

Morphing 3D bidirectionnel entièrement automatique

Entirely automatic bidirectional 3D morphing

Raphaèle Balter^{1et2}

Luce Morin²

¹France Telecom RD
4 rue du Clos Courtel
35512 Cesson-Sévigné

² IRISA-INRIA

Campus de Beaulieu avenue du Général Leclerc
35042 Rennes, France

{raphaele.balter, luce.morin}@irisa.fr

Résumé

Cet article traite de la représentation de séquences vidéos de scènes statiques pour le codage très bas débit et adaptée à la navigation virtuelle. A partir de vidéos on peut extraire automatiquement un flux de modèles 3D à partir desquels on peut reconstruire une séquence virtuelle par reprojection. Mais les transitions entre les différents modèles introduisent des artefacts visuels. Le morphing 3D semble être la solution adaptée à ce problème. Or les méthodes de morphing 3D de maillages classiques nécessitent une intervention manuelle ennuyeuse. On donne ici une solution à cette limite. L'idée principale est de décrire une méthode de morphing 3D de maillages entièrement automatique et bidirectionnelle afin de gérer les zones qui apparaissent où qui sont découvertes lors du passage d'un modèle à l'autre.

Mots Clés

morphing 3D, maillages, navigation virtuelle, reconstruction 3D

Abstract

This article deals with representation of video sequences of static scenes for very low bitrate video coding. From video we can automatically compute a 3D models flow to reconstruct a virtual sequence. But transitions between models introduce visual artifacts. 3D morphing seems to be the solution to this problem. Yet current 3D mesh morphing techniques are supported by an awkward manual intervention. An answer to this limitation is given here. The main idea is to describe a 3D mesh morphing method from images that is entirely automatic and bidirectional in order to both manage transitions and parts that are not shared by the two shapes to morph.

Keywords

3D morphing, meshes, virtual navigation, 3D reconstruction

1 Introduction

Le sujet de cet article est le morphing 3D dans le contexte de la représentation de séquences vidéos pour le codage bas débit mais aussi adaptée à la navigation virtuelle. L'établissement d'un modèle 3D à partir d'une séquence vidéo sans a priori sur la trajectoire de la caméra ni sur

la scène acquise est un sujet qui s'est beaucoup développé ces dernières années. A partir d'une vidéo d'une scène acquise par une ou plusieurs caméras on peut extraire un modèle 3D de la scène. Par reprojection de ce modèle on obtient une séquence virtuelle. Ce principe est résumé par le schéma 1. Mais le problème est particulièrement complexe et les solutions reposent donc sur des hypothèses restrictives sur la scène ou la caméra.

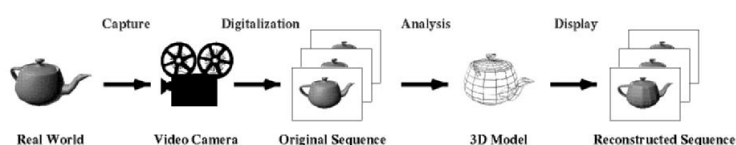


FIG. 1 – Principe général de la reconstruction d'une séquence vidéo par l'intermédiaire d'un modèle 3D

Dans [2] Franck Galpin a proposé un schéma de codage basé sur un flux de modèles 3D extraits automatiquement à partir d'une vidéo acquise par une caméra monoculaire en mouvement. Les modèles 3D estimés sont valides pour un groupe d'images (GOP) et non pas pour la séquence entière. Ce schéma a de nombreux avantages pour la compression très bas débit (16 kb/s pour des images au format CIF à 25 Hertz) et l'utilisation de plusieurs modèles successifs pour la même scène permet une grande robustesse et une généralité pour les longues séquences (aucune hypothèse n'est faite sur le contenu de la scène ou sur la calibration de la caméra). Enfin le fait de passer par des modèles 3D permet d'ajouter des fonctionnalités de haut niveau à la séquence par rapport aux modèles 2D comme les changements d'illumination, la stabilisation de la séquence, l'insertion d'objets ou la navigation libre.

Au moment de la visualisation, chaque modèle est texturé avec la première image du GOP auquel il correspond. La séquence reconstruite est obtenue par reprojection sur des positions caméra des modèles texturés comme on peut le

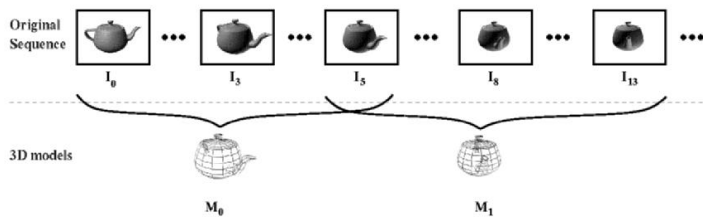


FIG. 2 – Principe général du codage par modèles 3D

voir sur le schéma de la figure 2. En reprojétant les modèles sur les positions de caméras estimées lors de l’analyse, on restitue la séquence initiale. Il est également possible de reconstruire une séquence virtuelle, en projetant les modèles sur d’autres positions caméras, pour simuler un changement de trajectoire de la caméra par rapport au chemin original de la vidéo d’entrée. On peut aussi réaliser une navigation libre dans la scène, en prenant en compte les positions caméras définies interactivement par le déplacement de l’observateur.

Cependant, le fait d’avoir plusieurs modèles 3D pose le problème de la transition d’un modèle à l’autre au moment de la visualisation. On observe en effet un saut de texture qui est visuellement désagréable lors du changement de modèle, aussi bien pour la reconstruction de la séquence d’origine que dans le cas d’une trajectoire virtuelle ou d’une navigation libre. Cette rupture a plusieurs causes :

- dans le cas de la reconstruction de la séquence originale, la transition se fait sur les images clés. On peut considérer le modèle 3D associé au déplacement de la caméra comme un modèle de prédiction de l’image clé de fin de GOP à partir de l’image clé de début de GOP. Le saut de texture correspond donc aux erreurs de prédiction, lorsque l’on visualise successivement l’image prédite (modèle 3D courant texturé par la première image clé et projeté sur la position de la dernière image clé) et l’image clé de fin de GOP réelle. Ces erreurs proviennent de l’estimation du champ de mouvement entre les deux images clés et elles apparaissent donc principalement au voisinage des ruptures de profondeur dans la scène, en particulier sur les zones découvertes.
- dans le cas de trajectoires virtuelles ou de navigation libre, un effet de rupture supplémentaire intervient, qui est dû au changement brutal de la géométrie du modèle 3D. Il faut remarquer que ce changement de géométrie est invisible si on reconstruit la trajectoire originale, car il se fait sur les images clés. En effet une image clé reconstruite est obtenue par projection du modèle 3D du GOP suivant texturé par cette même image clé. La géométrie du modèle 3D est donc indifférente pour ce point de vue particulier. Par contre, si le changement de modèle se fait sur un autre point de vue, le changement de géométrie induit un changement de l’image reconstruite.

L’objectif de l’étude présentée ici est d’assurer une transition visuellement douce entre deux modèles successifs, sans revenir sur l’estimation des modèles. On souhaite donc réaliser un post-traitement au moment de la visualisation, qui doit s’appuyer sur les données présentes dans le flux transmis. Deux approches sont envisageables :

- le *fondus 3D* qui correspond à superposer les images issues des deux modèles, avec une pondération progressive au cours du GOP,
- le *morphing 3D* qui est basé sur la génération de modèles 3D intermédiaires entre les deux modèles donnés.

Nous allons d’abord préciser la méthode d’analyse permettant la génération du flux de modèles, ainsi que la méthode de fondus 3D précédemment utilisée. Nous présenterons ensuite le principe général du morphing et les deux algorithmes de morphing 3D que nous proposons: le morphing prédictif et le morphing bidirectionnel.

2 Travaux antérieurs

2.1 La reconstruction d’un flux de modèles 3D

On présente ici l’approche de Galpin [2] sur laquelle nos travaux sont basés. Celle-ci consiste à reconstruire un flux de modèles 3D plutôt qu’un modèle unique pour la scène afin de respecter les hypothèses du codage et donc de travailler sans connaissances a priori et sans aucune hypothèse sur les paramètres de caméra, le contenu de la scène ou la longueur de la séquence.

La sélection automatique de ces images clé est basée sur trois critères:

- le mouvement moyen entre les images,
- le pourcentage de points communs entre les images,
- le résidu épipolaire.

Chaque image clé est commune à deux GOP’s successifs. Chaque modèle est valide pour un GOP qui sont délimités par les images clé. Pour chaque GOP le modèle 3D est automatiquement extrait par l’algorithme suivant:

- estimation du mouvement dense entre les images extrêmes du GOP par une approche multi-résolution basée sur des maillages 2D déformables [10],
- estimation de la géométrie épipolaire [8] en utilisant un ensemble de points détectés par la technique de Harris et Stephen et suivis par le champ de mouvement calculé dans l’étape précédente,
- les paramètres intrinsèques de la caméra sont estimés ou fixés à des valeurs approchées,
- estimation des paramètres extrinsèques de la caméra pour les images clé par une méthode classique de calibration (décomposition de la matrice essentielle) couplée à un ajustement par faisceaux glissant adapté à la représentation [3],
- estimation des matrices de projection sur les images clés,

- estimation des positions de caméra pour toutes les images du GOP par estimation de pose à l'aide de l'algorithme de Dementhon,
- calcul du modèle 3D maillé par triangulation entre les deux images clé délimitant le GOP. Ceci est réalisé grâce aux matrices de projection calculées précédemment.

2.2 Le fondu 3D

Dans [2] un fondu 3D a été proposé. Cela consiste à calculer une moyenne pondérée de la projection des deux modèles considérés.

L'image courante est obtenue par la formule suivante:

$$I_c = \alpha * Pr(M_n, T_n, C_c) + (1 - \alpha) * Pr(M_{n+1}, T_{n+1}, C_c)$$

$$\text{avec } \alpha = \frac{\|t_{t_{n+1}} - t_{t_c}\|}{\|t_{t_{n+1}} - t_{t_n}\|}$$

où t_{t_c} est la translation associée à l'instant courant t_c , t_{t_n} la translation associée à l'instant t_n (correspondant à K_n) et $t_{t_{n+1}}$ la translation associée à l'instant t_{n+1} (correspondant à K_{n+1}).

Mais le fondu 3D ne semble pas être adapté aux sauts de trajectoire.

2.3 Le morphing

Le morphing ou métamorphose permet de transformer de manière continue un objet en un autre. C'est un sujet de recherche en pleine expansion et le morphing 2D comme 3D est très populaire dans les domaines de l'animation par ordinateur, du design industriel ou de la simulation de croissance. Le morphing d'un objet 3D concerne ses formes comme ses attributs tels que la texture.

Cependant les techniques de morphing 3D existantes ne sont pas non plus adaptées au schéma entièrement automatique de Franck Galpin. En effet, dans le cas particulier des maillages le morphing 3D comporte deux étapes:

- La mise en correspondance de chaque point du maillage source avec un point du maillage cible (et vice et versa).
- L'interpolation qui définit la trajectoire entre chaque paire de points se correspondant afin de calculer les maillages intermédiaires.

Or la mise en correspondance repose sur une intervention manuelle plus ou moins lourde suivant les méthodes ce qui n'est pas en accord avec un schéma automatique. Lazarus et Verroust [5] donnent un excellent aperçu des méthodes existantes avant 1998 et après cette date des approches intéressantes ont été proposées [11, 7, 9] ainsi qu'un autre état de l'art [1], mais aucune des techniques présentées n'est à la fois automatique et satisfaisante (donnant de bons résultats et étant numériquement stable).

Notre objectif est donc d'établir une méthode de morphing de maillages entièrement automatique et l'idée est d'y ajouter une gestion des occultations simultanée (c'est à dire des zones qui se découvrent ou sont recouvertes lors du passage d'un modèle à l'autre).

3 Notations

Dans ce document on utilise les notations suivantes:

- K_n correspond à l'image clé du GOP n (utilisée comme l'image de texture T_n pour le GOP n)
- C_n correspond à la position de la caméra pour l'image clé K_n définie par la translation t_{t_n} et par la rotation R_{t_n}
- M_n correspond au modèle 3D associé au GOP n (ensemble de points 3D avec une topologie associée)
- Z^n_p correspond à l'image de profondeur associée modèle M_n vu de C_p
- $Pr(M_n, T_n, C_n)$ correspond à l'image créée par la projection 3D \rightarrow 2D de M_n texturé par T_n sur le point de vue associé à C_n
- $Pr(M_n, C_n)$ crée un ensemble de points 2D par projection 3D \rightarrow 2D des sommets de M_n sur le point de vue associé à C_n
- $V(Z^n_p)$ correspond à l'ensemble des sommets du maillage régulier 2D de Z^n_p
- $Ex(X, Z_n, C_n)$ correspond à l'extrudation suivant les lignes de vue associées à C_n des points de X avec la profondeur leur correspondant dans la carte Z_n .
- $ZMap(M_n, C_m)$ crée la carte de profondeur des sommets de M_n vus de C_m

4 Le morphing prédictif

4.1 Description de la méthode

Les modèles 3D sont donc approximés par des maillages réguliers des images clés qui délimitent les GOPs. Les sommets de deux maillages définissant deux modèles successifs ne correspondent donc pas aux mêmes points physiques 3D.

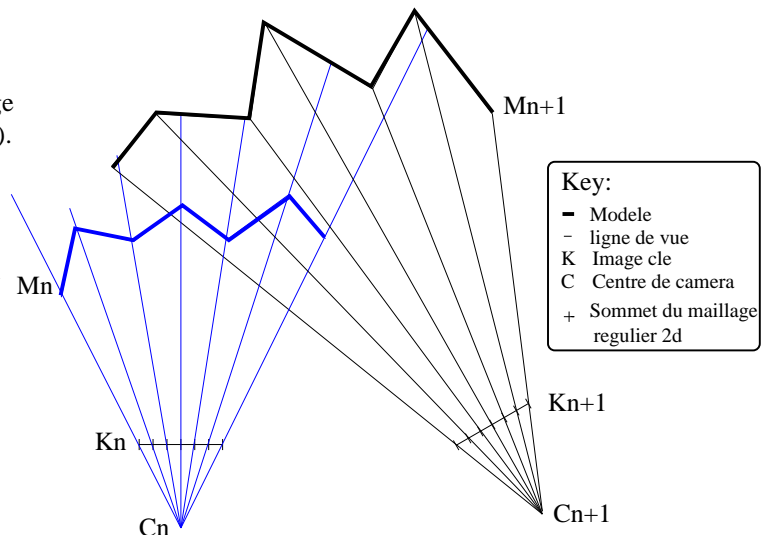


FIG. 3 – Principe du morphing : les modèles d'entrée

Il faut donc établir une correspondance entre les points de M_{n+1} et ceux de M_n . On introduit pour cela des modèles

obtenus à partir de M_n et M_{n+1} , que nous noterons respectivement M_n^i et M_{n+1}^i le i signifiant que ce sont des modèles qui vont être exploités pour l'interpolation.

Ainsi pour réaliser le morphing 3D de deux modèles successifs M_n et M_{n+1} on a choisi de calculer pour chaque position de la caméra intermédiaire un modèle courant M_c qui est une moyenne pondérée entre M_n^i et M_{n+1}^i .

Afin de permettre de travailler sur le même point physique le modèle M_n^i est un remaillage de M_n et M_{n+1}^i doit correspondre à un remaillage de M_{n+1} ayant les propriétés suivantes:

- les sommets de M_{n+1}^i sont les correspondants des sommets de M_n^i ,
- la topologie de M_{n+1}^i est identique à celle de M_n^i .

Une fois que les correspondances seront établies une interpolation linéaire sera appliquée entre les paires de sommets afin d'obtenir les formes intermédiaires.

4.2 Construction des modèles utilisés pour travailler sur le même point physique: M_n^i et M_{n+1}^i

L'objectif est donc d'obtenir un remaillage de M_{n+1} correspondants aux mêmes points physiques que M_n et ayant même topologie que M_{n+1} .

Pour cela nous utilisons une interpolation et un remaillage de la carte de profondeur obtenue.

Les sommets du maillage 3D M_{n+1} sont donc projetés sur K_n :

$$E_n = Pr(M_{n+1}, C_n)$$

Nous obtenons alors E_n un ensemble de sommets irréguliers pour lesquels on évalue la profondeur par rapport à C_n c'est à dire la distance entre le point 3D et le centre de la caméra C_n . A partir de ces valeurs de profondeur et des positions 2D des sommets issus de la projection, une interpolation entre les sommets irréguliers (triangle par triangle) donne une carte dense de profondeur pour M_{n+1}^i . Un remaillage régulier de cette carte de profondeur permet alors d'obtenir les sommets de M_{n+1}^i (cf. Figure 6) qui correspondent à ces sommets réguliers élevés par la profondeur qui leur est associée dans Z_{n+1}^n qui contient les profondeurs correspondants à M_{n+1} pour les sommets de M_n .

$$M_{n+1}^i = Ex(V(Z_n^n), Z_{n+1}^n, C_n)$$

Afin de palier au problème des points de M_{n+1} qui se projetteraient au même endroit dans K_n (car ils seraient situés sur la même ligne de vue issue de C_n), on ajoute un algorithme de Z-buffer au moment du remplissage de la carte de profondeur qui permet de ne garder que le point ayant la plus petite profondeur (on choisit de prendre la plus petite valeur car elle correspond au point le plus visible de C_n). Celui-ci compare pour chaque point sa profondeur à celle contenue dans la carte de profondeur Z_{n+1}^n à la position correspondant aux coordonnées 2D obtenues par projection. Z_{n+1}^n a été initialisée à l'infini et le Z-buffer permet

de ne remplacer la profondeur dans la carte pour une position 2D donnée que si le point est plus près du centre de la caméra (c'est à dire celui qu'il a une profondeur plus petite) lorsqu'il y a un conflit. Le principe est décrit par la figure 4.

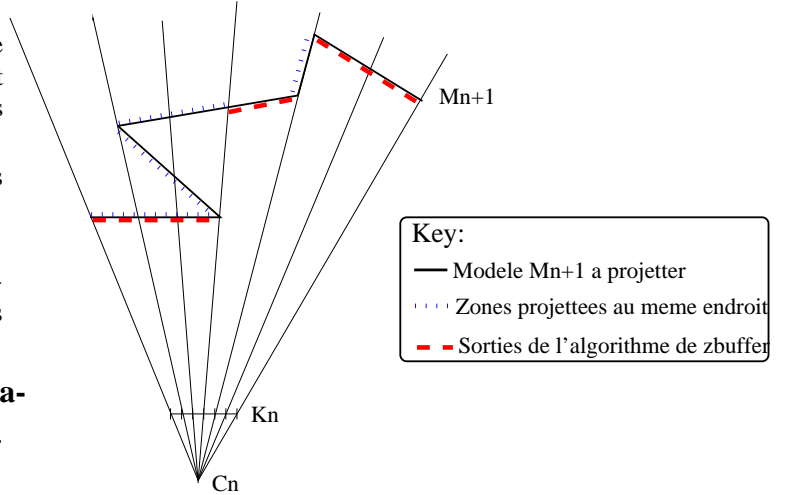


FIG. 4 – Principe du Z-buffer

M_n^i (cf. Figure 6) est donc le sous-ensemble des points 3D de M_n qui ont un correspondant dans M_{n+1}^i (c'est à dire l'ensemble des points 3D correspondant aux sommets de M_n pour lesquels un correspondant existe dans Z_{n+1}^n). Les sommets de ces deux nouveaux modèles sont alors interpolés entre leurs positions sur la surface initiale M_n^i et leurs positions sur la surface cible M_{n+1}^i .

On peut résumer les étapes de ce morphing prédictif par l'algorithme suivant:

- projection des sommets de M_{n+1} sur le point de vue associé à C_n donc sur K_n et calcul de leur profondeur par rapport à C_n ,
- interpolation entre les sommets projetés pour obtenir une carte de profondeur dense (au sens de la distance entre les sommets de M_{n+1} et C_n),
- remaillage régulier de la carte de profondeur dense obtenue pour obtenir M_{n+1}^i ,
- création de M_n^i en ne prenant en compte que les sommets ayant un correspondant dans M_{n+1}^i ,
- création du modèle courant par interpolation entre les sommets de M_n^i M_{n+1}^i et de se correspondants.

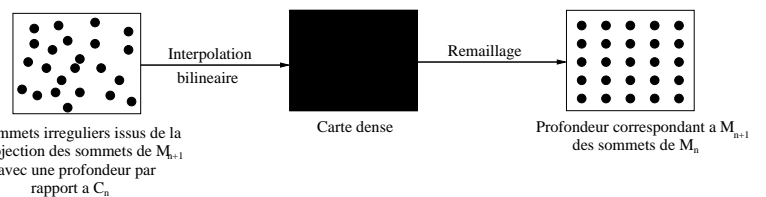


FIG. 5 – Principe du morphing prédictif

L'interpolation linéaire M_n^i et M_{n+1}^i réalise un parcours des lignes de vue issues de C_n entre les sommets de ces deux modèles comme on peut le voir sur la figure 6. Cette interpolation calcule les sommets du modèles courant M_c à partir de ceux de M_n^i et de ceux de M_{n+1}^i par la formule:

$$M_c = \alpha * M_n^i + (1 - \alpha) * M_{n+1}^i$$

avec

$$\alpha = \frac{\|t_{t_{n+1}} - t_{t_c}\|}{\|t_{t_{n+1}} - t_{t_n}\|}$$

où t_{t_c} représente la translation associée à l'instant courant, t_{t_n} celle correspondant à l'instant t_n (correspondant à K_n) et $t_{t_{n+1}}$ à l'instant t_{n+1} (correspondant à K_{n+1}). Par sa définition en fonction des translations t , α vaut 1 en début de GOP et permet donc de privilégier M_n au départ, et décroît jusqu'à valoir 0 en fin de GOP afin d'augmenter progressivement l'influence de M_{n+1}^i .

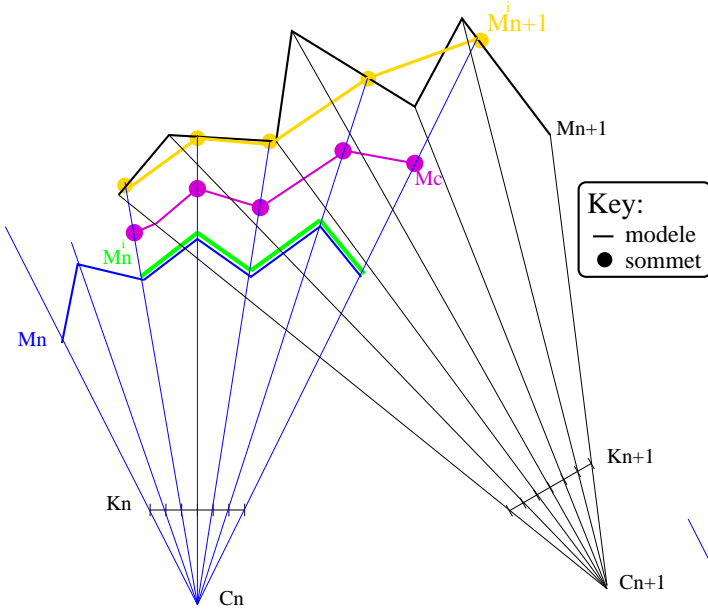


FIG. 6 – Principe du morphing prédictif: le modèle courant M_c pour $\alpha = 0.5$

5 Le morphing bidirectionnel

5.1 Description de la méthode

La méthode présentée dans la partie précédente améliore considérablement la qualité visuelle sans nuire à la chaîne automatique. On s'intéresse maintenant à la gestion des zones qui se découvrent ou sont recouvertes lors du passage d'un modèle à l'autre.

L'idée est d'appliquer le morphing prédictif présenté dans la partie précédente entre M_n et M_{n+1} et entre M_{n+1} et M_n simultanément ce qui revient à réaliser un morphing sur un modèle comprenant à la fois les sommets de M_n et ceux de M_{n+1} .

On introduit pour cela deux nouveaux ensembles de points 2D à l'aide de cartes de profondeurs Z_{n+1}^n et Z_n^{n+1} calculées par la méthode décrite dans la section 4.2 :

$$E_n = Pr(M_n, C_n) + V(Z_n^{n+1})$$

et

$$E_{n+1} = Pr(M_{n+1}, C_{n+1}) + Pr(M_n, C_{n+1}) + V(Z_{n+1}^n)$$

On obtient donc deux ensembles de points que l'on maille irrégulièrement en 2D à l'aide d'une triangulation de Delaunay. A partir de ces deux nouveaux maillages on crée deux nouveaux modèles que l'on va noter M_n^i et M_{n+1}^i (cf. figure 7) tels que:

$$M_{n+1}^i = Ex(E_n, Z_n, C_n)$$

et

$$M_n^i = Ex(E_{n+1}, Z_{n+1}, C_{n+1})$$

On a alors plus besoin d'utiliser un Z-buffer puisqu'un même point pourra alors avoir plusieurs antécédents ou correspondants, ce qui nous permet de conserver tous les points et de gérer les zones non communes à nos deux modèles successifs en dehors des bords (la gestion de ceux-ci est décrite dans la partie 5.2 c'est à dire les zones appartenant à la partie commune aux deux modèles successifs mais qui sont masquées par un objet plus proche suivant une ligne de vue dans un des deux modèles.

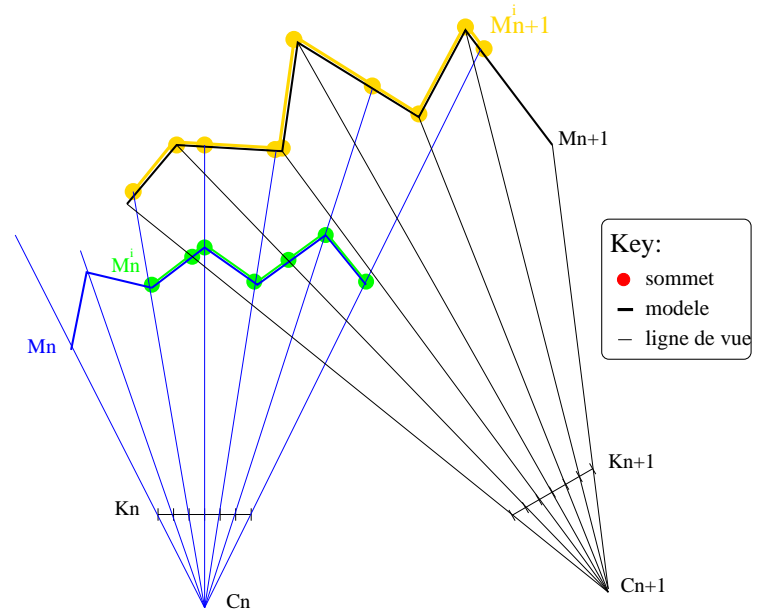


FIG. 7 – Principe du morphing bidirectionnel: modèles M_n^i et M_{n+1}^i utilisés pour l'interpolation

Le morphing est effectué ensuite entre M_n^i et M_{n+1}^i . La mise en correspondance des sommets de ces deux modèles est implicite, elle est en effet donnée par construction puisque chaque point 3D de M_n et de M_{n+1} possède un correspondant dans M_n^i et dans M_{n+1}^i . On obtient les sommets

du modèle courant en appliquant à ces deux modèles une interpolation linéaire classique entre leurs sommets se correspondent:

$$M_c = \alpha * M_n^i + (1 - \alpha) * M_{n+1}^i$$

avec

$$\alpha = \frac{\|t_{t_{n+1}} - t_{t_c}\|}{\|t_{t_{n+1}} - t_{t_n}\|}$$

5.2 Reconstruction de la séquence d'origine

Les images de la séquence reconstruite sont obtenues par reprojection du modèle courant M_c texturé par T_c sur le point de vue courant associé à la caméra C_c .

$$I_c = Pr(M_c, T_c, C_c)$$

Le modèle courant est texturé avec T_c qui peut être soit T_n ou T_{n+1} dans le cas de ressources limitées ou alors une interpolation entre les deux ce qui donne logiquement de meilleurs résultats.

Dans le cas le plus favorable l'image de texture T_c correspond donc à une interpolation linéaire entre T_n et T_{n+1} :

$$T_c = \alpha T_{t_n} + (1 - \alpha) T_{t_{n+1}}$$

ie.

$$T_c = \alpha * Pr(M_c, T_n, C_c) + (1 - \alpha) * Pr(M_c, T_{n+1}, C_c)$$

Pour prendre en compte les zones des bords qui ne sont pas communes aux modèles M_n et M_{n+1} c'est à dire les sommets qui n'ont pas de correspondants dans les deux modèles, on utilise les buffers d'OpenGL qui permettent de prendre en compte M_c , M_n et M_{n+1} pour la reconstruction de la séquence virtuelle.

Nous avons choisi de réaliser le morphing au moment du décodage afin de ne pas rajouter d'information supplémentaires à transmettre pour conserver les très bas débits atteints.

5.3 Résultats

Pour le rendu image, l'apport du morphing 3D par rapport à l'absence de post-traitement ou au fondu 3D est considérable. Particulièrement dans le cadre de la navigation libre, le morphing 3D a permis d'éliminer les artefacts visuels produits par la double projection dans le cas du fondu 3D dus à la différence entre les modèles qui ne sont pas valides pour les mêmes groupes d'images.

On présente ici les résultats obtenus pour différentes séquences au contenus variés. Les images présentées sont extraites de séquences reconstruites par reprojection.

Même sans s'éloigner de la trajectoire originale notre méthode améliore la qualité de la séquence reconstruite lorsque l'on se place par exemple au milieu d'un GOP comme on peut le constater sur l'exemple issu de la séquence arbre (cf. figure 9). C'est surtout au centre de l'image et sur les contours des arbres où l'on peut particulièrement observer que les détails sont beaucoup mieux conservés dans le

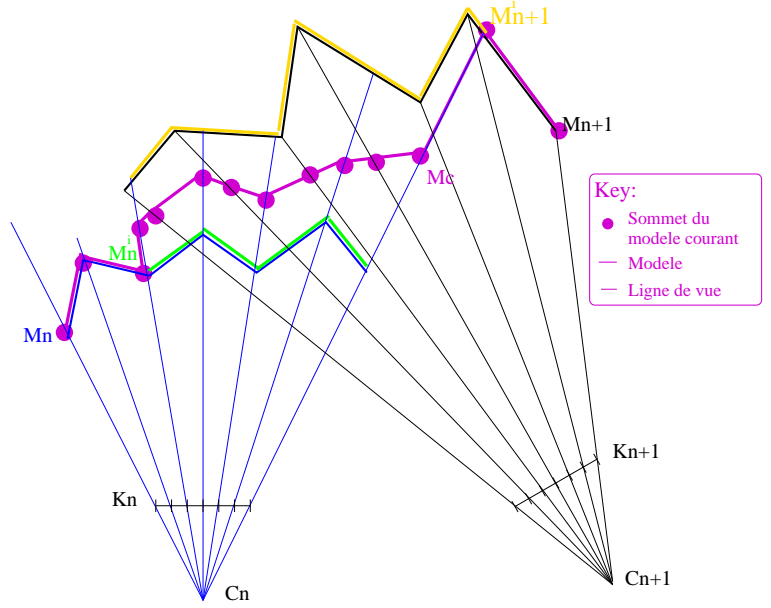


FIG. 8 – Principe du morphing bidirectionnel : le modèle courant pour $\alpha = 0,5$ avec l'accumulation de buffers

cas du morphing par rapport au fondu (le flou constaté sur l'image produite avec le fondu est dû à la double projection). De même les contours des arbres sont plus marqués dans le cas de l'image reconstruite en utilisant le morphing et l'effet de dédoublement des contours (l'effet fantôme) a été supprimé.

Dans le cas de la navigation libre, c'est à dire pour des images correspondantes à des positions caméra que nous avons créées et différentes des positions caméra correspondant à la séquence d'origine on constate une bonne amélioration de la qualité visuelle.

Pour la séquence arbre (cf. figure 10) comme pour le cas de la trajectoire originale, c'est surtout au centre de l'image où l'on voit que les détails sont beaucoup mieux reproduits dans le cas du morphing par rapport au fondu. De même les contours des arbres sont plus marqués dans le cas de l'image reconstruite en utilisant le morphing.

Quant à la séquence escalier (cf. figure 12) c'est au niveau des marches et de tous les contours (de l'escalier et de la fontaine) qu'on peut apprécier l'amélioration fournie par l'utilisation du morphing et surtout par l'élimination de la double projection.

Sur la séquence cloître (cf. figure 11) la différence se voit surtout au pied des poteaux du cloître et sur les contours du mur et de la porte du fond.

Nos résultats sont comparables aux méthodes classiques de morphing 3D pour ce qui est du rendu visuel mais notre méthode permet en sus de gérer les zones non partagées par les deux maillages et comporte en plus le gros avantage d'être entièrement automatique.



FIG. 9 – Séquence arbre: Image originale (a), image reconstruite correspondant à la position de caméra originale avec le fondu 3D (b) et avec le morphing 3D (c).

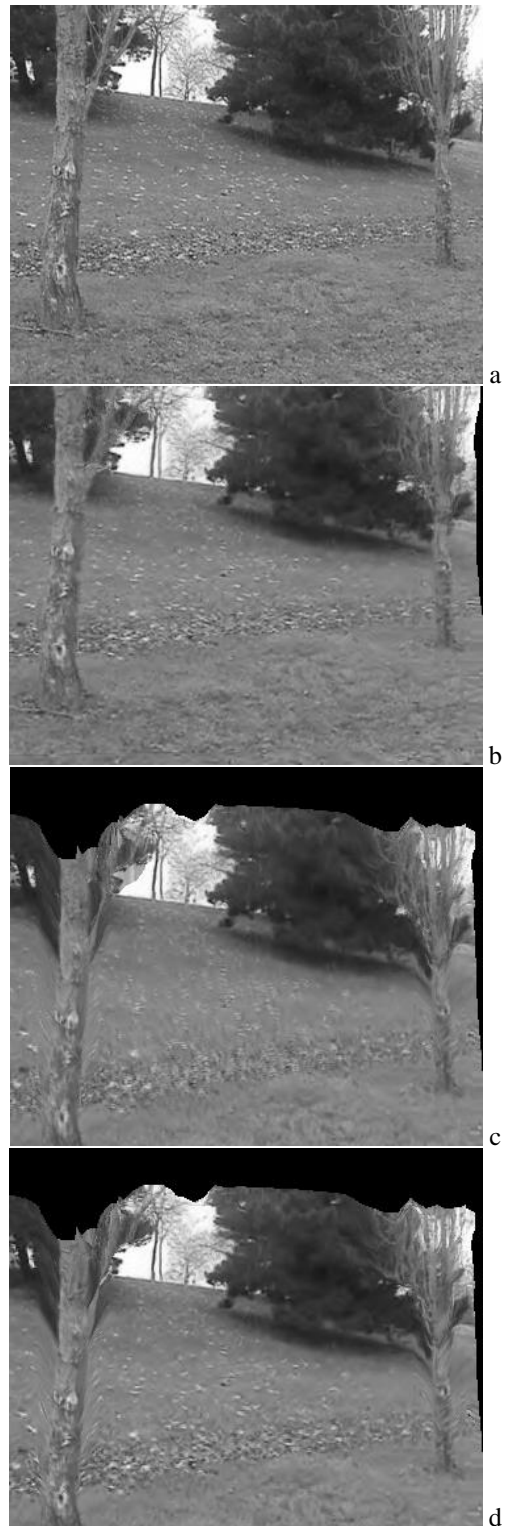


FIG. 10 – Séquence arbre: Image originale (a), image reconstruite correspondant à la position de caméra originale (b) et image extraite d'une séquence de navigation libre avec le fondu 3D (c) et avec le morphing 3D (d).



a



b



c



d

FIG. 11 – Séquence cloître: Image originale (a), image reconstruite correspondant à la position de caméra originale (b) et image extraite d'une séquence de navigation libre avec le fondu 3D (c) et avec le morphing 3D (d).



a



b



c



d

FIG. 12 – Séquence escalier: Image originale (a), Image reconstruite correspondant à la position de caméra originale (b) et image extraite d'une séquence de navigation libre avec le fondu 3D (c) et avec le morphing 3D (d).

6 Conclusion

Nous avons présenté une méthode efficace de morphing 3D de maillages dans le contexte de la représentation de séquences vidéos et du codage très bas débit. L'ajout de notre méthode de morphing permet d'améliorer considérablement la qualité de la séquence reconstruite dans le cadre de la navigation libre sans pour autant nuire à l'automatisation de la chaîne de traitement.

Par construction les deux maillages n'ont pas la même topologie et en pratique on peut donc avoir des retournements de triangles. Pour contrer cet effet une solution serait d'ajouter un remaillage pour chaque modèle courant, c'est à dire pour toutes les positions de caméra ce qui permettrait sans doute d'améliorer encore la qualité visuelle de la séquence reconstruite.

Enfin il serait intéressant de remplacer la simple interpolation linéaire par une trajectoire plus courbe entre les deux sommets afin d'être davantage cohérent avec la séquence d'origine.

Références

- [1] Marc Alexa. Recent advances in mesh morphing. In *Computer graphics forum*, pages 173–196, 2002.
- [2] Franck Galpin. *Representation 3D de sequences video: Schema d'extraction automatique d'un flux de modeles 3D, applications a la compression et a la realite virtuelle*. PhD thesis, Universite de Rennes 1, janvier 2002.
- [3] Franck Galpin et Luce Morin. Sliding adjustment for 3d video representation. *Eurasip Journal ASP, special issue on Signal Processing for 3D Imaging and Virtual reality*, 2002.
- [4] Takashi Kanai, Hiromasa Suzuki, et Fumihiko Kimura. Metamorphosis of arbitrary triangular meshes with user-specified correspondence. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2000.
- [5] Francis Lazarus et Anne Verroust. Three-dimensional metamorphosis: a survey. *The Visual Computer*, pages 373–389, December 1998.
- [6] A. W. F. Lee, W. Sweldens, P. Schröder, L. Cowsar, et D. Dobkin. Maps: Multiresolution adaptive parameterization of surfaces. *Computer Graphics Proceedings (SIGGRAPH 98)*, pages 95–104, 1998.
- [7] Aaron W.F Lee, David Dobkin, Wim Sweldens, et Peter Schröder. Multiresolution mesh morphing. In *Siggraph'99 Proceedings of the 26th Annual Conference on Computer Graphics, Los Angeles, USA*, pages 343–350, August 1999.
- [8] Quan Tuan Luong et Olivier Faugeras. Self-calibration of a stereo rig from unknown camera motion and point correspondences. Technical Report RR-2014, INRIA Sophia Antipolis, August 1993.
- [9] Takashi Michikawa, Takashi Kanai, Masahiro Fujita, et Hiroaki Chiyokura. Multiresolution interpolation meshes. In *Proc. 9th Pacific Graphics International Conference*, pages 60–69, October 2001.
- [10] G. Marquant S. Pateux et D. Chavira-Martinez. Object mosaicking via meshes and crack-lines technique. application to low bit-rate video coding. In *Picture Coding Symposium 2001*, 2001.
- [11] Malte Zöckler, Detlev Stalling, et Hans-Christian Hege. Fast and intuitive generation of geometric shape transitions. *The Visual Computer*, pages 241–253, 2000.