôle sur les points ordinaires du maillage.
- La déformation, après le calcul des zones d'influence et les poids de chaque point de contrôle sur les sommets de maillage, nous calculons le déplacement de ceux-ci.

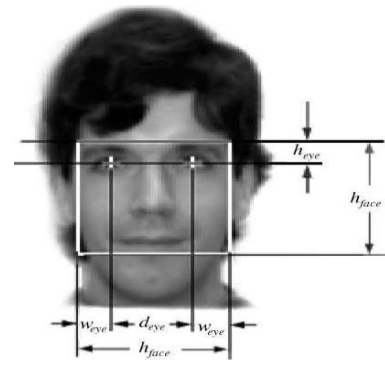
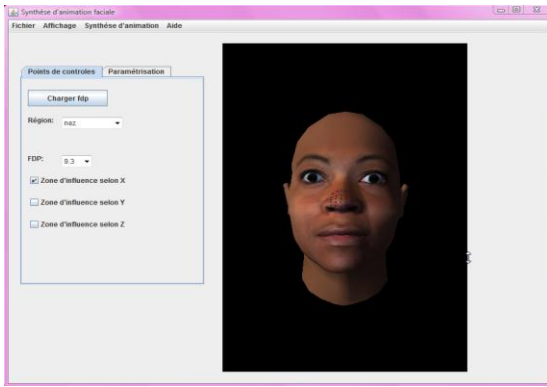


Figure 4. extraction des caractéristiques par les relations anthropométriques [17].

### A. Sélection des FDPs.

La première étape d'animation d'un modèle de visage 3D basé sur l'algorithme de déformation par point de contrôle consiste à sélectionner les points de contrôle (FDPs) pour faire la déformation. Cette opération est effectuée à l'aide d'un outil XFACE ; qui est un ensemble d'outils open source pour la création des têtes parlantes basé sur l'interpolation de formes et le standard MPEG-4[15]. Les points de contrôle (FDP) sélectionnés sont exportés en format XML.

### B. Initialisation.

Pour l'initialisation, nous avons utilisé un algorithme qui a été proposé par Stéphane Garchery [16]. Cet algorithme permet de calculer automatiquement les zones d'influence et les poids à partir uniquement des FDP. Il est composé de trois sous-étapes :

- Le calcul de la répartition des points de contrôle sur le maillage.
- La sélection des points de contrôle influents pour un point ordinaire.
- Le calcul des influences de chaque point de contrôle sur les points ordinaires.

#### 1) Calcul de la zone d'influence.

Avant de calculer la zone d'influence de chaque point de contrôle, nous subdivisons le modèle 3D dans des régions spécifiques correspondantes aux différents caractéristiques du visage (yeux, bouche, nez...) afin de réduire les calculs de la distance surfacique. Par exemple, dans le cas des lèvres, les points normaux se trouvant dans la région formant les lèvres doivent être influencés uniquement par les points de contrôle définissant le contour des lèvres, et non pas par des points de contrôle se trouvant à l'extérieur de cette région.

Pour obtenir ce résultat, nous appliquons une méthode basée sur l'extraction des caractéristiques par les relations anthropométriques. Plusieurs formules existent, nous avons utilisé [17]:

$$\begin{aligned} h_{\text{visage}} &\cong 1.8 \times d_{\text{yeux}} \\ h_{\text{yeux}} &\cong h_{\text{visage}} / 5 \\ w_{\text{yeux}} &\cong 0.225 \times h_{\text{visage}} \end{aligned}$$

Où:

$d_{\text{yeux}}$  est la distance entre les yeux,

$h_{\text{visage}}$  est la distance de juste sous les lèvres à juste au-dessus des sourcils,

$h_{\text{yeux}}$  est la distance de juste au-dessus du sourcil à juste sous l'œil,

$w_{\text{yeux}}$  est la distance de la coordonnée d'œil au côté du visage.

Ensuite, nous définissons la répartition des points de contrôle sur le maillage pour chaque région définie précédemment, c'est-à-dire définir des zones d'influence pour chaque point de contrôle, donc, il est nécessaire d'utiliser une métrique. Ce travail consiste à calculer une approximation du diagramme de Voronoï sur la surface, avec l'ensemble des points de contrôle, en utilisant la distance surfacique.

a) *Approximation de Voronoï.* Elle permet de déterminer pour chaque vertex du maillage, le point de contrôle le plus proche en terme de distance surfacique. Ainsi nous définissons les régions dites strictes des FDP [14].

b) *La distance surfacique.* Cette distance correspond à la somme des distances des arcs parcourus entre deux points. Par exemple, pour deux points donnés, nous choisissons de calculer le plus court chemin (par exemple via l'algorithme de Dijkstra), et la distance correspond ainsi à la somme des longueurs des arêtes de ce chemin entre les deux points [16].

c) *L'algorithme de Dijkstra.* Pour connaître la distance entre deux points, il faut trouver le plus court chemin entre ces deux points sur le maillage. Celui-ci peut être assimilé à un graphe, les sommets étant les points, les arêtes étant les droites des triangles, et trouver le plus court chemin dans un graphe est un problème bien connu.

L'algorithme de Dijkstra ne marche que sur les graphes avec des poids positifs ou nuls, ce qui est notre cas puisque le poids d'une arête correspond à la distance entre deux points [18].

L'algorithme est le suivant:

Entrée : un maillage contenant n vertices, la source s, destination d.

Sortie : le plus court chemin entre s et d.

Début

Pour  $i$  allant de 0 à  $n$   
 Longueur ( $v_i$ ) = Infinie  
 $L(s) = 0$   
 $S = \text{vide}$   
 Tant que  $d$  n'existe pas dans  $S$  faire  
 $u = a$  : vertice n'est pas dans  $S$  qui possède le poids minimal.  
 Ajouter  $u$  à  $S$   
 Pour toute vertice  $v$  qui n'existe pas dans  $S$   
 Si  $L(u) + \text{distance}(u, v) < L(v)$  alors  $L(v) = L(u) + \text{distance}(u, v)$   
 Fin [19].

Stéphan Garchery [16] a proposé une méthode pour calculer la zone d'influence, qui se résume comme suit : A partir de tous les points de contrôle, tester tous les voisins le long des arcs. A chaque étape, plusieurs cas peuvent se présenter :

- Le point n'a jamais été visité, et il est donc ajouté comme chemin probable, associé à son point de départ. Il est ajouté à la liste des points suivants à traiter.
- Le point a déjà été visité depuis le même point de contrôle. Dans ce cas, nous conservons la distance surfacique minimale.
- Le point est déjà sous l'influence d'un autre point. Il passe sous l'influence du point possédant la distance surfacique minimale.
- Le point est un point de contrôle. Dans ce cas, il n'est pas sous l'influence de son point de départ. Il est retiré de la liste des points à traiter.
- ... et ainsi de suite en partant des points précédemment traversés.

Le plus court chemin entre les points de contrôle correspond à la plus petite somme des chemins des points de contrôle à la frontière entre les régions. Cette information entre les points de contrôle nous permet à la fois de connaître pour tout point ordinaire du maillage, le point de contrôle le plus proche, et la distance entre les points de contrôle.

Nous avons testé cet algorithme, mais nous avons obtenues des résultats non satisfaisants, surtout dans la région de la bouche où la structure de notre visage est irrégulière. En effet les déformations générées sont non réalistes car l'algorithme ne passe pas par toutes les sommets du maillage, par conséquent elles sont sous l'influence d'aucun point de contrôle.

Notre solution est :

- Calculer la distance surfacique entre chaque point de contrôle et les sommets du maillage, en parcourant tous les sommets.
- Le point passe sous l'influence du point de contrôle possédant la distance surfacique minimale.
- Si le point est un point de contrôle, il n'est pas sous l'influence d'aucun point de contrôle.

## 2) Choix des points influents.

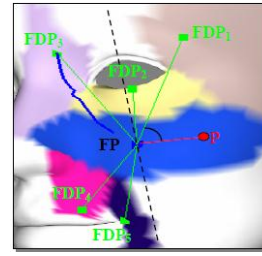


Figure 5. Sélection des points de contrôle influents.

Cette étape consiste à déterminer les points de contrôle ayant une influence sur les points ordinaires. Dans notre approche, pour animer les visages, nous voulons englober des régions par un ensemble de points de contrôle. Pour cela, nous utilisons le critère d'angle  $\theta_i$  [28].

$\theta_i$  Représente l'angle entre les vecteurs  $\overrightarrow{FP P}$  et  $\overrightarrow{FP FDP_i}$ , où  $FDP_i$  sont les voisins de FP.

$$\theta_i = (\overrightarrow{FP P}, \overrightarrow{FP FDP_i}) = P \widehat{FP FDP_i}$$

Chaque vertice P peut être influencé par un ou plusieurs points de contrôle. Nous parcourons les vertices zone par zone et nous sélectionnons les FDP voisins de FP pouvant influencer P de la manière suivante :

L'angle entre  $\overrightarrow{FP P}$  et  $\overrightarrow{FP FDP_i}$  doit être inférieur à  $\pi/2$ .

Par exemple Dans notre cas, seuls  $FDP_1$  et  $FDP_2$  répondent au critère [16].

### 3) Calcul des influences de chaque point de contrôle sur P.

Nous évaluons l'influence des points de contrôle sur les points ordinaires en fonction des distances surfaciques et des angles. Nous calculons la somme pondérée,  $d$ , entre les points de contrôle influents et le point ordinaire P de la manière suivante :

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n di \cdot \cos \theta_i}{\sum_{i=1}^n \cos \theta_i}$$

Où  $n$  représente l'ensemble des points de contrôle pouvant influencer P et  $\theta_i$  les angles définis précédemment.  $d$  est utilisé pour normaliser les poids relatifs aux points de contrôle pour le point ordinaire P.

Le calcul du poids  $W_{i,P}$ , associé au point ordinaire P par le point de contrôle  $FP_i$  est défini de la manière suivante :

$$W_{i,P} = \sin\left(\frac{\pi}{2}\left(1 - \frac{di}{d}\right)\right)$$

Ainsi, le point P possède un poids associé au déplacement d'un point de contrôle  $FP_i$  qui est inversement proportionnel de sa distance au point de contrôle  $FP_i$ .

Cette approche nous permet de définir l'influence d'un point de contrôle sur un point ordinaire, en tenant compte de l'angle entre les points de contrôle.

### C. Déformation

Une fois que les poids de chaque point du maillage ont été calculés, le modèle est prêt pour l'animation.

Pour un déplacement d'un point de contrôle durant l'animation, nous calculons le déplacement de tous les points du maillage influencés par celui-ci. Dans ce cas, nous devons considérer les effets produits par le déplacement simultané de deux ou plusieurs points de contrôle, pouvant influencer le même point ordinaire. Nous calculons la somme de tous les déplacements du point P par les points de contrôle environnant.

Soit  $FP_i$ , où  $i = 1, 2, \dots, n$ , les  $n$  points de contrôle influençant le point ordinaire P. Alors, si:

- $D_i$  = le déplacement spécifique du point de contrôle  $FP_i$ .
- $W_{i,P}$  = le poids du point P associé au point de contrôle  $FP_i$ , calculé précédemment
- $d_{i,P}$  = la distance surfacique entre P et  $FP_i$ .

L'équation suivante fournit le résultat du déplacement  $D_p$  du point P :

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{W_{i,P} \cdot D_i}{d_{i,P}^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{W_{i,P}}{d_{i,P}^2}}$$

## VI. DISCUSSION

La démarche par point contrôle est souvent utilisée en animation faciale, et sert à résoudre trois problèmes principaux :

– La paramétrisation d'un visage qui est une étape longue et ardue, comment peut-on aider le graphiste dans sa réalisation; voir comment faire pour rendre ce travail accessible à un utilisateur novice ?

– L'appartenance de certains sommets du maillage à plusieurs zones d'influence produit des effets non désirables à la déformation, comment faire pour éviter ce problème?

– comment réduire l'intervention humaine au minimum ?

Les majeurs problèmes que nous avons confrontés sont :

- La sélection des points de contrôles et la correspondance entre les points FDP et le maillage du modèle, pour résoudre ce problème nous avons utilisé l'outil XFACE.

- Le calcul des zones d'influence des points de contrôle dans la zone de la bouche nous a causé un grand obstacle du fait de la topologie du modèle qui n'est pas régulière dans la partie qui forme la bouche.

Donc, les principales limitations de cette méthode, malgré les solutions que nous avons choisies, sont la modélisation du visage et la détection des points de contrôle.

## VII. CONCLUSION

Dans ce papier, nous avons présenté un domaine très important et récent dans l'infographie, c'est l'animation faciale. Il existe deux familles de méthode d'animation faciale : le transfert et la synthèse d'animation. Notre travail entre dans la famille de synthèse. Cette dernière comporte plusieurs approches.

Nous avons choisis d'étudier et de développer une méthode de déformation par point de contrôle, cette dernière porte des solutions aux problèmes posés précédemment. Pour cela, nous nous sommes basés sur le standard MPEG-4 pour la

paramétrisation afin de définir les points de contrôles (FDPs) et leurs déplacements (FAPs), dans le but de déformer le visage et générer de nouvelles expressions.

Ce travail ouvre plusieurs perspectives pour des futurs travaux

- La détection automatique des points de contrôles rendrait l'intervention de l'utilisateur raisonnable.
- La modélisation des visages 3D pour éviter d'utiliser des logiciels qui peuvent produire des visages de structure irrégulière.

## RÉFÉRENCES

- [1] D.Thalmann, « L'animation par ordinateur », rapport.
- [2] L.Dutrève, « Paramétrisation et transfert d'animations faciales 3D à partir de séquences vidéo : vers des Applications en Temps Réel », Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon, France, 2011.
- [3] M. Lau, « Face poser: Interactive modeling of 3d facial expressions using model priors ». In SCA '07 : Proceedings of the 2007 ACM SIGGRAPH/Eurographics symposium on computer animation, August 2007.
- [4] F. I. Parke. Computer generated animation of faces, Proceedings of the ACM annual conference, p. 451–457, 1972.
- [5] F. Pighin, J. Hecker, D. Lischinski, R. Szeliski, and D. H. Salesin, « Synthesizing realistic facial expressions from photographs ». Démarches de la 25ème conférence annuelle sur des infographies et des techniques interactives, p.75–84, New York, NY, USA, 1998.
- [6] L.Dutrève, « Transfert d'Animation Faciale », Mémoire de Master, Université de Claude Bernard, 2007.
- [7] K.Waters, « A muscle model for animating three-dimensional facial expression » In Maureen C. Stone, editor, Computer Graphics (Siggraph proceedings,) vol. 21 p.17-24, 1987
- [8] P. Kalra, A. Mangili, N. Magnenat-Thalmann, D. Thalmann, « Simulation of facial Muscle Actions Based on rational Free Form Deformations », Eurographics, vol.11, p. 59-69, 1992.
- [9] P.Monjoux « Modélisation et animation interactive de visages virtuels de dessins animés », thèse de doctorat, université de René Descartes, 2007.
- [10] F. I. Parke, « A parametric model for human faces », Thèse de doctorat, 1974.
- [11] K. Waters, « An automatic lip synchronization algorithm for synthetic faces. Technical report, Multimedia Tools and Applications, 1993.
- [12] F.Parke, « Parameterized Models for Facial Animation », journal of IEEE Computer Graphics and Applications, 2(9), p. 61-68, 1982.
- [13] P. Ekman, « Darwin and Facial Expression: A Century of Research in Review », journal of New York, NY: Academic, 1973.
- [14] S.Morel, « Architecture pour la génération d'émotions et leur articulation en animation faciale », Stage de Master, Université de Paris Sud, 2005.
- [15] <http://xface.fbk.eu/>, Juin 2011.
- [16] S.Garchery, « Animation Faciale Temps Réel Multi Plates-formes » Thèse de doctorat, Université de Genève, 2004.
- [17] N.Walls, M.Duncan, « Features extraction from 2D and 3D face images », rapport, 2004.
- [18] S.Escudier, « Modélisation de déformations 3D Application à la paléo-anthropologie », Académie de Montpellier.
- [19] A.Luan « shortest Path Approximation on Triangulated Meshes ».