

**Candidature au poste de
Professeur d'Université n°2226
Université de Strasbourg - IUT Robert Schumann**

David Cazier

Contenu du dossier

Curriculum Vitæ	1
▪ Parcours professionnel	1
▪ Formation et titres	1
▪ Points clés des activités scientifiques et administratives	3
Activités d'enseignement et responsabilités pédagogiques	5
▪ Détails des enseignements	5
▪ Responsabilités pédagogiques	7
▪ Projet d'enseignement	8
Activités de recherche	11
▪ Vue d'ensemble des participations à des projets et encadrements.....	12
▪ Animation de la recherche	14
▪ Publications	17
▪ Projet de recherche.....	19
Lettres de recommandation	25

LSIIT UMR 7005

Laboratoire des Sciences de l'Image,
de l'Informatique et de la Télédétection

Equipe IGG

**Pôle API, Bd Sébastien Brandt
67400 ILLKIRCH**

Université de Strasbourg

IUT de Haguenau

Département SRC

**30 rue du Maire André Traband
67500 HAGUENAU**

Parcours professionnel

- Actuelle** **Maître de conférence à l'université de Strasbourg**
Au LSIIIT : Laboratoire des Sciences de l'Image de l'Informatique et de la Télédétection
Membre de l'équipe « Informatique Géométrique et Graphique (IGG) »
A l'IUT de Haguenau : département Service et Réseaux de Communication
Responsable de la licence pro. TAIS (techniques et activités de l'image et du son)
- 2008 / 09** **Délégation auprès du CNRS**
- 1999** **Nommé maître de conférence à l'université de Strasbourg (IUT de Haguenau)**
- 1998 / 99** **Enseignant dans une école privée en BTS informatique de gestion**
Mise en place de la formation au BTS par alternance (ouverture de l'école).
- 1996 / 98** **ATER à l'université Louis Pasteur de Strasbourg (ULP)**
Membre de l'équipe « Méthodes Axiomatiques pour la Modélisation géométrique »
- 1993 / 96** **Allocataire-moniteur au département d'informatique (ULP)**
- 1992 / 93** **Service Militaire : Gestion du système d'information de l'état major de Lille**
- 1992** **Stagiaire de DEA au département d'informatique (ULP)**
Système de réécritures pour le raffinement de cartes combinatoires
- 1991** **Stagiaire 3 mois au centre de calcul de Cronenbourg (CNRS)**
Calcul formel pour la résolution de systèmes d'équations aux dérivées partielles

Formation et titres

- 2010** **Habilitation à diriger les recherches en informatique**
Titre : Structures combinatoires pour la modélisation, l'animation et le traitement de la géométrie, soutenue le 13 décembre 2010 à Strasbourg
Jury : Jean-François Dufourd, garant, professeur à l'ULP.
Luc Brun, rapporteur, professeur à l'ENSICAEN.
Bruno Lévy, rapporteur, directeur de recherche INRIA au LORIA à Nancy
Christophe Schlick, rapporteur, professeur à l'université de Bordeaux.
Philippe Meseure, examinateur, professeur à l'université de Poitiers.
- 1994** **Ecole des jeunes chercheurs, organisée par le GDR de programmation**
- 1993 / 97** **Doctorat en informatique**
Titre : Systèmes de réécriture pour les opérations booléennes en modélisation géométrique.
Thèse soutenue le 10 octobre 1997 à Strasbourg sous la direction de J.F. Dufourd.
- 1990 / 92** **DEA d'Informatique et Magistère de Mathématiques (Bac+5) à Strasbourg**
DEA : Major de promotion, spécialisation : méthode formelle et modélisation géométrique.
Licence et maîtrise de Mathématiques obtenues avec la mention bien

Activités scientifiques

Intégration au Laboratoire des Sciences de l'Image de l'Informatique et de la Télédétection (LSIIT)

- Membre de l'équipe « Informatique Géométrique et Graphique (IGG) » dirigée par D. Bechmann
- Animation de l'axe « Modélisation géométrique et topologique » de l'équipe IGG
- Responsable de la plate-forme de modélisation géométrique CGoGN regroupant les travaux de l'équipe, pour les diffuser à la communauté sous forme d'une bibliothèque et d'un modèleur générique.

Axes de recherches

- Modélisation géométrique à base topologique et multirésolution
- Reconstruction et génération de maillages à partir de données discrètes, notamment médicales
- Algorithmique géométrique et structuration de l'espace (détection de collisions, recherche de proximité)
- Maillages dynamiques et application à la simulation chirurgicale.

Publications

- Un chapitre de livre
- 2 revues internationales et 3 revues nationales avec comités de lecture (sélectivité < 30%)
- 11 conférences internationales avec comités de lecture

Encadrements

- Deux thèses soutenues (Pierre Kraemer 2008 et Thomas Jund 2010)
- Une thèse en cours (Lionel Untereiner 2010)
- Six stages de recherche en Master Informatique et trois en Mathématiques et calcul scientifique

Participation à des comités de programme ou de lecture

- Membre du comité de programme de la conférence internationale AFRIGRAPH, et relecteur pour le best paper award (publié dans la revue Computer Graphics Forum)
- Relecteur régulier pour les revues internationales Computer Graphic Forum, Computer Aided Design et the Visual Computer et pour la revue francophone d'informatique graphique (REFIG)
- Relecteur pour les conférences internationales : Computer Graphic International (CGI), the International Workshop on Combinatorial Image Analysis (IWZIA), the conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision (ex WSCG)

Animation de la recherche

- Membre de la commission de spécialistes 27 de 2001 à 2008, puis de divers comités de sélection
- Membre du CA de l'AFIG (association française d'informatique graphique) depuis 2008
- Cours sur la modélisation géométrique donné à l'école des jeunes chercheurs du GDR IG, en 2008

Enseignement et responsabilités administratives

- 2009 / 11 Responsable de la licence pro TAIS (techniques et activités de l'image et du son)**
Responsabilité pédagogique, emplois du temps et budget.
Gestion des projets et stages et de la formation par apprentissage.
- 2003 / 06 Directeur des études du département Services et Réseaux de Communications**
Gestion des emplois du temps et des services des enseignants (dont 30 vacataires)
Coordination des enseignements, suivis pédagogiques des étudiants.
- 1999 / 11 Coordinateur et animateur de l'ensemble des enseignements d'informatique à l'IUT**
Création des supports de cours et TP pour la plupart des enseignements informatique.
Encadrement et formation de 6 moniteurs CIES.
- 1999 / 11 Encadrement de 96 stages en entreprise (~8 par an)**
Très bonne connaissance du milieu professionnel alsacien (agences Web et SSII)
- 2003 Participation à la rédaction des programmes nationaux pour le DUT SRC**
Missionné par l'ACD SRC (Assemblée des Chefs de Départements) pour leur mise à jour
Travail avec la CPN (Commission pédagogique nationale)
Synthèses des rencontres et discussions avec les autres départements SRC de France
- 2001 / 10 Membre élu du CA de l'IUT de 2001 à 2010**
Participation à l'ensemble des comités de sélection des enseignants (supérieur et secondaire)
- 1999 / 07 Responsable informatique pour l'IUT**
Supervision du service informatique, gestion et administration du parc informatique
Mise en place de l'ensemble des services aux usagers (mails, partages, sites Web)

Projets et collaborations

- 2010 / 11 Projets ANR DynMeshes (non accepté en 2010, resoumis en 2011)**
Maillages dynamiques pour la simulation chirurgicale (coordinateur principal)
Partenaires : EPI Shaman (Lille), XLIM-SIC (Poitiers), Digital Trainers (PME Strasbourg)
- 2011 Projet ANR GéoGraph (appel à projet modèles numériques)**
Réécriture de graphes pour la modélisation du sous-sol en géologie (coordinateur local)
Etude de scénario d'évolution de la topologie des failles et structures géologiques
Partenaires : Ecole Centrale (porteur), Labri, SIC (Poitier), IFP (Institut Français du Pétrole)
- 2010 Projet ANR blanc TopoGraph (non accepté)**
Réécriture de graphes pour la modélisation à base topologique (coordinateur local)
Partenaires : Ecole Centrale (porteur), Labri (Bordeaux), SIC (Poitier).
- 2009 Invité au State Key Lab. of CAD&CG de l'université Zhejiang en Chine, 2009**
Représentant du LSIIT au colloque franco-chinois d'informatique graphique. Invité par le professeur Jieqing FENG à Zhejiang, j'y ai fait deux présentations scientifiques dont un cours sur les modèles topologiques. But : projet de thèses en cotutelle via le programme Egide.
- 2008 / 10 Projet européen STREP PASSPORT : Modélisation biomécanique du foie**
Partenaires : IRCAD (porteur), ETH Zurich, Imperial College (London), etc.
- 2006 / 10 ARA masse de données VORTISS : Organes virtuels pour la simulation chirurgicale**
Partenaires : EPI Shaman (Lille, porteur), XLIM-SIC (Poitiers), IRCAD (Strasbourg)
Responsable et animateur scientifique local de fait. Défense des résultats à l'ANR.
- 2004 / 07 Projet EUREKA ODYSSEUS : Visualisation réaliste pour les simulateurs chirurgicaux**
Partenaires : IRCAD (Strasbourg)
- 2002 / 03 Action Spécifique CNRS n°90 « Détection de Collisions »**
Partenaires (entres autres) : EPI ALCOVE (Lille), EPI EVASION (Grenoble)

Activités d'enseignement

J'ai été nommé à l'IUT de Haguenau, en septembre 1999 et affecté au département Services et Réseaux de Communication qui ouvrait cette année là. D'abord formé d'une équipe de 4 enseignants, dont uniquement deux maîtres de conférences, pour une centaine d'étudiants, ce jeune département est monté en puissance pour atteindre 9 enseignants en 2006 (4 maîtres de conférences et 5 enseignants du secondaire) tout en restant fortement sous encadré. Les effectifs sont compris en 110 et 130 étudiants depuis l'ouverture d'une licence professionnelle en 2007. J'ai été, jusqu'en 2007, le seul maître de conférences en informatique en poste à l'IUT. C'est ainsi que par la force des choses j'ai contribué à la définition des contenus et à la mise en place de la plupart des modules liés à l'informatique.

Enseignements à l'IUT de Haguenau

J'ai réalisé, de 1999 à 2010, à l'exception d'une année de délégation CNRS en 2008, la totalité de mes enseignements à l'IUT ce qui correspondait à un service compris entre 250 et 280 heures équivalent TD en début de carrière, et à un service plus raisonnable tournant autour de 220 heures depuis 2006. La part des TP dans mon service était importante en début de carrière, ainsi les trois premières années, pour la mise en place des enseignements, j'ai effectué jusqu'à 320 heures de TP par an. Cette part a baissé progressivement avec le recrutement de vacataires. Maintenant, en moyenne, mes enseignements se répartissent autour de 20% de cours, 30% de TD et 50% de TP, ce qui est la norme en IUT.

Le département SRC forme des techniciens du multimédia, qui doivent acquérir des compétences en informatique, réseaux, infographie, audiovisuel et communication. Au niveau de l'informatique, on enseigne des technologies qui évoluent très rapidement (technologie Web, services en ligne, animations, design, etc.). Un effort permanent est nécessaire pour que les enseignements suivent ces technologies de près, tout en prenant la distance et la hauteur nécessaire à toute formation universitaire.

A titre d'information, mes collègues enseignants en SRC ont les spécialités suivantes : pour les maîtres de conférences : un MC en section 61, traitement du signal, s'occupant du son et de l'image (encodage et compression) ; deux MC en section 71 pour la communication et l'ergonomie. Pour les enseignants du secondaire : une agrégée en lettres modernes, des certifiés en électronique, arts appliqués et anglais et enfin un certifié en mathématique remplacé depuis un an par un enseignant en informatique industrielle. Cela montre l'importance du rôle que j'ai du jouer au niveau des enseignements d'informatique qui représentent 30 à 40% de la formation.

Durant toutes ces années, j'ai animé une équipe d'une dizaine de vacataires en informatique, dont certains sont d'anciens étudiants devenus professionnels. J'ai proposé régulièrement des évolutions pédagogiques et créé de nombreux supports de cours. J'ai encadré au total 6 moniteurs CIES.

Avant de détailler le contenu des modules enseignés, je présente l'historique de leur mise en place.

En 1999, pour l'ouverture, j'ai créé les enseignements de première année : « HTML », « algorithmique » et « programmation objets ». La partie « réseaux » était assurée au départ par un collègue de 61^{ème} section.

En 2000, j'ai monté la seconde année qui ouvrait à son tour et les modules de « base de données » et « systèmes d'information » (programmation Web et PHP).

En 2002, ne pouvant plus assumer seul l'ensemble des heures d'informatique, j'ai formé un collègue certifié en mathématiques. Il a suivi mes cours durant un an et a ainsi pu reprendre les TP de « HTML » et de « base de données », en utilisant mes supports de cours. Je me suis ainsi libéré du temps pour préparer de nouveaux modules liés au multimédia et aux nouveaux standards du Web.

En 2004/2005, avec les nouveaux programmes et après le recrutement de nouveaux vacataires assurant une partie des cours déjà montés, j'ai repris en main les enseignements de réseaux. Mon collègue de 61^{ème} avait initialement monté les cours réseaux avec une approche liée au « matériel » et à la gestion des « débits », ne correspondant pas au cœur de métier visé. J'ai recentré les modules réseaux autour du logiciel, en introduisant dans la formation les nouvelles technologies liées aux services Web (gestion de contenu, flux de données, syndication). J'ai également introduit une partie plus technique concernant l'installation et l'administration de réseaux et services.

En 2006, j'ai assisté le département GEII voisin, en mettant en place les nouveaux modules complémentaires dans cette formation : « base de données » et « programmation orientée objets ».

Détail des enseignements

Dans cette partie, je présente les enseignements que j'ai assurés et mis en place. J'ai réalisé les supports de cours et les énoncés de TD, TP et des contrôles pour l'ensemble de ces modules. J'ai progressivement sous traité certains de ces cours, et notamment les TP volumineux, à des collègues et à des vacataires que j'ai formés, mais je reste le responsable pédagogique et l'enseignant référant auprès des étudiants pour toutes ces matières.

- **Intégration Web** : langage HTML et CSS ; structuration de document pour le Web, base de l'ergonomie, présentation des normes en vigueur et méthodes de validations des documents.
- **Algorithmique** : introduction à la programmation en Java allant jusqu'aux structures de données de bases (tableaux, listes, piles) et aux algorithmes de tri. Un gros travail pédagogique a été nécessaire ici car un tiers des étudiants provient de filière non scientifique (bac L ou ES et bac technologiques tertiaires).
- **Programmation Objets** : introduction à la programmation orientée objets, héritage, polymorphisme ; étude d'une API graphique et IHM. Ce cours correspond à un module complémentaire proposé plus spécifiquement aux « scientifiques » du DUT SRC qui souhaitent poursuivre leurs études en informatique. J'ai également donné ce cours en DUT Génie Electrique et Informatique Industrielle, comme une option de seconde année.
- **Programmation évènementielle** : introduction à la programmation évènementielle et aux interfaces utilisateurs ; programmation d'interfaces Web et animations ; utilisation d'environnements dédiés à l'animation et au Web (DOM et JavaScript ; Flash et son langage objet ActionScript)
- **Bases de données** : introduction aux bases de données relationnelles ; modèles entités / relations ; langage SQL. Les cours et TD concernaient la modélisation de données, alors que les TP étaient réalisés sur un serveur MySQL et orientés vers des applications Web.
- **Services Web** : gestion de contenus dynamiques et commerce électronique ; mise en ligne et diffusion de données ; réception et contrôle de données en ligne via des formulaires ; étude du langage PHP et lien avec des bases de données ; encapsulation des requêtes et génération de pages types.
- **Services Web avancés** : échange et flux de données sur le Web ; syndication; flux RSS ; langage XML et son utilisation pour l'adaptation du contenu aux média (smart phone, tablette PC) ; transformations XSLT. Interfaçage avec des API Javascript (AJAX) et ActionScript (Php + Flash)
- **Administration des réseaux locaux (matériel)** ; protocoles TCP/IP ; routage ; sécurité ; notion de DMZ ; virtualisation de serveurs. Ce module contient beaucoup de TP et a nécessité la mise en place d'une salle réseau dédiée avec du matériel de câblage, de routage et des serveurs spécifiques.
- **Administration des réseaux locaux (logiciel)** ; installation de serveurs et services réseaux ; gestion des utilisateurs et droits ; partage de fichiers ou d'imprimantes ; service DHCP et DNS (Windows NT et 2003 serveur ou Linux) ; installation et configuration de systèmes de gestion de bases de données (MySQL et PostgreSQL) et de serveurs Web (Apache et IIS).
- **Réseaux et services** : gestion de contenus ; installation et configuration de services Web ; applications aux Webmail, CMS, Forum, Blog.

Projets tuteurés et stages

Travaillant dans un IUT, j'ai également pris part au suivi des projets et des stages en entreprise, ce qui fait en moyenne chaque année de 8 à 10 stages et une douzaine d'étudiants en groupes de 4 pour les projets tuteurés. J'ai bien sûr également participé aux activités pédagogiques que sont les jurys, les entretiens de recrutement et les réunions pédagogiques.

Autres activités d'enseignements

Je donne depuis 2008 quelques heures de cours en deuxième année du master informatique graphique au département de Mathématiques et d'Informatique de l'université de Strasbourg. Ce cours de 6h porte sur les modèles topologiques combinatoires et leur implantation concrète dans notre plate-forme de modélisation CGoGN. Cette activité symbolique, car j'ai déjà un service complet à l'IUT, me permet de prendre contact avec les étudiants de master et vise à faire découvrir nos thématiques à ceux qui sont intéressés par la recherche.

Responsabilités administratives et pédagogiques

Responsable informatique pour l'IUT

A mon arrivée, l'IUT de Haguenau manquait cruellement de personnel IATOS. Une jeune technicienne peu expérimentée, gérait seule le service informatique et servait de support aux secrétariats et services centraux. A mon arrivé, on m'a confié la responsabilité du service informatique et demandé de mettre en place des infrastructures nécessaires aux enseignements, charge que j'ai exercée jusqu'en 2007. Le réseau de l'IUT, embryonnaire en 1999, comptait en 2007 près de 300 postes et 8 serveurs. J'ai mis fin à cette responsabilité, après que l'IUT ait obtenu un poste d'ingénieur d'étude pourvu en septembre 2007.

Cette tâche a consisté d'abord à mettre en place les nouvelles salles de TP informatique liées à l'ouverture du département SRC. Nous sommes passé d'une salle de TP et d'une dizaine de postes d'enseignants, en 1999, à 8 salles de TP de 20 postes, plus une trentaine de postes d'enseignants, ainsi qu'une batterie de portables dispatchés dans les amphis, salles de cours et autres salles de TP (labo de langue, d'automatisme, salle réseaux, etc.). J'ai du déployer des systèmes d'installation et de duplication de postes automatique, l'installation manuelle étant rapidement devenue humainement insupportable. Enfin, j'ai supervisé le câblage des bâtiments, réalisé par un électricien de l'IUT. Le bâtiment était équipé de câbles coaxiaux. Nous sommes passés à un câblage Ethernet 100 Mbits étendu à toutes les salles des deux bâtiments.

La tâche la plus importante a concerné la mise en place de l'ensemble des services à destination des étudiants et enseignants. J'ai pour cela installé et configuré les huit serveurs actuellement en service à l'IUT et réorganisé l'ensemble du réseau : installation d'un routeur, d'un pare-feu et de serveurs caches, définition d'une politique de sécurité informatique pour le site. J'ai mis en place les services permettant de gérer les comptes utilisateurs et les mails de l'ensemble des usagers ; un intranet pour la diffusion des cours ; des partages de fichiers pour les étudiants ; des serveurs d'impression et les serveurs dédiés à l'hébergement des sites Web de l'IUT.

Directeur des études, puis responsable d'une licence professionnelle

Durant 4 ans, de 2003 à 2006, j'ai été directeur des études du département SRC et je suis, depuis 2009, responsable de la licence professionnelle TAIS (Technique et Activités de l'Image et du Son). Cette responsabilité a consisté d'abord à définir les services des différents intervenants permanents et vacataires en fonction des maquettes pédagogiques. Le cas échéant j'ai recruté les vacataires nécessaires. En pratique j'ai animé et géré, sur les problématiques pédagogiques une équipe d'une cinquantaine de personnes.

Il faut savoir qu'en IUT les cours ne sont pas annualisés. Les modules d'environ 30 heures s'échelonnent sur des périodes de 2 à 3 mois et se succèdent globalement tout au long de l'année. Ainsi, après avoir planifié l'enchaînement des enseignements, il faut préparer les emplois du temps des étudiants qui sont différents d'une semaine à l'autre. De plus, l'emploi de nombreux vacataires (50% des enseignements effectués dans notre département) impose des contraintes horaires nombreuses. De ce fait, la mise en place des emplois du temps est une tâche lourde demandant 2 à 3 semaines à plein temps en début d'année et des corrections régulières pour pallier les absences des uns ou des autres et les changements de dernières minutes.

Les emplois du temps étaient quasiment réalisés à la main à mon arrivée. J'ai milité pour que l'IUT investisse dans un logiciel permettant d'en simplifier la gestion. Après avoir démarché les éditeurs de logiciels avec un collègue, nous avons trouvé une solution avec le logiciel ADE. J'ai participé aux démarches liées à son installation, dans les trois IUT strasbourgeois. Cette plate-forme est maintenant utilisée par toutes les UFR de l'université de Strasbourg.

Coordinateur « informatique » pour le Programme Pédagogique National

Dans les IUT, les programmes sont nationaux. En 2002 et 2003, pour le passage au schéma LMD, le programme pédagogique national (PPN) du DUT SRC devait évoluer. J'ai participé aux réunions de concertation nationales pour la rédaction de ce nouveau programme. J'étais un des quatre membres du comité de rédaction, composé d'un maître de conférence en communication, et de deux agrégés en arts appliqués et en audiovisuel. Après avoir rencontré au cours de plusieurs réunions nationales les enseignants des autres IUT, nous avons écrit le nouveau PPN. Profitant de mon expérience à Haguenau, je me suis occupé des modules liés à l'informatique et au multimédia. Ce nouveau PPN est toujours en place.

Projet d'enseignement

Fort d'une expérience de 13 ans d'enseignement en IUT, je me sais capable d'enseigner dans toutes les matières liées à l'informatique actuellement proposées à l'IUT Robert Schuman, que ce soit en DUT informatique ou dans les différentes licences professionnelles portées par le département.

Mes préférences personnelles et les compétences spécifiques que j'ai développées autour des services Web et interfaces dynamiques m'amèneront cependant à offrir mes services plus spécifiquement dans ce domaine. Je proposerai à l'équipe pédagogique et aux étudiants de l'IUT, des options ou éventuellement des cursus spécifiques aux métiers de la communication et des services sur réseaux.

La désaffection actuelle des jeunes pour les études scientifiques est un problème crucial pour les universités françaises qui se fait notamment ressentir niveau des masters d'informatique. Les IUT sont pour le moment, et en partie, épargnés par ces difficultés, les jeunes lycéens venant y chercher la sécurité d'un encadrement plus présent et d'une formation professionnelle assurant des débouchés, même en cas d'échec.

J'aimerais profiter des atouts reconnus des IUT, pour mettre en place et développer des passerelles facilitant le passage entre filières professionnelles et études longues. Les IUT et leurs équipes pédagogiques joueront un rôle important dans le développement de filières d'excellence autour des métiers de l'informatique.

Les métiers du Web : communication et services sur réseaux

Une part importante des activités des entreprises du domaine informatique ou de la communication consiste à produire des sites Web permettant la diffusion ou le partage d'information, auprès de clients spécifiques ou de communautés plus larges. Pour développer ce type d'applications, il faut des compétences dans des technologies informatiques classiques (bases de données, développement Web), mais également savoir gérer l'hétérogénéité des données, de leurs formats ou de leur mode d'accès. Ces données ne sont souvent que des flux intemporels et la gestion de leur transformation, agrégation ou syndication est importante. De même, la mise en place d'interfaces utilisateur ergonomiques et conviviales nécessite aussi bien des compétences techniques, pour les programmer, que des connaissances en communication et en ergonomie pour les concevoir.

Je souhaite promouvoir l'enseignement de ces compétences et technologies auprès des étudiants de l'IUT. En fonction des possibilités et de la politique de l'établissement, cela pourra prendre la forme de modules complémentaires offerts en option dans les différentes filières du département ou aller vers le développement d'une filière spécifique, comme une licence professionnelle. Ma connaissance forte du marché et des entreprises du secteur, et mon expérience avec la gestion de la licence professionnelle « TAIS », me permettront de porter, le cas échéant, un tel projet.

Projets tuteurés et innovations

Les IUT, à travers les projets tuteurés et les stages, participent à la diffusion des connaissances, aux transferts de technologie et à l'innovation. Depuis de nombreuses années, j'ai participé à la diffusion de nouvelles technologies, en aidant mes étudiants à les mettre en place dans leurs entreprises d'accueil. Nous avons ainsi par exemple aidé à la mise en place de visites virtuelles sur bornes interactives ou CDROM pour différents lieux touristiques alsaciens.

Dans le même esprit, depuis 2 ans, j'ai initié une collaboration avec le service de réanimation de l'hôpital civil de Strasbourg (Pr. Vincent Castelain). Son service accueille des personnes en détresse, souvent intubées et donc incapables de communiquer verbalement. Les personnels de l'hôpital dialoguent avec ces patients par l'intermédiaire d'ardoises peu pratiques. Nous avons proposé d'utiliser des « tablettes PC » comme périphérique de communication. J'ai fait travailler, en projet, une trentaine d'étudiants sur le design d'une interface graphique permettant le dialogue entre un patient et son soignant. L'expérience a très bien fonctionné et l'hôpital a proposé de financer des stages pour avancer plus loin dans le développement de cette application.

Même si les projets actuels sont très pragmatiques, à plus long terme ce type d'expérience peut faire émerger de nouveaux thèmes de recherche en ergonomie et interfaces hommes/machines. Je souhaite continuer à développer ce type de projets à l'IUT Robert Schumann, permettant une première expérience de recherche très motivante pour des étudiants à Bac+2 ou Bac+3.

La place de l'IUT dans l'université

Beaucoup de jeunes lycéens, brillants et potentiellement capables de suivre des études longues, choisissent d'aller en IUT après le baccalauréat, par peur de l'université et du manque d'encadrement ou pour bénéficier d'enseignement plus concrets. A mon sens, il faut donner à ces étudiants la possibilité de retourner dans de bonnes conditions, dans les cursus longs proposés à l'université. Je proposerai la mise en place, à l'IUT, de modules théoriques optionnels facilitant ces passerelles et permettant à ces jeunes de poursuivre leurs études vers un master d'informatique.

Depuis la réforme des universités, celles-ci ont la possibilité de mettre en place des filières sélectives de type classes préparatoires. Ces filières sont prisés par les meilleurs lycéens qui après deux années difficiles passent des concours pour entrer dans des écoles d'ingénieur. Malheureusement (mais c'est une caractéristique du système éducatif français avec laquelle nous devons composer), ce flux d'étudiants n'arrive jamais dans les masters des universités. A mon sens, pour redonner à ces étudiants brillants l'envie de venir à l'université, il faut leur proposer une filière sélective d'excellence leur permettant soit d'entrer directement dans une école d'ingénieur strasbourgeoise, soit dans un des masters d'informatique de l'université.

Les IUT possèdent déjà les capacités d'encadrement et l'expérience de ce type de formation. Ainsi le département d'informatique de l'IUT Robert Schumann, me semble bien placé pour porter ce type de filière. Si les conditions politiques et administratives sont remplies, et sous réserve d'obtenir un accord cadre entre l'université, l'IUT et les écoles strasbourgeoises, je serai volontaire pour porter un projet de ce type et donner une chance à nos formations d'attirer les meilleurs candidats.

A l'opposé, il existe dans les premières années de licence d'informatique, de nombreux étudiants en échec que l'université a du mal à gérer. Il me semble que l'IUT serait le lieu idéal pour remotiver et accompagner ces étudiants vers des débouchés professionnels correspondant à leurs attentes. Bien que l'entrée en IUT soit sujette à sélection, il faudrait définir des passerelles permettant à ces jeunes de rejoindre une formation plus adaptée, leur évitant de rester trop longtemps en échec.

Pour conclure, en tant que professeur d'université, nommé dans un IUT, je travaillerai activement au développement de l'informatique en termes de débouchés professionnels et en tant que discipline scientifique. Pour que la recherche en informatique à Strasbourg conserve la place qui est la sienne, il faut que les filières d'enseignement, y compris à l'IUT, produisent des étudiants de qualité, curieux et désireux de poursuivre leurs études. Le rôle d'un professeur, dans ce domaine, est, à mon sens, de donner envie aux jeunes qu'il côtoie et de susciter des vocations parmi eux, pour que l'informatique à Strasbourg reste une discipline d'avenir.

Activités de recherche

J'exerce mes activités de recherche au LSIIT (Laboratoire des Sciences de l'Image, de l'Informatique et de la Télédétection) à Strasbourg et, plus précisément, dans l'équipe IGG (Informatique Géométrique et Graphique). La modélisation géométrique et les méthodes formelles constituent le noyau dur de cette équipe depuis sa création.

Après ma nomination en 1999 comme maître de conférence à l'IUT de Haguenau, j'ai été confronté à quatre années difficiles en ce qui concerne l'enseignement et les tâches administratives. J'ai pu reprendre une activité de recherche normale en 2002. Cela s'est concrétisé par ma participation à l'action spécifique n°80 du CNRS portant sur la détection de collisions. Dans le même temps j'ai repris mes recherches dans le domaine de la modélisation géométrique et cherché à étendre les modèles à base de cartes combinatoires utilisés de longue date dans l'équipe.

A cette époque, j'ai encadré deux stages de master autour de la spécification d'ensembles semi-simpliciaux et de la recherche de chemins dans une triangulation contenant des obstacles. J'ai poursuivi avec un travail sur une extension « non variété » des cartes combinatoires. Cette activité s'est intensifiée avec la thèse de Pierre Kraemer en 2005, portant sur les cartes multirésolution, qui m'a permis de retrouver un rythme de publication normal.

A travers ces travaux et ceux liés à l'action spécifique « détection de collision », j'ai acquis la conviction que des modèles topologiques pouvaient apporter beaucoup au monde de la simulation, notamment en facilitant la détection de collisions. J'ai poursuivi dans cette voie avec la thèse de Thomas Jund sur le suivi de maillages dans des environnements déformables et avec mon implication dans le projet ANR VORTISS portant sur la simulation d'opérations chirurgicales.

J'ai contribué ainsi au développement et à l'animation de l'axe « modélisation géométrique et topologique » avec Dominique Bechmann responsable de l'équipe IGG, en ouvrant de nouvelles collaborations avec des équipes de Lille et Poitiers et avec les acteurs de la plate-forme de simulation SOFA.

Mon activité de recherche se répartit maintenant autour de trois axes :

- la modélisation géométrique et les modèles topologiques combinatoires et multirésolution ;
- la génération, la simplification et l'optimisation de maillages pour les applications médicales ;
- l'animation de modèles géométriques pour la simulation chirurgicale, et notamment les problèmes algorithmiques liés à la détection de collisions.

Mots-clés : modélisation géométrique, cartes combinatoires, modèles multirésolution, traitement géométrique des maillages, animation, détection de collisions, applications médicales

Responsabilités au sein de l'équipe IGG et du laboratoire

- Je suis responsable scientifique de la plate-forme de modélisation géométrique CGoGN portée par l'équipe IGG. Cette plate-forme regroupe les travaux de l'équipe. Son but est diffuser nos travaux en topologie combinatoire et multirésolution sous forme d'une bibliothèque et d'un modèleur générique.
- J'ai développé des collaborations avec les acteurs de la plate-forme internationale SOFA, portée par l'INRIA, dédiée à la simulation physique temps réel. Mon but était, et est toujours, de placer les modèles topologiques que nous développons à Strasbourg au cœur de ces outils de simulations. Des résultats encourageants ont été obtenus durant le projet VORTISS qui promettent des opportunités de collaborations avec les acteurs de SOFA (EPI Evasion et Shaman) ou ses partenaires internationaux.
- Je participe depuis 2002 au programme mobilisateur IRMC (Imagerie et Robotique Médicale et Chirurgicale) coordonné par M. De Mathelin et impliquant les équipes IGG, MIV et AVR du LSIIT, ainsi que l'IRCAD (Institut de Recherche Contre le Cancer de l'Appareil Digestif à Strasbourg) et l'IPB (Institut de Physique Biologique). Ce programme est financé par le contrat de plan état région 2007-2013, comme projet structurant de la région Alsace.
- J'ai participé, dans le cadre du plan état région (2000-2006), au Pôle Image, impliquant l'équipe IGG, et notamment pour ce qui concerne le développement de la plateforme CGoGN.
- J'ai été membre de la commission de spécialistes en informatique pendant 8 ans (de 2001 à 2008). A ce titre j'ai participé à toutes les commissions d'auditions des candidats MC en 27ème section. J'ai également participé aux comités de sélection pour les postes de la campagne 2009 et 2010.

Détails des activités de recherches

Je décris, dans cette section, mes activités de recherche et mes participations à des projets nationaux et internationaux, en parallèle avec les sujets de stages ou de thèse que j'ai encadrés. Je souhaite ainsi mettre en perspective l'historique de ces activités ayant abouti au projet de recherche que je défends.

2002/03 Action spécifique CNRS « détection de collisions » avec les EPI Alcove et Evasion

2002 Jean Sébastien Surgand - stage M2 Informatique avec J.F. Dufourd

Spécification formelle et prototypage des ensembles semi-simpliciaux de dimension 2 et d'opérateurs topologiques sur des objets non variétés. Spécialisation progressive de ces opérateurs pour la manipulation de surfaces triangulées avec points singuliers, puis sans.

2003 Mohammed Daoudi - stage M2 Informatique avec J.F. Dufourd

Spécification des déplacements d'un mobile dans une triangulation évitant des obstacles placés dans celle-ci. Etude de différentes stratégies de contournement et de recherche de chemins.

2005 Pierre Kraemer - stage M2 Informatique avec D. Bechmann

Etude, spécification et prototypage d'un noyau de modéleur basé sur les complexes cellulaires. Ce stage nous a permis de proposer un nouveau modèle, les X-maps pour modéliser les objets non variétés de dimension 2 ou 3.

Ces travaux ont été repris en 2008 et donné lieu à une communication internationale en 2009.

2005/08 Pierre Kraemer - thèse encadrée à 50% avec D. Bechmann

Titre : « Modèles topologiques pour la multirésolution », soutenue en 2008.

Cette thèse nous a permis de définir des modèles topologiques multirésolutions, adaptés à la modélisation à base de surfaces de subdivision. Ces surfaces sont définies par le biais d'opérateur de raffinement topologiques et géométriques. Ce nouveau modèle permet de capturer proprement l'ensemble de la topologie engendrée ainsi et notamment les différents niveaux de détails et les subdivisions adaptatives.

Ces travaux ont donné lieu à une publication en revue internationale, une publication en revue nationale et deux communications en conférences internationales.

2006/10 Projet ANR VORTISS - Organes virtuels pour la simulation chirurgicale

J'ai participé de janvier 2006 à juin 2010 à ce projet. Nos apports concernaient la reconstruction d'organes à partir d'images médicales segmentées fournies par un partenaire médical et la définition de modèles topologiques adaptés à la simulation. Ces modèles ont été utilisés par nos partenaires et une partie des travaux inclus dans la plate-forme de simulation SOFA.

2007/09 Cyril Kern - ingénieur financé par VORTISS encadré avec D. Bechmann et S. They

Durant le projet VORTISS, nous avons repris et étendu les travaux de Dobrina Boltcheva (étudiante en thèse encadré par D. Bechmann et S. They ayant soutenu en 2007) sur la définition de diagrammes de Voronoï discrets sur des objets issus de l'imagerie médicale. Nous avons recruté Cyril Kern, comme ingénieur sur une durée de 2 ans, afin qu'il implante les travaux développés dans ce cadre.

Nous avons ainsi obtenu des algorithmes de reconstruction et de génération de maillages volumiques à partir d'images voxel, entièrement discret et garantissant la cohérence topologique des résultats.

Ces travaux ont été publiés dans une revue nationale.

2007 Thomas Jund - stage M2 Informatique avec D. Bechmann

Navigation dans une subdivision volumique des organes et réseaux vasculaires, en réalité virtuelle. Etude de stratégies de recherche automatique de chemins et d'exploration d'un environnement complexe inconnu.

2007/10 Thomas Jund - thèse encadrée à 50% avec J.F. Dufourd

Titre : « Détection de collisions dans des subdivisions volumiques », soutenue en 2010.

Nous mettons à profit nos modèles topologiques pour proposer de nouvelles approches pour la détection de collisions dont les méthodes accélératrices sont souvent basés sur l'usage de structures hiérarchiques spatiales (boite englobantes, sphères, kd-trees, etc.).

Ainsi, nous avons mis au point un système de détection de collisions basé sur une subdivision volumique de la scène dans laquelle évoluent les objets en mouvement. Nous utilisons les informations topologiques présentes dans le maillage volumique pour suivre le déplacement des mobiles et prédire les collisions avec le bord.

Ces travaux ont donné lieu à 3 communications en conférences internationales et à une publication dans une revue nationale.

2008 Fanny Meyer - stage M2 Mathématiques

Simulation de la diffusion de la chaleur dans un maillage. Comparaison des méthodes d'Euler, des différences finies et des éléments finis, pour le temps réel.

2008 Alexandre Burhel - stage M2 Informatique avec A. Capobianco et J. Grosjean

Ergonomie de la sélection de points d'intérêts dans une scène 3D, en réalité virtuelle. Définition de techniques de constrictions, via des périphériques haptiques, permettant de restreindre les mouvements de l'utilisateur, pour l'assister dans la sélection. La méthode est basée sur l'ajout, à la volée, d'éléments volumiques dont les parois sont infranchissables autour de zones d'intérêt, les rendants « touchables » via des périphériques haptiques.

2008/10 Projet européen STREP PASSPORT

J'ai participé de 2008 à 2010 à ce projet porté par l'IRCAD portant sur la modélisation du foie depuis les échelles microscopiques, pour l'analyse de la régénération cellulaire, jusqu'aux échelles macroscopiques pour la planification et la simulation d'opérations chirurgicales sur le foie. Notre participation concernait la modélisation des organes du corps humain. Nous avons proposé une nouvelle approche pour la modélisation de réseaux vasculaires générés à partir de données médicales, tout en garantissant la topologie des maillages obtenus.

2008/09 Younis Hijazi - post-doc de 12 mois encadré avec D. Bechmann et S. Thery

Ce post-doc financé par le projet PASSPORT visait la définition d'une méthode nouvelle pour la reconstruction de réseaux vasculaires. Une reconstruction topologique garantissant la structure du résultat a été obtenue. Des plongements par surface de subdivisions, carreau de Bézier ont été comparés en termes de performances et de distance aux données initiales.

Ces travaux ont donné lieu à une communication en conférence internationale.

2009 Johan Diringer - stage M2 Mathématiques

Simulation mécanique d'objets élastiques par la méthode des éléments finis. Etude de la stabilité et optimisation sur des cartes combinatoires, pour la simulation temps réel.

2009 Lionel Untereiner - stage M2 Informatique avec D. Bechmann

Opérateurs topologiques sur des maillages volumiques, pour leur simplification et leur optimisation suivant des critères géométriques.

2010 Lionel Untereiner - thèse encadrée à 50% avec D. Bechmann

Nous cherchons à définir un ensemble d'opérateurs pour la simplification, l'optimisation et la subdivision de maillages volumiques. Nous viserons, d'une part, l'encodage de maillages progressifs volumiques autorisant de nouvelles approches pour le rendu volumique et, d'autre part, la subdivision adaptative des volumes d'une partition de l'espace pour qu'elle s'adapte à des données volumiques. A long terme, de tels modèles devraient nous permettre d'aborder l'analyse multirésolution de données volumiques, avec des perspectives dans le domaine de la compression de données et de la simulation numérique.

Animation de la recherche

Participation au montage de projets et recherches de financements

VORTISS

J'ai participé de janvier 2006 à juin 2010 au projet ANR VORTISS (Virtual Organ for Real Time Interactive Surgical Simulations), avec 3 membres de l'équipe. Le projet était porté par Laurent Grisoni de l'équipe INRIA Alcôve à Lille et s'est fait en collaboration avec le laboratoire SIC à Poitiers et l'IRCAD à Strasbourg. J'ai rédigé la partie du projet concernant la modélisation avec Pascal Schreck porteur local du projet.

Dans les faits, j'ai pris progressivement la responsabilité scientifique de ce projet et animé les recherches de l'équipe IGG autour de la reconstruction et de la modélisation du corps humain et autour de la simulation d'opérations chirurgicales.

J'ai défendu le bilan de ce projet à mi-parcours auprès de l'ANR en 2008, avec le porteur, puis seul au colloque ANR en 2010, L. Grisoni ayant changé d'équipe et de thématique de recherche en 2009.

- Nous avons obtenu le financement d'un ingénieur sur 2 ans pour l'équipe.

PASSPORT

De 2008 à 2010, j'ai participé, avec d'autres membres de l'équipe IGG, au projet européen STREP PASSPORT porté par l'IRCAD. J'ai aidé Dominique Bechmann responsable de l'équipe au moment du dépôt du projet, puis pour la rédaction des bilans de nos contributions. Ce projet concernait la modélisation géométrique et biomécanique du foie, du niveau cellulaire jusqu'à l'échelle des organes, ainsi que les différentes modalités d'acquisition de données de patients. Notre contribution portait sur la modélisation géométrique et topologique du foie et des organes de l'abdomen. Nous avons proposé une nouvelle approche pour la modélisation de réseaux vasculaires internes aux organes. Ceux-ci représentent une part importante des volumes, notamment pour le foie, et leur prise en compte est cruciale pour une modélisation biomécanique réaliste. Ces modèles sont générés à partir de données médicales, tout en garantissant la topologie des maillages obtenus.

- Nous avons obtenu le financement de 20 mois de post-doc.

DYNMESHES

J'ai proposé et coordonné en 2010 le montage d'une proposition de projet ANR, nommée DYNMESHES avec l'EPI Shaman à Lille, le laboratoire XLIM-SIC à Poitiers et la société strasbourgeoise Digital Trainers. Ce projet avait un budget de 1184k euros pour un financement demandé de 500k euros. Il prévoyait le financement d'une thèse dans l'équipe IGG.

Poursuivant les collaborations initiées lors du projet VORTISS, le projet DYNMESHES portait sur la simulation chirurgicale temps réel. Il s'agissait de proposer une gestion multirésolution de la topologie et de la mécanique nécessaires à la simulation de découpes et de sutures d'organes.

Une demande de labellisation auprès du pôle de compétitivité Alsace BioValley avait été acceptée.

- Ce projet, malgré une bonne évaluation, n'a pas été retenu par l'ANR.
- Une nouvelle version est à l'étude pour être déposée en 2011 dans l'appel à projets ANR CONTINT.

TOPOGRAPH

En 2010, j'ai participé au dépôt de la proposition de projet ANR TOPOGRAPH, en tant que coordinateur local, avec l'Ecole Central de Paris (porteur du projet), le LABRI à Bordeaux, et le XLIM-SIC à Poitiers. Ce projet avait un budget de 1115k euros et pour un financement de 402k euros.

Les structures combinatoires que nous utilisons en modélisation géométrique sont des graphes pour lesquels de nombreux outils théoriques existent. Ce projet avait pour but d'étudier et tester les apports du cadre théorique de la réécriture de graphes pour nos applications. En particulier, nous nous intéressions à la définition d'opérations génériques sur des modèles topologiques et leur influence sur la multirésolution.

- Ce projet n'a pas été retenu par l'ANR.
- Une nouvelle version **GEOGRAPH** a été déposée en 2011 dans l'appel à projets ANR « Modèles Numériques », en collaboration avec l'institut français du pétrole. L'approche a été complétée par une application en géologie : la reconstruction du sous-sol et l'évaluation de scénario d'évolution.

COLLOQUE FRANCO-CHINOIS

J'ai participé en 2009 à un colloque franco-chinois visant à développer les collaborations entre les laboratoires des deux pays en informatique graphique. Dans ce cadre j'ai effectué un séjour d'une semaine en Chine à Huangshan. J'ai également été invité au State Key Lab. of CAD&CG de l'université Zhejiang, par le professeur Jieqing FENG avec qui notre équipe entame des collaborations. J'y ai séjourné une semaine et y fait deux présentations scientifiques dont un cours sur les modèles topologiques. Nous cherchons à proposer des thèses en cotutelle via le programme Egide.

Projet IHU

Un des projets-phares pour l'informatique et ses applications médicales à Strasbourg est la demande de création d'un « Institut Hospitalo-universitaire ». Ce projet porté par l'IRCAD, l'Université de Strasbourg et la région Alsace, s'il aboutit, apportera beaucoup d'opportunités pour la recherche en informatique à Strasbourg et pour le LSIT en général.

Je participe depuis le début aux discussions et je porte avec Dominique Bechmann les projets de l'équipe IGG qui s'inscriront dans cet IHU. J'ai rédigé des projets de recherches concernant :

- La modélisation multi-échelles de patients virtuels avec des niveaux de détails différents suivant les besoins applicatifs. La reconstruction et le maillage de ces modèles d'après des données médicales comme des images de scanner ou d'IRM. L'utilisation de ces modèles pour un feed-back avec les algorithmes de segmentation.
- La simulation biomécanique et interactive d'opérations chirurgicales pour l'entraînement des praticiens ou la planification et la prévisualisation d'actes complexes.
- Le recalage dynamique de modèles 3D pour leur utilisation en réalité augmentée. Ces modèles issus de nos outils de reconstruction ou de simulations préalables seront adaptés aux images captées durant les opérations réelles, pour être projetés et servir de guides aux praticiens.
- L'étude du contrôle gestuel en réalité virtuelle par des interfaces haptiques. L'influence sur l'apprentissage de gestes médicaux liés à l'utilisation de périphériques robotisés.

Visibilité nationale et internationale

Association Française d'Informatique Graphique

Il me semble important d'ancrer mes activités au sein de la communauté française. Cela permet de tisser des liens, d'échanger des idées et des projets et de susciter de nouvelles collaborations. Ainsi j'ai développé au cours des années les activités suivantes :

- Je suis relecteur pour la revue francophone d'informatique graphique REFIG.
- Je suis membre du CA de l'AFIG depuis novembre 2008
- J'ai participé au jury du meilleur papier de l'AFIG de 2006 à 2010.
- J'ai donné un cours sur les modèles combinatoires en modélisation géométrique à l'école de printemps du GDR IG, en mars 2008.

Participation à des comités de programme ou de lecture

Les relations internationales passent par des rencontres et par le travail en commun qui s'effectue autour des grandes conférences internationales. J'essaie d'y prendre une place avec les participations suivantes :

- Je suis relecteur pour les revues internationales Computer Graphic Forum, Computer Aided Design et the Visual Computer.
- Je suis membre du comité de programme de la conférence internationale AFRIGRAPH depuis l'édition de cette année (2010). J'ai relu trois articles et participé à la sélection des meilleurs papiers publiés dans la revue Computer Graphic Forum. (Ayant été appelé pour remplacer quelqu'un d'autre au dernier moment, j'ai constaté avec regret que le site de la conférence n'avait pas été mis à jour ce qui explique que mon nom n'apparaisse pas.)
- Je suis relecteur pour les conférences internationales : Computer Graphic International (CGI), the International Workshop on Combinatorial Image Analysis (IWCIA), the conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision (ex WSCG)

Publications (en gras les deux publications jointes au dossier)

Ouvrage ou participation à des ouvrages

1. D. Cazier et C. Minich, « Modélisation géométrique : les modèles classiques », Chapitre du traité IC2 : Informatique Graphique, modélisation géométrique et animation, publié chez Hermès, pages 23-47, mars 2007.

Articles dans des revues internationales à comité de lecture

1. P. Kraemer, D. Cazier, D. Bechmann, « **Extension of half-edges for the representation of multiresolution subdivision surfaces** », the Visual Computer, Vol. 25, No. 2, pp. 149-163, 2009.
2. D. Cazier, J.-F. Dufourd, « A formal specification of geometric refinements », the Visual Computer, Springer, Vol. 15, pp. 279-301, 1999

Articles dans des revues nationales à comité de lecture

1. P. Kraemer, D. Cazier, D. Bechmann, « Extension multirésolution des cartes combinatoires : application à la représentation de surfaces de subdivision multirésolution », journal REFIG (Revue Electronique Francophone d'Informatique Graphique), volume 1, numéro 1, pages 21-32, taux d'acceptation 25%, mars 2007.
2. D. Boltcheva, D. Bechmann, D. Cazier, C. Kern, S. Thery, P. Schreck, « Reconstruction multi objets d'images 3D multi labels à partir d'un algorithme de Delaunay Discret », Journal REFIG, volume. 3, numéro 1, pages 53-65, taux d'acceptation 30%, 2009.
3. T. Jund, D. Cazier, J.-F. Dufourd, « Système de prédiction pour la détection de collisions dans un environnement déformable », Journal REFIG, volume. 3, numéro 2, pages 47-58, taux d'acceptation 30%, 2009.

Communication à des manifestations internationales à comité de lecture

1. T. Jund, D. Cazier, J.-F. Dufourd, « Edge collision detection in complex deformable environments », proceedings of VRIPHYS'10 the 7th Workshop on Virtual Reality Interaction and Physical Simulation, Eurographics Association, Copenhagen, 10 pages, octobre 2010.
2. T. Jund, D. Cazier, J.-F. Dufourd, « Edge collision detection in complex environments », proceedings of CGI'10 (Computer Graphics International), Singapour, 4 pages, taux d'acceptation 32%, 2010.
3. Y. Hijazi, D. Bechmann, D. Cazier, C. Kern, S. Thery, « Fully-automatic branching reconstruction algorithm: application to vascular trees », proceedings of SMI'10 (Shape Modeling International), 5 pages, juin 2010.
4. D. Cazier, P. Kraemer. « X-maps: an efficient model for non-manifold modeling », proceedings of SMI'10 (Shape Modeling International), 5 pages, juin 2010.
5. T. Jund, D. Cazier, J.-F. Dufourd, « **Particle-based forecast mechanism for continuous collision detection in deformable environments** », SIAM/ACM Joint Conference on Geometric and Physical Modeling, (SPM'09), San Francisco, pages 147-158, taux d'acceptation 28%, 2009.
6. P. Kraemer, D. Cazier, D. Bechmann, « A general and efficient representation for multi-resolution meshes: application to quad/triangle subdivision », proceedings of CCCG'07 (Canadian Conference on Computational Geometry), pages 257-260, août 2007.
7. P. Kraemer, D. Cazier, D. Bechmann, « Multiresolution Half-Edges », proceedings of SCCG'07 (Spring Conference on Computer Graphics), ACM Press, pages 242-249, avril 2007.
8. D. Cazier, J.-F. Dufourd, « Term rewrite systems to derive set Boolean operations on 2D-objects », Formal Methods Europe, Gratz (Austria), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1313, pp. 605-623, 1997.
9. D. Cazier, J.-F. Dufourd, « Reliable Boolean operations on polyhedral solids thanks to a 3D refinement », Winter School on Computer Graphics, Plzen (Czech Republic), pp. 40-49, 1997.
10. D. Cazier, J.-F. Dufourd, « Rewriting-based derivation of efficient algorithms to build planar subdivisions », Spring Conference on Computer Graphics, Bratislava, pp. 45-54, 1996.
11. D. Cazier, J.-F. Dufourd, « A rewrite system to build planar subdivisions », the seventh Canadian Conference on Computational Geometry, Québec, pp. 235-240, 1995.

Projet de recherche : structures combinatoires pour la modélisation, l'animation et le traitement de la géométrie

Introduction

Historiquement les modèles étudiés à Strasbourg dans l'équipe d'informatique graphique sont les cartes combinatoires et les cartes généralisées, rendues populaires par Lienhardt et Dufourd dans les années 1990. Elles permettent de décrire, de manière homogène, des variétés ouvertes ou fermées, orientables ou non, de dimension n . Il existe par ailleurs d'autres modèles possédant des domaines de représentation ou des capacités opératoires différentes (en termes d'opérateurs, de spécialisations). Les plus répandus sont les modèles à bases de graphes d'incidence (comme les arêtes radiales proposées par Weiler en 1988) ou les modèles simpliciaux. S'ils sont intéressants parce que très riches (représentation des non variétés, optimisation pour des maillages triangulés), ces modèles sont souvent décrits en termes de structures de données concrètes ou par des opérations de trop haut niveau ce qui rend la description d'algorithmes ou leur preuves difficilement formalisables.

Ma thèse proposait une nouvelle approche pour décrire et prouver des algorithmes en géométrie algorithmique. J'avais ainsi proposé un système de réécriture pour formaliser le raffinement de maillages volumiques. Cela m'avait permis d'obtenir des opérations booléennes (union, intersection ou différence) robustes, définies sur des objets polyédriques.

Extension des cartes combinatoires

A partir de 2002, j'ai orienté une partie de mes travaux vers la définition de modèles combinatoires plus riches, basés sur les cartes (dont nous avons une bonne expérience). J'ai commencé par proposer une spécification des ensembles semi-simpliciaux et leur spécialisation aux surfaces non variétés (stage de Surgand). Cette première étape, m'a permis de proposer en 2005 (avec Pierre Kraemer) un nouveau modèle : les « X-maps » qui sont une extension des cartes combinatoires permettant de représenter des objets non variétés, composés d'éléments surfaciques ou volumiques.

Ce nouveau modèle possède le même domaine de représentation que les arêtes radiales, mais bénéficie d'une définition beaucoup plus formelle et, par là même, sans redondance. Nous avons pu montrer qu'en termes de structures de données, on atteignait un gain de place d'un facteur 4 par rapport au modèle original des « radial edges » (un facteur 2 par rapport aux optimisations récentes comme les « partial entities structures »). Ce gain s'obtient en conservant une optimalité de tous les opérateurs topologiques.

Par la suite, j'ai proposé une nouvelle implantation des cartes combinatoires et de leurs extensions, dite « duale ». Cette représentation à l'avantage de permettre de changer la dimension de brins de manière dynamique. Ainsi un maillage de surface peut se transformer, le temps d'un traitement, en un maillage volumique sans surcoût mémoire durable. Des représentations similaires ont été implantées pour les plongements. Tout ceci est disponible dans la plate-forme de modélisation CGoGN diffusée par l'équipe.

Modèles combinatoires multirésolution

Une autre tendance forte en modélisation est d'utiliser la multirésolution afin de représenter des objets à différentes échelles. Les structures de données implantant habituellement ces modèles sont basées sur des forêts d'arbres de faces ou de sommets (quadrees). Les problèmes liés aux modèles multirésolutions sont, d'une part, leur coût prohibitif en termes de taille mémoire, et d'autre part, la complexité des opérations de mise à jour ou de modification des objets. Nous avons proposé une nouvelle structure de données tout à fait originale, les cartes multirésolution ou MR-maps (thèse de Pierre Kraemer). Elle est basée sur les cartes combinatoires et en hérite la formalisation, la généralité et l'efficacité.

Le modèle des MR-maps est également adaptatif c'est-à-dire qu'il permet un raffinement à une profondeur variable suivant les zones de l'objet modélisé. Dans les structures à base d'arbres généralement utilisées dans ce contexte (quadrees), l'adaptabilité engendre des trous topologiques qui sont évités dans les MR-maps. Avec les MR-maps, la consistance topologique est toujours maintenue. Nous avons montré que le coût mémoire était similaire aux quadrees dans le cas général, et adaptatif. Alors que l'efficacité des parcours des différents niveaux de résolution est grandement améliorée.

Plongements géométriques et structures combinatoires

Un plongement qui associe une géométrie aux cellules du modèle topologique, définit la forme de l'objet. Divers types de plongement ont été expérimentés dans l'équipe IGG du LSIT. Suite à la définition des MR-maps, nous avons proposé le plongement de celles-ci sur des surfaces de subdivision. Cela nous fournit la base nécessaire à l'analyse multirésolutions (pour la compression) et à des techniques de modélisation telles que l'édition multirésolutions. Ce nouveau type de plongement, jamais proposé pour des cartes combinatoires, possède dans ce contexte de nombreux avantages.

Les MR-maps supportent un large éventail de schémas de subdivision : les schémas primaux (découpant les faces) ou duaux (éclatement de sommets), et même des schémas plus originaux et non encore utilisés en multirésolutions comme le schéma $\sqrt{3}$ ou le schéma quad/triangle (mélangeant facettes triangulaires et rectangulaires). Nous pensons pouvoir utiliser cette généralité pour proposer de nouveaux schémas de subdivision, notamment en mélangeant des schémas classiques ou en généralisant aux cartes ceux qui sont limités aux triangulations. Les cartes multirésolution ont également été utilisées pour implanter de manière générique des maillages progressifs et sont utilisées dans l'équipe pour étudier le filtrage et la compression de maillages obtenus par scanner 3D.

Détection de collisions, algorithmique géométrique et topologie

Convaincu que ces techniques combinatoires et l'usage intensif de la topologie peuvent apporter beaucoup à d'autres champs de la géométrie algorithmique, je m'engage à la même époque vers les problématiques de détection de collisions. J'ai ainsi participé en 2002 et 2003 à l'AS « détection de collisions » et en parallèle commencé une première spécification du problème en dimension. Pour aller plus loin dans cette direction, il apparaît que nous avons besoin de modèles hiérarchiques. En effet une grande part des algorithmes accélérateurs de la détection de collisions sont basés sur l'usage de structures hiérarchiques spatiales (boite englobantes, sphères, kd-trees, etc.). Après les bons résultats obtenus dans le domaine des modèles multirésolutions, j'ai repris depuis début 2007 (stage puis thèse de T. Jund) mes travaux dans ce domaine.

Ces travaux concernent le déplacement de mobiles dans une scène complexe et fortement déformable tout en détectant leurs collisions avec les obstacles présents. Une 3-carte permet de modéliser efficacement une subdivision volumique de la scène dans laquelle évoluent les mobiles. Nous utilisons une subdivision simpliciale implicite de la carte et les informations topologiques présentes pour suivre le déplacement des mobiles et prédire les collisions avec le bord. Nous avons montré que cette approche était particulièrement efficace dans le cadre de la simulation chirurgicale et supportait des déformations et changements de topologie aussi bien dans la scène que dans les mobiles.

Reconstruction d'objets à partir d'images médicales

Parallèlement à cela, j'ai repris les travaux commencés dans l'équipe par Dobrina Boltcheva. Durant sa thèse, soutenue en 2007, elle avait développé un algorithme de reconstruction surfacique basé sur la notion de graphe de Voronoï discret. Elle y définissait un « micro-modèle » représentant une subdivision de surface dans une image voxel. Ce modèle théorique lui permettait de décrire un algorithme de construction du diagramme de Voronoï discret, puis de son dual pour obtenir la triangulation finale.

J'ai proposé une représentation implicite de ce micro-modèle sur des cartes combinatoires de dimension 3 définissant ainsi des variétés volumiques sur des images voxel. Les micro-cartes sont voisines des pyramides de cartes introduites pour la segmentation d'images. Elles sont encodées en utilisant uniquement un octet par voxel ce qui les rend exploitable en pratique sur des données réelles. De manière intuitive, Elles nous permettent de « dessiner » des graphes discrets sur les faces des cartes sous-jacentes.

Cette nouvelle représentation nous a permis d'étendre les résultats aux images multi labels, c'est-à-dire contenant plusieurs objets adjacents, tout en gérant correctement les zones de contact. Elle a aussi permis d'accélérer grandement les calculs ce qui les rend compétitifs face aux algorithmes bien connus comme celui des « Marching Cubes ».

Avec ce modèle, nous avons également proposé des outils pour définir la notion de graphe de Voronoï 3D discret. Nous avons ainsi obtenu un premier algorithme de reconstruction et de génération de maillages volumiques à partir d'une image voxel, entièrement discret et garantissant la cohérence topologique du résultat. Ces travaux ont été menés dans le cadre du projet VORTISS par Cyril Kern, ingénieur d'étude recruté pour ce projet, supervisé par Dominique Bechmann, Sylvain Thery et moi-même.

Projets de recherche

De plus en plus de travaux en simulation, en modélisation ou pour le traitement de la géométrie utilisent simultanément plusieurs représentations d'un même objet. Elles peuvent correspondre à différentes échelles de visualisation d'une scène ou à différents niveaux de détails pour l'édition multirésolution. Elles peuvent aussi correspondre à des modèles de natures différentes répondant à des besoins applicatifs particuliers. Par exemple, en simulation, il n'est pas rare d'utiliser un maillage volumique pour les calculs numériques, auquel un maillage surfacique plus fin est associé pour un rendu réaliste. L'utilisation de représentation multi-échelle est également fréquente dans le domaine de la segmentation d'images, pour la compression ou la simplification de maillages. Enfin de nombreux algorithmes font appel à des structures hiérarchiques pour accélérer les traitements, comme par exemple le lancer de rayon ou la détection de collisions.

Une des difficultés majeures, et à mon sens pas encore suffisamment étudiée, est de comprendre et traiter correctement les problèmes de communication et de collaboration entre les multiples représentations d'une même réalité. Le cœur de mon projet de recherche est d'aborder ces problèmes en proposant et en étudiant des modèles combinatoires multi-échelles permettant d'englober dans une structure topologique uniforme des maillages de natures, de résolutions ou de dimensions différentes.

Il s'agira de développer des opérateurs topologiques multi-échelles pour gérer de manière cohérente et contrôlée les interdépendances entre représentations. Suivant les applications, ces opérateurs devront permettre de construire de telles hiérarchies, de les manipuler, d'y appliquer des découpes, des simplifications, des raffinements ou d'y faire des requêtes géométriques. Il faudra pouvoir exhiber des propriétés formelles permettant une analyse fine des propriétés de ces modèles et opérateurs, comme c'est historiquement l'usage dans notre équipe.

Pour pouvoir appliquer ces modèles dans des applications concrètes, il faudra conduire des études précises concernant les coûts en temps et en mémoire des structures et opérateurs proposés. Il faudra aussi s'attacher à développer des bibliothèques logicielles adaptées à différents cadres applicatifs pour assurer la diffusion de nos travaux à l'ensemble de la communauté.

De nombreux projets du LSIT tournent autour du thème fédérateur de l'imagerie et de la robotique médicale et plus précisément, en ce qui concerne l'équipe IGG et moi-même, autour de la modélisation et de la reconstruction d'objets acquis numériquement (images IRM segmentées) et autour de l'utilisation des modèles obtenus pour la visualisation et la simulation d'opérations chirurgicales. C'est donc naturellement que je proposerais des applications et des collaborations externes dans le domaine médical.

Mon programme de recherche, « structures combinatoires pour la modélisation, l'animation et le traitement de la géométrie », s'articule autour de quatre axes principaux avec des perspectives à plus ou moins long termes détaillées ci-dessous.

Maillages volumiques multirésolutions

L'expérience avec les cartes multirésolution et les surfaces de subdivisions nous a montré qu'il était possible de définir des opérations mettant en jeu la géométrie et la topologie à différents niveaux de résolution. A court et moyen terme, je souhaite développer, en suivant ce principe, des modèles volumiques multirésolutions. Ces travaux ont commencé cette année avec la thèse de Lionel Untereiner que j'encadre avec Dominique Bechmann. Nos voulons définir des opérateurs topologiques et géométriques permettant de travailler sur des maillages tétraédriques, hexaédriques, puis quelconques avec une approche multi-échelle.

Dans un premier temps il s'agira de proposer et d'étudier un panel complet d'opérateurs de simplification et de raffinement, à la fois topologiques et géométriques, sur de tels maillages. Nous étudierons le coût mémoire de ces modèles combinatoires par rapport aux structures de données utilisées usuellement et testerons les possibilités des opérateurs sur des applications représentatives du domaine.

Nous viserons par exemple les applications suivantes :

- l'encodage de maillages progressifs volumiques. Nous pourrions ainsi tester différentes méthodes d'affichage ou de rendu volumique, utilisant des niveaux de détails dépendants du point de vue.
- le lissage topologique et géométrique du bord de volumes grossiers, en le remplissant de volumes de plus en plus fins dont la frontière tendrait vers une surface de subdivision lisse. Cela serait adapté aux techniques d'animation par modèles physiques. Ces modèles sont usuellement limités à des mailles volumiques grossières pour permettre des calculs en temps réel, mais nécessitent des surfaces suffisamment lisses pour un rendu correct.

- la subdivision adaptative des volumes d'une partition de l'espace pour qu'elle s'adapte à un champ de potentiel ou à d'autres données volumiques. Le but ici serait de générer à moyen terme des maillages volumiques adaptés à la discrétisation polyédrique de données volumiques. Des critères de qualité d'une telle construction devront être proposés et comparés avec les travaux existants.

Nous avons entamé une collaboration avec un laboratoire de microélectronique de Strasbourg (INESS) qui cherche à modéliser les flux de chaleurs dans une puce de silicium. Le projet consiste de notre côté à fournir des maillages volumiques adaptatifs générés à partir d'une estimation de ces flux de chaleur. Les maillages obtenus serviront de base pour une simulation plus précise, prenant en compte le fonctionnement électrique des composants électroniques, la chaleur générée par déperdition d'énergie et la manière dont la température affecte à son tour le fonctionnement électrique.

A plus long terme, de tels modèles pourraient nous permettre d'aborder l'analyse multirésolution de données volumiques, avec des perspectives dans le domaine de la compression de données ou pour l'optimisation de maillages dans le cadre de simulations numériques.

Localisation spatiale, partitions de l'espace et hiérarchies volumiques

Des hiérarchies de volumes sont utilisées dans de nombreux travaux en algorithmique géométrique. Elles servent souvent à localiser des intersections dans des scènes complexes. C'est le cas, par exemple, dans les algorithmes de rendu par lancer de rayons ou en détection de collisions où ce type de hiérarchies est utilisé pour savoir si une droite coupe l'une des primitives de la scène ou si des primitives se croisent. Dans d'autres applications, des structures hiérarchiques permettent de localiser des points ou de rechercher les éléments proches d'un point fourni par une requête géométrique.

Dans tous ces cas, la structure hiérarchique est construite, lors d'une phase de prétraitement, puis utilisée telle quelle lors des requêtes géométriques qui suivent. Un des problèmes qui se posent alors est de maintenir à jour cette structure lorsque les éléments de la scène changent. Des méthodes existent qui permettent de gérer efficacement le cas de petits déplacements de ces objets. Par contre, lors de grands déplacements ou lorsque la topologie des objets change (par exemple lorsqu'ils sont découpés) les solutions restent imparfaites et coûteuses en termes de temps de calcul.

Nous avons entamé cette année des travaux sur la détection de collisions multi-échelles, dans le plan, avec une application autour de la simulation de foules dans des environnements complexes. Le niveau le plus grossier du maillage représente la ville et les points d'intérêts de haut niveau sémantique (bâtiments, ponts, routes). Il est utilisé pour la recherche de chemins. Les niveaux de détails suivants sont générés automatiquement par une subdivision adaptative des cellules de départ. Ils permettent d'une part de prendre en compte des détails plus fins (mobilier, obstacles à éviter) et d'autre part de limiter le nombre de personnes par cellule.

Nous cherchons à développer des algorithmes de recherche de proximité exploitant une subdivision topologique bien adaptée. Dans la simulation de foule, chaque individu choisit sa trajectoire en fonction de buts globaux, mais aussi en réaction au mouvement des autres personnes autour de lui. Nos modèles multirésolution permettent de subdiviser à la volée les cellules de l'environnement quand la densité de personne qu'elles contiennent est trop grande. A contrario, lorsque celle-ci baisse, les subdivisions sont annulées.

Plus généralement, je souhaite proposer et construire des hiérarchies volumiques capables de s'adapter aux changements de leurs contenus et permettant des requêtes de localisation spatiale à différentes échelles et optimales pour chacune d'elles. Cela constitue un objectif ambitieux, visant à lever quelques uns des verrous scientifiques les plus importants dans le domaine de la simulation temps réel et de la géométrie algorithmique.

L'expérience en détection de collision menée durant la thèse de Thomas Jund a démontré que cette approche était prometteuse. Nos recherches actuelles sur la simulation de foule le montre aussi. Ces travaux pourraient se poursuivre à moyen termes vers les objectifs suivants :

- Prendre en compte la détection des auto-collisions durant l'animation d'objets déformables
- Etendre la détection de proximité à un grand nombre d'objets en déplacement, en dimension 3.
- Développer des algorithmes adaptatifs permettant de régler la précision de la réponse apportée, et donc le niveau de résolution utilisé, en fonction du temps disponible.

Opérateurs multi-échelles et cohérence topologique

Ce troisième point concerne des projets à long, voire très long terme, se situant dans le domaine de la modélisation. Les modèles multi-échelles que nous cherchons à construire pourront comporter des données volumiques et surfaciques définies à différents niveaux de détails. Quelle que soit la nature de ces maillages (hiérarchie de volumes englobant, volumes ou surfaces de subdivisions, maillages progressifs, etc.), on doit s'interroger sur les opérateurs topologiques que l'on pourra ou voudra leur appliquer.

Une des questions que nous nous posons est de savoir, d'une part, comment des transformations topologiques effectuées à un niveau de détail donné, peuvent se transmettre à d'autres niveaux, et d'autre part, combien de niveaux de la hiérarchie seront touchés ou autrement dit jusqu'à quelle profondeur la transformation doit être appliquée.

Quelques exemples peuvent illustrer ce propos. Supposons qu'un volume de la hiérarchie doive être subdivisé ainsi que l'une de ses faces. L'opérateur correspondant peut propager cette subdivision aux faces voisines et éventuellement aux volumes adjacents du même niveau de détails. Mais cet opérateur devra également propager cette subdivision aux niveaux de détails plus fins afin qu'ils restent compatibles avec la nouvelle subdivision. Durant cette propagation des changements topologiques peuvent intervenir dans les niveaux plus fins qui devront à leur tour être propagés à leur voisinage dans leur niveau de résolution et aux niveaux inférieurs. A l'opposé de la chaîne, les nouveaux volumes créés par la subdivision initiale doivent être correctement « attaché » aux éléments du niveau supérieur qui les contenaient.

Les contraintes de cohérence topologique et spatiale doivent être très clairement énoncées pour pouvoir être maintenues par ce type d'opérateurs. Il y a là à mon sens des perspectives importantes tant au niveau de la modélisation géométrique que du génie logiciel. Les structures combinatoires, comme les cartes et les extensions proposées offrent un cadre mathématique et uniforme propice à ce type d'études. D'autre part, il faudra utiliser une méthodologie stricte pour explorer les possibilités et les applications de ces opérateurs. L'expérience en spécifications algébriques que j'ai acquise durant ma thèse, me permet de croire que des résultats intéressants sont atteignables.

Les projets ANR TopoGraph et GéoGraph que j'ai déposés avec des spécialistes de la transformation de graphes (à Bordeaux et à l'école centrale), nous donneront des outils théoriques et pragmatiques pour définir des opérateurs agissant sur de telles structures. Un tel opérateur peut-être défini comme une règle de transformation de graphes. La théorie des graphes pourra être utilisée pour vérifier que les objets construits avec cette règle vérifient les contraintes d'intégrité du modèle. A terme, nous pensons pouvoir définir des critères syntaxiques sur les règles de réécriture pour assurer la validation de ces contraintes. Cela nous donnera une voie pour définir des modélisateurs géométriques et topologiques robustes dont la correction est assurée formellement.

Applications médicales et simulations chirurgicales

Les applications médicales et en particulier la simulation d'opérations chirurgicales sont des applications particulièrement intéressantes pour les projets mentionnés. En effet elles imposent des contraintes fortes sur les modèles géométriques animés : une simulation doit être interactive et donc tous les traitements effectués en temps réel ; elle doit être physiquement réaliste et donc s'appuyer sur des modèles mécaniques précis ; elle doit être visuellement réaliste et donc avoir une géométrie suffisamment fine, mais supportant la détection de collisions et enfin elle doit être spécifique à chaque patient c'est-à-dire ici reconstruite à partir de données réelles fournies par des dispositifs d'imagerie médicale.

Même si dans un premier temps il semble important de travailler d'un point de vue théorique sur les modèles envisagés, les premiers échanges que j'ai eus, avec nos partenaires, lors du projet VORTISS, m'ont permis de proposer à la communauté une implantation de nos modèles topologiques dans le logiciel SOFA (un environnement de développement pour la simulation physique temps réel), porté par l'INRIA. Dans la version actuelle de SOFA, les interactions entre représentations sont gérées manuellement par l'utilisateur.

Une des principales difficultés rencontrées est la diversité en terme de structures et de dimension des représentations utilisées : des points pour placer des contraintes géométriques ou des forces ponctuelles (interaction, systèmes de particules pour les modèles « meshless ») ; des éléments linéaires pour la simulation de courbes (fils de suture) ; des éléments surfaciques (masse ressort, différences finies) ou des éléments volumiques (éléments finis, simulation de fluides).

Toutes ces représentations doivent ensuite collaborer entre-elles : la détection d'une collision au niveau grossier, entraîne l'ajout de forces au niveau mécanique, puis des changements au niveau géométrique. Ces collaborations entre différents modèles sont déjà par nature complexes, mais la complexité augmente encore

lorsqu'il s'agit de permettre des modifications dans la topologie des maillages. Ceci est bien entendu le cas lorsque l'on souhaite simuler une opération chirurgicale où des tissus peuvent être découpés ou déchirés.

Je souhaite mettre à profit les collaborations déjà existantes pour nourrir ces projets théoriques avec des applications permettant de valider les modèles proposés tant sur le plan des capacités opératoires, que sur celui de l'efficacité. J'ai déjà monté un projet ANR (DYNMESH) œuvrant dans ce sens et je compte soumettre à nouveau un projet autour de la simulation chirurgicale et de la réalité augmentée à l'appel à projets « contenus et interactions » de l'ANR.

Plate-forme CGoGN et diffusion scientifique

Un des rôles des enseignants-chercheurs est de participer à la diffusion des travaux scientifiques qu'ils conduisent. Une part importante de cette diffusion passe bien sûr par des communications lors de congrès ou par des publications en revue. Cependant, il me semble important, surtout en informatique, de pouvoir diffuser également nos travaux sous forme de logiciels.

La plate-forme de modélisation CGoGN que je porte depuis quelques années avec Sylvain Thery, ingénieur de recherche dans notre équipe, est un parfait support pour cela. C'est une bibliothèque incluant l'ensemble des modèles, opérateurs et algorithmes développés dans l'équipe. C'est un outil important pour diffuser nos travaux auprès de partenaires non spécialistes en modélisation géométrique, ou auprès d'industriels.

La plate-forme CGoGN est en cours d'intégration avec la plate-forme SOFA ce qui assurera la diffusion de nos modèles et approches topologiques à l'ensemble de la communauté de simulation ou de mécanique.

Maintenant que la plate-forme CGoGN arrive à maturité, je souhaite la proposer à des partenaires industriels, pour assurer de manière pérenne les transferts de technologies. Cela se fera par la proposition de thèses de type CIFRE ou par le dépôt de projets ANR avec ces partenaires.

- Nous avons des liens avec trois entreprises ou institutions strasbourgeoises autour de ces thématiques. La première est la société ALTRAN avec qui nous sommes en discussion pour le démarrage de thèse CIFRE portant sur l'utilisation de nos micro-modèles pour la segmentation d'images médicales. Le second partenaire est l'IRCAD qui a commencé à incorporer la bibliothèque CGoGN dans ses propres logiciels et utilise maintenant nos algorithmes de génération de maillages en routine. Le troisième partenaire est la société Digital Trainers, une start-up Strasbourgeoise dans le domaine des simulateurs chirurgicaux, avec qui nous avons déposé un projet ANR.

Conclusion

Le présent programme de recherche nécessite des compétences en modélisation géométrique, en topologie combinatoire, en traitement de l'image, et plus largement en simulation, en mécanique et en mathématiques appliquées. Ces compétences existent en partie au LSIT à Strasbourg et dans l'équipe IGG, mais devront également être trouvées chez des partenaires extérieurs. Je compte trouver ces compétences auprès des partenaires déjà mentionnés, mais aussi en allant chercher de nouvelles collaborations nationales ou internationales.

Dans le cadre du projet strasbourgeois d'Institut Hospitalo-universitaire, mes projets de recherche autour de la génération de modèles du corps humains à partir de données médicales ou autour de la simulation chirurgicale prendront toute leur place. Si le projet d'IHU prend effectivement forme, je souhaite prendre la responsabilité d'un axe de recherche sur ces thématiques et participer activement au développement de l'informatique médicale sur le site de Strasbourg.

Lettres de recommandation
