

Journée Thématique GdR STIC-Santé

**Sous l'égide du thème F :
« Apprentissage et assistance aux gestes médico-chirurgicaux »**

**Faculté de médecine - Pitié –Salpêtrière - salle 405
91 bd de l'Hôpital – Paris 13^e
Métro Saint-Marcel (ligne 5)**

Lundi 18 juin 2007

<p>« Apprentissage et assistance aux gestes médico-chirurgicaux : un enjeu scientifique, technologique et médical »</p>
--

Organisateurs :

**Tanneguy Redarce (Lab. Ampère, Lyon)
Florence Zara (LIRIS, Lyon)
Lucile Vadcard (LIG, Grenoble)
Patrick Dubois (CHRU de Lille)**

Objectif de la Journée Thématique :

Le but de cette journée est de faire rencontrer les personnes de trois communautés apparemment disjointes (STIC, médecins praticiens, didacticiens) réunies autour de l'élaboration de nouvelles technologies dédiées à l'apprentissage de gestes médicaux.

Le déroulement de cette journée s'articulera en deux parties :

- Le matin : les exposés dresseront l'enjeu au niveau médical concernant l'élaboration de nouveaux procédés dédiés à l'apprentissage des praticiens.
- L'après-midi : les exposés présenteront les projets en cours sur l'élaboration de simulateurs dédiés aux gestes médicaux, ainsi que sur différentes approches de l'apprentissage de ces gestes et les types d'analyses qui en découlent.

Publications des organisateurs :

L. Vadcard, N. Balacheff, **Looking at e-learning through the european Kaleidoscope**, International Handbook of Information Technology in Education, Voogt J & Knezek G (eds), Kluwer, (à paraître en 2007).

L. Vadcard, V. Luengo , **Interdisciplinary approach for the design of a learning environment**, E-Learn 2005 - World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Vancouver, Canada, October 24-28, 2005.

L. Vadcard, **Conception d'un environnement informatique pour la formation des chirurgiens**, 4èmes rencontres scientifiques de l'Association pour la Recherche en Didactiques des Sciences et des Technologies, Lyon 12-15 octobre 2005.

R. Moreau, M.-T. Pham, R. Silveira, H. T. Redarce, X. Brun, O. Dupuis, **Design of a new instrumented forceps: application to a safe obstetrical forceps blade placement**, IEEE transactions on biomedical engineering, p 10, 2007.

O. Dupuis, R. Moreau, R. Silveira, M.-T. Pham, A. Zentner, M. Cucherat, R.-C. Rudigoz, H. T. Redarce, **A new obstetric forceps for the training of junior doctors. A comparison of the spatial dispersion of forceps blades trajectories between junior and senior obstetricians**. The american journal of obstetrics and gynecology. vol 194, p.1524-1531, 2006.

F. Zara, F. Faure, J.-M. Vincent, **Parallel Simulation of Large Dynamic System on a PCs Cluster: Application to Cloth Simulation**, International Journal of Computers and Applications, Volume 26, pages 173-180, 2004.

V. Baudet, M. Beuve, F. Jaillet, B. Shariat, F. Zara, **Integrating Elastic Parameters in 3D Mass-Spring System**, Research Report RR-LIRIS-2007-004, 2006 (soumis à EuroGraphics 2007).

A. C.Jambon, D.Querleu, P.Dubois, C.Chailou, M P.eseure, S.Karpf, C.Geron, **A Training Simulator for Initial Formation in Gynecologic Laparoscopy**, MMVR2000, Newport Beach, 2-30 jan. 2000.

P.Dubois, T Q.hommen, A. C.Jambon, **In vivo measurement of surgical gestures**, IEEE Trans. on Biomed. Eng., 49(1), 2002, 49-54.

P.Dubois, G.Delmar, G.Picod, **Measurements of mechanical interactions between a surgical instrument and an organ: methodological aspects**, Proc. of the IASTED Intern. Conf. "Applied Simulation and Modelling", Crete, Greece, 25-28 june 2002, pp 174-9.

P.Dubois, M.Boukerrou, R C.Ubod Dit Guillet, M Cosson., B N.Etrouni, M.Vermandel, **Modèle mécanique 3D de la cavité pelvienne : étude préliminaire**, Proc. of SURGETICA'2005, Sauramps Médical Ed., pp 123-131

Programme de la Journée Thématique :

9h30 – 10h	Accueil et présentation de la journée	
1^{ère} partie : un besoin médical		
10h – 10h30	Apprentissage des gestes médicaux : un besoin ressenti par les praticiens	Philippe Merloz (CHU Grenoble)
10h30 – 11h	Un simulateur vidéo pour réduire la morbidité liée à la période d'apprentissage en laparoscopie urologique	Aurel Messas (Hôpital Nanterre)
11h – 11h30	Un simulateur pédagogique de coelioscopie gynécologique	Patrick Dubois (CHU Lille)
11h30 – 12h	Réalité virtuelle et enseignement du geste chirurgical, l'expérience de Genève	François Curnier (Digisens, Genève)
12h30 – 13h	Discussion	
PAUSE REPAS		
2^e partie : la réponse des STIC		
14h – 14h30	Présentation Gdr Robotique – Groupe de travail médical	Dombre Etienne - Philippe Poignet (LIRMM)
14h30 – 15h	Définition du geste de kinésithérapie respiratoire sur les nourrissons atteints de bronchiolite	Christine Barthod (Laboratoire SYMME)
15h – 15h30	Apprentissage Haptique du geste médical : Insertion d'aiguille en radiologie interventionnelle	Amine Chellali Cédric Dumas (IRCCYN)
15h30 – 16h	Un simulateur d'accouchement	Richard Moreau (Laboratoire Ampère)
16h – 16h30	Apprentissage en chirurgie orthopédique	Lucile Vadcard (LIG)
16h30-17h	L'apprentissage du geste par le rendu haptique : de la Réalité Virtuelle vers la Réalité Augmentée	Pierre Joli (Laboratoire IBISC)
17h - 17h30	La technique des sphères : une nouvelle méthode de formation des médecins	Olivier Dupuis (Laboratoire Ampère)
17h30 – 18h	Discussion	

Résumés des orateurs :

Philippe Merloz

CHU Grenoble

Apprentissage des gestes médicaux : un besoin ressenti par les praticiens

L'apprentissage chirurgical est l'acquisition de plusieurs types de connaissances qui ont été classés en connaissances déclaratives, décisionnelles et procédurales opératoires. Les connaissances déclaratives concernent l'anatomie qui est l'ancrage morphologique du raisonnement chirurgical, le diagnostic des différentes pathologies et la thérapeutique qui comporte un aspect évolutif très présent nécessitant une mise à jour régulière. Ces connaissances sont partagées par une communauté chirurgicale. Les différentes techniques thérapeutiques sont parfois sujettes à « effet de chapelle » ou aux particularités locales autour de l'école pratiquant telle ou telle technique.

Les connaissances décisionnelles permettent de choisir la stratégie de traitement, c'est-à-dire l'indication chirurgicale. L'indication se trouve à l'intersection entre trois paramètres qui doivent être parfaitement caractérisés : la pathologie, le patient et le praticien.

L'optimisation des techniques classiques passe incontestablement par l'imagerie tridimensionnelle. L'apprentissage des procédures chirurgicales peut bénéficier des images tridimensionnelles permettant aux connaissances déclaratives et procédurales de l'acte chirurgical d'être rôdés avant mise en situation clinique dans le but d'accélérer une courbe d'apprentissage.

Le développement plus spécifique de simulateur de planification tout d'abord puis de simulateurs procéduraux pédagogiques est donc naturel dans le cadre de la chirurgie assistée par ordinateur.

Lors de l'étape de planification, le chirurgien prend conscience du volume interne utile de l'os instrumenté. Il s'affranchit de l'anatomie tri plane classique issue des coupes anatomiques. Cette nouvelle anatomie « sur mesure » permet au chirurgien de s'adapter à la morphologie particulière du patient. Toutefois, dans le cas du vissage sacro-iliaque, il n'est pas recommandé de pratiquer de gestes fluoroscopiques si le patient présente une dysplasie mineure de la charnière lombo-sacrée (sacralisation de L5). La planification préopératoire permet de contourner ces écueils. La planification est le pas décisionnel du geste chirurgical qui associe information et raisonnement. Les logiciels de planification permettent de préparer le geste qui sera réalisé pendant l'opération.

L'acquisition des connaissances a priori est le but principal des cours traditionnels magistraux ou dirigés. Les objectifs d'un apprentissage chirurgical assisté par ordinateur veulent enrichir les connaissances du chirurgien pour le faire accéder à de nouvelles indications. C'est un outil pédagogique peu coûteux en terme de temps et de moyens humains. Ces objectifs sont : obtenir une formation uniforme des chirurgiens ; réduire la durée de la formation ; faire rencontrer au chirurgien des situations rares mais capitales pour la sécurité du patient ; accréditer des praticiens pour certaines interventions ; réduire les coûts ; tester de nouvelles techniques opératoires.

L'apprentissage du vissage ilio sacré percutané fluoroscopique est possible et via Internet (*). Une leçon expose les connaissances déclaratives nécessaires. Un simulateur simule à l'écran la mise en place d'une trajectoire en appliquant les connaissances de la leçon. Le contrôle objectif utilise des images fluoroscopiques per-opératoires habituelles. L'accès à l'exercice ou à la leçon peut se faire indépendamment. Un premier contact avec l'exercice sans passer par la leçon peut stimuler l'étudiant vers la recherche de connaissances déclaratives en lui faisant prendre conscience de ses lacunes cognitives. Dans un deuxième travail, on a proposé un

simulateur du protocole du vissage ilio sacré assisté par ordinateur comprenant le planning préopératoire, l'acquisition échographique et le guidage. Il s'agit là de familiariser l'étudiant avec une procédure inconnue.

Pour les simulateurs, le bénéfice pédagogique pour l'étudiant doit être clairement défini. Un retour pédagogique est indispensable pour soutenir l'investissement en temps. L'étudiant peut suivre sa progression, et se comparer à une population témoin. Enfin, pour chaque simulateur, l'évaluation des performances est spécifiques de l'application : durée de l'intervention, agression pour les tissus environnants, dose d'irradiation, nombre de tentatives pour réaliser un geste correct.

(*) : La leçon et l'exercice sont disponibles en ligne, sans code d'accès, sur l'intégrateur visuel de Vœu [www.voeu.rwth-aachen.de/], (Figure Visual integrator de Vœu), au chapitre « multimedia library » : handbook sacroiliac screw fixation. Un lien connecte l'étudiant avec le « Sacro-iliac screw fixation handbook » [www-sante.ujf-grenoble.fr/SANTE/voeuvisang/vissage/htm] ou se trouvent la leçon et l'exercice.

Références bibliographiques :

[1] Tonetti J, Cloppet O, Clerc M, Pittet L, Troccaz J, Merloz Ph, Chirossel JP. Implantation des vis Ilio-sacrées. Rev. Chir. Orthop. 2000, 86, 4: 360-369.

[2] Tonetti J, Carrat L, Blendea S, Merloz P, Troccaz J, Lavallee S, Chirossel JP. Clinical results of percutaneous pelvic surgery. Computer assisted surgery using ultrasound compared to standard fluoroscopy. Comput. Aided Surg. 2001; 6 (4) : 204-211

[3] Vadcard L, Tonetti J, Girard P, Huberson C, Martin R, Cinquin Ph. An integrated tool for e-learning computer assisted techniques: The Voeu challenge - Application to sacro-iliac screw placement.. Proceedings of the third meeting of the international society for computer assisted orthopaedic surgery, Marbella, Spain, June 18 - 21 2003. F. Langlotz, BL Davies, A. Bauer Eds. Steinkopff verlg Darmstadt editor, 2003, pp 378-379.

Aurel Messas

Hôpital Max Fourestier (service urologie) Nanterre

Un simulateur vidéo en ligne de chirurgie laparoscopique

La période d'apprentissage de la laparoscopie urologique est corrélée à des durées opératoires prolongées et à une morbidité augmentée. Notre objectif est de créer un simulateur vidéo de chirurgie laparoscopique qui permette de confronter les chirurgiens débutants aux situations difficiles et aux complications rencontrées durant la période d'apprentissage.

Entre novembre 2000 et juin 2006 nous avons enregistré prospectivement les interventions de laparoscopie urologiques réalisées par 7 chirurgiens débutant la laparoscopie dans 6 centres différents. Pour permettre une analyse rétrospective des vidéos, la totalité de la banque vidéo a été digitalisée au format DV –PAL. Le premier champ d'étude correspond aux 60 premières promontofixation laparoscopiques enregistrées. Pour cette intervention, une segmentation du protocole opératoire a été définie, et l'on a élaboré des séquences vidéos qui correspondent à chaque temps opératoire. Une analyse rétrospective a été réalisée afin de déterminer les différences anatomiques, techniques et stratégiques, et les incidents rencontrés dans la banque vidéo. Une plateforme d'assistance à la production de vidéos interactive a été élaborée sur un site Internet de façon à permettre de créer des parcours de navigation interactif qui alternent des séquences vidéo avec des questions à choix multiple.

Au final, 1800 heures de chirurgie laparoscopiques ont été digitalisées. L'analyse vidéo rétrospective a été réalisée pour 60 interventions de promontofixation laparoscopique. Un parcours de navigation interactive a été élaboré qui permet de mettre l'utilisateur du site Internet face à chaque situation difficile rencontrée et de lui proposer les différentes réaction possible identifiées dans la banque de donnée vidéo. Lorsqu'une mauvaise réponse est donnée l'utilisateur voit se dérouler la complication qui en découle. Une bonne réponse au choix multiple conduit à visionner la dissection facile qui en découle puis à une nouvelle question sur l'étape suivante de l'intervention.

Références bibliographiques :

[1] Hoznek A, Salomon L, de la Taille A, Yiou R, Vordos D, Larre S, Abbou CC.

Simulation training in video-assisted urologic surgery. *Curr Urol Rep.* 2006 Mar;7(2):107-13.

[2] Cone SW, Leung A, Mora F, Rafiq A, Merrell RC. Multimedia data capture and management for surgical events: Evaluation of a system. *Telemed J E Health.* 2006 Jun;12(3):351-8.

[3] Chung SY, Landsittel D, Chon CH, Ng CS, Fuchs GJ. Laparoscopic skills training using a webcam trainer. *J Urol.* 2005 Jan;173(1):180-3.

Patrick Dubois

Inserm, U 703, Laboratoire de Biophysique, Faculté de Médecine, CHRU Lille

Un simulateur pédagogique pour la coelioscopie gynécologique

La coelioscopie chirurgicale offre de nombreux avantages, aussi bien pour le patient que pour le praticien. Mais cette technique présente des difficultés spécifiques qui nécessitent un apprentissage approprié. L'évaluation des compétences techniques des chirurgiens reste difficile dans la pratique courante. Nous avons développé un simulateur de coelioscopie à visée gynécologique baptisé S.P.I.C. (Simulateur Pédagogique d'Interventions Coelioscopiques) qui est spécifiquement dédié à la formation initiale. Il comprend un support fantôme avec trois trocarts et trois instruments chirurgicaux en place, un écran d'ordinateur, un logiciel qui fournit les images de synthèse temps réel d'une cavité abdominale féminine associé à un logiciel de supervision de la formation. La formation sur le simulateur est découpée en phases et en étapes de difficulté croissante. Une formation au repérage spatial et au maniement des outils à l'intérieur de la cavité pelvienne a été mise en place avec ce prototype. Une première étude randomisée a été réalisée avec des internes de spécialité. Elle nous a permis d'évaluer les performances et les limites d'une telle approche dans l'apprentissage.

Références bibliographiques :

- [1] S. Cotin, Real-time elastic deformations of soft tissues for surgery simulation, *IEEE Transact. Visual. Comput. Graph.* **5** (1999), pp. 62–73.
- [2] T.P. Grantcharov, J. Rosenberg, E. Pahle and P. Funch-Jensen, Virtual reality computer simulation—an objective method for the evaluation of laparoscopic surgical skills, *Surg. Endosc.* **15** (2001), pp. 242–244.
- [3] J. Rosen, M. Solazzo, B. Hannaford and M. Sinanan, Task decomposition of laparoscopic surgery for objective evaluation of surgical residents' learning curve using hidden Markov model, *Comput. Aid. Surg.* **7** (2002), pp. 49–61.

Luc Maréchal - Christine Barthod – Gérard Gautier – Jacques Lottin

SYMME (SYstèmes et Matériaux pour la MEcatronique) – Université de Savoie

Apprentissage du geste de kinésithérapie respiratoire : premiers outils

La bronchiolite est une maladie virale qui provoque une détresse respiratoire importante chez le jeune enfant. Afin de désobstruer ses bronches, celui-ci est fréquemment soumis à un traitement de kinésithérapie respiratoire. La technique utilisée, dite de l'augmentation du flux expiratoire (AFE), consiste à appliquer des pressions dynamiques successives sur le torse du nourrisson afin d'améliorer ses échanges pulmonaires[1]. Cependant, il n'existe aucune étude scientifique quantitative capable ni d'évaluer, ni de caractériser ce geste. Les kinésithérapeutes en formation se forment directement sur des nourrissons en traitement, sous la guidance d'un praticien expert, lequel n'a lui-même pas d'outils objectifs d'évaluation du geste. Il ne peut donc juger que la position et la cinématique globale du geste réalisé par le kinésithérapeute en apprentissage, alors qu'il est indispensable de maîtriser d'autres paramètres comme la vitesse d'exécution et les limites d'application des efforts pour réaliser un geste efficace et non dangereux pour le nourrisson [2].

Le travail présenté concerne la conception et le développement de gants instrumentés, dans le but de quantifier le geste dans ses dimensions physiques, pour en déterminer les caractéristiques et en définir les limites. Des gants prototypes étalonnés, permettant la mesure de la pression exercée sur le nourrisson [3] et de la trajectoire des mains du praticien, sont d'ores et déjà réalisés et ont permis de valider le principe de la mesure. Une première campagne de mesure sur des nourrissons âgés de 6 mois a été menée entre janvier et mars 2007, en cabinet de kinésithérapie. Les premiers résultats ont permis de vérifier la répétabilité du geste et de caractériser les différentes séquences d'une séance de kinésithérapie respiratoire. Les mesures relevées sur le nourrisson lors de l'application du geste permettent également l'acquisition d'informations biomécaniques pour la conception d'une maquette fonctionnelle d'apprentissage. Dans ce but, une phase de simulation de cage thoracique de nourrisson est en cours (logiciel ANSYS).

Références bibliographiques :

[1] C. Fausser, V. Breheret and D. Lopes, "Augmentation du flux expiratoire (AFE) et tolérance," KS, no. 428, p. 21, December 2002.

[2] M. Chalumeau, L. Foix-L'Helias, P. Scheinmann, "Rib fractures after chest physiotherapy for bronchiolitis or pneumonia in infants," *Pediatr Radiol*, 32(9): 644-7, September 2002

[3] Nikonovas, A. J. Harrison, S. Hault and D. Sammut, "The application of force-sensing resistor sensors for measuring forces developed by the human hand," *Proc. I. Mech. E., Part H Vol. H*, pp. 121–126, 2004

Etienne Dombre – Philippe Poignet

LIRMM, UMR 5506 CNRS UM2, Montpellier

Présentation du GdR Robotique et présentation du GT Robotique médicale

François Curnier

Université de Genève, section de médecine dentaire, P-d.G Digisens SA

Réalité virtuelle et enseignement du geste chirurgical, l'expérience de Genève

On fait remonter l'origine de la réalité virtuelle au brevet de Morton Heilig, fin des années 50. L'arrivée des PC de plus en plus performants associée à la chute des prix fait que depuis 1990 la réalité virtuelle sort des applications industrielles et des démonstrations de laboratoire.

Dans le domaine médical, les premières tentatives pour créer des simulateurs pour l'entraînement au geste chirurgical ont eu lieu dans les années 90.

Plus particulièrement, les écoles dentaires ont un intérêt fort pour les stratégies d'amélioration et d'évaluation du geste (mannequin avec dents plastique puis extraites etc..). En effet une phase de validation de l'apprenant est indispensable avant d'autoriser la pratique sur un patient. C'est ainsi que très vite l'apport de la réalité virtuelle a été perçu aussi bien pour :

- Une notation objective
- Travailler sur des pathologies et non plus du plastique
- S'affranchir des problèmes éthiques et sanitaires liés à l'utilisation de dents extraites
- Un apprentissage à son rythme et en autonomie
- Une interactivité et une possibilité de travail en ligne
- Une amélioration du rapport coût/rapidité/acquisition des connaissances.

La réalité virtuelle appliquée à la médecine dentaire pose plusieurs problèmes. S'il est relativement facile de tromper l'œil en lui donnant l'illusion du mouvement avec 25 images par seconde, il est plus dur de tromper la main en lui fournissant une réponse instantanée qui lui donne l'impression de la réalité du toucher. Le deuxième problème étant de faire ressentir des sensations tactiles à travers un ordinateur. Si on connaît les écrans pour la vision et les haut-parleurs pour l'audition, les périphériques pour retransmettre le geste sont plus confidentiels. Et enfin la réalité virtuelle repose sur un monde graphique simulé, en aucun cas une simulation médiocre des dents aussi bien pour l'anatomie externe qu'interne ne peut être jugé satisfaisante.

Sur la base de cette problématique c'est créée en 2002 la société Digisens issue de développements informatiques du domaine de l'haptique de l'INRIA Rhône Alpes et de l'expertise clinique du Dr Curnier enseignant en médecine dentaire à l'université de Genève. Le but étant de développer et commercialiser des simulateurs en réalité virtuelle faisant appel à des bras à retour d'effort pour l'enseignement du geste chirurgical dentaire. En 2006, la section de médecine dentaire de l'université de Genève s'est dotée d'une salle pilote opérationnelle de cinq simulateurs et commence à avoir les premiers retours d'information de l'impact pédagogique des technologies de simulation en réalité virtuelle sur la formation des étudiants en médecine dentaire.

Références bibliographiques :

[1] Norton Heilig Brevet américain n° 3.050.870

[2] Pieper s, s delp, j rosen and s fisher 1991 "a virtual environment system for simulation of leg surgery", proceeding of stereoscopic display and applications, SPIE Vol 1457, pp 188-196.

[3] John Ranta "a brief presentation on the vrtds virtual reality dental training system" in proc fourth phantom users group workshop, MIT, 1999.

Amine Chellali - Cédric Dumas

IRCCYN/ Ecole des Mines de Nantes

Apprentissage Haptique du geste médical : Insertion d'aiguille en radiologie interventionnelle

La radiologie d'intervention sous scanner consiste à réaliser un geste très peu invasif en introduisant une aiguille dans la zone ciblée en s'aidant d'un imageur médical. L'inconvénient de ce type d'interventions est que le radiologue doit s'éloigner du patient pour regagner la zone protégée des radiations à chaque prise d'image par le scanner. Notre équipe Robotique à l'IRCCYN (M. Gautier, H. Chriette et N. Marcassus) travaille en collaboration avec le Professeur Dupas, radiologue au CHU de Nantes Pour le développer un système basé sur un robot télé opéré, avec lequel le médecin pourra pratiquer l'intervention en continu car il verra la progression de l'instrument dans le corps du patient quasiment en temps réel sur l'écran du scanner. Ceci permettra de diminuer sensiblement les temps opératoires, améliorera la précision du geste opératoire.

Dans le cadre de nos recherches dans les domaines des environnements virtuels collaboratifs (EVC) et des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) et pour améliorer les services rendus par réalité virtuelle à la chirurgie, Nous proposons le développement d'un simulateur se basant sur un environnement virtuel et permettant l'apprentissage du geste médical télé opéré pour le robot décrit plus haut. Pour assurer la transmission des connaissances, cet environnement permettra au chirurgien expert en (télé) opération d'initier d'autres chirurgiens (novices) à l'utilisation du robot en leur indiquant les gestes à suivre.

Pour ce faire nous travaillons sur plusieurs scénarios pédagogiques : dans un premier temps l'expert utilise un bras maître pour télé opérer un bras esclave virtuel se trouvant dans un environnement virtuel (EV). De l'autre coté l'apprenant muni de la même interface (un bras maître identique) et partageant le même EV peut suivre les gestes de l'expert par : un retour haptique sur le bras esclave, et un retour visuel dans l'EV. Le retour haptique consiste à reproduire les gestes de l'expert sur le bras maître de l'apprenant en lui faisant refaire les mêmes trajectoires. L'apprenant peut sentir (passivement) les gestes de l'expert. Pour compléter cette information haptique.

La seconde étape du scénario d'apprentissage sera de laisser les commandes à l'apprenant pour qu'il s'exerce à accomplir par lui-même les gestes qu'il a appris. Il sera superviser par un assistant virtuel qui connaît le bon geste, ou bien par l'expert si il est présent, qui pourra lui aussi avoir un retour haptique sur son bras maître : il garde alors le contrôle car il aura la possibilité de corriger ou de bloquer les actions de l'apprenant en utilisant son bras maître (les commandes sont dédoublées dans ce cas.

Notre projet se base donc sur deux principes, l'apprentissage collaboratif axé sur les compétences et la communication haptique. Nous pensons que ces deux principes contribueront à améliorer la précision des gestes de radiologie d'intervention des apprenants et à réduire substantiellement leur période d'apprentissage.

Références bibliographiques :

[1] Gunn, C. Hutchins, M. Stevenson, D. Adcock, M. Youngblood, P. Using Collaborative haptics in remote surgical training. Proceedings on the first joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems. Mars 2005. Pages 481- 482.

[2] M. Schijven, J. Jakimowicz, "Virtual reality surgical laparoscopic simulators," Surg Endosc, V17, p1943-1950, 2003.

[3] M. Tavakoli, R. V. Patel, M. Moallem, "A haptic interface for computer-integrated endoscopic surgery and training," Virtual Reality, V9, p160-176, 2006.

Richard Moreau

Laboratoire Ampère - UMR CNRS 5005 - INSA-Lyon

Évaluation de gestes obstétricaux réalisés sur un simulateur d'accouchement dédié à la formation et l'entraînement des obstétriciens

La qualité des gestes médicaux est souvent liée à l'expérience des praticiens. Or, l'apprentissage des gestes se fait principalement en salle d'opération. Un simulateur réaliste permet de s'affranchir des contraintes de la formation classique (manque de temps, de cas, de disponibilité de la salle d'opération ...). Il doit également répondre aux attentes des praticiens, i.e. reproduire leur environnement de travail, faciliter l'enseignement et l'apprentissage des gestes et voire permettre la certification d'un opérateur.

En France, plus de 10% des accouchements requièrent l'utilisation d'instruments pour aider à extraire le fœtus dans l'urgence. Le simulateur BirthSIM et ses forceps instrumentés [1, 2] permettent aux obstétriciens de s'entraîner à utiliser ces instruments à l'aide de son interface de visualisation [3]. Pour valider ces séances d'entraînement il est nécessaire d'évaluer les progrès réalisés sur simulateur et donc d'évaluer le geste. Pour cela un geste considéré comme idéal a été défini par un obstétricien expert qui sert de référence aux novices. Les gestes réalisés sont ensuite analysés selon plusieurs méthodes [4] qui permettent de vérifier si les novices parviennent à reproduire le geste de référence et donc si le savoir-faire a été correctement transmis.

Références bibliographiques :

[1] Dupuis O., Dittmar A., Delhomme G., Redarce T., Betemps M., and Silveira R. *Simulateur fonctionnel et anatomique d'accouchement*. Brevet français n°03 09 569 01/08/2003, étendu à tous les pays n° FR 04 05 000372.

[2] Moreau R., Pham M.T., Silveira R., Redarce T., Brun X., and Dupuis O. (2007) *Design of a new instrumented forceps: Application to a safe obstetrical forceps blade placement*. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Under Press.

[3] Moreau R., Pham M.T., Redarce T., and Dupuis O. (2007) *A new learning method for obstetric gestures using the BirthSIM simulator*. In IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA'07), pages 2279–2284, Roma, Italy.

[4] Moreau R., Olaby O., Dupuis O., Pham M.T., and Redarce T. *Paths analysis for a safe forceps blades placement on the BirthSIM simulator*. In IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA'06), 2006, pages 739–744, Orlando, USA.

Lucile Vadcard

Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG) – UMR 5217

De l'analyse des situations de travail au bloc opératoire à la mise en oeuvre d'un environnement informatique pour la formation - le cas du vissage ilio-sacré percutané

L'exposé montrera, sur le cas du vissage ilio-sacré percutané, la démarche que nous adoptons dans le projet TELEOS pour mettre à jour les connaissances, implicites ou explicites, que le chirurgien met en oeuvre dans la pratique. Nous montrerons également comment les intégrer dans un environnement de formation qui permet à l'interne de s'entraîner au positionnement de la broche sur un simulateur 2D et de recevoir des retours adaptés en fonction de ses actions, pour l'amener à connaître les différents facteurs à prendre en compte lors de ce type d'intervention. L'état actuel de cet environnement sera présenté, ainsi que ses perspectives qui sont en cours de développement.

Références bibliographiques :

- [1] L. Vadcard, N. Balacheff, Looking at e-learning through the european Kaleidoscope, International Handbook of Information Technology in Education, Voogt J & Knezek G (eds), Kluwer, (à paraître en 2007).
- [2] L. Vadcard, V. Luengo , Interdisciplinary approach for the design of a learning environment, E-Learn 2005 - World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Vancouver, Canada, October 24-28, 2005.
- [3] L. Vadcard, Conception d'un environnement informatique pour la formation des chirurgiens, 4èmes rencontres scientifiques de l'Association pour la Recherche en Didactiques des Sciences et des Technologies, Lyon 12-15 octobre 2005.

Pierre Joli - Benjamin Bayart

Laboratoire IBISC – Université Evry Val d'Essone

L'apprentissage du geste par le rendu haptique : de la Réalité Virtuelle vers la Réalité Augmentée

L'utilisation d'une interface haptique augmente le réalisme d'une simulation. En effet en plus du retour visuel 3D, le retour d'effort à partir du calcul des forces de contact via une interface haptique permet de mieux immerger l'opérateur dans la simulation. En réalité virtuelle, de nombreuses applications sont concernées par ce type de travaux comme les simulateurs d'applications médicaux mais également les nouvelles plates-formes CAO où l'on s'intéresse à simuler des tâches d'assemblage et de démontage de pièces mécaniques. Dans l'approche médicale qui nous intéresse le plus, il est nécessaire de prendre en compte la déformation des corps en contact de manière réaliste afin de restituer un rendu haptique cohérent entre la perception mentale que l'on a des objets que l'on manipule (ou que l'on touche) et la perception réelle ressentie à travers l'interface haptique utilisée. Le challenge est considérable car il est admis qu'il faut une fréquence de calcul inférieure à 300 Hz pour des objets mous (1kHz pour des objets durs) afin de restituer un bon « toucher ». Nous présenterons « HapCo » un simulateur avec retour haptique que nous avons développé permettant de faire interagir en 3D deux objets « mous » en tenant compte de multiples points de contact frottant. Les premiers résultats sont encourageant cependant les temps de calcul sont trop important pour prendre en compte la déformation globale des corps lorsqu'ils deviennent raides.

En réalité augmentée l'interfaçage haptique offre également de nombreuses applications possibles qui ne sont pas encore suffisamment exploitées. Jusqu'à présent la vision a été le domaine privilégié de la réalité augmentée. Le guidage virtuel s'effectue soit en superposant (ou en combinant) des objets virtuels à des objets réels, on parle alors de vision augmentée, soit en ajoutant des données visuels qui sont sans rapport avec la forme de l'objet réel mais qui sont en rapport avec la tâche à effectuer, on parle alors de l'augmentation de la vision. Nous développons dans notre laboratoire les mêmes concepts au niveau de l'haptique. L'haptique augmentée est un retour d'effort combinant des efforts fournis par des capteurs et des efforts calculés par une application virtuelle en vue d'augmenter le rendu. L'augmentation haptique est un retour d'effort visant à informer ou à guider l'opérateur. Nous présenterons nos activités sur ces deux concepts en nous interrogeant sur les applications possibles dans un contexte médical.

Références bibliographiques :

[1] P. Joli, Z.Q. Feng, Uzawa and Newton algorithms to solve frictional contact problems within the bi-potential framework, International Journal for numerical methods in engineering, à paraître.

[2] P. Joli, S. Payandeh, M. Chan, B. Bayart, "A new Approach to Solve Constraint Force of Virtual Fixtures in Haptic rendering", 12th IFToMM World Congress, Besançon (France), June18-21, 2007.

[3] S. Payandeh, P. Joli, Z.Q. Feng, "Constrained mechanics, virtual fixtures and haptic rendering", IFAC symposium on robot control SYROCO 6-8, Bologne, Sept. 2006.

Olivier Dupuis

Laboratoire Ampère – responsable médical

La technique des sphères : vers un apprentissage sans danger de la pose du forceps

Dans les pays développés, le taux d'extraction instrumentale diminue régulièrement, à l'inverse le taux de césarienne augmente. En France, en 2007, 12% des femmes accouchent par forceps ou ventouse. Ainsi dans une maternité qui réalise 2000 accouchements par an, 240 accouchent par forceps ou ventouse. Si l'on considère que 50% de ces extractions sont réalisés dans un contexte d'urgence, la moitié (120) pourront être réalisées par les 12 médecins en formation. Ainsi chaque médecin en formation effectuera au mieux 10 gestes par an. De plus la formation lors d'un accouchement est particulièrement difficile : émotion à son comble, regard des parents et des autres médecins....

L'accouchement par forceps se différencie de l'accouchement par ventouse par un taux d'échec plus faible, nécessitant moins souvent le recours à la césarienne. Mais, dans 4% des cas, le forceps est impossible, souvent du fait d'une impossibilité de mise en place de l'instrument.

Dans d'autres domaines, gynécologie, coeliochirurgie et dans le domaine de l'obstétrique physiologique, le bénéfice de l'apprentissage par simulation est manifeste.

C'est dans ce contexte que nous avons développé une technique d'apprentissage sur simulateur pour la pose du forceps. Le concept d'apprentissage repose sur la notion de suivi de trajectoire par guidage en temps réel en suivant sept étapes successives. Cet exposé décrira la méthode qui va être mise en place en juin 2007 à l'hôpital universitaire Lyon Sud pour former les internes.

Références bibliographiques :

[1] Jude DC *et al* Simulation training in the obstetrics and gynecology clerkship AJOG 2006;195:1489-92

[2] Vossen C *et al* Effect of training on endoscopic intracorporeal knotting Hum Reprod 1997;12:2658-63

[3] Pugh C *et al* Development and validation of assessment measures for a newly developed physical examination simulator Journal of the American Medical Informatics association 2002;9:448-60