



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Hadj Lakhder- BATNA
Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département de l'Informatique

Mémoire présenté en vue d'obtenir le titre du

MAGISTER EN INFORMATIQUE

Option : *Informatique Industrielle*

Synthèse de Nouvelles Vues pour les Applications en Réalité Augmentée

Présenté par :

Dib Abderrahim

Dirigé par :

Pr. Batouche M^{ed} Chowki

Composition du jury :

Président :

Dr. Zidani Abdelmadjid

MC, Université de BATNA

Rapporteur :

Pr. Batouche M^{ed} Chowki

Pr, Université Mentouri de Constantine

Examineurs :

Dr. Meshoul Souham

MC, Université Mentouri de Constantine

Dr. Kholadi M^{ed} Khireddine

MC, Université Mentouri de Constantine

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

T a b l e d e s m a t i è r e s

<i>Remerciement</i>	I
<i>Table des matières et des figures</i>	II
<i>Résumé</i>	XIII

Chapitre I : **Introduction**

1. Introduction	02
2. Synthèse d'images classique (à base de modèles géométriques)	02
2.1 Phase de modélisation.....	02
2.2 Phase de rendu.....	03
3. Synthèse de nouvelles vues à partir d'images réelles	05
4. Applications	08
4.1 Entraînement.....	08
4.2 Simulation.....	09
4.3 Commerce, conservation, loisirs.....	09
4.4 Compression de données.....	09
5. Organisation du mémoire	10

Chapitre II :

Synthèse de nouvelles vues à partir d'images réelles *(IBMR) : Principes et méthodes*

1. Introduction	13
1.1 Les méthodes actives	13
1.2 Les méthodes passives	17
1.2.1 La stéréovision.....	17
1.2.2 Système de stéréovision.....	18
2. La Géométrie de la vision	19

2.1	Systèmes de coordonnées.....	20
2.2	Coordonnées homogènes et transformations géométrique.....	20
2.2.1	Coordonnées homogènes.....	21
2.2.2	Les transformations élémentaires que subissent les objets dans l'espace 3D	21
2.2.3	Les Homographies.....	22
2.3	Espaces Euclidien, métrique, affine et projectif.....	23
2.4	Modèle de la camera et la formation de l'image.....	26
2.4.1	Modèle de la caméra.....	26
2.4.2	Limitations du modèle de trou d'épingle.....	27
2.5	Formation de l'image.....	27
2.6	Géométrie épipolaire et relation entre deux images.....	30
2.6.1	La contrainte épipolaire.....	30
2.6.2	La matrice fondamentale.....	30
2.6.3	La matrice essentielle.....	32
2.7	Calibrage	33
2.7.1	Calibrage d'une caméra.....	33
2.7.1.1	<i>Calibrage classique</i>	33
2.7.2.2	<i>Calibrage automatique ou auto-calibrage</i>	34
3.	La mise en correspondance.....	34
3.1	Correspondance stéréo.....	35
3.2	Primitives stéréoscopiques.....	36
3.3	Contraintes de la mise en correspondance.....	36
3.3.1	Contraintes géométriques.....	36
3.3.1.1	<i>Contrainte épipolaire</i>	36
3.3.1.2	<i>Contrainte de limites de disparité</i>	37
3.3.1.3	<i>Contrainte d'ordre</i>	38
3.3.1.4	<i>Contrainte d'unicité</i>	38
3.3.2	Contraintes figurales.....	39
3.3.2.1	<i>Disparité locale constante</i>	39
3.3.2.2	<i>Continuité figurale</i>	39
3.4	Les méthodes de la mise en correspondance.....	40
3.4.1	Méthodes locales d'appariement.....	41
3.4.1.1	<i>Mesures de similarité</i>	41

3.4.1.2 Méthodes de gradient.....	43
3.4.2 Forces et lacunes des méthodes locales.....	43
3.4.3 Méthodes globales d'appariement.....	44
3.4.3.1 Programmation Dynamique.....	45
3.4.3.2 Max-flow / min-cut.....	46
4. La reconstruction.....	48
5. Les méthodes de rendu et modélisation à base d'images IBMR.....	50
5.1 Techniques de rendu purement à base d'images.....	51
5.1.1 Imposteurs.....	51
5.1.2 Forme à partir de X (Shape from X)	52
5.1.2.1 Forme à partir de contour (Shape from contour)	52
5.1.2.2 Forme à partir de l'ombrage (shape from shading)	53
5.1.2.3 Forme à partir de silhouette (shape from silhouette)	54
5.1.2.4 Forme à partir de texture (shape from texture)	55
5.1.3 Morphing/Interpolation.....	56
5.1.3.1 Le morphing.....	56
5.1.3.2 Interpolation de point de vue (View Interpolation)	57
5.1.3.3 Déformation de point de vue (View Morphing)	58
5.1.4 Interpolation de rayons lumineux et fonction plénoptique.....	58
5.1.4.1 Fonction plénoptique.....	59
5.1.4.2 Modélisation plénoptique (Plenoptic Modeling)	59
5.1.4.3 Light Fields et Lumigraphes.....	61
5.1.4.4 Mosaïques concentriques (Concentric mosaic)	63
5.1.4.5 Panoramas (image mosaicing)	64
5.1.5 Modélisation volumétrique de scène (volumetric scene medeling)	64
5.1.5.1 Coloration de voxel (Voxel coloring)	65
5.1.5.2 Space carving.....	66
5.2 Techniques basées images / basées géométrie	67
5.2.1 Transfert d'images classique.....	67
5.2.2 Déformation 3D d'images (3D image warping)	68
5.2.3 Images à plans de profondeurs (LDI : Layered Depth Images)	69
5.3 Techniques hybrides.....	71
5.3.1 Placage de texture.....	71

5.3.2 Placage de texture en relief.....	71
5.3.3 <i>Façade</i> : une approche hybride entre image et géométrie.....	72
6. Conclusion.....	74

Chapitre III :

Les techniques d'IBMR Pour Les applications en Réalité Augmentée

1. Introduction.....	77
2. La réalité augmentée.....	77
2.1 Intérêts.....	78
2.2 Réalité augmentée contre réalité virtuelle.....	78
2.3 Technologies d'affichage.....	79
2.3.1 Affichage à base de moniteurs.....	79
2.3.2 HMD optiques.....	79
2.3.3 HMD Vidéos.....	80
3. Rendu et modélisation à base d'images et les applications en réalité augmentée... 81	81
3.1 Applications.....	81
3.1.1 Médecine.....	81
3.1.2 Design intérieur.....	82
3.1.3 Effets spéciaux.....	84
3.1.4 Musée virtuel.....	85
4. Conclusion.....	87

Chapitre IV :

Une nouvelle approche de reconstruction d'objets 3D par la combinaison : enveloppe visuelle / Stéréovision

1. Introduction.....	89
2. L'enveloppe visuelle.....	90
3. La stéréovision.....	91

4. L'approche proposée.....	92
4.1 Système de prise de vues	92
4.2 Etapes du processus de reconstruction.....	93
4.2.1 Calcul de l'enveloppe visuelle.....	93
4.2.2 Restriction du champ de recherche d'un correspondant d'un point.....	93
4.2.3 Mise en correspondance et reconstruction.....	94
4.2.4 Placage de texture.....	95
5. Résultats.....	96
6. Conclusions.....	98
Conclusions et Perspectives.....	100
Références bibliographiques.....	104

Résumé

La synthèse d'images a pour but de calculer des vues aussi réalistes que possible d'une scène tridimensionnelle définie par un modèle géométrique 3D, augmentée de certaines informations photométriques : couleurs, textures, matériaux, et nature de leurs interactions avec la lumière. Classiquement, pour ces applications, il est nécessaire d'effectuer une première étape de modélisation manuelle de chaque élément de la scène à synthétiser, puis une étape de rendu pour générer les images finales de cette scène. Ce type de synthèse présente des limitations en terme de temps de modélisation et de qualité des résultats.

Pour remédier à ces problèmes, ce qui est proposé est de définir la scène non pas par un modèle géométrique tridimensionnel, mais par des vues (bidimensionnelles) réelles de cette scène dans le but de synthétiser de nouvelles vues uniquement à partir des vues de départ en simulant le déplacement de la caméra qui a pris les vues réelles. Les techniques permettant de synthétiser de nouvelles vues à partir des vues réelles d'une scène sont appelés communément les méthodes de modélisation et rendu basés image (*Image Based Modeling and Rendering : IBMR*).

Les techniques d'IBMR ont trouvé des applications passionnantes dans plusieurs domaines, dont la réalité augmentée, qui consiste à augmenter la perception visuelle du monde réel par l'insertion réaliste d'objets visuels dans un environnement réel. Le but d'utiliser les techniques d'IBMR dans les applications de la réalité augmentée est d'améliorer la modélisation d'environnements augmentés, tant au niveau de la précision et de la rapidité de conception, qu'au niveau du réalisme.

Dans ce contexte de travail nous avons proposé une approche qui combine deux méthodes d'IBMR pour la reconstruction d'objets 3D réalistes. La première est la reconstruction à partir d'images stéréo et la deuxième est une technique appelée 'enveloppe visuelle'. Ces deux méthodes sont complémentaires en nature. la technique de l'enveloppe visuelle est une première forme de l'objet qui limite au minimum l'espace englobant cet objet, ce qui aide les algorithmes stéréo à éviter des calculs inutiles pour des endroits en dehors du volume de l'objet. Les méthodes de la stéréovision raffinent le modèle reconstruit de l'objet par la détection des points et des régions concaves sur la surface de l'objet.

Mots clés : reconstruction 3D, rendu et modélisation basés image, stéréovision, mise en correspondance, enveloppe visuelle, réalité augmentée.

Abstract

The aim of image synthesis is to compute realistic views of a three-dimensional scene, defined by a geometric 3D model, along with some photometric information: colour, texture, material, and their interaction with light.

Classically, for these applications, it is usually necessary to perform a first step consisting in manually modelling of every element of the modelled scene and then a rendering step which generates the final views of this scene. This type of synthesis presents several limitations in term of modelling time and results quality.

To solve these problems, which is proposed to define a scene not by a 3D geometric model, but by real views (two-dimensional) of that scene in order to synthesize novel views using only the starting views by simulating the displacement of the camera which took the real views. Techniques that permit to synthesize new views using only photographs of a scene are commonly called Image Based Modelling and Rendering techniques: IBMR.

IBMR techniques have found many applications in several fields. Among them: the augmented reality which consists in increasing the visual perception of the real world by inserting visual objects in a real environment. The goal of using IBMR techniques in augmented reality applications is to improve the modelling of augmented environments, as well on the level of precision and the speed of design, as on the level of realism.

In the context of this work we propose an approach that combines two methods of IBMR techniques for the reconstruction of realistic 3D objects. The first is the reconstruction from stereo images and the second is a technique called 'the visual hull'. These two methods are complementary by nature. The visual hull technique reconstructs a first shape of the object that limits the space including this object and helps the stereo algorithms to avoid calculations out of the object volume. The stereovision method refines the resulting model of the object by detecting points and areas of concave surfaces of the object.

Key words: 3D reconstruction, Image based modelling and rendering, stereovision, stereo matching, visual hull, augmented reality.