

U887 INSERM/IFRH

Compte rendu de l'Atelier PIRSTEC

LA COGNITION MOTRICE ET SES APPLICATIONS MEDICALES

Thierry Pozzo

Liste des participants :

VERCHER Jean-Louis	CNRS Marseille
MOTTET Denis	U de Montpellier
DENISE Pierre	U de Caen
COELLO Yann	U de Lille
Danping Wang	CNRS Paris
ROBY-BRAMI	CNRS Paris
MORASSO Pierre	U de Genova (Robotique Humanoid, Italie)
CHELLALI Ryad	Inst.Italien Technologie Genova (Teleoperation, Italie)
MERIENNE Fred	ENSAM Chalon
MARTINEZ Jean-Luc	ENSAM Chalon
NGUYEN Hanh	ENSAM Chalon
ROUX Géraldine	ENSAM Chalon
RAFFIN Eestelle	ENSAM Chalon
KLINGER E	ENSAM Laval
CROGNIER Lionel	INSERM Dijon
SIRANDRE Cyril	INSERM Dijon
TIA Banty	INSERM Dijon
SKOURA Xanthi	INSERM Dijon
MOUREY France	INSERM Dijon
DEMOUGEOT Laurent	INSERM Dijon
SAIMPONT Arnaud	INSERM Dijon
CARLINI Alessandro	INSERM Dijon
PAIZIS Christos	INSERM Dijon
MICHEL Carine	INSERM Dijon
PAPAXANTHIS C	INSERM Dijon
POZZO Thierry	INSERM Dijon
TROUILLOUD Pierre	INSERM Dijon
PONCE Antoine	U de Dijon Valorisation technologique
REY Jean-Pierre	U de Dijon
BOUCHEIX Jean-Michel	CNRS Dijon
METZ Stéphane	Société Kort&Lonn
COURTALON Régis	Société Kort&Lonn
COLOBERT Briac	Société PROTEOR
LAMOTTE O	UT Belfort
GAUD N	UT Belfort
MEURIE C	UT Belfort

Objectifs

Le domaine de la rééducation des déficiences et incapacités motrices, sensorielles et même cognitive est actuellement marqué par le développement des moyens de réalité virtuelle. L'exemple le plus marquant est celui de la console Wii et des logiciels de rééducation qui lui sont associés.

Si, techniquement les progrès sont marquants et si, de l'avis de nombreux scientifiques et thérapeutes, le potentiel comme outil de rééducation est important, il reste que l'approche scientifique est encore très limitée.

Dans ce cadre un atelier portant sur le thème : « La réalité virtuelle et ses applications biomédicales » a été organisé les 11 et 12 mai 2009 à l'institut Image de Chalon sur Saône. Il a réuni 40 personnes représentant des équipes françaises et pour lesquelles 6 présentations orales (3 françaises et 3 étrangères), une séquence posters de thésards et des démonstrations de prototypes ont été réalisées sur les 2 jours. Le financement était assuré par le groupe Ateliers de Réflexion Prospective – PIRSTEC/ANR et l'Institut Fédératif en Réseau Handicap (IFR 25).

Compte rendu

L'existence de voies nerveuses différenciées pour traiter les signaux sensoriels et moteurs, conduit habituellement les études neurophysiologiques et comportementales à dissocier les processus de l'action et de la perception. Ce type de description a sans aucun doute influencé notre compréhension du système nerveux central. Pourtant il est désormais admis qu'en plus de la commande motrice, la production de l'action engage simultanément des mécanismes de prédiction sensorielle ainsi que l'activation de zones nerveuses sensorielles (Rizzolatti 2005). Enfin, des avancées récentes en neurosciences montrent que la perception visuelle n'est pas seulement le résultat d'une stimulation exogène mais qu'elle dépend des compétences motrices pouvant être rappelées à l'observation du mouvement (Jeannerod 2001). La recherche est construite autour de 2 axes principaux et complémentaires :

La perception est étudiée à partir des acquis de la psychologie cognitive et de la neurophysiologie montrant le couplage entre action et perception (Viviani et Stucchi 1992, Rizzolatti 1996) et l'hypothèse d'une simulation mentale de l'action à l'observation. L'inférence du mouvement, les réponses motrices subliminales induites lors de l'imagerie mentale implicite (l'empathie posturale) et l'apprentissage par observation sont étudiés. Dans ce contexte la compréhension des mécanismes perceptifs aide en retour à décrire le contenu de la commande motrice.

L'action est étudiée selon une approche expérimentale et les méthodes de simulation numérique. Cette dernière consiste à transformer les observations empiriques en formalismes mathématiques afin de favoriser l'application robotique et le développement de techniques pouvant compenser le handicap moteur et sensoriel.

L'objectif est de mieux développer les méthodologies permettant de quantifier les manifestations comportementales issues d'interactions entre un individu et un autre individu ou un avatar ou une interface virtuelle ou mécanique. Il s'agit de définir les contextes sensoriels favorisant la cognition sociale, l'empathie, la téléopération ...) et d'étudier les limites de ces processus. Par exemple la manipulation du contexte visuel (plus ou moins riche d'une scène visuelle), pourraient réduire progressivement l'écart entre l'observateur et l'acteur lors de tâches effectuées dans l'espace péri ou extra personnel (en navigation spatiale par ex.). Ces améliorations, en favorisant la résonance motrice, faciliteront la mise au point de

solutions thérapeutiques pour le ré-entraînement de patients hypoactifs ou atteints de lésions centrales ou périphériques. L'étude de l'effet du délai (inhérent aux dispositifs actuels de RV) entre perception et action est un verrou théorique et méthodologique important à lever pour optimiser les dispositifs disponibles.

En outre, la qualité des interactions sociales ou encore la survie des espèces en situation de compétition nécessitent la préservation de l'information visuelle lorsque celle-ci est discontinue. Les mécanismes d'inférence visuelle et d'extrapolation de trajectoire rentrent également dans ce cadre théorique avec l'apport complémentaire des neurosciences computationnelles pour modéliser les mécanismes impliqués.

Par ailleurs l'idée d'un rappel de représentations motrices sans lien (les primitives motrices) avec l'expérience motrice de l'observateur (comme c'est le cas pour de nouvelles habiletés motrices) ouvrent de nouvelles perspectives aux méthodes d'apprentissage chez l'homme (rééducation, expertise sportive ou musicale etc) et pour les robots humanoïdes. Les apprentissages basés sur des algorithmes de renforcement (couramment utilisé en « *machine learning* ») doit être envisagé afin de dériver des fonctions d'optimisation à partir des mouvements observés.

Le développement d'interfaces graphiques simples à coté des dispositifs plus lourd de la réalité virtuelle est indispensable pour un usage en rééducation à l'hôpital, en milieu éducatif, sportif ou à domicile. La réalité virtuelle simplifiée peut être utilisée afin de fournir le contexte visuel permettant la meilleure immersion. Les applications devront contribuer à prévenir la dépendance et réduire les coûts de santé en développant l'entraînement autonome.