
Projet SYNTIM

Analyse Synthèse d'Images

Localisation : *Rocquencourt*

Mots-clés : coopération analyse-synthèse, analyse d'images, synthèse d'images, réalité virtuelle, modélisation 3D, indexation, reconstruction 3D, animation, rendu réaliste, réalité augmentée.

1 Composition de l'équipe

Responsable scientifique

André Gagalowicz, directeur de recherche, Inria

Secrétaire

Laurence Bourcier, Inria

Personnel INRIA

Sabine Coquillart, chargée de recherche, Inria

Olivier Monga, chargé de recherche, Inria

Chahab Nastar, chargé de recherche, Inria

Anne Verroust, chargée de recherche, Inria

Chercheurs doctorants

Philippe Decaudin, boursier INRIA, université de Compiègne

François Fleuret, boursier INRIA, université de Paris 6 (scientifique du contingent à l'ETCA à partir du 1er novembre 1996)

Richard Lengagne, boursier MENESR, université d'Orsay

Christophe Meilhac, boursier DRET, université de Paris 5

Fabrice Neyret, boursier INRIA, jusqu'au 30 juin 1996

Jean-Philippe Tarel, boursier INRIA (jusqu'à fin octobre), université de Paris 9

Xavier Provot, boursier MENESR, (jusqu'à fin octobre), université de Paris 5

Véronique Prinet, boursier CNES/INRIA (à partir du 1er octobre 1996) université Paris 11

Chercheur Post-doctorant

Jos Stam, Chercheur post-doc ERCIM

Stagiaires

Sophie Balaven, stage de DEA, université de Nice, Sophia Antipolis
 Marcel Bosc, stage de DEA, université Paris 6
 Li Jiang, stage de DEA, université Paris 6
 Franck Jung, stage de DEA, université Paris 11
 Stéphane Mader, stage de maîtrise, université de Versailles-St Quentin
 Yannick Marrec, stage d'ingénieur, IMERIR, Perpignan
 Haico Ten Lohuis, stage HIO Pays-Bas, (du 1er septembre 96 au 30 juin 1997)
 Freerk Tuinstra, stage HIO Pays-Bas, (jusqu'au 30 juin 1996)

Chercheurs extérieurs

Samuel Boivin, Scientifique du contingent jusqu'au 5 décembre 1996
 Jean Louchet, ENSTA
 Jean-Marie Rocchisani, Hôpital Avicenne, Bobigny

Collaborateurs extérieurs

Nozha Boujemaa, Ecole d'Ingénieurs en Informatique pour l'Industrie (E3i) - Université de
 Tours
 Bruno Jedynek, IUT Paris, Université Paris 5 (jusqu'au 31 décembre 1996)

Conseiller scientifique

Georges Stamon, Professeur à l'université Paris 5

Professeur invité

Donald Geman, Université du Massachusetts, USA (3 mois par an)

I.T.A

Jean-Paul Chièze, en commun avec A3 et Fractales, Inria
 Jean-Baptiste Giorgi, en commun avec A3 et Fractales, Inria

2 Présentation du projet

Le projet SYNTIM est axé sur la collaboration analyse/synthèse. Depuis Juin 1995, il nous a été demandé de centrer nos activités autour d'un domaine applicatif unique. Notre choix s'est porté sur les services images dans les futurs réseaux de télécommunications. L'opération de base qui nous intéresse est la compression 3D. On veut développer une technique, pilotée par modèle, d'analyse de séquences d'images monoculaires.

Etant donnée une base de données d'objets 3D, nous cherchons à retrouver certains d'entre eux dans la séquence, à trouver leur position, leur mouvement et leur propriété photométrique (même si ceci ne concerne qu'un nombre restreint d'objets pour commencer). L'idée est de ne transmettre que cette information 3D (modèle synthétisable) à travers le réseau. A la réception, il y aura une station graphique 3D qui aura à régénérer l'image (une partie de cette image, plus précisément) à l'aide d'un algorithme de rendu réaliste. Cette option s'insère tout à fait dans le schéma actuel de MPEG4. Ce qui n'aura pas été reconnu en 3D pourra être codé avec une solution de plus bas niveau (2D) de type MPEG2.

A partir de ce cadre applicatif, un ensemble beaucoup plus large de services utilisant des objets 3D telle que la recherche optimale d'un objet dans une base de données images, la manipulation, le traitement et l'intégration de telles images dans un contexte de réalité augmentée, la téléprésence fait également l'objet de nos préoccupations de recherche.

Dans le projet SYNTIM, on trouve donc trois axes de recherche symbolisés par les rectangles en traits pleins de la figure 1.

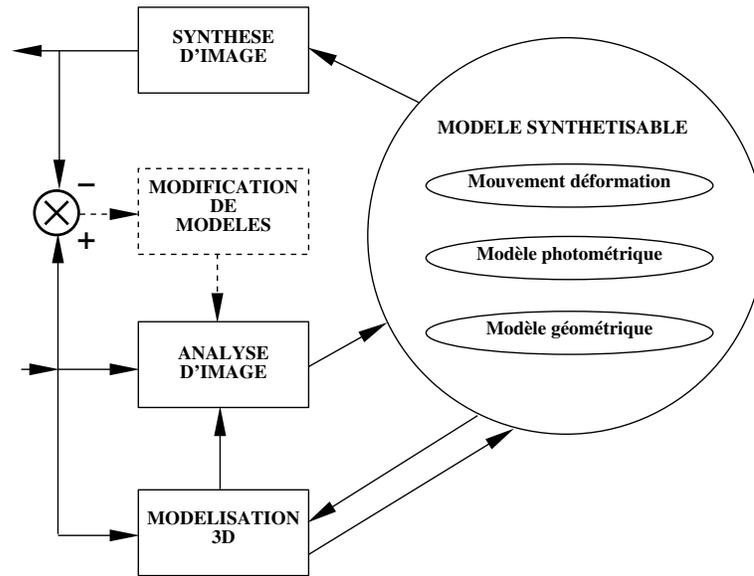


Figure 1: Schéma conceptuel du thème de recherche

2.1 Le premier axe concerne la modélisation et l'animation 3D

Il s'agit ici de construire des modèles géométriques 3D des objets (le plus souvent naturels) que l'on est susceptible de rencontrer dans une séquence. A terme, on devrait disposer d'une base de données de très grande taille (aussi bien au codeur qu'au décodeur). Il est fondamental que ces modèles soient en parfaite correspondance avec les objets qu'ils représentent. Il en est de même de l'animation de ces objets.

2.2 Le deuxième axe est l'analyse d'image

Comme nous sommes dans le cadre d'une approche locale, le programme d'analyse doit tendre à reconstruire l'espace 3D à partir d'une base de données (locale) d'objets. Dans le cas de scènes complexes, le rôle de l'occlusion est fondamental et le problème n'est pas résolu. Pour attaquer ce problème, nous avons décidé de l'aborder de deux manières différentes (voir la figure 2).

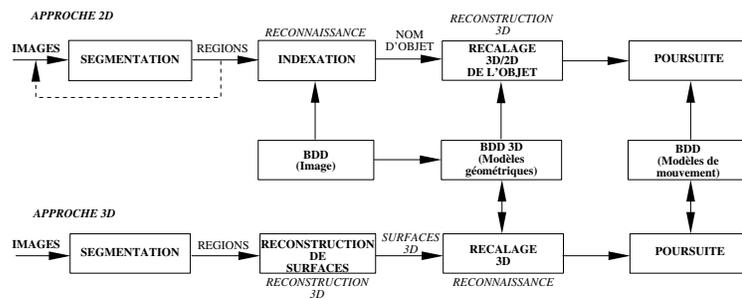


Figure 2: Complémentarité des approches 2D et 3D

Dans l'approche 2D, nous supposons que chaque objet dans la base n'est présent que sous la forme d'un ensemble d'images de cet objet (BDD image) alors que dans l'approche 3D, nous disposons d'une base de données contenant la géométrie 3D d'un modèle de chaque objet (BDD 3D). Pour les deux approches, nous utiliserons des techniques de segmentation par flot optique (disponibles chez TEMIS) et

des techniques de segmentation par radiométrie pour détecter des régions consistantes. Dans l'approche 2D, l'indexation aura la tâche (figure 2) de dire s'il y a bien un objet (dans chaque région pointée par la segmentation) et quel est-il, (parmi les objets de la base image). Avec le nom de l'objet, nous pourrions dans l'avenir récupérer son modèle 3D dans la base BDD 3D et utiliser un algorithme de recalage 3D/2D qui déterminera la position 3D de cet objet par rapport à la caméra, étant donnée sa projection image et cet objet sera ensuite poursuivi dans la séquence.

Dans l'approche 3D, plus classique, nous essaierons tout d'abord de reconstruire la surface 3D sous-tendue par la région spatio-temporelle détectée et ensuite, reconnaître, à partir de la BDD 3D, de quel objet il s'agit (recalage 3D). Ensuite la poursuite s'organisera.

Il est prévu de créer des passerelles entre les deux approches pour choisir (même localement) la plus efficace. Une de ces passerelles consiste à construire pour chaque objet de la base image, un modèle géométrique 3D en utilisant les techniques de modélisation étudiées chez SYNTIM à partir de ses images. Ainsi, nous pourrions soit développer totalement l'approche 2D, ou l'approche 3D, ou tout combinaison. Pour le moment, l'essentiel des activités de SYNTIM en analyse est concentré autour de l'indexation (approche 2D) et autour de la reconstruction de surfaces et le recalage 3D (approche 3D), ce qui correspond à la partie centrale de la figure 2.

2.3 Collaboration analyse/synthèse

Enfin le troisième élément de recherche correspond à la phase où la collaboration analyse/synthèse s'effectue réellement. C'est l'activité (voir la figure 1) de synthèse d'image (au sens de la collaboration analyse/synthèse).

Une première activité a trait à la synthèse réaliste (à partir du modèle synthétisable de la scène). Nous devons ici créer une image, très proche de l'image de départ, en utilisant les images et les résultats de la reconstruction géométrique 3D de la scène. Cet algorithme combine analyse photométrique et rendu. Nous commençons à adapter l'approche analyse/synthèse au cas du mouvement.

La deuxième activité consiste à mélanger image naturelles et images de synthèse (qui se fait dans l'espace des modèles synthétisables partagés par l'analyse et la synthèse dans SYNTIM). Nous allons à présent détailler les activités de SYNTIM pour l'année 1996 dans ces trois axes.

3 Actions de recherche

3.1 Modélisation et animation 3D

Les activités de recherche du projet SYNTIM en modélisation 3D couvrent essentiellement deux axes : la modélisation géométrique : l'idée consiste à créer des objets complexes en les déformant interactivement à partir de formes plus simples, et la modélisation réaliste d'objets très complexes (par exemple une forêt). Ces travaux en modélisation induisent une des travaux en animation. Nous étudions l'animation presque uniquement du point de vue synthèse pour le moment.

3.1.1 Modélisation géométrique :

Modélisation par *fusion* de formes 3D

Participants : Philippe Decaudin, Sabine Coquillart

Dans le cadre de la modélisation d'objets tridimensionnels, une technique très utilisée consiste à partir d'un objet simple, à le déformer (un peu comme on déformerait de la pâte à modeler) jusqu'à obtenir la forme voulue. Cette technique permet une interaction directe avec l'objet en cours de création et les manipulations nécessaires pour le modeler deviennent très vite intuitives pour l'utilisateur (info)graphiste.

Nous avons étendu la palette des outils de déformation mise à disposition du graphiste par deux nouveaux outils [729, 737, 770]:

- L'outil de fusion permet de déformer localement un objet en le *fusionnant* avec une forme 3D simple (sphère, ellipsoïde,...). Deux types d'effets peuvent être obtenus : l'objet est déformé soit en creux, soit en bosse de façon à englober la forme simple. La forme du creux ou de la bosse est alors celle de la forme simple.

- L'outil de flexion permet de tordre un objet plus ou moins localement. C'est un peu comme si l'objet était fait en matière souple et qu'on y insère une armature articulée. Influencer sur l'angle de la torsion revient à manipuler l'articulation.

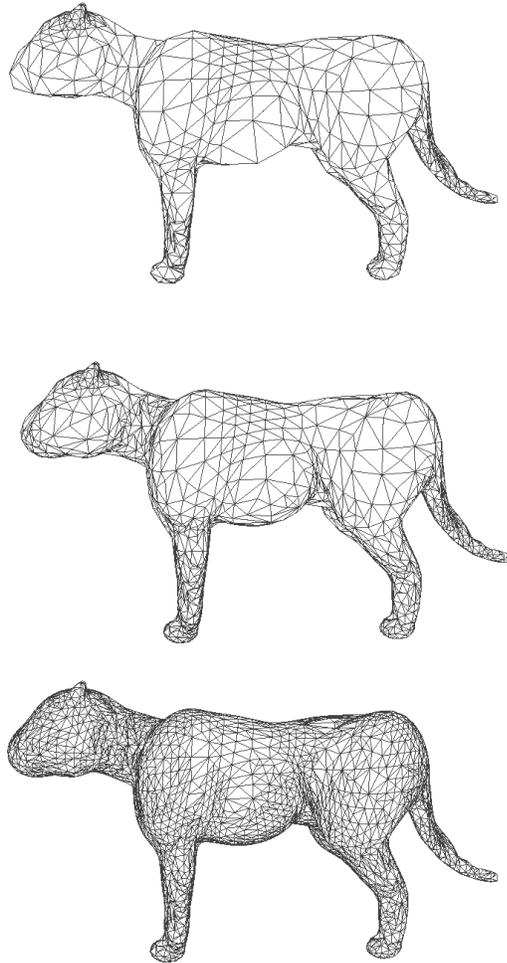


Figure 3: Modèle de tigre maillé à différents niveaux de détails (respectivement 2594, 4290 et 10866 facettes)

Ces deux outils peuvent être utilisés pour modéliser tout type d'objet¹ en fonction des besoins du graphiste. Mais, il y a un cas où l'utilisation de ces outils est particulièrement adaptée, c'est le cas des objets

¹Ces outils de déformation sont des déformations de l'espace et peuvent être appliqués à tous les objets indépendamment de la représentation utilisée

de type *organique* (corps humains, d'animaux,...), cf. figure 3. Consultez le site Web² pour plus de détails.

Fusion d'objets de topologie quelconque

Participants : Sophie Balaven, André Gagalowicz

Notre étude vise à obtenir des modèles d'objets complexes par composition d'objets plus simples. Nous comptons étendre au cas d'objets de topologie quelconque la technique de composition développée par Philippe Decaudin et André Gagalowicz en 1994 conservant la propriété de conservation de la matière qui permet de fusionner des objets convexes ou étoilés. Le cas bi-dimensionnel a été validé [760].

Notre méthode pourra être utilisée pour modéliser des objets complexes ou pour créer des animations.

Reconstruction de formes complexes à partir de contours

Participant : Sabine Coquillart

Au sein de l'axe modélisation du projet, nous nous sommes intéressés, en collaboration avec J.M. Oliva et M. Perrin de l'École des Mines de Paris, à la reconstruction de formes 3D polyédriques complexes à partir de contours. Une nouvelle approche, permettant de traiter de manière simple et automatique l'ensemble des problèmes de topologie (trous, branchements multiples, contours isolés) a été développée à l'École des Mines. Elle s'appuie sur la construction adaptative de coupes intermédiaires par interpolation entre les sections initiales. Ce processus utilise un diagramme de Voronoï généralisé simplifié défini dans les zones différence des coupes consécutives : le réseau bissecteur. Ces travaux ont fait l'objet d'une publication à Eurographics'96 [752].

3.1.2 Modélisation réaliste :

Textures volumiques (texels)

Participants : Fabrice Neyret, Sabine Coquillart

Ce travail de thèse [731] s'inscrit dans le cadre du réalisme en synthèse d'images, et s'intéresse à la modélisation de la complexité telle qu'on la trouve notamment dans les scènes naturelles (forêt, prairie, fourrure, etc), où le réalisme de la représentation provient de la très grande répétition de quelques objets simples avec peu de variation.

On trouvera une présentation générale de la technique dans le rapport d'activité 1995.

Cette année, nous avons complété la transcription en texels des représentations géométriques classiques, et défini le plaquage des texels sur les surfaces avec tous les degrés de liberté existant pour les textures classiques. Ce travail a fait l'objet d'une publication à EWR'96 [751].

Nos travaux ont conduit à faire des texels, introduits en 1989 par Kajiya comme simple modèle ad hoc et coûteux pour synthétiser de la fourrure, un modèle complet, raccordé à tout le processus de synthèse (modélisation, animation, rendu), efficace (codage multi-échelle, rendu adaptatif à faible aliassage), commode pour l'utilisateur (construction texturale, aussi conforme que possible aux modes de manipulation usuels). Ils représentent dès lors une représentation concurrente des maillages surfaciques, bien adaptée aux objets à très forte complexité géométrique répétitive que l'on trouve notamment dans les scènes naturelles (feuillage, herbe, fourrure...).

²<http://www-rocq.inria.fr/syntim/recherche/decaudin>

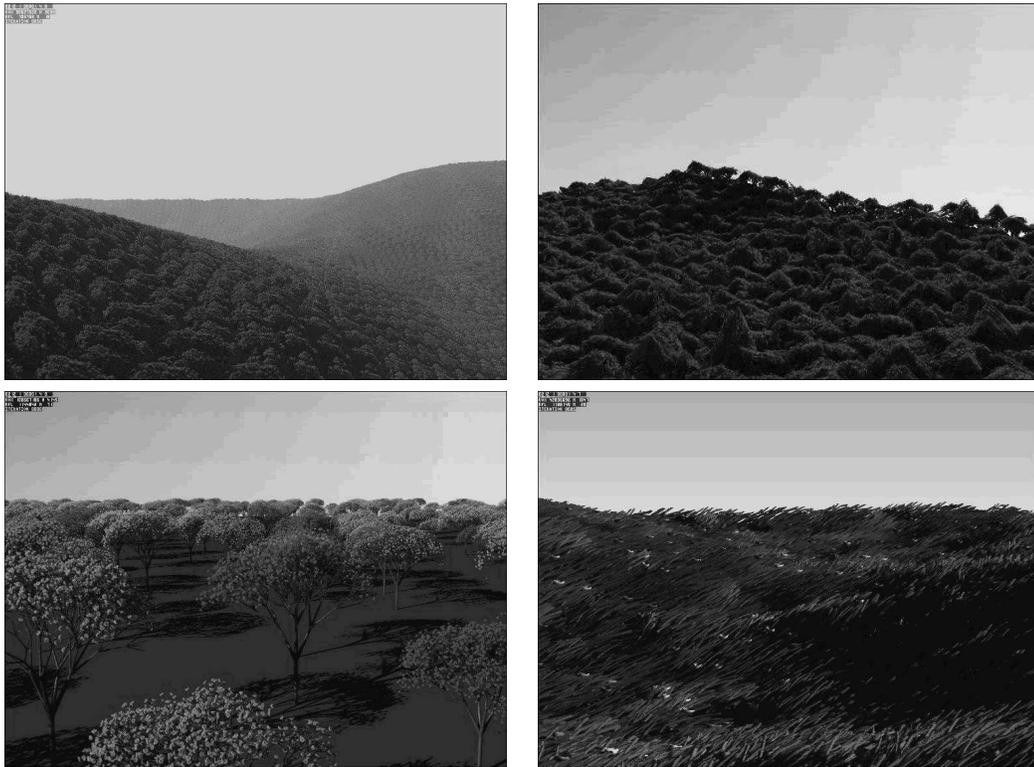


Figure 4: Scènes naturelles modélisées par textures volumiques (extrait d'animations). Rendu en tracé de rayons sans aliassage, avec ombres, nécessitant au format vidéo (768x576) 20 à 60 minutes de calcul. La forêt contient l'équivalent de 200 millions d'objets (branches et feuilles).

Modélisation stochastique de phénomènes naturels

Participant : Jos Stam

Nous nous intéressons au problème de la simulation de phénomènes naturels dans le cadre de l'informatique graphique, i.e. pour des applications du type réalité virtuelle, architecture, jeux, etc. Nos modèles reposent sur la théorie des processus stochastiques, par conséquent le phénomène en question est modélisé comme une fonction aléatoire variant dans l'espace et dans le temps. Cette méthodologie permet de découpler les aspects "grossiers" du phénomène des effets "turbulents": les premiers sont sous le contrôle d'un animateur alors que les derniers sont déterminés par les paramètres stochastiques du modèle en question. Elle a été appliquée essentiellement aux phénomènes suivants :

- le mouvement d'arbres sous l'influence d'un champ de vent turbulent [766],
- les déformations optiques provenant de divers gradients thermiques (effet des mirages par exemple) [754] (cf. figure 5),
- la simulation de caustiques variant au cours du temps [755] (cf. figure 6).

En fait, la méthode utilisée pour simuler les caustiques peut se généraliser à des phénomènes plus généraux, où les caractéristiques du phénomène sont déterminées par une estimation de paramètres statistiques à partir de données expérimentales. Ainsi des techniques d'analyse d'images sont introduites dans ce problème de synthèse.

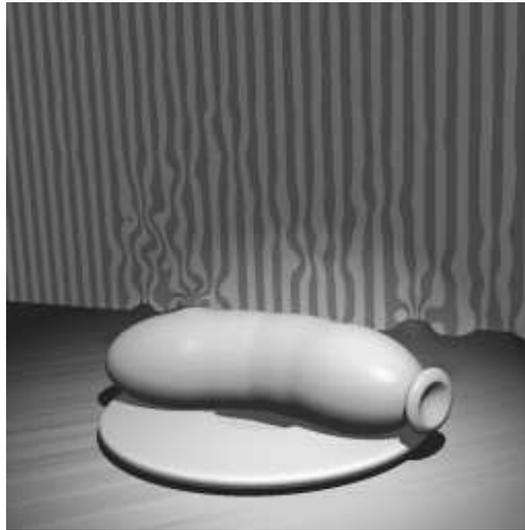


Figure 5: Une “saucisse chaude”. On peut remarquer que notre modèle est tridimensionnel : la saucisse et le mur sont déformés.

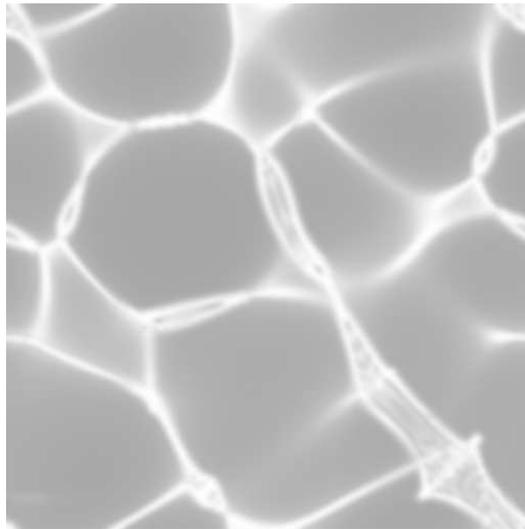


Figure 6: Caustique créée par une vague monochromatique

Simulation réaliste de vêtement

Participants : Xavier Provot, Anne Verroust

L'étude porte sur la construction d'un modèle pouvant décrire de façon “visuellement réaliste” le mouvement des tissus (textiles). Ce modèle de tissu sert alors à réaliser des vêtements assemblés sur des mannequins de synthèse.

Notre approche est fondée sur un système “masses-ressorts”, soumis aux lois de la dynamique. Ce modèle purement élastique est rectifié à l'aide d'une procédure de contrôle de l'élongation des ressorts, afin de modéliser à coût réduit, l'élasticité non-linéaire des tissus.

Cette année, nous avons étudié le problème de la gestion des collisions du modèle avec d'autres objets, et surtout des collisions du modèle avec lui-même (auto-collisions). Deux points fondamentaux ont été approfondis :

- L'optimisation de la détection des collisions.

En effet, cette détection est très coûteuse. Elle a été optimisée par deux méthodes complémentaires. La première utilise un algorithme hiérarchique de "boîtes englobantes". La deuxième utilise des critères de courbure des régions de la surface du tissu.

- La réponse.

Une méthode originale a été développée pour résoudre les conflits qui apparaissent entre certaines collisions. Cette méthode consiste à repérer de manière itérative les zones qui contiennent les nœuds impliqués dans ce type de collisions. On fait alors l'hypothèse que dans une telle zone, la collision est *parfaitement inélastique*, c'est-à-dire que la zone ne subit qu'un déplacement rigide pour le pas de temps considéré.



Figure 7: "Chemise" montée sur un mannequin de synthèse.

Enfin, nous étudions maintenant la découpe de patrons (découpe de maillage) et l'assemblage de ces patrons sur un mannequin de synthèse. Cet assemblage requiert la mise au point de méthodes de convergence pour faire coïncider les "bords" du patron qui doivent être cousus, ainsi que la modélisation des "coutures" une fois l'assemblage réalisé par fusion des deux maillages (cf. Figure 7).

3.2 Analyse d'images

Comme indiqué ci-dessus, cette activité s'articule autour de deux approches (voir la figure 2), l'approche 2D et l'approche 3D.

3.2.1 Approche 2D

L'essentiel de cette activité nouvelle est pour cette année concentrée sur l'indexation (voir figure 2). Nous commençons à nous intéresser au recalage 3D/2D et à la poursuite.

Indexation

Indexation par arbres de décision

Participants : François Fleuret, Bruno Jedynak, Donald Geman, Franck Jung

Dans ce projet, qui s'inscrit dans le cadre d'un contrat avec le CNET, nous cherchons à développer un algorithme de reconnaissance d'objets rigides, sur fond complexe, dans des images 2D.

La technique demande une phase d'apprentissage au cours de laquelle sont construits des arbres de décisions. Cet apprentissage est fait à partir d'une base de données d'images 2D représentatives, d'un point de vue statistique, des images qui seront ensuite utilisées pendant la reconnaissance.

La reconnaissance comporte deux parties : un codage qui indique en chaque point les caractéristiques locales de l'image (cf. figure 8), et ensuite la reconnaissance elle-même, à partir de l'image codée de cette manière. Elle est réalisée avec des arbres de décisions qui séparent les objets les uns des autres en caractérisant leur aspect à l'aide de graphes (cf. figure 9).

Le taux d'erreur sur la base de données de Columbia (base de données d'images de 20 objets rigides vus sous 72 angles) est inférieur à 0.2%. La vitesse de reconnaissance pour une image 128 est de l'ordre de la seconde sur une station UNIX courante (Sparc 20).

Ces travaux sont présentés dans [740]

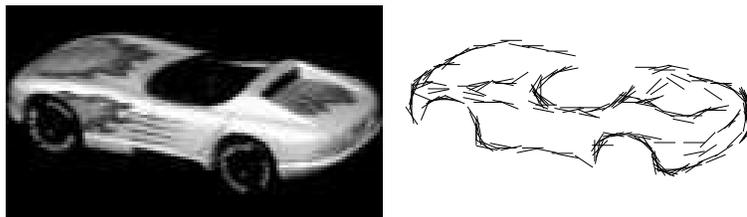


Figure 8: L'image originale en niveaux de gris (à gauche) est recodée de manière à avoir en chaque point une description de la topologie locale (à droite).



Figure 9: Représentation d'un graphe caractéristique. Chaque arête représente une relation vérifiée par l'image.

Recherche d'images par le contenu

Participants : Chahab Nastar, Yannick Marrec

Dans le cadre de la reconnaissance d'objets et la navigation intelligente dans les bases d'images fixes, nous nous intéressons à l'indexation d'images et à la recherche d'images par le contenu. Il s'agit de développer des outils permettant de sélectionner les images les plus pertinentes par leur contenu, comme c'est le cas pour les systèmes de recherche d'information.



Figure 10: Résultat d’une recherche par analogie mécanique dans une base de 7562 visages. La similarité décroît de gauche à droite et de haut en bas. L’image-requête est encadrée, et seules les 15 images les plus similaires sont représentées. Notez que le système a retrouvé deux images du visage-requête portant des lunettes.



Figure 11: Résultat d’une recherche par analogie géométrique dans une base de 1440 images.

Dans le cas assez général d’une recherche par similarité d’images (recherche par l’exemple), l’utilisateur choisit, fournit ou dessine une image-requête, et recherche dans la base des images disponibles “les images qui ressemblent à l’image-requête”. Le système doit donc indexer les images par des techniques automatiques d’analyse d’images, en s’appuyant sur les attributs d’images tels que la couleur, la texture et la forme des objets.

Par exemple, nous avons récemment proposé de considérer une image à niveau de gris comme une surface d’intensité lumineuse, où l’élévation serait la valeur du pixel. Les variations de la surface dans les deux directions spatiales modifient l’arrangement spatial des objets dans l’image (contours), alors que la variation dans la direction de la cote affecte le profil de l’intensité de l’image (texture). Cette

représentation a donc l'intérêt d'unifier les attributs "contours" et "texture". Ainsi, deux images se ressemblent lorsque leurs surfaces d'intensité lumineuse se ressemblent.

Nous avons proposé deux approches de la ressemblance de la surface d'intensité. La première approche est mécanique, et possède de bonnes propriétés d'invariance dans le cas d'une base d'images spécialisée comportant des variations fines [735]. En modélisant la surface d'intensité comme une nappe déformable, la signature d'image est formée par les coefficients spectraux de l'énergie de déformation de la surface vers une surface de référence. Plus la déformation d'une surface en une autre nécessite de l'énergie, plus les deux images correspondantes sont dissemblables. Des considérations fréquentielles et statistiques permettent de donner plus de robustesse à cette méthode. Nous obtenons 97% de réussite sur une base de 7562 visages ; en d'autres termes, dans 97 requêtes sur 100, le visage le plus ressemblant au visage-requête est celui de la même personne (figure 10).

Nous travaillons actuellement à l'élaboration d'une approche géométrique de la ressemblance entre surfaces d'intensité, dont les premiers résultats sont montrés sur la figure 11. Cette seconde approche est invariante par translation/rotation et faible changement d'échelle de l'image. Pour en savoir plus : <http://www-syntim.inria.fr/~nastar/>.

Suivi 3D/2D de modèle dans des images

Participants : Christophe Meilhac, Freerk Tuinstra, Chahab Nastar

Le problème général est le suivi d'un objet, connu par son modèle 3D, dans une séquence d'images. Nous nous posons ce problème dans le cadre de la réalité augmentée (Cf [739]). La contrainte essentielle de cette application est la précision de la projection du modèle dans l'image.

Nous avons choisi de décomposer la problématique en trois sous-problèmes :

- initialisation grossière de la position dans la première image
- amélioration du positionnement
- et enfin prévision de la position dans la prochaine image.



Figure 12: Recalage interactif de l'arche de la défense

L'initialisation est un problème difficile et nous avons choisi un recalage interactif. L'utilisateur spécifie un ensemble de correspondances 3D-2D de façon interactive (Cf 12).

Pour l'amélioration du positionnement, le problème peut se formaliser sous la forme de la minimisation d'une fonctionnelle qui dépend de primitives image, d'une mise en correspondance 3D-2D et d'un algorithme de recherche du meilleur déplacement pour réaliser cette correspondance.

Notre méthode consiste à réaliser simultanément la mise en correspondance et l'extraction de primitives images en introduisant au plus tôt la connaissance du modèle.

Cette technique permettra d'effectuer le suivi robuste du modèle dans la séquence.

3.2.2 Approche 3D

Cet aspect correspond à l'approche traditionnelle de SYNTIM (reconstruction, puis reconnaissance). Nous explorons à présent l'approche locale.

Reconstruction de surfaces

Reconstruction polyédrique à Partir de Nuages de Points

Participants : Marcel Bosc, André Gagalowicz, Anne Verroust

Nous avons étudié et implanté une méthode permettant d'obtenir une triangulation surfacique d'un nuage de points provenant de l'échantillonnage d'une surface, sans faire aucune hypothèse (sinon locale pour la triangulation des trous) sur la topologie de celle-ci [761]. La méthode utilise une triangulation de Delaunay du nuage de points et un outil mathématique (les alpha-shapes) qui permet d'extraire de cette triangulation une approximation de la surface. Cette approximation est insuffisante car il subsiste des "poches" volumiques sur la surface. Notre approche consiste à identifier et éliminer ces "poches" volumiques. L'apport original de ce travail réside dans l'élimination cohérente de ces irrégularités.

Reconstruction 3D et contraintes différentielles

Participants : Richard Lengagne, Olivier Monga

Nous proposons une méthode de reconstruction d'une surface non polyédrique à partir de plusieurs images qui prend en compte l'extraction de caractéristiques différentielles. Basée sur la déformation d'une triangulation sous l'influence d'un terme externe lié au couple stéréoscopique et d'un terme interne de lissage, notre méthode extrait automatiquement des lignes de crête et se propose de les utiliser afin de contraindre la triangulation. Nous avons appliqué cette technique à la modélisation de terrains [741] et à la reconstruction 3D du visage à partir de paires stéréoscopiques calibrées [742]. En effet, les lignes de crête constituent une modélisation géométrique adéquate de certaines caractéristiques physiques telles les vallées, les lits de rivières dans le cas des terrains, ou les orbites et l'arête du nez dans le cas des visages. L'optimisation de la triangulation fait intervenir un terme de régularisation isotrope qui tend à lisser trop fortement la surface au voisinage des zones de forte courbure ou des lignes caractéristiques. En outre, l'extraction manuelle de ces caractéristiques peut se révéler pénible et imprécise. Il est donc nécessaire de disposer d'un outil d'extraction automatique de lignes de crête à partir du maillage optimisé. Nous implémentons une boucle "optimisation du maillage - extraction de caractéristiques - adaptation aux contraintes" afin de générer un maillage dont les arêtes coïncident avec les lignes de crête. Nous envisageons également de raffiner sélectivement le maillage dans les zones de forte courbure. La définition d'un certain nombre de contraintes de bas niveau liées aux caractéristiques différentielles de la surface est donc une étape cruciale dans la reconstruction 3D de surfaces non polyédriques et peut être mise à profit dans le recalage, la modélisation de surfaces ou la reconnaissance d'objets.

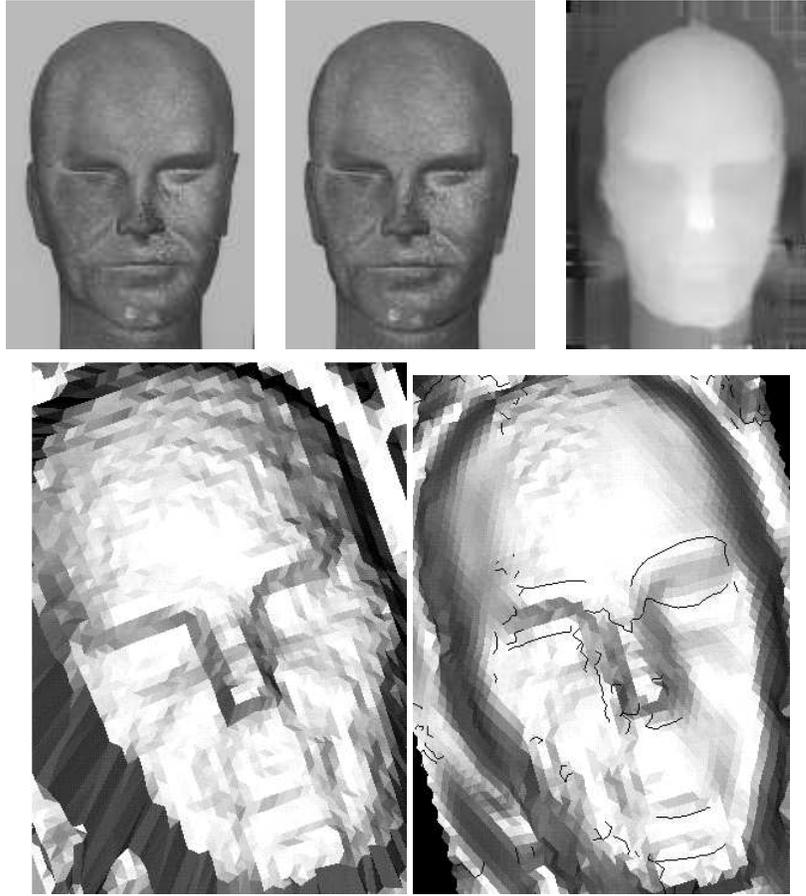


Figure 13: Une paire stéréo et la carte de profondeur associée (haut), le visage initial et la reconstruction avec détection de quelques lignes de crête (bas)

Recalage multi-prototypes

Participants : Jean-Philippe Tarel, André Galalowicz

L'objectif de ce travail est de construire un modèle géométrique abstrait, constitué de primitives de base simples et déformables, à partir de la donnée d'un ensemble de points. Suite au développement d'une méthode de recalage fondée sur les outils de classification floue et ICP[756, 757], nous avons unifié ces deux techniques dans un même algorithme[758, 768, 732] qui permet de faire du recalage avec plusieurs instances du même modèle ou de la classification géométrique, suivant qu'on le fait appartenir au domaine vision 3D ou reconnaissance des formes. Cet algorithme réalise donc une segmentation des données en sous-ensembles cohérents géométriquement et dans un même temps, il recalc chaque prototype géométrique sur l'un des sous-ensembles.

L'approche suivie n'est pas restreinte aux primitives 3D et 2D déformées par des transformations géométriques simples, comme l'illustre la figure 14, mais peut aussi être appliquée à des fonctions 2D polynômiales pour faire de la segmentation d'image en éléments de surface d'intensité planaire, quadratique ou cubique[742, 732].

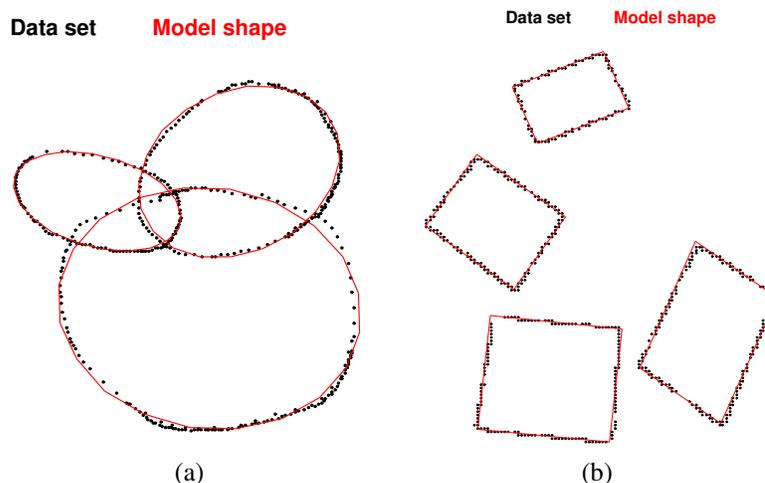


Figure 14: (a) Recalage avec 3 prototypes elliptiques. (b) Classification géométrique avec 4 parallélogrammes.

3.3 Collaboration analyse/synthèse

3.3.1 Rendu

Méthodes de Rendu Réaliste Avancé pour une coopération Analyse/Synthèse

Participants : Samuel Boivin, André Gagalowicz

La version précédente de notre logiciel de rendu réaliste présentait des techniques évoluées[736] mais ne permettait pas -ou très difficilement- l'intégration d'effets particuliers comme les réflexions diffuses ou encore le rendu volumique de faisceaux . De plus, les temps de calcul qu'il nécessitait pour le calcul d'une image étaient prohibitifs. C'est pourquoi, nous avons choisi de créer un nouveau programme de rendu, fondé sur des techniques plus sophistiquées, mais beaucoup plus souples et nettement plus rapides à l'exécution.

Nos choix se sont tournés désormais vers la Radiosité Hiérarchique, très utilisée par la communauté scientifique en matière de rendu. Cette technique, bien qu'ayant déjà plusieurs années a été largement développée depuis. Elle nous permet de réduire énormément le nombre d'éléments à calculer dans des scènes complexes, que notre logiciel précédent ne pouvait traiter, en raison de la trop grande quantité de mémoire à laquelle il faisait appel dans sa gestion des subdivisions des facettes.

Le logiciel est actuellement en cours de développement. Il intégrera d'autres fonctionnalités comme:

- l'utilisation du Hardware des stations Silicon Graphics pour le traitement des facteurs de forme.
- une approche davantage fondée sur le tracé de rayons pour traiter les phénomènes photométriques complexes et éventuellement pour le traitement des facteurs de forme.
- une approche parallélisme basée sur les bibliothèques MPI(Message Passing-Interface) et PVM(Parallel Virtual Machine).

Au delà de son utilisation naturelle en Rendu Réaliste, nous voulons étendre cet algorithme à une utilisation Analyse/Synthèse, en partant des données fournies par l'Analyse nous désirons retrouver les paramètres de réflectance des surfaces (par exemple, ρ_i dans l'équation de radiosité), afin que l'image générée approche au mieux l'image naturelle. Cet algorithme reprend les techniques développées dans [736].

Reconstruction automatique de vues

Participants : Jean-Philippe Tarel, André Gagalowicz

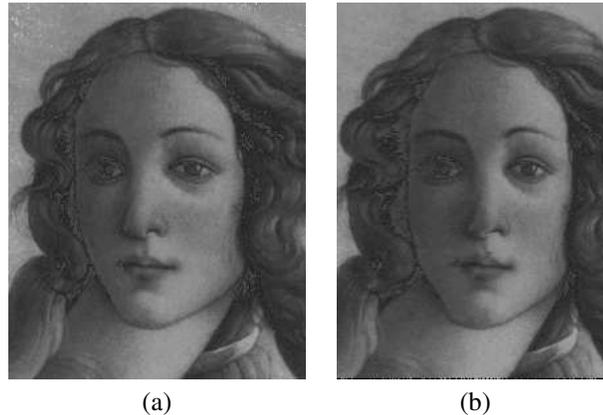


Figure 15: (a) est l'image originale extraite de "la naissance de Vénus" de Botticelli. (b) est un point de vue de synthèse montrant la vue de face interpolée du même visage.

Le travail de reconstruction de facettes 3D à partir de paires gauche-droite de régions a été poursuivi cette année. Un premier complément a été de produire automatiquement des reconstructions en faces 3D texturées au format VRML accessibles par le Web³.

Nous avons ensuite montré [769] que la géométrie rectifiée du couple de caméra est une condition nécessaire et suffisante pour faire la reconstruction 3D de facettes sans faire d'appariement au niveau du pixel. Sous cette contrainte, il est possible d'introduire la notion d'*espace des disparités* qui permet de naturellement faire la reconstruction en facettes planes dans le cas non calibré (on ne connaît alors ni la base stéréo, ni le centre des images). Autre propriété intéressante, sur les vues intermédiaires entre l'image gauche et droite, la forme d'une région s'interpole de façon linéaire. De ce fait, il est possible de calculer toutes vues intermédiaires⁴ par une simple transformation linéaire là où une facette se re-projette, puis de compléter les zones non ainsi recouvertes par une technique classique d'interpolation d'image, comme le montre la figure 15.

Rendu non-photoréaliste : rendu de scènes 3D imitant le style « Dessin Animé »

Participant : Philippe Decaudin, Sabine Coquillart

Les images de synthèse se veulent, en général, *photoréalistes*, c'est-à-dire imitant le mieux possible ce que verrait une vraie caméra filmant une scène réelle. Dans le cadre des applications de type production de films d'animation pour l'audiovisuel, une nouvelle tendance apparaît : le rendu non-photoréaliste. Le but n'est plus d'imiter la réalité, mais d'obtenir des effets plus exotiques (dits *non-photoréalistes*) comme générer une image de la scène telle qu'un peintre aurait pu la dessiner.

Nous avons développé un algorithme de rendu qui génère des images imitant le style « dessin animé » traditionnel (ou « bande dessinée ») à partir de la description tridimensionnelle d'une scène fixe ou animée [762]. Pour ce faire, l'algorithme fait appel à des techniques qui permettent :

- de détourner les objets (profils et arêtes sont dessinés en traits noirs),
- de colorier uniformément les surfaces intérieures à ces contours,
- de faire apparaître sur les objets les ombres propres et les ombres portées dues aux sources de lumière éclairant la scène.

³<http://www-syntim.inria.fr/syntim/analyse/vrml/explain.html>

⁴<http://www-syntim.inria.fr/syntim/recherche/tarel/Venus.mpg>

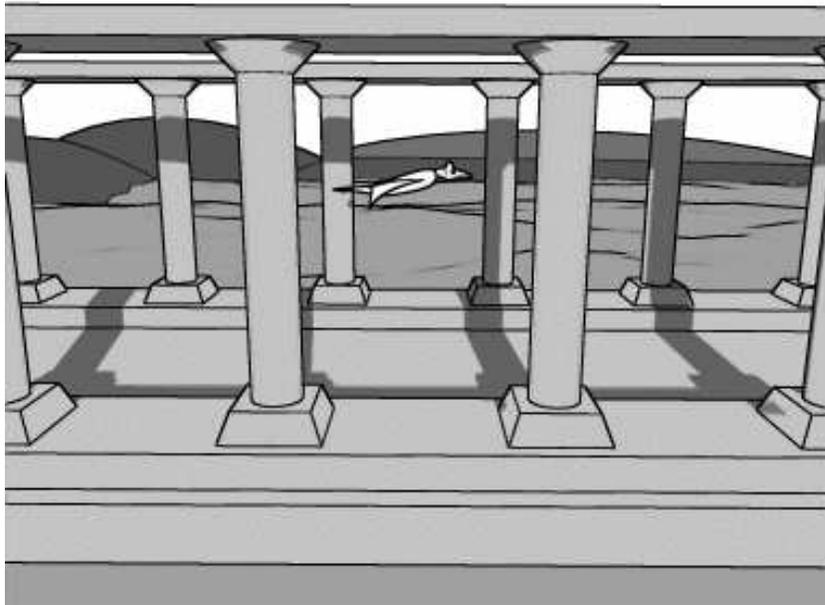


Figure 16: Image extraite du dessin animé “Rendez-vous”

Par rapport aux techniques traditionnelles de dessin animé, l’avantage de notre méthode est d’automatiser la production des images. En fait, on reporte le problème de l’animation en amont : il faut désormais créer une scène avec un modéleur 3D et l’animer. Grâce à ce système qui permet le calcul automatique des images, il devient beaucoup plus facile de conserver la cohérence spatiale des objets dans la scène, et on peut, par exemple, générer facilement des mouvements de rotation d’objets ou de caméra ainsi que des déplacements de sources lumineuses (cf. figure 16, cf. [771] et le site Web⁵).

3.3.2 Analyse/synthèse du mouvement

Identification de modèles physiques d’animation

Participants : Jean Louchet, Li Jiang

Nous avons créé un langage simple de modélisation physique d’objets déformables par masses ponctuelles et instanciations de liaisons (cf. RA95, p. 345). Cela permet notamment de modéliser facilement des structures régulières, périodiques (tissus...) ou homogènes (sables, fluides...). Nous avons en 1996 introduit la possibilité de liaisons non-linéaires ou dissipatives (viscosité...), permanentes ou conditionnelles (seuil de distance d’activation...) [730]. Le problème consiste ici à construire, à partir de données cinématiques, un modèle physique capable de générer un comportement cinématique aussi proche que possible du comportement donné, à l’aide d’une stratégie évolutive qui optimise une fonction de coût. L’exploitation des propriétés topologiques de l’objet dans la structure même de l’algorithme évolutif, permet à plusieurs fonctions de coût de partager le contrôle du processus d’évolution, et d’assurer une convergence en moyenne en un nombre de générations indépendant de la complexité de l’objet.

Les travaux effectués depuis fin 1995 ont permis d’étendre le champ de la méthode d’optimisation à l’ensemble des liaisons ci-dessus, et d’accroître la dynamique admissible et la précision de l’identification en conférant des propriétés d’auto-adaptivité à la stratégie évolutive. Pour cela, le “chromosome” support des paramètres internes du modèle est dédoublé par l’adjonction de paramètres de

⁵<http://www-rocq.inria.fr/syntim/recherche/decaudin>

contrôle des mutations, eux-mêmes soumis à évolution. Cette caractéristique permet un contrôle plus fin du compromis robustesse/précision de l'algorithme, sans introduction de biais ou de connaissance a priori sur l'objet à identifier.

Après l'application de la méthode aux modèles de tissus de Xavier Provot en 1995 (cf. RA 1995, p.348), nous avons appliqué la même approche aux écoulements fluides turbulents [763, 744]. Nous avons pour cela modélisé les fluides à partir des travaux de l'équipe CLIPS/ACROE à Grenoble. Chaque fluide en présence est représenté par un ensemble de particules toutes liées entre elles par des liaisons visqueuses et élastiques non-linéaires (répulsives), conditionnées par un seuil de distance. L'interaction entre fluides est représentée de même par des liaisons conditionnelles élastiques et visqueuses, l'ensemble est confiné par des pressions externes. L'algorithme d'identification permet, toujours à partir de données cinématiques de synthèse, de retrouver rapidement et avec une excellente précision l'ensemble des paramètres du modèle. Nous prévoyons d'appliquer la méthode à des données cinématiques réelles (expérimentales) en collaboration avec le Laboratoire de Mécanique de l'ENSTA.

3.4 Divers

Nous effectuons quelques travaux en photo-interprétation autour de la détection automatique de structures dans les images Spot, (finalisation pour le CNES du travail que nous avons effectué depuis 8 ans).

3.4.1 Détection automatique d'amorces pour le suivi de route

Participants : Véronique Prinet, Bruno Jedynak, Olivier Monga



Figure 17: Illustration du résultat du suivi de route après détection des amorces.

Ce travail s'effectue dans le cadre d'un contrat avec le CNES. Le contrat précédent avait permis de construire un logiciel de suivi des routes principales dans les images du satellite SPOT acquises en mode panchromatique. L'utilisateur devait au préalable spécifier une amorce (c'est à dire un pixel et une direction) sur chaque route principale. Le suivi s'effectuait alors automatiquement.

Notre travail de cette année a consisté à rendre le logiciel plus convivial en soulageant l'utilisateur d'une partie du travail de sélection des amorces.

Nous proposons une méthode fondée sur la géométrie différentielle. L'idée est de considérer l'image comme une surface et de calculer ses propriétés différentielles. L'approche choisie résulte des observations suivantes : 1) les réseaux de l'image (routes, cours d'eau ...), sont localisés par des caractéristiques différentielles d'ordre trois, appelés *points de crête* ; 2) les routes parcourent l'image et correspondent aux *lignes de crête les plus longues* ; 3) les routes ont un faible rayon de courbure et une *direction axiale qui varie peu de proche en proche*.

D'autre part, nous raffinons le logiciel de suivi de manière à tester de manière statistique si une amorce se situe sur une route principale ou non. Ceci permet d'éliminer les éventuelles fausses détections.

Le logiciel livré permet de détecter et visualiser le résultat du suivi des différentes routes présentes dans une même image. L'interface a été adapté de façon à rendre l'utilisation plus conviviale (figure (17)).

4 Actions Industrielles

- Contrat avec l'ETCA. Fourniture en 1996 d'un rapport et d'un logiciel sur la modélisation interactive d'objets à partir de déformations.
- Contrat avec le CNET sur l'analyse/synthèse 3D de scènes pour des services multimédia, en collaboration avec le projet TEMIS et le projet SIM de l'INT. Contrat de 3 ans dont la 1ère année se termine.
- Contrat avec LECTRA SYSTEMES (en phase de réalisation) pour la reconstruction réaliste d'un vêtement sur un mannequin de synthèse 3D à partir d'un patron 2D.
- Contrat Européen NEMESIS dont le contractant principal est Thomson, sur l'utilisation de techniques d'analyse/synthèse 3D pour la post-production vidéo.
- Contrat INCO-DC MtoM3D dont le contractant principal est ERCIM, avec Lectra Systèmes, soumis à la CEE, sur un système de simulation du design de vêtements sur mesure.
- Contrat CNES de 2 ans, en collaboration avec les projets PASTIS et AIR. Il s'agit pour SYNTIM de détecter les structures de type autoroute, route, ... dans les images SPOT.

5 Actions nationales et internationales

5.1 Actions nationales

- *Sabine Coquillart* :

- collabore avec Michel Perrin et Jean-Michel Oliva du laboratoire CGI de l'École des Mines de Paris sur des problèmes de modélisation de surfaces à partir de coupes.
- membre du conseil d'administration de l'Association Française d'Informatique Graphique (AFIG).

- *André Gagalowicz* :

- a été membre du comité de scientifique de programme de RFIA'96 et IMAGECOM'96 et vice-président de cette conférence. Il est conseiller scientifique à l'IGN, et l'INSA de Lyon.

- *Olivier Monga* :

- est Conseiller scientifique à Alcatel-Alsthom Recherche (Marcoussis).
- *Chahab Nastar* :
 - collabore avec Alcatel-Alsthom-Recherche pour le lancement d'un pôle indexation multimédia au sein de cette entreprise. Il a été conférencier invité et participe à la rédaction d'un état de l'art. Il poursuit des discussions sur la collaboration éventuelle entre Alcatel-Alsthom-Recherche et les projets INRIA intéressés par ce thème.
- *Jean Louchet* :
 - collabore avec Annie Luciani de l'INPG - CLIPS/ ACROE à Grenoble sur l'analyse-synthèse du mouvement.

5.2 Actions internationales

- *Sabine Coquillart* :
 - co-présidente d'Eurographics'96, Futuroscope Poitiers, 26-30 août 1996.
 - membre du comité de programme de la conférence Graphics Interface'96, Toronto, Canada, 21 - 24 mai 1996 ainsi que du "Sixth Eurographics Workshop on Animation and Simulation", Poitiers, France, 31 août - 1 septembre 1996, et de la conférence IEEE Visualization'96, San Francisco, USA, 27 octobre - 1 novembre 1996, de la conférence Computer Graphics International'97, Belgique, 24 - 28 juin 1997.
 - membre du comité de lecture de la revue Computer Graphics Forum et de la revue IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics.
 - membre du "Steering Committee" de "ERCIM HCM Computer Graphics Network".
 - membre du "Workshops, Working Groups Board" d'Eurographics et du "Executive Committee" d'Eurographics.
- *André Gagalowicz* :
 - conférencier invité et membre du comité de programme de GKPO'96 et Pacific Graphics'96.
 - membre du comité de lecture de "Signal processing", du Journal "Computer Graphics" édité en russe, de "Machine Vision and Graphics" et de la revue "IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics".
- *Olivier Monga* :
 - membre du Comité de programme du troisième colloque Africain sur la Recherche en Informatique (CARI'96)
 - membre du Comité de programme de IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 1997 (CVPR97)
 - responsable de la mise en place et du suivi d'un programme de recherche en Vision par Ordinateur regroupant l'Ecole Polytechnique de Yaoundé (Cameroun), l'ENSUT de Dakar (Sénégal), l'Institut Africain d'Informatique (Gabon), et la Direction Générale pour l'Informatique (Burkina-Fasso). Ce projet (VOAR) est financé par l'INRIA, l'Université des Nations Unies et le Ministère de la Coopération.

- responsable d'un programme de recherche entre l'Académie des Sciences de Chine et l'INRIA financé par le PRA (depuis 1992).
 - initiateur et coordinateur d'un projet de création d'un Institut de Recherche en Informatique Franco-Chinois à Pekin qui sera créé officiellement en Janvier 1997.
 - membre de la section électorale no 9 "Développements technologiques et enjeux socio-culturels de la communication" pour l'élection de la commission nationale française pour l'UNESCO (depuis 1996).
- *Chahab Nastar* :
 - relecteur de la revue IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, et membre du comité de relecture de Image and Vision Computing, Computer Vision and Image Understanding, et Traitement du Signal.
 - *Jean-Philippe Tarel* :
 - est relecteur pour la revue IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.

6 Diffusion des résultats

6.1 Actions d'enseignement

Olivier Monga est Chargé de TD à l'Ecole Polytechnique (Mineure Vision par Ordinateur).

Cours à l'Institut National des Télécommunications, 3e année, option Traitement et Réseaux de l'Image par Olivier Monga.

Cours d'Infographie, DEA d'Informatique Scientifique et Technique, Université Paris 7 et INSTN Saclay, par S. Coquillart, P. Jancène et F. Neyret.

Cours de Visualisation à l'ENSTA par Sabine Coquillart.

Cours de synthèse d'images commun à l'ENSTA, au DEA Intelligence artificielle, Reconnaissance des Formes et Applications (IARFA) de Paris 6 (Jussieu) par A. Gagalowicz, J. Louchet, A. Verroust et S. Boivin.

Cours d'Infographie à l'INT par Anne Verroust.

Cours de "vision - segmentation d'images" de 3ème année de l'ENSTA, option "perception et robotique" par J. Louchet.

Cours de "reconstruction d'images et applications médicales" à l'ENSTA par J.-M. Rocchisani.

Stage "synthèse d'images 3D" ENSTA-Sup'Aero, participation de J. Louchet.

Stage "analyse d'images" de l'ISEP, participation de A. Gagalowicz et J.Louchet.

Cours de vision par ordinateur à l'ESIEA par André Gagalowicz et Nozha Boujema.

Cours de vision par ordinateur au DEA de Paris VI, Paris V, Ponts et Chaussées par Georges Stamon et André Gagalowicz.

6.2 Participation à des conférences et colloques

Participation de F. Fleuret, Chahab Nastar, S. Boivin et A. Gagalowicz à "3rd International Conference on Communicating by Image and Multimedia" (IMAGECOM'96), Bordeaux, 20-22 Mai 1996.

Chahab Nastar a été sollicité par le magazine "La Recherche" pour la rédaction d'un article de synthèse sur l'indexation d'images. L'article, intitulé "La recherche d'images par le contenu", contient des résultats de recherches menées dans les projets Syntim, Epidaure, et Movi et paraîtra en 1997.

Chahab Nastar a été conférencier à la "4th European Conference on Computer Vision" (ECCV'96), Cambridge, Angleterre, avril 1996.

Chahab Nastar a été conférencier aux Journées "Compression et Représentation des Signaux Audiovisuels" organisées par France Telecom au CNET Grenoble en février 1996.

Participation de Chahab Nastar au groupe de travail "Action Indexation Multimédia" (GDR-PRC CHM et ISIS). Il a présenté ses travaux lors de l'une des réunions de ce groupe de travail.

Participation de R. Lengagne aux journées ORASIS'96 (pôle vision du GDR-PRC "CHM"), Clermont-Ferrand, 20-24 mai 1996.

Participation de R. Lengagne, C. Nastar et J.-P. Tarel à "13th International Conference on Pattern Recognition" (ICPR'96), Vienne, Autriche, 25-30 août 1996.

Participation de R. Lengagne à "International Conference on Image Processing" (ICIP'96), Lausanne, Suisse, 16-19 septembre 1996.

Participation de R. Lengagne à "2nd International Conference on Automated Face and Gesture Recognition" (FG'96), Killington, Vermont, U.S.A., 14-16 octobre 1996.

Participation de J.-P. Tarel, A. Gagalowicz et C. Meilhac, au 10ème congrès AFCET, Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle (RFIA'96), Rennes, France, 16-18 Janvier 1996.

X. Provot et J.-P. Tarel ont présenté le travail sur la Réalité Enrichie par la Synthèse[739] lors d'un séminaire au centre de robotique de l'école des mines de Paris, 26 juin 1996.

Participation de Anne Verroust et Jean Louchet aux journées de rencontre du groupe de travail "Animation et simulation" du GDR/PRC AMI. Strasbourg, janvier 1996. Ils ont présenté leurs travaux lors de cette réunion.

Conférence invitée d'André Gagalowicz à GKPO'96, Pacific Graphics'96 et au séminaire "Theoretical Foundations of Computer Vision" à Dagstuhl, Allemagne.

6.3 Organisation de colloques et de cours

- *Sabine Coquillart* a organisé :
 - la conférence Eurographics'96, du 26 au 30 août 1996, Futuroscope, Poitiers - France.
- *André Gagalowicz* participe :
 - au cours POSTGRADE sur la vision active à l'université de Pavie en Italie.
- *Olivier Monga* a organisé :
 - un cours annuel de vision par ordinateur de 40h à l'Université de Yaoundé (Cameroun) en DEA d'informatique dans le cadre d'une collaboration avec l'Université des Nations Unies.
 - un cours annuel de traitement d'images (35h) à l'École Supérieure d'Informatique du Burkina Faso.
- *Chahab Nastar* :
 - a été sollicité par l'OTAN pour donner un cours sur la reconnaissance du visage dans le cadre du "NATO ASI on Face Recognition", Stirling, Ecosse, juin-juillet 1997.

6.4 Diffusion de produits

Dépôt à l'Agence pour la Protection des Programmes d'un logiciel dédié à la calibration géométrique de caméra[767] conçu par J.P. Tarel, et actuellement distribué par l'INRIA aux États-Unis et en France sous le nom de **CamCal**.

7 Publications

Thèses

- [729] P. DECAUDIN, *Modélisation par Fusion de Formes 3D pour la Synthèse d'Images – Rendu de scènes 3D imitant le style dessin animé*, thèse de doctorat, Université de Technologie de Compiègne, décembre 1996, <http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/thesePhDecaudin-fra.html>.
- [730] J. LOUCHET, *Identification de modèles physiques pour la synthèse d'images animées*, thèse de doctorat, Université Paris V - René Descartes, juillet 1996.
- [731] F. NEYRET, *Textures Volumiques pour la Synthèse d'Images*, thèse de doctorat, Université Paris-XI, Orsay, 1996, <http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/theseFabrice-fra.html>.
- [732] J.-P. TAREL, *Estimation géométrique et appariement en modélisation automatique*, thèse de doctorat, Université Paris-IX, 1996, <http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/these-tarel-fra.html>.

Articles et chapitres de livre

- [733] D. GEMAN, B. JEDYNAK, «An Active Testing Model for Tracking Roads in Satellite Images», *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, janvier 1996.
- [734] F. LAZARUS, A. VERROUST, «Décomposition cylindrique de polyèdre et courbe squelette», *Revue internationale de CFAO et d'informatique graphique*, novembre 1996.
- [735] C. NASTAR, N. AYACHE, «Frequency-based Nonrigid Motion Analysis», *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, novembre 1996.

Communications à des congrès, colloques, etc.

- [736] S. BOIVIN, L. DOGHMAN, «A Rendering Method For The Realistic Simulation Of Natural Scenes», in : *IMAGE'COM 96*, p. 302–307, Bordeaux, France, 1996.
- [737] P. DECAUDIN, «Geometric Deformation by Merging a 3D Object with a Simple Shape», in : *Proceedings of Graphics Interface'96*, p. 55–60, Toronto, Canada, 22-24 mai 1996. <http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/DeformMerging-fra.html>.
- [738] A. GAGALOWICZ, P. JANCÈNE, C. MEILHAC, F. NEYRET, X. PROVOT, J.-P. TAREL, A. VERROUST, J. VEZIEN, «Augmented reality in Monocular image sequence», in : *GKPO'96, Pacific Graphics*, 1996.
- [739] P. JANCÈNE, C. MEILHAC, F. NEYRET, X. PROVOT, J.-P. TAREL, J.-M. VÉZIEN, A. VERROUST, «Réalité Enrichie par Synthèse», in : *Actes du 10ème congrès AFCET, Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle*, Rennes, France, 1996. <http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/res96-fra.html>.
- [740] B. JEDYNAK, F. FLEURET, «Reconnaissance d'objets 3D à l'aide d'arbres de classification», in : *Proceedings of the 3rd international Conference IMAGE'COM*, p. 25–30, 1996.
- [741] R. LENGAGNE, O. MONGA, P. FUA, «Using Crest Lines to Guide Surface Reconstruction from Stereo», in : *Proceedings of the 13th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'96)*, Vienna, Austria, 1996.
- [742] R. LENGAGNE, J.-P. TAREL, O. MONGA, «From 2D Images to 3D Face Geometry», in : *Proceedings of IEEE Second International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, Killington, USA, 1996. <http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/fg96-eng.html>.
- [743] J. LOUCHET, M. BOCCARA, «Detecting Rotating Regions in Image Sequences», in : *IMAGE'COM 96*, Bordeaux, France, 1996.

- [744] J. LOUCHET, L. JIANG, «An Identification Tool to build Physical Models for Virtual Reality», in : *Intl. Workshop on Image and Signal Processing IWISP96*, Manchester, novembre 1996.
- [745] J. LOUCHET, «Self-Adaptive Evolution to identify Structure from Motion», in : *IMAGE'COM 96*, Bordeaux, France, 1996.
- [746] B. MOGHADDAM, C. NASTAR, A. PENTLAND, «Bayesian Face Recognition using Deformable Intensity Surfaces», in : *IEEE Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '96)*, San Francisco, June 1996.
- [747] B. MOGHADDAM, C. NASTAR, A. PENTLAND, «A Bayesian Similarity Metric for Direct Image Matching», in : *Proceedings of 13th International Conference on Pattern Recognition (ICPR '96)*, Vienna, Austria, 1996.
- [748] C. NASTAR, B. MOGHADDAM, A. PENTLAND, «Generalized Image Matching : Statistical Learning of Physically-Based Deformations», in : *Proceedings of the Fourth European Conference on Computer Vision (ECCV '96)*, Cambridge, England, April 1996.
- [749] C. NASTAR, B. MOGHADDAM, A. PENTLAND, «Generalized Matching for Recognition and Retrieval in an Image Database», in : *Imagecom'96*, Arcachon, Mai 1996.
- [750] C. NASTAR, «Reconnaissance et Compression Sémantique d'Images par Apprentissage des Déformations», in : *Journées Compression et Représentation des Signaux Audiovisuels*, Grenoble, Février 1996.
- [751] F. NEYRET, «Synthesizing Verdant Landscape Using Volumetric Textures», in : *Eurographics Workshop on Rendering*, Porto, Portugal, juin 1996.
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/fabrice.EWR96-fra.html>.
- [752] J. OLIVA, M. PERRIN, S. COQUILLART, «3D Reconstruction of Complex Polyhedral Shapes from Contours using a Simplified Generalized Voronoï Diagram», in : *Eurographics'96*, Futuroscope Poitiers, France, août 1996.
- [753] V. PRINET, O. MONGA, G. CONG, L. XIE, S. MA, «Thin network detection in 3D images», in : *International Conference on Pattern Recognition*, August 1996.
- [754] J. STAM, E. LANGUÉNOU, «Ray Tracing in Non-Constant Media», in : *7th Eurographics Workshop on Rendering*, Porto, Portugal, juin 1996.
- [755] J. STAM, «Random Caustics: Natural Textures and Wave Theory Revisited», in : *Technical Sketch SIGGRAPH'96*, New Orleans, U.S.A., 1996.
- [756] J.-P. TAREL, N. BOUJEMAA, «Une approche floue du recalage 3D : généralité et robustesse», in : *Actes du 10ème congrès AFCET, Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle*, Rennes, France, 1996.
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/rfia96-fra.html>.
- [757] J.-P. TAREL, N. BOUJEMAA, «Une approche floue du recalage 3D : généralité et robustesse», in : *Actes des Journées Tunisiennes d'Electronique et d'Automatique*, Tunis, Tunisie, 1996.
- [758] J.-P. TAREL, «Multi-Objets Interpretation», in : *Proceedings of 13th International Conference on Pattern Recognition*, p. 612–616, Vienna, Austria, 1996.
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/icpr96-tarel-eng.html>.
- [759] J.-P. TAREL, «Une méthode de Calibration Radiométrique de Caméra à focale variable», in : *Actes du 10ème congrès AFCET, Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle*, Rennes, France, 1996.
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/radio96-fra.html>.

Rapports de recherche et publications internes

- [760] S. BALAVEN, *Fusion d'objets bidimensionnels de topologie quelconque*, Mémoire, DEA ARAVIS, Université de Nice Sophia-Antipolis, juin 1996.
- [761] M. BOSC, *Reconstruction de Surfaces 3D à Partir de Nuages de Points*, Mémoire, DEA IARFA, Paris 6, septembre 1996.

- [762] P. DECAUDIN, «Rendu de scènes 3D imitant le style dessin animé», *Rapport de recherche n°2919*, INRIA, juin 1996,
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/RR-2919-fra.html>.
- [763] L. JIANG, *Identification de paramètres d'écoulements turbulents*, Mémoire, DEA IARFA, Paris 6, juillet 1996.
- [764] F. NEYRET, «Local Illumination in Deformed Space», *Rapport de recherche n°2856*, INRIA, avril 1996,
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/RR-2856-fabrice-fra.html>.
- [765] F. NEYRET, «Trimmed Texture», *Rapport de recherche n°2857*, INRIA, avril 1996,
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/RR-2857-fabrice-fra.html>.
- [766] J. STAM, «Stochastic Dynamics: Simulating the Effects of Turbulence on Flexible Structures», *rapport de recherche n°2847*, INRIA, mars 1996.
- [767] J.-P. TAREL, J.-M. VÉZIEN, «CamCal version 1 manual: a complete software solution for camera calibration», *Rapport Technique n°0196*, INRIA, septembre 1996,
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/RT-0196-tarel-eng.html>.
- [768] J.-P. TAREL, «Recalage géométrique avec plusieurs prototypes», *Rapport de recherche n°2988*, INRIA, septembre 1996,
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/RR-2988-tarel-fra.html>.
- [769] J.-P. TAREL, «Reconstruction globale et robuste de facettes 3D», *Rapport de recherche n°2813*, INRIA, février 1996,
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/textes/RR-2813-fra.html>.

Œuvres audiovisuelles

- [770] P. DECAUDIN, *Modélisation par fusion de formes 3D*, 9 min 15 Video, INRIA - France, 1996,
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/decaudin/deform-fra.html>.
- [771] P. DECAUDIN, *Rendez-vous*, 1 min 20 Video, INRIA - France, 1996,
<http://www-rocq.inria.fr/syntim/decaudin/cartoon-fra.html>.
- [772] F. NEYRET, *Texels*, 3 min Videotape, INRIA, France, 1996.
- [773] J.-P. TAREL, *From 2D images to 3D models*, INRIA - France, juin 1996, 3mn Videotape.

8 Abstract

The aim of SYNTIM project is to develop research schemes using combination of Computer Vision and Computer Graphics techniques in order to elaborate new solutions to problems of each domain.

Since last year, SYNTIM project activities are focused on future image applications in information highways. The idea consists in trying to transmit images content information through a network in form of 3D models incorporating geometry, photometry (and movement in the future). The receptor (decoder) will have to use a (realistic) rendering algorithm in order to generate an image (sequence) using 3D model informations.

Research is developed in three directions :

- interactive modelling of scene geometry, photometry, animation or deformation.
- use of model-based computer vision techniques in order to produce a 3D description.
- analysis/synthesis collaboration including realistic rendering, augmented reality and analysis/synthesis of movement.

