

# ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE PHYSIQUE DE STRASBOURG

LABORATOIRE DE METHODE ET SYSTEME ICONIQUE ET PHOTONIQUE

## GREPA

### GROUPE DE RECHERCHE EN PHOTONIQUE APPLIQUEE

7, rue de l'Université  
67000 STRASBOURG

(France)

Tél. (88) 36.35.32 poste 314 administrateur

(88) 35.32.29 direction

#### MULTIPLEXAGE DES IMAGES PAR ORDINATEUR ET DES IMAGES HOLOGRAPHIQUES

C. Liegeois - F. Lamy - P. Meyrueis

Ces dernières années ont connues le développement de techniques nouvelles de transfert, d'exploitation et de visualisation de données. Essentiellement deux types de techniques, le Traitement d'Image, la DAO-CAO et l'Holographie.

#### I. - TRAITEMENT D'IMAGE ET SYNTHÈSE D'IMAGE

Le Traitement d'Image, est un procédé où l'information source se présente sous forme analogique classique, à savoir une image télévision ou satellite, soient de simples radiographies ou photographies. Cette information est ensuite, traduite en langage ordinateur, c'est à dire numérisée via caméra Vidicon ou CCD.

Une fois cette image stockée sous forme binaire dans la mémoire de l'ordinateur, afin d'en extraire l'information désirée, on lui applique divers traitements dits "cosmétiques", permettant de supprimer le bruit, d'accentuer les bords, les sommets, les creux, les couleurs, etc...

L'information finale est une image à nouveau rendue compatible vidéo, par une conversion digitale-analogique, et affichée sur un terminal image qui n'est autre en première approximation, qu'un écran de télévision doté d'une mémoire de rafraichissement.

Remarquons qu'à l'entrée et à la sortie du système, l'information se présente sous forme analogique.

Les techniques de Traitement d'Image sont très utilisées, tant dans le domaine scientifique, qu'artistique.

Quelques exemples d'application:

- l'analyse de clichés de télédétection pris par satellite pour déterminer l'existence et le type de minéraux par secteur géographique.

2.

- en urbanisme, l'analyse de photos aériennes permet de distinguer les zones de forêts des zones de culture et des zones habitées, de déterminer le type de forêt, le type de culture, la densité d'habitation, etc...
- en géophysique, pour extraire des informations relatives par exemple, aux accidents de terrains, direction, orientation, types de linéas etc...
- en recherche mécanique, tel que pour l'examen automatique d'interférogrammes holographiques (mesures de déplacement, de déformations, de contraintes)
- en recherche médicale pour l'examen de cellules (densité, type, forme, arrangements, liaisons,...)
- en recherche spatiale, pour l'analyse chimique de planètes lointaines
- en robotique, pour la reconnaissance de formes
- etc...

Le deuxième type de technique précité, la DAO-CAO, diffère du Traitement d'Image du fait qu'à tout moment l'information est présente sous forme numérique. Cette technique de plus en plus utilisée dans nombre de domaines sous des formes variées, s'appelle plus généralement CAO, le terme ayant pour vocation de regrouper toutes les formes d'assistance par ordinateur, à savoir:

CAO conception, DAO dessin, MAO maintenance, GPAO gestion de production, EAO enseignement, TGAO technique de gestion et enfin la synthèse d'images.

La synthèse d'images permet de représenter les objets créés non plus seulement avec des traits, mais tel que l'objet se présenterait sur une photo, s'il existait, c'est à dire avec des couleurs, des zones claires et d'ombres, des gradations photométriques, tel qu'un objet est vu lorsque éclairé par une ou plusieurs sources de lumière.

Ces différents domaines de conception, ou l'intercommunication est capitale et nécessaire, utilisent des matériels et logiciels communs, l'information finale est visualisée sur des écrans graphiques avec possibilité de sortie sur table à dessin automatique, drum scanner, photo, film, etc...

Les applications ainsi que l'impact de ces technologies, estimées à un marché de 17 milliards de \$ en 1987\*, sont tout autant nombreuses que vertigineuses et vont influencer de manière décisive notre avenir. Il n'existe, pour l'heure, de domaine, de l'ingénierie et de la production à la recherche, de la création artistique à la télévision en passant par la couture, qui ne soit ou ne sera concerné.

\* Computer World Graphics Mars 83 d'après un rapport de Creative Strategies International

3.

Dans un souci de brièveté et afin de permettre au lecteur de se rendre compte de l'incroyable impact de ses techniques, nous donnerons ci-dessous une liste, non exhaustive, d'applications actuelles de cette technologie.

- Enseignement

Cette discipline repose sur essentiellement deux éléments. Le livre et le professeur. Le livre est intrinsèquement plat, statique et silencieux. Le professeur doit répéter d'année en année des notions anciennes, donc connues.

A l'avenir, le livre sera animé, tridimensionnel et parlant, se chargeant de toutes les tâches répétitives et fastidieuses du professeur, ce dernier pourra alors se consacrer à la valorisation de ses connaissances par la réflexion, la recherche et la création.

Cette technique est en train d'être mise au point dans différentes universités à travers le monde.

Imaginez un écran graphique, sur lequel une petite partie est réservée à l'affichage d'un menu, le restant à l'affichage d'images, de légendes et de graphiques. Par simple pression avec un light-pen sur une des zones du menu, on peut démarrer une séquence animée d'un processus physique, chimique, médical, artistique ou autre, l'observer en séquences lentes ou rapides, de manière tridimensionnelle, dans son cycle normal ou inverse de fonctionnement, faire des arrêts sur image, rajouter soi-même des commentaires, afficher en même temps des schémas actifs c'est à dire qui évoluent en temps réel et qui illustrent les évolutions de différents paramètres ou éléments au cours d'une période de fonctionnement du mécanisme, d'observer le phénomène sous différents angles, "d'exposer" l'objet en ses différents composants, de stopper momentanément pour faire appel à une autre bibliothèque afin de se remémorer des notions oubliées et de revenir au cours précédent, le tout en couleur et doté d'une patience qui n'a de limite que son temps propre. Avec le développement des télécommunications et des banques de données, on pourra faire cela chez soi devant son téléviseur.

- Ingénierie électrique

Le développement le plus significatif est l'explosion des postes de travail, donc des facilités de calcul pour le concepteur depuis le schéma initial, au programme de travail, en passant par des logiciels de simulations de performances, des logiciels graphiques d'optimisation des composants utilisés, ces bases de données pouvant alors être utilisées pour le processus de fabrication.

Douglas Fairbirn, président de VLSI Inc. Santa José Calif., compare la situation actuelle dans ce domaine, aux débuts de l'ordinateur lorsque la programmation se faisait en binaire. Egalement, Mr. Fairbirn affirme que ces techniques permettront de faire passer le nombre d'ingénieurs concevant des circuits intégrés de quelques milliers actuels à plus de 100.000 en une décade.

#### - Ingénierie mécanique

Une analyse de structure tridimensionnelle par éléments finis, se traduit typiquement par des centaines de pages de listings recouvertes de chiffres. Par voie de conséquence l'interprétation est longue et fastidieuse, avec le risque de manquer des points critiques, de plus on ne voit pas la géométrie tellement nécessaire à la compréhension de la précision et de la signification physique du modèle. L'intérêt de pouvoir présenter les résultats sous forme graphique, en disposant de la géométrie tridimensionnelle en couleur de l'objet, les variations de couleurs pouvant être liées à des paramètres variés tels que contraintes, températures, pressions, déformations, etc... devient évident. D'un point de vue économique, les coûts potentiels associés à une mauvaise interprétation de données technologiques - soit pour une refabrication, un réusinage, une conception - sont à écarter et d'un point de vue technique, ces erreurs peuvent être désastreuses.

En travaillant avec les technique précitées, on dispose d'informations visuelles, ces informations permettant également de faire le calcul des propriétés mécaniques et dynamiques des objets créés, de procéder à des simulations de fonctionnement ou de fabrication, la possibilité de concevoir des éléments par des opérations géométriques, de les combiner (pistons, boîtes de vitesses, etc...) ces mêmes informations pouvant être utilisées pour générer des programmes pour machine outil à commande numérique ou systèmes d'usinage laser au moyen de translateurs spéciaux de base de données.

Déjà aux Etats-Unis et au Japon des sociétés élaborent des logiciels de simulation de machine outil CN de manière à optimiser la fabrication, en programmant par exemple un modèle solide de robot qui assemble un modèle solide de voiture, sans avoir jamais existé.

La fabrication intégrée par ordinateur interfacera non seulement ces techniques avec des robots pour l'assemblage, mais également avec la manutention des matériaux, le planning de fabrication et les systèmes de contrôle, le tout travaillant sur une même base de données.

#### - Télévision - Médias - Art

La synthèse d'image est déjà très bien implantée aux Etats-Unis en tant qu'outil efficace et fiable auprès de plus importantes stations de télévision, organismes de publicité et fabricants de films.

La technique s'est initialement introduite par le biais des journaux télévisés, où il arrive fréquemment qu'on ne dispose d'aucun support image pour une information tombée une heure avant le journal. Avec un système de synthèse on peut alors créer de toute pièce, à partir d'un symbole clef une ou plusieurs images liées au contexte de l'évènement.

5.

Une autre application de première heure, également dans le cadre du journal télévisé, fut la présentation de la météo, en superposant des données reçues par satellites à des cartes géographiques avec adjonction simultanée de légendes.

Usuellement la confection de supports visuels accompagnant une émission télévisée doit être prévue et préparée longtemps avant l'émission. Actuellement cette documentation peut être confectionnée 3 heures avant passage sur l'antenne, étant du surcroît des documents animés montrant par exemple l'évolution d'une éruption volcanique, une propagation de feu, etc...

La préparation de tels documents, peintures de nature, d'objets, de personnages, la représentation des éléments sous différents angles, dans différents contextes, à divers emplacements d'un contexte, d'afficher différentes variantes en même temps, en sélectionner, procéder à des zooming sur l'une ou l'autre de ces variantes, changer le fond d'une image (remplacer un paysage maritime par un paysage montagneux), varier l'éclairage d'un objet qui a été photographié et où l'on aperçoit des défauts, tourner l'image, mélanger des images, changer les couleurs, shader tout ou partie de l'image, inscrire des légendes sur des montagnes, rajouter des logos sur une voile de bateau, changer l'inscription d'emplacement, changer de police de caractères, etc...

Toutes ces opérations qui pouvaient nécessiter des journées et semaines de travail, peuvent être réalisées en quelques heures.

D'un point de vue économique, les producteurs également y trouvent avantage, en effet, le coût par seconde de l'animation digitale varie entre \$ 200.- et \$ 1.000.- alors que pour une animation classique le coût varie entre \$ 600.- et \$ 2.000.-. Par ailleurs en ce qui concerne le temps de réalisation d'une animation de 60 secondes, il est estimé à 3 heures pour une animation digitale alors qu'usuellement, avec des techniques classiques, on prévoit 3 jours et davantage.

Les contraintes financières, temporelles et spatiales, de même que les rendez-vous journaliers, encouragent de plus en plus les producteurs à faire appel à la synthèse d'image.

#### - Graphisme

Les développements récents liés à l'architecture et à la performance des microprocesseurs, conjugués à l'apparition des transmissions digitales, des possibilités de multiplexage, d'imagerie laser, de systèmes intégrés portables ont fournis les clefs à l'élaboration de systèmes hybrides permettant l'intégration complète de texte, graphique et photo. Dorénavant toutes ces diverses données pourront être manipulées de concert jusqu'au document final.



6.

Ces systèmes seront sans concurrence pour des applications en imprimerie nécessitant une grande rapidité et répondant à un travail varié et spécifique.

De plus, les données étant numériques, elles peuvent être acheminées par téléphone et satellite, en n'importe quel point du globe. Les centres de développements et d'imprimeries pourront former des entités géographiquement libres, avec possibilité d'interaction simultanée avant tirage.

Ces systèmes engendrent également un abaissement des coûts, par le gain de temps, l'uniformisation des techniques, l'intégration en un appareil unique de toutes les manipulations sur image, graphique, texte, mise en page, etc... Ces gains tous azimuts permettront un travail à la demande, rapide, pour petites séries tels les documentations techniques, avec une réactualisation permanente possible.

## II - Holographie

Bien qu'ayant développé des logiciels tridimensionnels, tous les traitements sur ordinateur sont visualisés sur des supports bidimensionnels typiquement des écrans de consoles ordinateurs, des diapositives ou des posters, etc...

Pour des raisons tout à fait évidentes d'efficacité, de quantité de données assimilables transmises et d'esthétique, il nous a semblé nécessaire de développer un terminal réellement tridimensionnel. C'est pour ces raisons que nous avons développé le SITH (Synthétiseur d'Images Tridimensionnelles Holographiques) qui permet la représentation d'images tridimensionnelles.

Le S.I.T.H. permet la reconstitution, à partir d'images bidimensionnelles classiques, d'images tridimensionnelles.

L'information initiale, image bidimensionnelle, est soit une diapositive, ou un négatif ou encore un film cinématographique classique.

Le sujet que l'on désire représenter est placé devant une caméra, l'un ou l'autre étant placé sur plateau tournant, vitesse de rotation du plateau et vitesse d'exposition de la caméra sont calculées en fonction de divers paramètres à savoir, focale de l'objectif, positions respectives de la caméra et du sujet, de manière à effectuer un tour complet du sujet avec 1080 prises de vues (ce nombre peut être réduit, suivant le sithogramme désiré jusqu'à 360°). Chaque image est ensuite transformée en hologramme et réenregistrée, disposant ainsi de 3 images holographiques par degré de rotation, on pourra visualiser après traitement d'une image de 360° entourant le sujet. Autrement dit,

7.

en tournant autour du sithogramme on pourra voir le sujet sous tous les points de vue.

Notons également que l'image obtenue outre le relief, recréera l'animation qu'avait l'objet au cours de l'enregistrement.

Le sujet à représenter peut être réel (portrait, objet d'art, etc...) ou irréel (non existant) ou un paysage.

Le couplage de cet outil à l'informatique ouvre des possibilités de représentation et de création nouvelles. Le couturier pourra visualiser tridimensionnellement sa future collection non encore existante, l'architecte pourra montrer au particulier sa future maison de manière tridimensionnelle telle qu'elle s'insèrera dans le paysage existant.

En conclusion, nous pouvons formuler les remarques suivantes. Les technologies de Traitement d'Images et de Synthèse d'Images, prises séparément apportent un gain considérable en terme de compréhension, d'affichage et d'exploitation de données. La symbiose de ces deux technologies est une révolution dans pratiquement tous les domaines; une simplification et une dynamisation des communications de données scientifiques et artistiques, tant par le gain financier, temporel, que physique, par l'accroissement de leur densité et de leur qualité relativement aux paramètres précités.

Ces technologies constituent une voie nouvelle à l'échange de données complexes. Toutes ces techniques nouvelles - textures, réflectivité, diffusivité, rugosité, transparence,... - sont des voies potentielles de codage de données qui nous permettront de voir apparaître des systèmes graphiques capables de représenter plusieurs types de paramètres sur une image unique, liant types de données et géométrie tridimensionnelle.

Tout objet n'ayant que la manifestation tangible de données, que sa fabrication n'est qu'une série d'opérations de traitement de données, que ces systèmes globalisent ces opérations en une base de données commune, on ne peut mettre en doute leur intérêt et impact futur.

Ces technologies nouvelles apportent à la communauté de nouveaux moyens de communication, d'échange et d'investigation. Mais ces technologies sont surtout autant d'instruments nouveaux donnant accès à de nouveaux modes de représentation qui une fois maîtrisés par les créateurs, élargiront de manière importante les horizons de notre patrimoine culturel.