

## **DESCRIPTION DE LA DEMANDE (maximum 3 pages)**

### **DÉMARCHE SCIENTIFIQUE**

#### **Introduction**

Plusieurs domaines de création, de recherche et de développement nécessitent l'utilisation de la représentation du corps humain (en entier ou en partie) pour la simulation et l'analyse des différentes fonctions des activités humaines. Qu'il s'agisse de représenter les différentes structures anatomiques (externes ou internes) pour des fins de diagnostic, d'aide à la chirurgie, de design de prothèses ou d'enseignement médical, pour la conception ergonomique de postes de travail, pour le développement de nouveaux manipulateurs robotisés imitant les mouvements humains ou pour la création de films d'animation présentant des personnages réels, on demande une représentation de plus en plus réaliste et exacte, tout en minimisant la quantité d'informations à manipuler.

#### **Problématique**

La modélisation 3D précise et exacte du corps humain (en tout ou en partie) nécessite l'intégration de plusieurs technologies très différentes: senseurs variés pour l'acquisition des données, logiciels appropriés pour le traitement de ces données et systèmes de conception et d'animation assistées par ordinateur pour la manipulation interactive et la visualisation des données. Les tomodensitomètres par rayons-X ou par résonance magnétique, les scanners laser, les systèmes de numérisation 3D, etc. génèrent une très grande quantité de données sous des formats très différents. La représentation 3D est obtenue par des algorithmes spécialement adaptés à chacune de ces modalités d'acquisition, après un pré-traitement de l'information qui nécessite lui aussi des techniques appropriées d'analyse et de traitement géométrique de l'information. Les modèles créés à l'aide de ces techniques sont souvent très lourds à manipuler; ils peuvent contenir jusqu'à plusieurs centaines de milliers de polygones. Enfin, les modalités d'acquisition de cette information 3D sont souvent très coûteuses et très difficiles d'accès. Il serait avantageux de pouvoir maximiser l'utilisation des modèles géométriques ainsi créés en pouvant les réutiliser par une technique de reprogrammation nécessitant un nombre limité de mesures spécifiques décrivant une forme donnée.

Pour permettre la synthèse et la manipulation de modèles 3D du corps humain, il devient impératif de développer un système informatique permettant l'intégration des différentes technologies d'acquisition, de traitement et de manipulation des données géométriques 3D.

#### **Objectifs**

Afin de créer et de manipuler des modèles géométriques du corps humain précis et réalistes, il est prévu de développer un système de génération de modèles 3D pouvant 1) accepter plusieurs modalités d'acquisition des données, 2) intégrer les techniques variées de pré-traitement et de mise en forme des données, 3) générer de façon optimale des représentations 3D avec un nombre minimum de descripteurs géométriques, 4) connecter différents modèles générés indépendamment, 5) modifier une représentation standard à

partir d'un minimum d'information, 6) manipuler de façon interactive chacun des modèles générés et enfin, 7) générer des fichiers compatibles avec différents logiciels commerciaux d'animation et de conception assistées par ordinateur.

## **Méthodologie**

### **Phase I**

Une approche de modélisation du corps humain sera d'abord mise au point, permettant d'une part le développement des techniques d'interpolation permettant la réduction du nombre de descripteurs géométriques nécessaires à la représentation précise et réaliste du modèle et, d'autre part, l'intégration des différentes modalités d'acquisition des données.

Les senseurs permettant l'acquisition de données 3D comme les tomodensitomètres et les scanners laser génèrent une très grande quantité de données. On doit d'abord pré-traiter ces données à l'aide de techniques permettant d'isoler l'information pertinente et de l'organiser de façon utile. Des procédures seront créées afin d'unifier le format des données provenant des différents senseurs de sorte qu'un seul algorithme de génération des modèles 3D puisse être utilisé. L'algorithme de reconstruction qui sera utilisé est celui du cube connecteur. Cet algorithme, développé par notre équipe, permet de créer un modèle polyédrique 3D d'une façon complètement automatique, quelque soit la complexité de la forme à créer, à partir d'une série de lignes de contour obtenues de senseurs tomographiques et de senseurs de distance (caméra laser SPOT); cette forme peut contenir des cavités, des ouvertures (trous) et présenter des branchements multiples. Cependant, cet algorithme génère un très grand nombre de polygones, ce qui allourdit la manipulation interactive des modèles, rend leur stockage très difficile et ne permet pas d'utiliser les programmes commerciaux d'animation et de CAO.

Des techniques d'interpolation géométrique (spline, NURBS, GURBS) et statistique (krigeage) seront utilisés pour optimiser et minimiser le nombre de descripteurs géométriques (courbes et surfaces paramétriques) tout en conservant la précision et le réalisme nécessaires à la représentation des modèles.

### **Phase II**

Un système de modélisation paramétrique des différentes parties du corps sera élaboré afin de permettre la réutilisation de modèles standards. Ce système, hautement interactif, prévoit l'affichage, la manipulation, la modification et l'édition personnalisée des différentes parties du corps. À partir d'un nombre très restreint de mesures, il sera possible de modifier les dimensions clés d'un modèle standard pour l'adapter aux dimensions personnalisées du modèle à concevoir.

Les différentes parties du corps (mains, pieds, membres supérieurs et inférieurs, torse, tête, visage et organes internes) seront modélisées indépendamment et réunies au besoin par une méthode de liaison des surfaces complexes. Un algorithme de liaison basé sur la technique

du cube connecteur et intégrant les techniques d'interpolation par krigeage ou fonctions splines sera développé.

## **INTÉRÊT SCIENTIFIQUE ET RETOMBÉES INDUSTRIELLES ESCOMPTÉES**

Le projet décrit dans cette demande représente une occasion unique pour les deux groupes ÉTS et UQAM (ECHO) de collaborer et de partager leurs connaissances pour le **développement** et l'**intégration** des différentes technologies de créations de formes humaines synthétiques par la **concertation** des différentes activités et le **renforcement** de ces expertises connexes et complémentaires. La contribution des deux équipes à ce projet est essentielle et permettra de développer de nouvelles activités conjointes de recherche et de développement en plus de permettre la formation de personnel hautement qualifié dans les domaines de l'infographie, de la modélisation, de la synthèse d'images et de l'animation assistée par ordinateur.

Le centre ÉCHO de l'UQAM a pour mission d'établir des liens entre l'université et l'entreprise. Des démarches ont déjà été amorcées pour impliquer les compagnies Softimage (compagnie de logiciel), Génicom (compagnie de design ergonomique) et des compagnies de cinéma canadiennes et européennes.

## **CAPACITÉS DE L'ÉQUIPE**

Depuis plusieurs années, Jacques A. de Guise (ÉTS), Sylvie Doré (ÉTS), Robert Sabourin (ÉTS), Georges Singer (UQAM) et Michel Fleury (UQAM), poursuivent respectivement des travaux de recherche et de développement dans les domaines de l'imagerie et la modélisation 3D des structures biologiques, l'analyse d'images biomédicales appliquée à la modélisation 3D, l'analyse d'images et de documents, la modélisation et l'animation de personnages fictifs, et la modélisation mathématique par géométrie discrète (modélisation par fonction GURBS) pour l'animation 2D et 3D. Chacun de ces chercheurs a développé, avec l'aide financière et matérielle des organismes de soutien à la recherche nationaux, universitaires et privés (CRSNG, FCAR, PSIR, FODAR, SOFTIMAGE, etc.), des applications variées permettant la modélisation, la représentation et l'animation de modèles géométriques complexes représentant le corps humain.

En plus des membres de l'équipe, nous collaborerons avec le professeur François Trochu du département de génie mécanique de l'École Polytechnique de Montréal. M. Trochu s'intéresse aux techniques d'interpolation statistique (krigeage) et a développé, en collaboration avec le demandeur principal, une librairie de fonctions de krigeage essentielle au projet.

### **Calendrier, première année:**

- analyse des différentes techniques d'acquisition et de modélisation, mise en commun des différentes expertises;
- conception des techniques de minimisation des descripteurs géométriques;
- conception des interfaces entre les différents senseurs et des interfaces graphiques;

**deuxième année:**

- conception de la méthode paramétrique;
- conception de la technique de connexion des surfaces;`
- conception du logiciel interactif de création, d'édition et de visualisation.

**troisième année:**

- finalisation d'un prototype et commercialisation.