

GdR STIC Santé – Thème F

Compte-rendu Journée thématique 7 décembre 2007

« Simuler pour former : enjeux cognitifs et technologiques »

Jean-François Rouland (CHRU Lille) – Simulation en ophtalmologie – Enseignement assisté par simulateur

Le cahier des charges ne correspond pas forcément à celui de l'enseignant pour créer le simulateur → comprendre les besoins des apprentis.

Pas assez d'ophtalmologistes → augmentation importante du nombre d'étudiants et donc modification de la formation.

Enseignement : faire un acte technique → traitement laser et fond de l'œil, chirurgie de la cataracte (300 000 patients par an).

44000-98000 décès par erreur médicale aux Etats-unis.

Diplôme européen en fin d'étude → évaluation est importante → simulateur pour valider ce diplôme.

Cahier des charges :

- Savoir ce que l'on veut enseigner par simulateur – le simu doit être une réponse et pas une proposition d'enseignement
- Simulateur pour qui ?
 - Pour les débutants : logique.
 - Évaluation obligatoire aussi pour les médecins reconnus : formation médicale continue
 - Mais pas pour des experts

- Pouvoir disposer de l'ensemble des pathologies : seulement 4 ans de formation : donc ne voit pas forcément les pathologies anormales. -> simulateur doit permettre ceci.
- Notion de réalisme : droit de lumière -> ça bouge car le patient bougerait.
- Simulateur permet des discussions entre expert et apprenant : pas possible avec le patient -> patient plus exigeant / nécessité de sortir le patient de la boucle de la formation.
- Gain de temps enseignants ? comment enseigner avec un simulateur ?
- Évaluation : Enseigner un acte, n'est pas forcément reconnaître : voir une déchirure dans la rétine mais ne pas s'arrêter à cela : simulateur permettrait de voir ce qui a été regardé ou non -> tâtonnement, apprentissage par expérience.
- Gestuelle à apprendre : pied, mains indépendantes.

Pas de concours de sortie obligatoire → simulateur permettrait ceci de manière plus ludique.
Notion d'évaluation étudier aux Etats-Unis (American Academy).

Simulateurs chirurgicaux : cataracte et vitrectomie.

Capteur et retour d'efforts → difficile car très faibles en ophtalmologie.

Coût : 45 000 euros à 80 000 euros. -> coût très important, correspond à un équipement de soin → problème de motivation au niveau des CHU pour engager ces dépenses !!

Simulateur encore éloigné du réel : passage du simulateur aux patients ne doit pas être important, seulement un patient réel. Il faut retrouver les mêmes repères.

Le formateur n'est pas toujours là : scénarii à concevoir sur le simulateur, questions / réponses.

Validation du simulateur : comparaison formations avec (I) / sans (II) le simulateur, (III) laisse l'apprentis libre de se former, et mixte des I et II (IV).

- (I et II) différence seulement dans le temps : ceux qui n'ont jamais vu de patients sont un peu plus long dans la relation avec le patient (mais pas dans l'acte) -> ok pour le simulateur, formation probante.

- (III) : s'il n'y a pas de formateur à côté cela ne marche pas. -> formateur / contrôleur marche le mieux

- (IV) : marche bien. Encadrement indispensable. Par petits groupes (5 à 8 max). Permet des remises à niveaux (formation continue) mais attention à l'inquiétude car regards des autres sur leurs remises à niveaux.

Cibles au départ : étudiants mais au final plus pour la remise à niveaux des ophtalmos de ville.

Référentiels en cours d'élaboration : combien d'actes par an pour être validé.

Cas où le simulateur est plus cher que l'appareil initial (pas dans le même ordre de prix que les simulateurs d'avion).

Notions de retour d'effort, visuelle, tactile.

Jusqu'où aller en réalisme ? pas plus que ce qui est nécessaire pour l'apprentissage

Réalisation du simulateur avec le LIFL.

Plusieurs paramètres dans la simulation : le cas des enfants est différent, intégrer toutes les pathologies possibles, amplifier certaines variables pour que le traitement sur simu soit presque plus difficile qu'en réel.

Utilisation de PC et d'un bras Phantom.

Génération de vidéo-games des nouveaux étudiants : filling différent avec la technologie.

Sociétés savantes pour l'évaluation.

Projet RNTS → achat de 12 simulateurs en France avec les cours, puis Japon, Allemagne, Etats-Unis.

Sponsor : labo pharmaceutique.

Bcp de cours aux Etats-Unis.

Grégoire Chevreau (Pitié-Salpêtrière, TIMC-IMAG) – Simuler en biopsie de la prostate.

Contexte

Réalisation du simulateur pour s'entraîner. Formation actuelle très succincte.

Premier cancer de l'homme après 50 ans.

Examen au microscope des biopsies réalisées.

Biopsies très importantes pour connaître le traitement à faire par la suite pour traiter le cancer.

Guidage échographique pour faire la biopsie mais cancer non visualisé par l'échographie.

Position sur le dos pour le patient. Anesthésie locale.

Opérateur qui tient la sonde qui fait la biopsie mais il ne sait pas forcément s'il l'a réellement bien faite. Biopsies les unes après les autres (12 à réaliser) mais on n'a pas de repères par rapport à la biopsie précédente.

Etude réalisée

Enregistrement 3D des biopsies faites puis recalage des différents volumes (précision de l'ordre du mm).

Enregistrements pour voir si les biopsies ont été réalisées correctement.

Biopsies de la base de la prostate plus dures à réaliser.

Disparité chez un opérateur confirmé → quelle précision pour la réalisation du simulateur par la suite. On s'aperçoit qu'on en voyait jamais comment les biopsies été faites et apparemment pas forcément bien faites même pour un chef de clinique... → assistance et formation au geste médical, et non seulement un simulateur pour l'apprentissage.

Idées :

- Plusieurs cadrans représentant les zones de la biopsie.
- Affichage des biopsies précédentes
- Ajout de l'IRM car les cancers sont vus sous l'IRM à la différence de l'échographie : mais pas possible actuellement car pas assez d'IRM, plus pb de matériel non magnétiques.
- Les besoins :
 - Simulation du geste avec bras Phantom (retour d'effort)
 - Banque de volumes échographiques IRM de prostate
 - Ordinateur

Méthode :

- Simuler et visualiser le geste et les trajets de la biopsie à la fin de la procédure.
- A la fin : donner un retour sur le geste qui a été effectué. Attention : le mouvement de la sonde de la biopsie qui est également important.
- Tester de nouvelles approches : ex. apport de l'IRM pour la précision du geste.

Début des travaux : il y a un an.

Schéma de biopsies donné par la société d'urologies : 12 biopsies à faire, mais on passe parfois à côté du cancer car première série de biopsies mal faite. Et problème de la taille de la prostate. Actuellement protocole non adapté à la morphologie du patient.

Le problème du choix des « experts » : chef de clinique, mais ne fait pas forcément le geste tjrs correct au vu des résultats, sur quelle base est-il considéré comme un expert → certification ? et l'expert peut se tromper.

Pierre Boulanger (Université d'Alberta, Edmonton, Canada) – Medical Collaborative Virtual Environments for Training and Data Visualization

Simulations médicales de plusieurs types :

- système cognitif (apprend la procédure, les gestes) : apprentissage par discussions, temps d'apprentissage long
- système psycho-moteur : apprentissage par répétition

Techniques : sur des PCs, sur des mannequins, workbench

Mise en correspondance entre le monde virtuel et le monde réel.

Passage de l'un à l'autre à l'aide de prises de données via capteur et transfert de cette information.

WISE-MD : site Internet Université de New York : explications et éléments cognitifs importants.

Présentation du monde virtuel et du monde réel.

Peut entraîner une personne jusqu'à un certain niveau → apprentissage d'un geste mais le cerveau n'est pas encore forcément bien entraîné.

Simulateur qui compare le simulateur virtuel et le simulateur analogue (avec un cochon).

Groupes de 40 étudiants divisés en deux.

Puis évaluation de la connaissance cognitive et du geste fait sous l'œil d'un expert.

→ Cognitif : ok dans les deux cas

→ Plus de confort avec le simulateur qu'avec un porc : les propriétés élastiques réelles du porc ne suffisent pas.

→ Pareil pour l'évaluation sur la discussion de la procédure.

→ avantages pratiques du simulateur mais apprentissage pas mieux qu'avec un porc.

On doit enregistrer le travail d'un chirurgien, et les décomposer : enregistrement également de la force appliquée. Problème de la définition du geste pour pouvoir le restituer. Visualisation et ressenti de la part des étudiants du geste de l'expert (visuel et retour d'effort). Et réciproquement : expert ressent et voit ce que fait l'apprenti.

Plusieurs étudiants connectés ensemble sur le réseau.

Problème de l'occlusion résolu.

Utilisation de l'haptique et de lunettes 3D. Capteurs de forces sur les doigts et numérisation du bras du chirurgien.

Calibrage du système de caméra et des écrans.

Séparation entre le cognitif et le geste. On s'intéresse maintenant au geste uniquement.

Différents tests effectués : avec ou sans feed-back, avec / sans retour haptique qui nous ramène à la trajectoire.

Mesures statistiques par un psycho-physicien.

Apprentissage psycho-moteur : très court terme. Si on s'arrête on repart à zéro. Gain visuel plus important que le gain du geste. Visuel domine sur l'haptique. Mais dépend du geste fait.

A plus long terme, l'apprentissage est réel. Mais comme un musicien, il faut pratiquer tout le temps.

Doigts pas bons pour percevoir une force de retour dans certaines conditions.
Experts suivent sans doute des courbes d'énergie minimum.
Trajectoires du geste de l'apprenti versus les courbes du geste de l'expert.

Niveau de détail pas forcément très important. Il faut également caractériser les trajectoires.

Barrow Neurological Institute. Salle avec caméras HD. Visualisation des différents points de vu de l'enseignant, des forces, etc. pour que les étudiants visualisent les opérations.

Vanda Luengo (LIG, Grenoble) – Apprentissage et IA

On part du principe qu'on a un beau simulateur, il reste à accompagner l'apprentissage.
EIAH : Environnement Informatique dont la finalité est de susciter ou accompagner un apprentissage. Ne prend pas la place du formateur.

Plusieurs types d'EIAH :

- Micromonde (ex : cabri-géomètre) : environnement riche mais pas de retour sur ce que l'apprenant a appris.
- Environnement collaboratif (outil de partage, mais pas l'intention didactique)
- Suivi serré par un tuteur : élève a réussi mais pas forcément compris car trop guidé.

Systèmes adaptatifs : différents selon les apprenants : prise en compte des connaissances préalables.

Systèmes intelligents.

Quelles sont les caractéristiques individuelles et comment les caractériser d'un point de vue informatique.

Modélisation de l'apprenant :

- Overlay/recouvrement : modèle de l'apprenant = sous-ensemble de l'expert. Prise en compte du contexte cognitif (quel problème il est entrain de résoudre, etc.)
- Modèles informatiques : modèles symboliques versus modèles numériques. Permet une évolution du modèle.

On revient sur les paradigmes du modèle de l'apprenant.

Dans le domaine médical, il est impossible de lister l'ensemble des connaissances pour faire un modèle de l'expert de manière générale → formalisme symboliques non approprié

Utilisation des réseaux Bayésiens : théorie des graphes + probabilité.

Nœud dans le graphe avec dépendance entre les nœuds avec un facteur de probabilité.

Étapes de construction du réseau ;

- Identification des variables et leur espace d'état
- Définition de la structure du réseau → dépendance entre les noeuds
- Loi de probabilité pour les dépendantes

Modèle centré sur cette donnée : on perd des données. On va s'intéresser sur une partie pertinente des données à collecter.

La rétroaction est par contre difficile à modéliser : analyse de l'ensemble des situations pour donner un retour à l'apprenant.

Exemple d'application : le projet TELEOS

Denis Pasco (Université de Bretagne occidentale, Brest) – Didactique professionnelle et environnements virtuels

Lien avec l'exposé de François Curnier de la première journée thématique du thème F.

Choix de l'autonomie. Utilisation de la Réalité Virtuelle (RV).

Environnement centré sur la dimension procédurale.

Dans certains domaines, RV seul moyen de développer des compétences.

Organisation très précise et ordonnée des décisions : si ne passe pas étape 1, ne passe pas à l'étape 2 → objectif : ne pas commettre des erreurs.

Apprentissage = suivre une procédure.

Mais homme = individu qui s'adapte.

Connaître = s'adapter aux situations, mais il y a des organisateurs de l'activité.

Identification de la situation professionnelle

Mise en scène des situations d'apprentissage

Transfert vers le virtuel

1. Première étape : analyser le travail : éléments invariants de l'activité.
2. Définir la situation de simulation
3. Analyser les processus d'apprentissage : comparaison entre stratégies des novices et des professionnels. Voir les obstacles sur lesquels butent les apprenants. Mise en scène des obstacles dans un contexte didactique.
4. Construction d'un curriculum de formation dans l'environnement virtuel. Apprentissage : poser et résoudre des problèmes. Mais nature des problèmes et ordre à prendre en compte.

Quelle situation doit-on simuler ? on ne va pas reproduire le réel mais un ensemble significatif de problèmes du réel.

Simulateur Haptik développé par Digisens pour la chirurgie dentaire. Représentation 3D de la dent et de la mâchoire. Bras à retour d'effort. Mais seulement 5 systèmes installés : problème de conception, lié à l'ergonomie du système, bras à retour de force non adapté, pas de retour pédagogique, pas d'étude de validation sur les compétences acquises et sur le transfert de compétences.

Nouvelle technologie de bras à retour d'effort.

Système de visualisation changé : miroir au-dessus avec écran.

Analyse de l'activité par enregistrements d'interventions + entretiens d'auto-confrontation.

Qu'est ce qu'il observe qu'est ce qu'il décide, et qu'est-ce qu'il ressent ?

Analyse de l'enregistrement avec le praticien.

Adélaïde Blavier (Univ. de Liège, Belgique) – Simulations en anesthésie, robotique chirurgicale : quels enjeux pour l'apprentissage.

Simulateur d'anesthésie pleine échelle avec mannequin qui respire, yeux qui se ferment, environnement de salle d'opérations.

Intérêt : présentation de cas rares ou très difficiles.

Réalité temporelle.

Réalité comportementale (gestes, communications)

Scenarii de complexités diverses

Trois phases :

1. Présentation du cas par le professeur.
2. Phase de simulation.
3. Débriefing à partir de la vidéo qui a enregistré l'ensemble de l'acte.

Deux universités qui participent (sur 10 en tout en Belgique). Manque de temps pour les autres universités.

Laparoscopie. - Chirurgie ouverte et notamment minimale invasive. Chirurgien se base sur une image qu'il a de la caméra pour opérer → image agrandie pour le chirurgien, mais, vue indirecte et réduite. Nécessite une connaissance anatomique de ce qu'il ne voit pas. Image en 2D. A noter que chirurgien ne regarde pas ses mains mais un écran – axe vision/action rompu. Feedback visuel et retour d'effort.

Chirurgie robotique : vision 3D. Robot piloté par le chirurgien. Feedback purement visuel. Plus de retour de force. Axe vision/action rétabli

Objectif : étude de l'impacte de l'utilisation de nouvelles technologies sur les processus d'apprentissage.

Comparaison :

- vision 2D (classique) versus vision 3D (robotique) → perception de la profondeur. Indices binoculaires (3D - physiologiques) et monoculaires (2D - cognitifs).
- 4 DOF (classique) ou dextérité naturelle (robotique)

3D : robot et laparoscopie : essais semblables

2D : robot mieux que laparoscopie

Systèmes hautement perfectionnés et coûteux reproduisent l'anatomie humaine de façon très approximative : pas une grande utilité par rapport à la formation en salle d'opération.

Facteurs cognitifs et affectifs à prendre en compte.

Lucile Vadcard (LSE, Grenoble) – Transposer les situations de travail en vue de former

Dans le cadre de la formation professionnelle.

Versants déclaratif, empirique et proprioceptif.

Analyse de la situation de travail mais également de la formation.

Faire expliciter les connaissances expertes.

Ecart entre prescription et activité réelle donne des clés pour la conception des éléments de formation.

Variables : si on change leurs valeurs, change la stratégie de formation.

Outil méthodologique : guide à la conception d'outils pour la formation, ou aide à la validation de simulateurs.

Ensemble de problèmes que l'on peut poser → variables didactiques.

Ensemble des actions possibles

Ensemble des contrôles possibles et les feedback reçus.

Environnement : que permet-il ? permet-il de suivre les actions ? ou seulement une boîte noire ?

TELEOS.

Simulateur ressort les actions fondamentales du chirurgien.

Feedback : rendu sur la qualité, nombre de radios prises, et objet 3D transparent pour voir le résultat (aspect amplifié par rapport à la réalité car en situation de formation).

Réduction ou amplification de phénomènes pour améliorer l'apprentissage.

Traçage de l'action faite par l'apprenti.

Analyse du travail opératoire.

Puis modélisation des actions possibles, les connaissances mises en jeu → domaine de validité de la résolution du problème.

Et enfin, conception d'environnements de formation : mise en place de techniques d'IA.

Personnes présentes à la réunion

Nombre de personnes présentes : 24 dont 18 laboratoires

Nom	Prénom	Affiliation	Adresse électronique
Vadcard	Lucile	Grenoble 2 – LSE	Lucile.vadcard@upmf-grenoble.fr
Zara	Florence	Lyon 1 – LIRIS	Florence.zara@liris.cnrs.fr
Marechal	Luc	Univ. Savoie	Luc.marechal@univ-savoie.fr
Barthod	Christine	Univ. Savoie	Christine.barthod@univ-savoie.fr
Gautier	Gérard	U. Savoie - SYMME	Gerard.gautier@univ-savoie.fr
Buttin	Romain	Lyon 1 – Ampère	Romain.buttin@liris.cnrs.fr
Luengo	Vanda	LIG – Grenoble	Vanda.luengo@imag.fr
Boulanger	Pierre	Univ. d'Alberta	pierreb@cs.ualberta.ca
Dupuis	Olivier	Lyon	olivier.dupuis@chu-lyon.fr
Jeulin	Jean-Claude	Aix en Provence	Jc.jeulin@free.fr
Chellali	Amine	IRRCY Nantes	Amine.chellali@emn.fr
Ladjal	Hamid	LVR - Bourges	Hamid.ladjam@ensi.bourges.fr
Desrieux	Marc		marcdesrieux@aol.com
Pasco	Denis	UBO	denis.pasco@univ-brest.fr
Cormier	Jérémy	UBO	cormier@enib.fr
Cheroux	Pascal	SIC - Poitier	pcheraux@univ-poitiers.fr
Kergosien	Yannick	Cergy-Pontoise	yannick.kergosien@libertysurf.fr
Blavier	Adélaïde	Univ. Liège	Adelaide.Blavier@ulg.ac.be
Cuisinier	Rémy	Grenoble 1	Remy.cuisinier@imag.fr
Rouland	Jean-François	CHRU Lille	
Chevreau	Grégoire	Pitié Salpêtrière	
Ceaux	Emmanuelle	Grenoble 2	Emmanuelle.Ceaux@upmf-grenoble.fr
Megard	Christine	CEA LiST	Christine.megard@cea.fr
Alchama	Ferras	LISV - Paris	Fevas.alchama@gmail.com