

## Compte-rendu de la journée thématique du thème F du GdR STIC-Santé

—

**Lundi 18 juin 2007**

Tour de table des personnes présentes (33 personnes)

### **Philippe Merloz**

Problème de la visibilité du geste médical de l'introduction de vis pédiculaires pour la correction de la colonne vertébrale.

Entre 10 et 40% des vis ne sont pas intra-pédiculaires (fait avec les radiographies ou scanner). 5% des complications rachidiennes viennent de cette manipulation.

Utilisation d'outils informatiques pour améliorer le geste.

Scanner donne modèle 3D, puis simulation d'implantation de visse pour l'apprentissage.

Informations entrées vertèbre après vertèbre.

Vision d'une image permet d'aider à la compréhension de la manipulation pour les médecins

-> gestes de navigation permettent un meilleur apprentissage

Lésion de l'anneau pelvien (dû aux accidents de motos, parapente, ski).

Plaques à mettre dont une à un endroit invisible (le sacrum) -> geste médical à l'aveugle.

On a juste un amplificateur de brillance.

On peut acquérir de l'expérience mais cela se fait sur les patients...

-> besoin d'un simulateur : individu vu de profil ; permet de positionner la broche, avec clichés radiographiques (pas de retour d'effort), avec retour sur le geste effectué.

Le point d'entrée de la broche est le plus important, après plus de possibilité de changer son orientation car broche de 1.8 mm de diamètre qui se tord facilement.

Deux personnes dans le service à être entraînées pour ce geste.

Attente de la 3D avec comparaison en 2D pour mimer le geste.

Retour d'efforts (haptique et auditif) serait intéressant car si plus d'effort, on est dans les parties molles.

Automatisation du placement du point d'entrée : effectué avec un robot.

Très peu d'outils pour la chirurgie orthopédique. Surtout des outils de planification de l'opération.

Pas besoin de simuler tout le geste pour que le simulateur soit pertinent. Pas forcément un seul point d'entrée possible -> il faut regarder la validité de la solution.

### **Aurel Messas**

Laparoscopie : on entre une optique et instrument par le nombril. Pas besoin d'ouvrir l'abdomen avec écarteurs. Gaz qui permet de gonfler l'abdomen.

On regarde un écran et non l'anatomie directe durant l'opération.

Champ d'application dans des zones très réduites avec un environnement fragile. Enjeu cancérologique et fonctionnel.

Échec du geste médical pour la prostate -> laparoscopie utilisée à la place.

Simulateur avec une courbe d'apprentissage (expert au bout de 100h, 11h pour novice vs 2h pour expert).

Pelvi-trainer pour l'apprentissage -> reproduit ce que l'on fait au bloc. Outils récents (avant du bricolage), maintenant retour d'effort.

Transfert progressif de compétences avec un mentor mais si nouveau geste, personne n'est expert.

IRCAD : enseignement de ce geste sur des porcs et des cadavres.

DVD, vidéo pour apprendre. Enregistrements des opérations avec vue du chirurgien (champ opératoire et instruments). Enregistrements sans coupe dans l'intervention. Plus besoin de suivre le chirurgien. Il faut une grande résolution car sinon on ne voit plus rien (DV Pal). Questionnaire rapide à remplir à la fin de l'intervention.

Digitalisation, puis on essaie de segmenter les vidéos selon les étapes de l'opération.

5 variables didactiques : anatomie (perte du relief avec vue en 2D), technique du geste (étapes mises en évidence, coordination des deux mains), stratégie (planification, savoir répondre à un problème), instrumentation (caméra), réaction aux complications (analyse entre plusieurs interventions pour comprendre pourquoi une complication est arrivée par rapport à une intervention sans complication). Au final, proposition de scénarii. Possibilité d'insérer des notes dans les images de la vidéo. Cours mis sur Internet. Outil permet de prendre en compte différentes anatomies qui risquent d'être rencontrées. Choix durant l'intervention pour le cours -> position A ou B ? Situations dramatiques-> mauvais geste, comment y remédier.

Avec ce type d'outil d'apprentissage, le débutant commence avec des connaissances empiriques qu'il n'était pas possible d'avoir avant.

Confidentialité du patient donc pas de problème de diffusion. Vidéo anonyme.

Vidéo issue de 7 centres différents et de 14 chirurgiens différents, donc pas d'effet de Chapelle.

20 To de données -> start up SILS pour la diffusion des cours.

Intervention de Luc Soler : Navab, Allemagne, recalage automatique des vidéos, synchronisation des vidéos. Permettrait d'ôter le travail manuel du traitement de la vidéo.

Da Vinci : outil de vision 3D, plus meilleure gestuelle, mais besoin d'un enseignement spécifique. Mais courbe d'apprentissage plus courte. Mais pas tout le monde peut l'avoir à sa disposition.

### **Patrick Dubois**

Créer des outils pour l'apprentissage.

Coelioscopie gynécologique. Société SimEdge. Plate-forme de développement pour des évaluations pédagogiques du geste médical en RV. Critères : accessibilité financière et facile à utiliser.

Modélisation d'organes déformables (collaboration avec C. Chaillou, Lille). Comportement physique et dynamique des organes. 3 couches : géométrique, mécanique, collision. Modélisation objets déformables et rigides (pour les outils). Simulation graphique des organes. Détection hiérarchique des collisions pour optimiser les calculs.

Mesures physiques : capteurs de position et de forces, couples pour effectuer des mesures. Permet d'extraire des données expérimentales sur le comportement mécanique des différents organes. -> courbes d'élongations/ contraintes (hystérésis, comportement élasto-visqueux).

Comportement en grandes déformations. Effets des trocars (frottement).

Interface physique, affichage, interfaces. Générateur d'exercices avec des difficultés graduées.

Validation de l'absence du retour d'effort.

Numérisation 3D de la cavité pour effectuer la cavité virtuelle.

Formation des spécialistes ou pour les novices qui n'ont pas la chance d'accéder à des interventions.

Outil doit être utile aux experts et pas seulement aux novices pour augmenter le marché car si que pour les étudiants, marché à très bas prix. Problème du simulateur pour la partie geste (et non pour l'anatomie).

Possibilité de créer un simulateur universel ??? avec un écho large dans la communauté de chirurgie ???

Intervention de Stéphane Cottin : librairie SOFA pour la simulation médicale pour créer des prototypes de simulateur.

Médecine : c'est le simulateur qui doit faire l'apprentissage, alors que dans un simulateur de vol il y a toujours l'expert.

Intervention de Luc Soler et Lucile Vadcard : Problème des logiciels fermés ? non désormais possibilité d'enregistrements . Olympus, coelioscope.

### **François Curnier**

Société Digisens. Prix ANVAR 2002. Travail avec Jean-Dominique Gascuel de l'équipe IMAGIS-INRIA Rhône-Alpes.

Creuse matière virtuelle (et non une simple déformation) pour entrer dans l'anatomie, rendu volumique, coupe virtuelle, outil pédagogique (simulation et cours). Algorithme de tomographie.

Pas besoin de reproduire tous les sens sur un simulateur. Ici : retour tactile et sonore.

Simulation : rendu volumique des dents, miroir, bras à retour d'efforts (Omni, Sensable).

Problème : retour n'est pas comme la réalité au niveau de la sensation.

Cavité.

Réduction du temps d'apprentissage. Exercice pour les gestes à faire.

5 simulateurs pour 30 élèves – Université de Genève.

Module de visualisation de l'anatomie, apprentissage techniques de fraisage, et de trépanations.

Développement d'un programme pédagogique.

Projet : question d'anatomie illustrée avec images issues du simulateur.

Bonne sensation du simulateur par un expert.

Problèmes d'échelle entre un geste médical à l'autre (pause prothèse de hanches versus dentaire).

Sensation pour valider le retour d'effort : oui ça va, non.

Travail au feeling des médecins.

Simulateur hyper-réalistes : impossible. Trop cher.

Simulateur cognitif moins spécifique, moins cher. Mais pas assez réaliste...

-> faire accepter un simulateur pas forcément hyper-réaliste. doit être un complément de la formation mais ne doit pas remplacer le compagnonnage.

Intégration de ces simulateurs dans les facultés de médecine ?? problème : le coût, le temps, bon volontariat. Actuellement, seulement des enregistrements d'interventions à disposition des étudiants. Problème du choix de la faculté de la part des étudiants.

Pas encore d'outils parfaits à offrir aux facultés.

Logiciels éducatifs payés par l'industriel.

Temps d'apprentissage sur le patient et non sur le simulateur.

Avenir : ergonomie plus sophistiquée pour ouvrir de nouveaux marchés plus spécifiques. Financement trouvé à Laval virtual.

Financement de la part des assurances ??? Certification sur un geste.

Stéphane Cottin - Boston : praticiens couverts par une seule compagnie d'assurance.

Anesthésiste : réduction sur leur assurance s'ils s'entraînent.

## Etienne Dombre, Philippe Poignet

### Présentation du GdR Robotique

Création en début d'année.

4 thèmes majeurs.

400 permanents, 400 thésards.

7 groupes de travail. GT1 – Robotique médicale.

JNRR07 – Journée Nationale de la Recherche Robotique à Obernai (Alsace).

Club des partenaires.

Inter-GdR : MACS (mécatronique, commande), STIC-Santé (thème F), ISIS (perception et action), MNS (micro-systèmes).

Site web pour début juillet.

### Présentation du GT1 – Robotique médicale.

Philippe Poignet (LIRMM), Jacques Gangloff (LSIIT).

Robotique d'assistance au geste, et assistance à la personne.

Réunions tous les 4 mois.

Interaction avec GdR MACS et STIC-Santé.

Délivrables : supports de présentation, bibliographie, ressources logicielles.

Plate-forme CNRS PFT Robotique médicale (capteur, caméra rapide, endoscope). Hébergée au LIRMM. Mise à disposition.

Hervé Délingette (INRIA, Sophia Antipolis) – Présentation modélisation du cœur. JNRR'07.

École d'été en septembre 2007. Robotique médicale - Montpellier.

## Christine Barthod

Geste kinésithérapie pour la bronchiolite.

Maladie : 30% des nourrissons.

Technique impressionnante mais indolore pour le nourrisson.

Très peu d'étude sur la force appliquée sur le nourrisson. Geste appris par l'expérience.

Difficulté pour l'apprentissage de ce geste.

-> mesures et caractérisation du geste effectué. Préciser les limites du geste.

-> réalisation de gants pour mesurer le geste

-> puis simulateur pour l'apprentissage avec maquette thoracique (modélisation 3D de la structure mécanique - MIKA)

Instrumentalisation du geste :

- Capteur de forces sur des gants. Difficulté de l'étanchéité. Valeurs relatives de la force.

Capteur de déplacement (Flock of Bird – 6 degrés de liberté) : donne les 3 translations dans l'espace, angles position. Capteur de déplacement synchronisés avec les capteurs de force.

- Capteur acoustique.

Gants fins qui ne gêne pas le geste du kinésithérapeute.

Système complet : gants, électronique associé, carte d'acquisition des signaux électriques des capteurs, portable (programme, affichage).

Analyse des données récupérées (forces de pression, trajectoire des mains).

Premier outil pour l'apprentissage. Visualisation des mains virtuelles avec capteurs de couleur selon la force appliquée : permet de voir quelles forces sont appliquées sur le nourrisson.

Mesures effectuées sur 30 nourrissons -> Base de données pour effectuer un simulateur.  
Fonctionnalités choisies en fonction du type d'apprentissage souhaité (pas la peine de tout modéliser).

Maquette déformable dans tous les sens. Rendu sonore. Remontée des sécrétions.  
L'expert toujours à côté de l'apprenant pour corriger son geste.

Image scanner torse nourrisson -> segmentation des images -> modélisation 3D -> maillage en éléments finis -> simulation des efforts pour visualiser les contraintes induites sur la maquette.

Simulateur dédié à un geste particulier.

Positions des capteurs déterminées par les kinésithérapeutes. Encre sur les mains du kiné -> repère la surface d'appuis. Dépend de la main du kiné et de la morphologie du bébé.

Cinématique pour modéliser la mécanique de la cage thoracique.  
-> cf thèse Anne-Laure Didier (LIRIS, Lyon).

Apprenant capable de concevoir lui-même des situations de problèmes.

Apprentissage du bon geste et attention à détecter aussi les mauvais gestes !! Ajout de capteurs.

#### **Amine Chellali – Cédric Dumas**

Environnement virtuel collaboratif.

Aide à l'insertion d'aiguille en radiologie interventionnelle (biopsie).

Geste effectué en regardant les images scanner.

Aller-retour entre la salle et la prise du scanner pour vérifier la position de l'aiguille. Patient peut bouger et fausser les prises effectuées par le scanner.

Objectif : faire le suivi en temps réel. Améliorer la précision du geste.

Positionnement effectué à l'aide d'un robot.

Système maître-esclave : Staubli et Virtuose (2 robots).

Radiologue se trouve dans la zone protégée et à l'aide des images scanner, contrôle l'insertion de l'aiguille dans le patient.

Apprentissage actif basé sur la RV. Mais problème de réalisme de l'environnement.

-> retour visuel, retour haptique, et retour sonore.

Interface partagée par plusieurs utilisateurs.

Plusieurs scénarii pour l'apprentissage :

1 - Expert montre à l'apprenant comment le geste est effectué en guidant le geste de l'apprenant. Retour d'effort sur l'apprenant permet de sentir le geste effectué par l'expert.

2- Apprenant effectue le geste suivi par l'expert.

3- Geste enregistré par un expert suivi par un apprenant.

4- Deux apprenants en même temps.

Objectif : étude de l'apport du geste collaboratif pour l'apprentissage.

Attention aux problèmes de réseau dans le cadre d'un travail collaboratif.

Modélisation des éléments pertinents pour l'apprentissage. Simulateur centré sur l'apprenant et non sur l'expert.

Attention :

pour le moment pas de robot capable de faire ce geste. Alors pertinence de ce simulateur.  
Pourquoi bloquer les mauvais gestes alors que l'apprentissage passent par les mauvais gestes et la compréhension des conséquences de ce geste.  
Pertinence du simulateur.

### Olivier Dupuis

Complications de l'accouchement avec forceps.

Contraintes : on ne voit rien.

Timing : parfois il faut le faire en 15 minutes.

Difficulté de l'enseignement.

Regards des parents.

Peut difficilement donner des indications à ce moment-là.

Obligation de formation.

Complication -> explication, comment diminuer ces complications.

Théorie Intégrale de la symétrie : positionnement et orientation de la tête, positionnement des forceps.

Il faut connaître la hauteur de la tête.

3 questions à répondre pour ne pas avoir de problème.

Bassin, tête, mécanique, outil informatique.

Contrôle de la hauteur et de l'orientation avec capteur sur la tête.

Geste particulier à apprendre pour poser des forceps : «tour de spire».

Existe-t-il un geste ou des gestes ??

-> 72 gestes différents selon le positionnement de la tête.

-> banque de gestes.

-> existe-t-il des points communs entre ces gestes (symétrie dans les gestes) ??

-> forceps + capteur sur le manche -> visualisation temps réel de l'instrument.

-> difficulté de quantifier les gestes.

-> enregistrement des trajectoires -> courbes 3D

Idée : sphère de répétitivité. Point de départ, point de retour.

Trajectoire divisée en 5 points.

Selon la sphère -> donne une quantification du geste (Excellent à médiocre).

Étude faite selon les différentes positions de la tête.

Pré-test, visualisation temps réel, post-test, quantification des données, certification attestant de la formation.

Quels gestes souhaitons enseigner parmi les 72 ?

Positionner la tête de manière adéquate.

Préparation de l'étudiant et mise en condition -> ce n'est pas un jeu vidéo.

10 poses de forceps.

Stockage des trajectoires.

Comparaisons des trajectoires obtenues par rapport à la trajectoire de référence

On élimine petit à petits les sphères qui guident le geste.

Score pour l'instrument de gauche et un autre pour celui de droite.

Outil mis en place dans le service à Lyon.

Contact avec les assureurs pour réduire les coûts s'ils sont formés sur le simulateur.

Verrouiller la tête, puis tous les degrés de liberté possible.

Le bassin est fixe.

Problème de la variabilité du bassin.

Évaluation du simulateur sur les médecins.

Attention aux tests qui ont des intérêts cliniques.

Entraîneur et non un simulateur.

Gestes pas bons quand ils sortent des trajectoires : critères très subjectifs.

### **Lucile Vadcard**

Apprentissage en chirurgie orthopédique.

Interne qui arrive avec connaissances théoriques pas encore utilisable. Compagnonnage avec prise en mains progressives de l'interne.

Double casquette expert/ formateur -> si un problème au cours de l'intervention, il faut s'occuper du patient et non plus de la formation.

Focalisation sur certains gestes.

Explicitation des connaissances pour les intégrer dans un simulateur.

Analyse de l'activité opératoire (observation, enregistrement des opérations, comprendre le geste du praticien, micro pour entendre les dialogues, caméra, vision du praticien, suivi du regards).

-> extraits des connaissances (déclaratives, empiriques, percivo-gestuels)

Modélisation des connaissances (liens entre connaissances, problèmes)

Conception d'environnements de formation.

Focalisation sur l'écart à la prescription, pourquoi il faut faire comme ceci cette fois-ci.

Pas intuitif de passer de l'image 2D, à la visualisation 3D, à la position de la broche sur le patient.

Règles explicites de la pratique du geste.

Contrôle de différentes étapes de l'opérations (image scanner).

Pour chaque action, il y a des connaissances à mettre en place pour la valider. Si erreur, processus de correction mis en place, etc.

Modélisation du déroulement de l'opération qui permet d'obtenir une mise en correspondance pour un problème des actions à effectuer -> à quel moment arrive telle action à faire.

En fonction des actions, savoir quelle connaissance il aurait fallu utiliser pour résoudre le problème.

Selon une erreur, le simulateur trouve quel cours il faudrait étudier ou quel cas clinique il faudrait étudier.

Diagnostique : pour un problème donné, quels sont les éléments de connaissances associés.  
-> vecteur de probabilité.

Retour sur le geste effectué pour améliorer son geste.

Chercheurs en IA, didacticiens, médecins -> interdisciplinaire.

Comment poser les bonnes questions aux médecins ?

On n'est pas dans une optique de reproduction, on est dans un environnement de résolution de problèmes.

Étendre le modèle de connaissance afin d'avoir la vision de plusieurs experts. Et évolution de l'expert lui-même.

### **Pierre Joli**

Haptique pour la simulation chirurgicale.

Concept de l'haptique augmenté.

Ensemble du processus d'acquisition à travers le contact d'une personne avec un objet.

Haptique dans le médical : le toucher est très important pour le médecin.

RA : apport informations réelles et virtuelles.

Simulateur d'accouchement en recalibrage des forceps (N. Navab, TUM).

Haptique augmentée : faire apparaître une information supplémentaire ou amplifier une information existante.

Méthode dédiée à l'apprentissage d'une trajectoire.

On fait décroître petit à petit l'aide donnée à l'apprenti.

3 étapes : complètement guidé par un expert, guidée partiellement, puis correction que si il commet une erreur (seuil d'erreur à ne pas commettre), puis le laisse complètement le faire par lui-même.

Test effectué : labyrinthe 3D sans visualisation.

Comparaison des méthodes.

Guide virtuel pour la manipulation.

Certaines zones sont interdites.

Résolution d'un système soumis à des contraintes.

Formulation du contact avec les cônes de Coulomb (algo mis en place dans le cadre de structures déformables non-linéaires - HapCo).

Plusieurs contacts simultanés.

Problème du temps de calcul car utilisation des éléments finis.



## **Gilles Michel**

Intempora . SA - RT Maps. Start up école des mines de Paris.

Facilité la connexion de tous types de capteurs connectables à un PC.  
Informations acquises et datées -> couples (valeur, date)

Orientation vers l'automobile.

Editeur qui fournit la plate-forme.

Standardisation de la gestuel et du vocabulaire des ostéopathes.  
Enregistrement d'une manipulation.  
Cours sur DVD.

Synchronisation entre son et prises de vues, etc.  
Aucun traitement de l'image.

## Liste des participants

<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Affiliation</b>	<b>e-mail</b>
Zara	Florence	LIRIS	florence.zara@liris.cnrs.fr
Merloz	Philippe	CHU Grenoble	PMerloz@chu-grenoble.fr
Vadcard	Lucile	LIG Grenoble	Lucile.vadcard@imag.fr
Dubois	Patrick	4703 Inserm Lille	pdubois@chru-lille.fr
Messas	Aurel	Hôpital Mar Fouresteur Nanterre	aurelmessas@hotmail.com
Chellali	Amine	IRCCYN	Amine.chellali@emn.fr
Dumas	Cédric	IRCYN	Cedric.Dumas@emn.fr
Seddiki	Lynda	CRéSTIC	lynda.seddiki@univ.reims.fr
Ladjal	Hamid	LVR	Hamid.ladjal@ensi-bourges.fr
Rasoulifar	Rahi	G-SCOP	Rahi.rasoulifar@inpg.fr
Thomann	Guillaume	G-SCOP	Guillaume.thomann@g-scop.npg.fr
Gautier	Gérard	SYMME	Gerard.gautier@univ-savoie.fr
Jeulin	J-Claude	RB74	Jc.Jeulin@free.fr
Marechal	Luc	SYMME	luc.marechal@univ-savoie.fr
Barthod	Christine	SYMME	christine.barthod@univ-savoie.fr
Soler	Luc	IRCAD	Luc.soler@ircard.u-strasbg.fr
Cotin	Stéphane	INRIA	stephane.cotin@lifl.fr
Subsol	Gérard	LIRMM	gerard.subsol@lirmm.fr
Smith-Guerin	Nathalie	LVR	nathalie.smith@bourges.univ-orleans.fr
Krupa	Alexandre	IRISA-INRIA	alexandre.krupa@irisa.fr
Joli	Pierre	IBISC	pjoli@ibisc.univ-evry.fr
Triboulet	Jean	LIRMM	jean.triboulet@lirmm.fr
Bayard	Benjamin	IBISC	bayart@iup.univ-evry.fr
Alchama	Ferras	LISR/FTRSD	ferras.alchama@gmail.com
Curnier	François	Digisens – Université de Genève	francois.curnier@digisens.fr
Dombre	Etienne	LIRMM	dombre@lirmm.fr
Ferreira	Antoine	LVR	antoine.ferreira@ensi-bourges.fr
Duriez	Christian	INRIA	Christian.duriez@inria.fr
Chellali	Ryad	I. I. T.	ryad.chellali@iit.it
Redarce	Tanneguy	Ampère - INSA	Tanneguy.redarce@insa-lyon.fr
Dupuis	Olivier	Ampère - HCL	Olivier.dupuis@chu-lyon.fr
Michel	Gilles	Intempora SA	Gilles.michel@intempora.com
Du Lac	Nicolas	Intempora SA	Nicolas.dulac@intempora.com