

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

Amine CHELLALI

Cédric DUMAS

Ecole des Mines de Nantes / IRCCYN

Plan

- Contexte : Projet robotique médicale
- Apprentissage du geste technique
- Environnements virtuels collaboratifs
- Apprentissage haptique du geste
- Conclusion

Projet robotique Médicale IRCCYN

- Etude et réalisation d'un système robotisée d'aide à l'insertion d'aiguille en radiologie interventionnelle
- M. Gautier, A. Chriette, P. Lemoine et N. Macassus
- Professeur Dupas (Service Radiologie du CHU de Nantes)
- Haption, Stäubli

Caractéristiques

- Un geste très peu invasif (biopsie, traitement hyperfréquence de tumeur, ...)
- Introduction manuel d'une aiguille dans la zone ciblée
- en s'aidant d'un imageur médical (scanner X, fluoroscope, échographe,...)
- Les anesthésies sont souvent locales ou locorégionales,
- Problèmes du guidage manuel:
 - Le radiologue alterne entre prise de vue et insertion.
 - Le patient peut bouger pendant l'opération
 - Précision limitée : difficultés d'atteindre des tumeurs de petite taille bien qu'elles soient visibles sur l'écran

Objectif

- Développement d'un système de positionnement d'aiguille téléopéré via une interface Haptique avec retour d'effort
- Le radiologue peut suivre en quasi temps réel la progression de l'aiguille dans le corps

Enjeux

- Diminuer les temps opératoires
- Améliorera la précision du geste opératoire
- Concevoir un système à base de composants industriels existants et moins cher pour les hôpitaux que les systèmes dédiés
- Réduire substantiellement la période d'apprentissage pour les gestes de radiologie interventionnelle

Utiliser 'C' pour changer la vue active

Vue Medecin

Utiliser 'a' et 'r' pour déplacer le matelas du scanner

Consigne de déplacement



Retour d'efforts

Coordonnées



Consignes :
couple,
position ou
vitesse

Consignes :

Stäubli



Efforts
cartésiens

Besoins

- Environnement d'apprentissage pour ce système
- Transfert des compétences du radiologue expert

Apprentissage d'un geste technique

- Habileté acquise par apprentissage permettant la réalisation d'une tâche orientée vers un but spécifique
- Apprentissage des adultes : interactif, pertinent et pratique, axé sur les compétences
- Professionnel n'est pas toujours capable d'exprimer les connaissances qui lui permettent d'agir et de valider ses actions
- Rendre compte de cet apprentissage

Apprentissage d'un geste médical

- Par imitation
- Médecin expert qui guide la main du médecin élève afin de le corriger
- Observation des experts (vidéo ou en situation réelle)
- Observer quelqu'un qui démontre (donne le modèle) un geste
 - concept fondamental de la formation axée sur les compétences.
 - demande que le formateur clinique démontre clairement le geste pour que le participant ait une idée claire de la performance qu'on attend de sa part.

Apprentissage actif

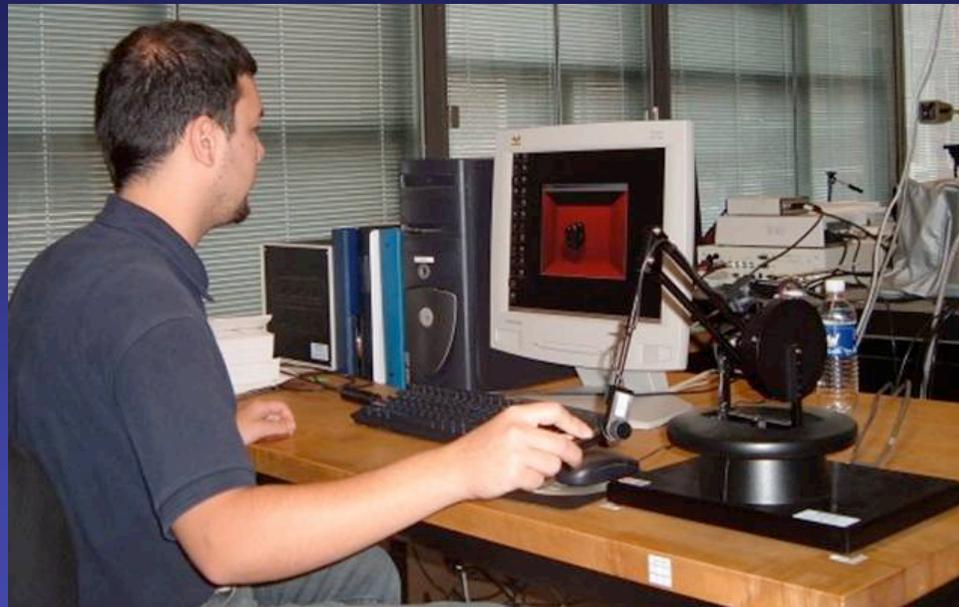
- Simulateur
- Apprentissage sur des cas existants
- Analyser les gestes réalisés par plusieurs médecins afin de comparer des techniques différentes ou encore d'en extraire un geste de référence.

Environnements virtuels et simulation

- Avantages:
 - Moins de risques pour les patients
 - Mettre les chirurgiens face à des situations rares
 - Systèmes peu onéreux en termes de temps et de moyens humains

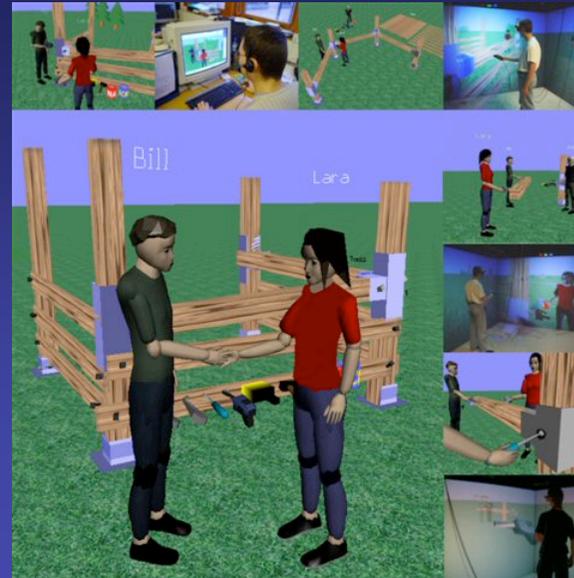
Manipulation virtuelle et multimodalité

- Retour visuel : écran
- Retour haptique : Bras à retour d'effort
- Retour sonore



Environnements virtuels collaboratifs (CVE)

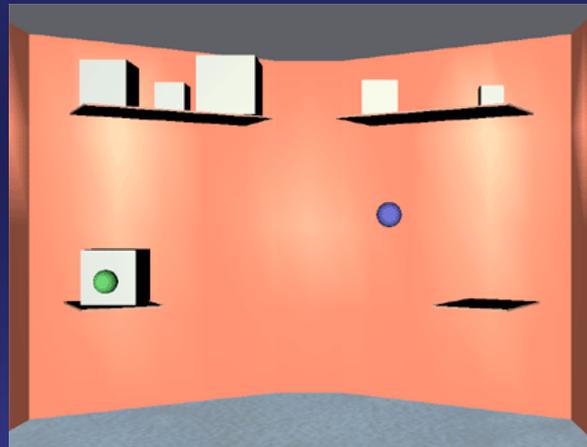
- Espaces numériques partagés
- Des utilisateurs travaillent ensemble pour réaliser une tâche commune
- Communication, Coordination et Comanipulation



Apprentissage et CVE

- Simulation d'une situation réelle
- Apprendre par retour visuel
- Les moyens naturels de communication entre humains sont plus riches que ce que offre les CVE actuels (texte et audio)

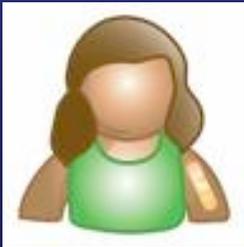
Comanipulation dans un CVE



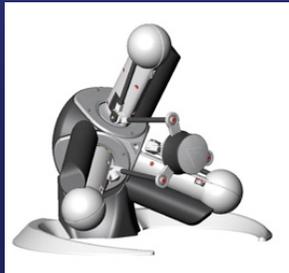
Enrichir la communication dans un CVE

- Comanipulation → Communication haptique
- Retour haptique → Superviser, guider et suivre dans un environnement d'apprentissage (EA)
- Extension vers des CVE pour l'apprentissage du geste

Simulation d'une situation réelle



Apprenant



Téléopération d'un robot
chirurgical virtuel

Environnement virtuel

Scenario 1 : Suivi du geste simultané

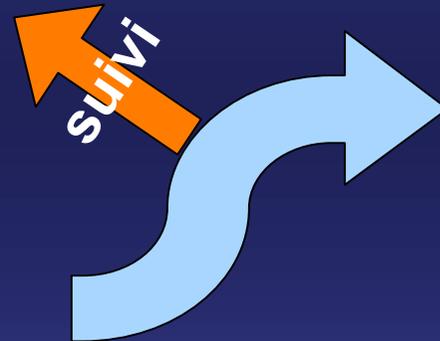
Suivi du Geste



Apprenant



Expert



Apprenant ↔ Expert

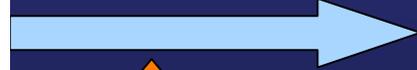


Entrainement

19/27

3/10/07

Scenario 2 : Mise en situation et supervision



Supervision
Correction



Apprenant

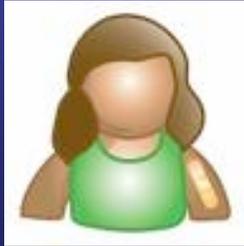


Expert

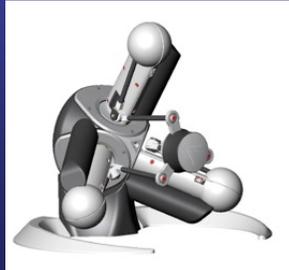


Reproduction
de la situation

Suivi du geste de l'expert différé

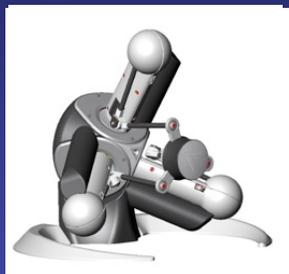


Apprenant



3/10/07

Geste de l'expert
connu



Entraînement

Supervision et correction



Supervision
Correction

Apprenant



Geste de l'expert
connu



Reproduction
de la situation

Apprentissage collaboratif



Apprenant 1



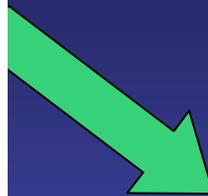
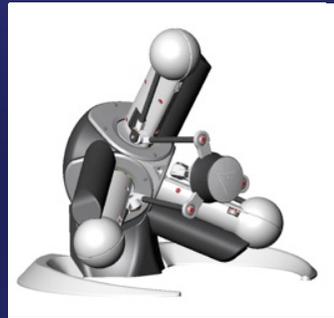
Apprenant 2

Echanges
Collaboration



Reproduction
de la situation

Geste collaboratif



Enjeux pour un environnement d'apprentissage

- Profiter de l'apport d'un environnement virtuel partagé
- Tirer profit de la collaboration (comanipulation, coordination et communication entre les apprenants et l'enseignant et entre apprenants)
- Tirer profits de la communication haptique pour améliorer les performances
- Passer par une Collaboration homme-homme ou homme-machine (transparence par rapport aux apprenants)

Problèmes relatifs:

- Gestions des problèmes liés aux réseaux (latence, sécurité)
- Construction des scénarios en se basant sur des situations réelles (observations, interviews)
- Une conception centrée sur l'apprenant

Conclusion

- 3 domaines STIC :
 - Apprentissage collaboratif
 - Communication haptique
 - Simulation virtuelle
- pour la radiologie interventionnelle
- Une hypothèse sur l'apprentissage haptique du geste