

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ORAN

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Mémoire de Magister

Option : Bases de Données, Systèmes, Réseaux

Sous le thème :

**CONTRIBUTION A LA VISION TRINOCULAIRE
PAR MISE EN CORRESPONDANCE DES IMAGES
PAR LES RESEAUX DE NEURONES**

Présenté par

Mr Mohamed Yaghmorasan BENZIAN

le

2001

Devant le jury composé de :

Mme H. BELBACHIR	M.C.	Président	U.S.T.O.
Melle N. BENAMRANE	C.C.	Rapporteur	U.S.T.O.
Mr A. BENYETTOU	M. C.	Examineur	U.S.T.O.
Mr A. RAHMOUN	M.C.	Examineur	Univ. Sidi Bel Abbas
Mr A. LOUKIL	C.C.	Examineur	U.S.T.O.
Mme H. Izabatene FIZAZI	C.C.	Examineur	U.S.T.O.

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2000-2001

RESUME

La mise en correspondance est un des problèmes connu en stéréovision par sa difficulté de résolution. Dans ce travail, nous proposons une approche de mise en correspondance basée sur les réseaux de neurones sur un triplet d'images de la même scène (stéréovision trinoculaire). L'algorithme d'appariement utilisant le réseaux de Hopfield se décompose en deux étapes successives: mise en correspondance de primitives régions après segmentation des images de la scène en régions, et, à partir des résultats de cette étape, la mise en correspondance de points frontières obtenus par approximation polygonale des frontières de chaque région. La structure de chaque neurone dans les 2 étapes est semblable: il est composé d'un triplet d'appariements potentiels retenus après une première étape d'appariement initial de régions (1^è phase) ou de points frontières (2^è phase), et qui permettra à la fin de valider cet appariement potentiel (état du neurone actif ou non). Les caractéristiques des régions utilisées pour l'appariement sont la surface, l'élongation, le niveau de gris et la position du centre de gravité, ainsi que les contraintes relationnelles de connexion entre les neurones qui sont l'unicité et l'ordre/adjacence. Les caractéristiques des points frontières sont la fenêtre de corrélation, l'orientation par rapport au centre de gravité de la région, le niveau de gris et la contrainte épipolaire, les contraintes relationnelles entre les neurones sont l'unicité et l'ordre. Une étape de calibration de calcul des coordonnées tridimensionnelle est nécessaire pour la reconstruction 3D de l'objet. Cette approche a été expérimentée sur des triplets d'images.

Mots clés : Mise en correspondance d'images, Stéréovision trinoculaire, Réseaux de Hopfield, Reconstruction 3D, Régions

ABSTRACT

Image matching is one of the problems in stereovision known through their difficult resolution. In this present research work, a new matching method based on neural networks on images triplet of the same scene is proposed (trinocular stereovision). Our matching algorithm which uses Hopfield networks is decomposed in two successive stages: regions primitive matching after image segmentation into regions, and from these stage results, frontier point matching obtained by polygonal approximation of region frontiers. Neuron structure in the two stages is the same: it is composed of potential matching triplets selected after initial matching step of regions (first stage) or boundary points (second stage), which allows finally to validate potential matching (neurone state active or inactive). Region characteristics used for matching are surface, elongation, gray level and centre of gravity position, as well as relational connection constraints between neurons: unicity and order constraint. Boundary point characteristics are correlation, orientation with regard to the region gravity center, gray level and epipolar constraint, relational constraints are unicity and order. Calibration is used for the 3D reconstruction objetet. This approach is applied on images triplet.

Key words : Matching image, Trinocular stereovision, Hopfield network, 3D Reconstruction, Regions

Table des Matières

Introduction	1
1 Généralités	4
1.1 Processus de traitement dans un système de vision artificielle	4
1.2 Techniques de restitution de la 3è coordonnée	7
1.2.1 Vision monoculaire	7
1.2.2 Vision binoculaire	7
1.2.3 Vision trinoculaire	8
1.2.4 Vision dynamique (multi-images)	9
1.3 Stéréovision	10
1.3.1 Définition de la mise en correspondance	10
1.3.2 Localisation et acquisition 3D	11
1.4 Conclusion	13
2 Etat de l'art de la mise en correspondance	14
2.1 Mise en correspondance	14
2.1.1 Insuffisances et difficultés rencontrées dans la mise en correspondance	15
2.1.2 Contraintes de mise en correspondance	16
2.1.3 Mesures de ressemblance dans l'appariement	17
2.2 Classes de mise en correspondance	18
2.2.1 Méthodes basées sur les primitives pixels, segments, lignes	19
2.2.2 Méthodes basées sur les primitives régions	20
2.2.3 Méthodes basées sur les fréquences	20
2.3 Synthèse des différentes approches	21
2.4 Appariement basé sur les primitives pixels, contours	23
2.4.1 Approche binoculaire sur les points de contour caractéristiques	23

2.4.2	Approche par corrélation et relaxation	25
2.4.3	Algorithme de poursuite de points	26
2.5	Appariement basé sur les segments de contour, les lignes	27
2.5.1	Coopération entre approche monoculaire et binoculaire	27
2.5.2	Appariement de segments de ligne par programmation dynamique	28
2.5.3	Mise en correspondance de segments de courbe par la transformée de Hough et la relaxation	32
2.5.4	Vision trinoculaire par la transformée de Hough	34
2.5.5	Vision trinoculaire par prédiction-vérification	37
2.5.6	Mise en correspondance comme problème du plus proche voisin	38
2.6	Appariement basé sur les primitives régions	39
2.6.1	Mise en correspondance par croissance de régions	39
2.6.2	Coopération directe entre la mise en correspondance par les régions et la segmentation à plusieurs niveaux.	40
2.6.3	Appariement par isomorphisme de graphes	41
2.6.4	Mise en correspondance par les graphes pyramidaux	41
2.7	Combinaison des primitives régions et points	42
2.7.1	Description de la surface 3D d'images stéréoscopiques par corrélation et interpolation	42
2.7.2	Mise en correspondance hiérarchique de régions	44
2.8	Méthodes basées sur les fréquences	45
2.8.1	Mise en correspondance par décomposition d'ondelette modifiée	45
2.8.2	Mise en correspondance par la fréquence spatiale locale	47
2.9	Conclusion	50
3	Mise en correspondance par les réseaux de neurones	51
3.1	Présentation des réseaux de neurones	51
3.1.1	Structure des réseaux de neurones	51
3.1.2	Le neurone artificiel (formel)	52
3.2	Mise en correspondance par les réseaux de neurones	56
3.2.1	Application de la séparation des sources	57
3.2.2	Réseaux RBF pour la stéréovision	58
3.2.3	Réseau récurrent probabilistique pour la stéréovision	60
3.2.4	Stéréovision par réseaux de neurones récurrents multi-couches	63

3.2.5	Mise en correspondance stéréo par les réseaux de Hopfield avec une nouvelle fonction énergie	64
3.2.6	Mise en correspondance par les réseaux de Hopfield	66
3.3	Conclusion	68
4	Reconstruction 3D	71
4.1	Géométrie et calibration des caméras	71
4.1.1	Introduction	71
4.1.2	Paramètres de la calibration	72
4.1.3	Modèles de calibration utilisés	72
4.1.4	Calibration par projection perspective	74
4.1.5	Utilisation de 2 caméras	79
4.1.6	Méthodes de calibration utilisées	83
4.1.7	Auto-calibration affine de caméra	85
4.1.8	Calibration euclidienne	86
4.1.9	Conclusion	87
4.2	Reconstruction 3D	87
4.2.1	Principes	87
4.2.2	Types de projection	88
4.3	Reconstruction volumétrique (projection parallèle)	89
4.3.1	Présentation de la reconstruction	89
4.3.2	Algorithmes de reconstruction volumétrique	91
4.4	Reconstruction pour un modèle sténopé (projection perspective)	92
4.4.1	Natures de la reconstruction	92
4.4.2	Reconstruction projective	94
4.4.3	Reconstruction euclidienne	99
4.5	Conclusion	101

5	Approche d'appariement trinoculaire	102
5.1	Description générale	102
5.1.1	Segmentation	104
5.2	Appariement trinoculaire de régions	104
5.2.1	Caractéristiques de base	105
5.2.2	Structure du réseau	105
5.2.3	Critères et contraintes utilisés dans la mise en correspondance	106
5.2.4	Choix des triplets de régions	110
5.2.5	Initialisation du réseau	111
5.2.6	Déroulement itératif du réseau	112
5.2.7	Algorithme récapitulatif d'appariement trinoculaire de régions	114
5.3	Appariement trinoculaire de points frontières	116
5.3.1	Caractéristiques du réseau	116
5.3.2	Approximation polygonale	117
5.3.3	Critères, contraintes de mise en correspondance	119
5.3.4	Sélection des triplets de points initiaux	121
5.3.5	Initialisation des neurones du réseau	122
5.3.6	Fonctionnement itératif du réseau	123
5.3.7	Algorithme récapitulatif de correspondance de points frontières	124
5.4	Complexité de l'algorithme	126
5.4.1	Appariement par les régions	126
5.4.2	Appariement par les points frontières	127
5.4.3	Estimation de la durée globale	127
5.5	Application à la reconstruction tridimensionnelle	128
5.6	Remarques et critiques	132
5.7	Conclusion	132
6	Résultats expérimentaux	134
6.1	Mise en correspondance par les régions	134
6.1.1	Images de bureau	134
6.1.2	Séquence d'images du château	136
6.1.3	Séquence d'images d'immeuble	138
6.2	Mise en correspondance sur les points frontières des régions	141
6.2.1	Images de bureau	141
6.2.2	Images du château	143

6.2.5	Images de l'immeuble	144
6.3	Détection des erreurs sur les résultats	145
6.3.1	Images du château	145
6.3.2	Images de l'immeuble	145
6.4	Application à la reconstruction 3D	146
6.4.1	Images du château	147
6.5	Remarques et Conclusion	148
7	Conclusion et perspectives	151