

Université de Batna
Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Mémoire de magistère:

Suivi de modèle et Incrustation d'Objets Virtuels pour la Réalité Augmentée

Présenté par : Mohamed BADECHE

Président : Dr. Allaoua Chaoui, (Université de Cne, Dpt. Informatique)

Rapporteur : Pr. Mohamed Benmohammed, (Université de Cne, Dpt. Informatique)

Examineurs : Dr. Djamel Eddine Saidouni, (Université de Cne, Dpt. Informatique)

Dr. Bilami Azzedine, (Université de Batna, Dpt. Informatique)

Dr. Abdelmadjid Zidani, (Université de Batna, Dpt. Informatique)



Résumé

La réalité augmentée est une technologie qui permet l'insertion d'objets virtuels 2D ou 3D dans des scènes du monde réel en temps réel. La majorité des avancées dans la réalité augmentée ont eu lieu ces dix dernières années.

Les systèmes de composition d'images sont aujourd'hui utilisés aussi bien pour la production d'effets spéciaux (cinéma ou publicité), que pour la reconstruction visuelle de faits ou de structures historiques. Par contre, les applications à base de HMD (Head Mounted Display) sont plus expérimentales que réellement utilitaires. Nous trouvons en particulier des applications dans les domaines de la médecine, militaire, l'assistance en milieu industriel et le design intérieur ou du jeu.

Les techniques de suivi (Tracking) basées modèles sont très prometteuses pour les applications de réalité augmentée. Dans ce mémoire nous décrivons une méthode basée sur le suivi d'un modèle 2D le long d'une séquence vidéo tout en respectant la contrainte temps sur de simples ordinateurs de bureau.

D'abord, une recherche d'un pattern bien défini dans la première prise de vue de la séquence vidéo est effectuée moyennant une mise en correspondance entre cette dernière et le pattern en question. Ensuite, un suivi des primitives coins du pattern est appliqué en exploitant les capacités de prédiction du filtrage de Kalman discret.

Enfin, l'augmentation proprement dite de la scène par l'objet choisi est effectuée. Une estimation robuste de l'homographie planaire nécessaire pour l'incrustation de l'objet 2D dans la scène est assurée par l'utilisation d'une variante de l'algorithme RANSAC.

Les résultats obtenus par application de la méthode sur plusieurs séquences d'images sont très prometteurs et démontrent son efficacité et son respect à la contrainte temps réel sur de simples ordinateurs de bureau.

Mots clés : Réalité augmentée, Suivi de points, Suivi temps réel, Filtre de Kalman, Détecteur de coins 'Harris', Mise en correspondance 'Pilu', l'algorithme 'RANSAC'.

Table des matières

REMERCIEMENTS.....	3
RESUME.....	4
TABLE DES MATIERES.....	1
LISTE DES FIGURES.....	4
LISTE DES TABLES.....	7
PRESENTATION DE LA THESE.....	9
INTRODUCTION.....	9
CONTRIBUTIONS.....	10
ORGANISATION DU MEMOIRE.....	10
.....	12
PROBLEMATIQUE.....	13
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE A LA VAO.....	13
1.1 INTRODUCTION.....	13
1.2 DEFINITION DE BASE.....	14
1.3 LES ETAPES DU TRAITEMENT ARTIFICIEL D'UNE IMAGE EN VAO.....	17
1.3.1 Acquisition.....	17
1.3.2 Prétraitement.....	18
1.3.2.1 La compression.....	18
1.3.2.2 La restauration.....	18
1.3.2.3 L'amélioration.....	18
1.3.2.3.1 La modification d'histogramme.....	19
Le recadrage dynamique.....	19
Mise en évidence de zones de l'histogramme.....	20
Egalisation de l'histogramme.....	20
1.3.2.3.2 Le filtrage.....	21
Le filtrage linéaire.....	21
Le filtrage non linéaire:.....	23
1.3.3 L'analyse.....	23
1.3.3.1 Segmentation par extraction de contour.....	24
1.3.3.2 Segmentation en régions homogènes.....	25
1.3.4 L'interprétation.....	25
1.4 PROBLEME POSE PAR LA REALITE AUGMENTEE.....	26
CHAPITRE 2 : INTRODUCTION A LA REALITE AUGMENTEE.....	27
2.1 INTRODUCTION.....	27
2.2 MOTIVATION ET DOMAINES D'APPLICATION.....	28
2.2.1 Médecine.....	30
2.2.2 Assistance en milieu industriel.....	30
2.2.3 Design intérieur.....	31
2.2.4 Jeux.....	31
2.2.5 Effets spéciaux.....	32
2.2.6 Etude d'impact.....	32
2.3 LES SYSTEMES DE REALITE AUGMENTEE.....	33
2.3.1 Caméra et technologies <i>d'affichages</i>	33
2.3.1.1 Configurations basées Moniteur.....	33
2.3.1.2 Configurations basées vidéo vue à travers.....	34
2.3.1.3 Configuration optique vue à travers.....	35
2.3.1.4 Comparaison entre la méthode vidéo et la méthode optique.....	36

2.3.2 Appareils permettant l'interaction à l'utilisateur	37
2.4 LES APPROCHES DE RECALAGE	37
2.4.1 L'approche basée capteurs	38
2.4.2 L'approche basée vision.....	38
2.5 LES ERREURS DE RECALAGE	39
2.5.1 Les erreurs statiques.....	39
2.5.2 Les erreurs dynamiques	39
2.6 PROBLEMATIQUE	39
2.6.1 Cohérence géométrique.....	40
2.6.2 Cohérence photométrique.....	40
CHAPITRE 3 : CONCEPTION D'UN SYSTEME DE REALITE AUGMENTEE	42
3.1 PROBLEMATIQUE	42
3.1.1 Le cas 2D.....	42
3.1.2 Extension pour le cas 3D	45
3.1.2.1 Calibration.....	45
3.1.2.2 La géométrie affine.....	47
3.2 DESCRIPTION DU SYSTEME PROPOSE	47
3.3 PHASE DE RECHERCHE DU MODELE.....	49
3.3.1 Choix du pattern (le modèle)	49
3.3.2 <i>Extraction des points d'intérêt</i>	51
3.3.3 Localisation du modèle	51
3.4 PHASE DE SUIVI DU MODELE LE LONG DE LA SEQUENCE	53
3.4.1 Introduction théorique au filtre de Kalman	54
3.4.1.1 Le processus à estimer	54
3.4.1.2 Méthode.....	55
3.4.2 <i>Suivi du modèle sur la séquence d'images</i>	57
3.4.2.1 Suivi des primitives à base du filtre de Kalman	57
3.4.2.2 Algorithme du suivi des primitives	58
3.4.2.3 Réglage du filtre.....	59
3.4.2.4 Calcul robuste de l'homographie.....	59
3.5 PHASE D'INCRUSTATION DE L'OBJET VIRTUEL.....	61
CHAPITRE 4 : TEMPS REEL	63
4.1 INTRODUCTION.....	63
4.2 DEFINITION D'UN SYSTEME TEMPS REEL	63
4.3 CLASSIFICATION DES SYSTEMES TEMPS REEL.....	64
4.3.1 Temps réel strict	64
4.3.2 Temps réel souple	65
4.3.3 Temps réel ferme	66
4.3.4 Système embarqué et système détaché.....	67
4.4 BESOIN DE TRAITEMENT EN TEMPS REEL DANS LA REALITE AUGMENTEE.....	67
4.4.1 <i>L'approche adoptée</i>	68
4.5 VITESSE DE TRAITEMENT DES ALGORITHMES D'IMAGERIE.....	69
4.5.1 Solution logicielle	70
4.5.2 Solution matérielle	71
4.5.3 Cas de figure particulier.....	72
4.5.3.1 Détection de coin.....	72
4.5.3.2 Filtrage.....	74
4.6 CONCLUSION	76
CHAPITRE 5 : RESULTATS EXPERIMENTAUX ET DISCUSSIONS.....	77
5.1 SUIVI.....	77
5.2 ROBUSTESSE	80
5.2.1 Au niveau de la première phase.....	80
5.2.2 Au cours du suivi.....	81
5.2.3 <i>Effet d'orientation</i>	81
5.2.4 <i>Effet d'échelle</i>	82
5.3 REALISME	83
5.4 TEMPS REEL	84

5.4.1 Conclusion	87
CHAPITRE 6 : CONCLUSION ET PERSPECTIVES	88
BIBLIOGRAPHIES.....	91
ANNEXE : REALISATION DU SYSTEME.....	94
SPECIFICATION DES BESOINS.....	94
SPECIFICATION DES COMPOSANTS.....	94
Module de recherche	95
Module de Suivi.....	95
<i>Module d'incrustation</i>	96
DIAGRAMME DE FLUX DE DONNEES	97
ARCHITECTURE GLOBALE DU SYSTEME	97
COMMUNICATION	98