

Proposition d'Action Spécifique
« Effet du déficit moteur sur les activités cognitives dans le cadre de l'évaluation
d'aides techniques robotisées »

Animateurs :
Guy Bourhis, LASC (EA3467), Université de Metz
Jean-Pierre Gaillard, CRPCC (EA1285), Université de Rennes 2
Daniel Mestre, INPC (FRE CNRS 2109), Marseille

Contexte

Les progrès scientifiques et technologiques récents laissent augurer des retombées importantes dans le domaine des aides techniques pour personnes handicapées, domaine porteur d'une forte demande de la société. Les avancées en robotique plus particulièrement devraient accroître l'autonomie des personnes présentant un handicap moteur sévère. C'est l'objet de la "robotique de réadaptation" qui recouvre deux champs applicatifs principaux aux problématiques voisines :

- Les fauteuils roulants dits "intelligents" ou "semi-autonomes" : l'objectif est d'apporter une aide au pilotage des fauteuils roulants électriques en utilisant des méthodes et technologies issues de la robotique mobile.
- Les bras manipulateurs : il s'agit d'une aide à la préhension sur poste fixe ou embarquée sur fauteuil roulant ou sur une base mobile téléopérée.

A ceux-ci on pourrait ajouter des travaux récemment apparus concernant cette même communauté de "roboticiens de réadaptation" et portant sur des simulateurs de fauteuils roulants électriques ainsi que sur des déambulateurs robotisés.

Notons enfin que si cette thématique de robotique de réadaptation n'est pas nouvelle en soi puisque les premiers bras robotisés datent des années 1970 et les premiers fauteuils "intelligents" des années 1980, elle n'a que très récemment perdu de son caractère confidentiel: de simple application originale de recherches en robotique, elle s'est muée depuis peu en une thématique à part entière à vocation pluridisciplinaire. En effet, pour tous ces travaux de recherche, apparaît un paramètre essentiel : le facteur humain. Cette remarque peut d'ailleurs s'appliquer à la plupart des aides techniques pour personnes handicapées. On doit en effet tenir compte de facteurs ergonomiques (optimisation de l'interaction humain - machine) et psychologiques (acceptabilité de l'aide technique par la personne handicapée et également par son entourage médical ou familial). Ce facteur humain présent aussi dans nombre de systèmes automatisés est ici un problème d'autant plus complexe que les utilisateurs potentiels de l'aide technique ont des possibilités physiques et cognitives très diverses. En conséquence, la prise en compte de cet utilisateur lors de la conception ou de la personnalisation (choix de paramètres) du système d'aide est souvent le fait de méthodes empiriques.

A contrario, nombre de systèmes automatisés ont été étudiés sous l'angle « homme - machine » en particulier par le biais de modèles de performances issus de l'automatique, de la psychologie ou des neurosciences. Ces considérations amènent à se poser la question

suivante : les modèles et méthodologies d'évaluation des systèmes humain-machine sont-ils transposables ou adaptables au cas où l'opérateur est une personne handicapée utilisateur d'une aide technique robotisée (A.T.R.)?

Problématique

La réflexion menée dans cette action spécifique concerne principalement la phase de conception d'une A.T.R.. En effet, compte tenu des contraintes très particulières du domaine d'application, la procédure unanimement recommandée pour élaborer un prototype d'aide technique complexe consiste à impliquer en permanence l'utilisateur final ainsi que les personnes de son environnement proche (médical et familial). Ceci suppose de définir conjointement le cahier des charges initial bien sûr mais aussi de tester le prototype en situation réelle à tous les stades de sa conception. Cette façon idéale de travailler, plausible par exemple pour des aides à la communication, s'avère difficile à appliquer en robotique de réadaptation. Le manque de fiabilité inhérent à tout prototype implique ici des problèmes de sécurité d'autant plus aigus que les utilisateurs potentiels présentent par hypothèse un handicap moteur sévère. D'autre part, contrairement aux aides techniques purement logicielles, la duplication d'un « robot de réadaptation » s'avère coûteuse ce qui interdit les évaluations à long terme sur un panel suffisamment large d'utilisateurs tant que le prototype n'est pas au stade pré-commercial. Ainsi est-on souvent amené à réaliser des tests au mieux toujours avec la ou les mêmes personnes handicapées au risque qu'elles deviennent des « expérimentateurs professionnels », au pire avec des personnes valides. La question qui se pose alors est dans quelle mesure ces tests sont-ils significatifs et, si ce n'est pas le cas, comment les mener pour qu'ils le soient ?

L'utilisation d'un bras robotisé ou d'une base mobile semi - autonome fait appel aux trois types de comportement du modèle de Rasmussen (comportements basés sur les réflexes, les règles et la connaissance). Une analyse des spécificités d'un tel système humain - machine suppose donc de s'intéresser à la personne aussi bien au niveau cognitif que sensori-moteur. D'un point de vue cognitif par exemple le fait que l'utilisateur présente un handicap de naissance peut influencer sur la commande d'un bras robotisé. Ainsi une étude récente concernant l'utilisation du bras MANUS par des enfants présentant une infirmité motrice cérébrale a fait apparaître chez certains sujets des incompréhensions portant sur l'interaction entre l'objet à manipuler et l'environnement. Ce type de problème peut être résolu pour peu qu'on en tienne compte dans la conception de l'interface humain - machine et/ou qu'on prévoit une procédure d'apprentissage spécifique.

De la même façon, du point de vue sensori-moteur, des spécificités dues aux déficits moteurs ou sensoriels de la personne sont relatées dans la littérature. Le relâchement qui suit l'appui sur un contacteur par exemple est une action purement motrice ne nécessitant pas en principe de processus cognitif. Cette assertion validée expérimentalement pour des personnes valides ne semble pas toujours vérifiée pour des personnes handicapés moteurs. De nombreux exemples sont également donnés dans la littérature sur l'adaptation des personnes soumises à une situation de handicap qui concernent aussi bien la gestion de déficits perceptifs, proprio et extéroceptifs, que l'action.

Ces considérations mettent en lumière la problématique autour de laquelle devra se centrer cette action spécifique : **dans le cadre de l'évaluation d'une A.T.R., quel est l'effet du déficit moteur sur les activités cognitives de la personne handicapée ?**

Méthodologie

Deux actions parallèles devraient donner une réponse à la question précédemment posée. L'une réalisera un état de l'art portant sur les relations de causalité entre déficits moteurs et déficits cognitifs en considérant les premiers comme des variables indépendantes et les seconds comme des variables dépendantes. La phase initiale partira d'une typologie des déficits moteurs et cognitifs en fonction de l'origine du handicap puis cherchera à vérifier dans la littérature leurs liens de causalité.

La seconde portera sur les problématiques d'évaluation de « l'utilisabilité » des A.T.R.. Il existe à ce jour des méthodologies d'évaluation de l'utilisabilité des produits et services, la question qui se pose est donc de déterminer les limites d'utilisation de ces méthodologies dans le domaine des A.T.R. Ces limites pourraient en effet provenir des spécificités motrices et/ou cognitives propres aux utilisateurs visés. Deux champs seront dans un premier temps explorés : celui de la mobilité et celui de la préhension. Compte tenu de l'étendue du domaine, dans un second temps, on pourrait s'intéresser uniquement à l'un des deux en considérant que le champ étudié aura des propriétés paradigmatiques au domaine des A.T.R. (ce point sera discuté lors de la première réunion de l'AS). On construira alors un panel représentant les diverses populations permettant de réaliser une évaluation de l'utilisabilité sur la base de critères multi experts :

- 3 personnes handicapées susceptibles de répondre à une indication en relation avec l'A.T.R.
- 3 ergothérapeutes familiarisés avec la problématique de réadaptation via une A.T.R.
- 3 roboticiens impliqués dans le domaine considéré
- 3 ergonomes eux aussi impliqués dans le domaine

Les résultats obtenus feront l'objet d'une comparaison entre ces diverses populations. Les données issues de cette étude seront alors à rapprocher des conclusions issues de l'état de l'art établi en parallèle.

La procédure expérimentale aura pour fonction plus particulière de tester les hypothèses de causalité/non causalité des effets de déficits moteurs sur des capacités cognitives. Il s'agit bien évidemment de relations de causalité non clairement connues à ce jour mais dont il subsiste un doute suffisant pour engager un début d'étude systématique. Concernant les personnes pluri-handicapées associant des déficits moteurs et des déficits sensori-moteurs elles pourront entrer dans le panel de sujets à titre de comparaison avec les autres sujets du panel.

De façon à permettre une comparaison systématique entre les différents groupes de sujets constituant le panel, les interfaces de commande/contrôles seront déterminées et paramétrées non pas pour répondre de façon optimale à chaque catégorie de sujets mais pour être utilisables par tous les sujets.

Résultats attendus

Cette action devrait donc conduire à des **spécifications méthodologiques de l'utilisabilité des A.T.R.** appropriées au domaine : critères pour la constitution de panels multi- experts, critères d'utilisabilité en fonction du handicap fonctionnel et de l'A.T.R., procédure adaptée au domaine des aides techniques.

En corollaire, d'autres résultats devraient déboucher de nos réflexions :

- Détermination des limites de validité des évaluations effectuées sur des personnes valides pendant la phase de conception de l'aide technique et, en corollaire, proposition éventuelle de méthodes permettant d'aboutir à la simulation d'un déficit fonctionnel voire cognitif.
- Définition une typologie de personnes handicapées permettant de paramétrer ou de personnaliser la conception de l'interaction humain-machine d'une aide technique robotisée, typologie devant s'entendre en terme de possibilités fonctionnelles et cognitives de la personne et non en terme de pathologie.

Enfin, comme pour toute Action Spécifique, la conclusion de nos travaux devra porter sur la suite à leur donner, suite qui pourra par exemple se concrétiser par la création d'une équipe projet multi - laboratoire.

Organisation de l'action

La première réunion des partenaires de cette AS aura pour objet de définir et préciser les tâches de chacun d'entre eux en fonction de leurs ressources. Parmi ces tâches on peut d'ores et déjà noter les suivantes :

- A partir des différentes typologies générales existantes, établir une typologie des personnes handicapées à priori concernées par les A.T.R. de suppléance des fonctions de préhension et/ou de déplacement.
- Réaliser un état de l'art des recherches et des connaissances acquises concernant les relations de causalité entre déficit moteur et déficit cognitif.
- Décrire les méthodologies et les procédures d'évaluation de l'utilisabilité des produits et des services mises en œuvres actuellement.
- Choix des A.T.R. et du ou des sites qui serviront de plates-formes expérimentales pour l'AS.
- Formuler des hypothèses relatives aux limites de ces méthodologies et de ces procédures appliquées aux systèmes A.T.R./Personnes Handicapées décrits dans la typologie précédemment établie.
- Spécification de la procédure d'évaluation des A.T.R. précédemment choisis (critères d'utilisabilité, méthodes d'évaluation, définition des tâches permettant de tester les hypothèses, variables, sujets, plan expérimental ? paramétrage des ATR, choix des interfaces de commande/contrôle).
- Analyse et synthèse des résultats obtenus sur la ou les différentes plates-formes expérimentales.

Intervenants

La problématique et les objectifs définis pour cette Action Spécifique impliquent une approche pluridisciplinaire permettant d'appréhender les différents aspects du comportement humain (cognitif, sensori-moteur, moteur) et de la robotique de réadaptation. Ainsi les équipes citées ci-dessous regroupent-elles des compétences en neurosciences (INPC), en psychologie cognitive (CRPCC), en biomécanique (LESP) et en robotique de réadaptation (aide à la manipulation pour le LSC, aide à la mobilité pour le LASC, déambulateurs robotisés pour le LIRIS) :

- *Laboratoire d'Automatique des Systèmes Coopératifs* (LASC EA 3467),
Université de Metz, Ile du Saulcy, BP80794, 57012 METZ Cedex 01
Contact : Guy Bourhis (tel : 03 87 31 51 39, mel : bourhis@lasc.univ-metz.fr)
- *Institut de Neurosciences Physiologiques et Cognitives* (INPC, CNRS FRE 2109)
31, chemin Joseph Aiguier, 13402 MARSEILLE Cedex 20
Contact : Daniel Mestre (tel : 04 91 16 43 14, mel : mestre@lnf.cnrs-mrs.fr)
- *Laboratoire Systèmes Complexes* (LSC FRE 2494)
Université d'Evry val d'Essonne, 40 rue du Pelvoux, 91020 EVRY Cedex
Contact : Etienne Colle (tel : 01 69 47 75 57, mel : ecolle@cemif.univ-evry.fr)
- *Centre de Recherche en Psychologie, Cognition et Communication* (CRPCC EA 1285)
Université de Rennes 2, 6 Avenue Gaston Berger, 35043 RENNES Cedex
Contact : Jean-Pierre Gaillard (tel : 02 99 14 19 43, mel : jean-pierre.gaillard@uhb.fr)
- *Laboratoire d'Ergonomie Sportive et Performances* (LESP EA 3162)
Université de Toulon et du Var, Av. de l'Université, BP132, 83957 LA GARDE Cedex
Contact : Philippe Gorce (tel : 04 94 14 27 55, mel : philippe.gorce@univ-tln.fr)
- *Laboratoire d'Instrumentation et de Relations Individu Système* (LIRIS FRE 2508)
Université de Versailles Saint Quentin, 10-12 Avenue de l'Europe, 78140 VELIZY
Contact : Eric Monacelli (tel : 01 39 25 48 79, mel : eric.monacelli@robot.uvsq.fr)
- *Ergonomie et psychologie : usages, conception, compétences*
Université Paris 8, UFR de psychologie, 2 rue de la liberté, 93526 Saint Denis CEDEX
Contact : Pierre Rabardel (tel : 01 49 40 64 95, mel : rabardel@univ-paris8.fr)

Par ailleurs des contacts sont en cours pour renforcer le groupe de laboratoires cité ci-dessus dans le domaine de l'Interaction Homme-Machine (LAMIH, Université de Valenciennes) et de la robotique (INT, Evry). La poursuite de ces contacts ainsi que l'ouverture de ce groupe de chercheurs à un ou deux ergothérapeutes travaillant dans le domaine des A.T.R. sera discuté lors de la première réunion de l'AS.

Budget prévisionnel

Missions internes (réunions)	7000 €
Missions externes (visites de laboratoires, ...)	3000 €
Fonctionnement	3000 €
Vacations	5000 €
Total	18000 €

