



LES TRANSVERSALES SANTÉ
de Paris Innovation
en association avec Medicen Paris Region

SYNTHESE

→ La Recherche et Développement en Robotique Médicale

Mardi 10 juin 2008
18h30 – 21h
Sup'Biotech

Intervenants :

Philippe BIDAUD, Directeur de l'Institut des systèmes intelligents et de robotique (ISIR), Université Pierre et Marie Curie, CNRS, Paris

Agnès ROBY-RAMI, Laboratoire « Neurophysique et physiologie des systèmes moteurs », Université Paris Descartes, Paris

Stéphane MAZALAIGUE, Ingénieur, responsable du service technique, Collin ORL, Bagneux

Rodolphe GELIN, Responsable des programmes « Systèmes interactifs » au Laboratoire d'intégration des systèmes et des technologies (LIST), CEA, Fontenay-aux-Roses

Grand Témoin : Philippe DECQ, Service de neurochirurgie, Hôpital Henri Mondor, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Créteil

Qu'elle soit destinée à assister les médecins pour des actes chirurgicaux, de diagnostic, ou d'apprentissage, ou qu'elle vise à assister les personnes handicapées et les personnes âgées dans leur vie quotidienne, la robotique médicale n'a plus à prouver son utilité. Interdisciplinaire et transversale par nature, cette spécialité fait l'objet d'intenses recherches et connaît de multiples développements pratiques, dont cette Transversale illustre quelques facettes.

Les grandes tendances de la R&D en robotique médicale

Philippe BIDAUD,

Directeur de l'Institut des systèmes intelligents et de robotique (ISIR), Université Pierre et Marie Curie, CNRS, Paris

philippe.bidaud@upmc.fr

Les technologies de la robotique offrent un potentiel considérable de développement de systèmes pour des interventions chirurgicales non invasives, la suppléance fonctionnelle, la rééducation ou les aides pour diverses formes de handicap moteur et cognitif, ou plus simplement pour les personnes âgées (gérontechnologies). Ces technologies reposent sur des architectures souvent complexes réunissant des systèmes mécaniques, électroniques, et les logiciels associés, mais aussi des « contenus » adaptés à la réalisation de fonctions thérapeutiques, de diagnostics comme à la rééducation.

L'ISIR

L'Institut des systèmes intelligents et de robotique (ISIR) a été créé le 1er janvier 2007 par le regroupement de plusieurs équipes de recherche en sciences de l'ingénieur et en neurosciences de l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC) dans l'objectif de former des équipes de recherche pluridisciplinaires, allant de la mécanique à l'automatique en passant par le traitement du signal ou la biologie, et dont les travaux sont centrés sur les grandes problématiques de la robotique et du vivant.

En collaboration avec plusieurs services hospitaliers de chirurgie et de médecine, notamment gériatriques, l'ISIR développe des systèmes d'assistance aux gestes médico-chirurgicaux, des systèmes interactifs de micromanipulation ou de caractérisation d'objets biologiques, des systèmes de perception artificielle, d'analyse et d'apprentissage du mouvement humain et des fonctions sensori-motrices, ou encore des solutions d'assistance à la mobilité de patients ou destinées à la rééducation.

L'assistance aux personnes passe aussi par des systèmes qui permettent de diagnostiquer. Par exemple, on peut chercher à quantifier la robustesse de la régulation posturale afin de détecter un risque de chute, ou encore les troubles de la locution liés à des affections neuro-dégénératives. Ajoutons que la robotique médicale touche également aux fonctions complexes du cerveau avec l'émergence des « interfaces cerveau-ordinateur » qui pourraient permettre à terme de commander des organes artificiels robotisés « par la pensée ».

Ces activités de recherche, adossées à des formations de master et doctorales, se déroulent dans un espace européen où les technologies de la santé exploitant les techniques de la robotique reçoivent un intérêt grandissant – elles occupent une part importante du 7e programme cadre de la communauté européenne – avec en particulier des programmes dédiés aux seniors.

Les robots chirurgiens

A l'ISIR, un groupe de recherche, dirigé par Guillaume Morel, a en charge le développement de systèmes d'assistance à la chirurgie. Il existe déjà sur le marché plusieurs « robots chirurgiens » auxquels on reconnaît des qualités : notamment la précision des gestes, l'accessibilité à des zones où la main ne peut aller, et la productivité. Mais leur coût d'utilisation et de maintenance, leur complexité, leur encombrement, à l'image du robot Da Vinci, expliquent que, dans leurs formes actuelles, ils ne soient pas adaptés à des fonctions d'usage quotidien dans des blocs opératoires et qu'ils restent sous-exploités dans les hôpitaux.

Il est donc nécessaire de réaliser des recherches visant à mettre en œuvre des systèmes d'assistance chirurgicaux véritablement opérationnels. L'un des problèmes à résoudre est l'absence de retour tactile (haptique) des interactions entre les tissus et les instruments. L'ISIR développe des instruments qui restituent cette information tactile, permettant de maîtriser les interactions des instruments insérés par un trocart. Des systèmes dits à haute mobilité peuvent naviguer de manière contrôlée dans les cavités, par exemple pour réaliser un pontage coronaire. Une autre problématique faisant l'objet de recherches est la coordination entre la main et l'œil, et le guidage par l'image avec des outils 2D et 3D qui permettraient par exemple de localiser très précisément la pointe d'un instrument manipulé par un robot.

Notre sponsor



L'assistance aux personnes

Cette problématique constitue une activité centrale pour l'ISIR. Elle comprend des recherches visant à créer des interfaces homme - systèmes permettant d'interagir et de commander des systèmes robotiques, des méthodes de traitement du signal qui rendent un robot capable d'interpréter un geste, des techniques de reconnaissance des visages et des expressions faciales, des systèmes d'analyse des activités posturales, et diverses interfaces visant suppléer et assister les fonctions motrices et cognitives ou à restituer la mobilité et l'autonomie des personnes handicapées ou âgées.

Ces recherches font largement appel à la modélisation. Par exemple, un robot ne pourra quantifier un comportement moteur à des fins diagnostiques ou de rééducation que s'il peut rapporter les données observées à une base de modèles. Celle-ci devra intégrer des données relatives aux structures neuronales et aux apprentissages nécessaires à la réalisation des mouvements, mais aussi des données relatives à ce qui se passe dans les muscles et les articulations lors des différents mouvements, ainsi que des données de perception de l'environnement.

Pour en savoir plus

ISIR

<http://www.robot.jussieu.fr/>

Les méthodes d'étude du contrôle moteur humain normal ou pathologique

Agnès ROBY-BRAMI

Laboratoire « Neurophysique et physiologie », Université Paris Descartes, Paris

agnes.robby-brami@univ-paris5.fr

L'un des objectifs de l'étude du contrôle moteur humain par le système nerveux central est de mieux comprendre les interactions homme-machine afin de développer des applications dans le domaine de la robotique médicale et du handicap. Dans ce domaine, les robots peuvent soit intervenir pour rééduquer un membre paralysé en le forçant à travailler de manière répétitive (voir l'exposé de Rodolphe Gelin), soit évaluer les performances du mouvement à des fins diagnostiques et de suivi.

Une mécanique complexe

Les mouvements du corps humain reposent sur une mécanique complexe, des systèmes multiarticulés, redondants (pour chaque position de la main, par exemple, existent une infinité de configurations possibles du bras), et qui font intervenir un très grand nombre de muscles concourant à la même fonction, sous le contrôle permanent des organes des sens et du cerveau. Ce sont les chercheurs en robotique qui ont fait comprendre aux physiologistes la complexité des calculs que le cerveau doit résoudre pour commander les mouvements. A l'évidence, l'étude du mouvement ne peut être que multidisciplinaire, associant l'analyse du système nerveux central par des techniques d'électrophysiologie et d'imagerie à la modélisation mathématique et à la simulation sur ordinateurs.

Les mécanismes du contrôle moteur par le cerveau sont encore controversés. Deux théories, issues de la robotique, tentent d'en rendre compte. Selon la première, la théorie des « modèles internes », proposée par le roboticien et physiologiste japonais Mitsuo Kawato en 1998, le système nerveux central (SNC) est un contrôleur adaptatif et l'apprentissage du mouvement se réalise par la construction de modèles internes de programmes moteurs au niveau du cervelet. Pour la deuxième, la théorie des systèmes dynamiques, il n'y a pas stockage de modèles mais émergence des caractéristiques du mouvement « en ligne », à partir des contraintes mécaniques du corps et de l'environnement. Cette théorie fait appel à une modélisation non linéaire du mouvement.

Principes expérimentaux

Les travaux expérimentaux de Marc Jeannerod dans les années 1980 ont été pionniers dans l'approche scientifique du mouvement. Par exemple, une expérience consiste à installer des capteurs sur le poignet et au bout des doigts, puis à demander au sujet de saisir des objets à trois distances différentes. La vitesse du capteur fixé sur le poignet décrit alors une courbe très fluide, et non pas saccadée, ce qui montre que le mouvement est anticipé. Il n'y a pas de rétrocontrôle permanent du mouvement par les yeux : en même temps que le poignet se déplace vers la cible, le mouvement

Notre sponsor



d'ouverture de la main est préparé. Si l'on compare des sujets valides et des patients, la courbe du mouvement est beaucoup moins fluide chez ces derniers.

Des techniques optiques associées à des enregistrements électromyographiques peuvent mesurer la réaction au sol lors d'une marche. On peut reconstituer grâce à la modélisation biomécanique les variables de rotation angulaire des articulations, les couples, l'activation des muscles, etc. Ces analyses, utilisées aux Etats-Unis, commencent à l'être en Europe par les chirurgiens pour décider des interventions orthopédiques et organiser le suivi des patients.

Dans notre laboratoire, nous développons des techniques associant capteurs électromagnétiques et modélisation biomécanique pour analyser le mouvement et établir des comparaisons entre sujets valides et handicapés, dans une perspective de rééducation et en collaboration avec l'hôpital de Garches (service de médecine physique et de réadaptation, Hauts de Seine). Ces techniques sont d'abord testées sur la plate-forme sensorimotricité Paris Descartes. Par exemple, chez un patient hémiparésique (paralysie incomplète d'une moitié du corps) par suite d'un accident vasculaire cérébral (AVC), l'atteinte de la partie controlatérale peut régresser spontanément et les patients récupèrent progressivement. L'analyse du mouvement par ces techniques permet alors d'apprécier les progrès de la rééducation et d'améliorer la prise en charge des déficiences.

A terme, ces méthodes pourront être utilisées dans des conditions « nomades », hors laboratoires, grâce à des techniques incluant des capteurs inertiels portés par les personnes à la maison ou sur leur lieu de travail et le couplage avec des capteurs environnementaux.

Pour en savoir plus

- <https://www.neurophys.biomedicale.univ-paris5.fr/~roby/>
- I. Laffont et al., Evaluation du membre supérieur: exemple de l'évaluation de la préhension du sujet tétraplégique C6. In : Innovations technologiques et handicap, Entretiens de l'Institut Garches, F. Lofaso, A. Roby-Brami, J.F. Ravaud (IFR25 - IFRH) eds, Editions Frison-Roche, Paris, 2004, 159-174.
- A. Roby-Brami et al., Point de travail et synergies : apport des théories du contrôle moteur pour la suppléance perceptive. Publication électronique Arobase. 2005, 1, 75-84. ISSN 1278 379X. <http://www.univ-rouen.fr/arobase/v8/roby-brami.pdf>
- M. Kawato (1999) Internal models for motor control and trajectory planning. Current Opinion in Neurobiology, 9,718-727. <http://www.cns.atr.jp/%7Ekawato/Ppdf/CONB.pdf>

Discussion

Peut-on revenir sur la faible utilisation des robots chirurgiens tels que Da Vinci ? Quelles en sont les raisons exactes ?

Philippe Decq

Service de neurochirurgie, Hôpital Henri Mondor, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Créteil

On est là face au problème de l'usage des technologies robotiques. Lors d'un congrès, un chirurgien était fier de montrer les performances d'une prothèse de bras chez un homme amputé de l'avant-bras. Celui-ci pouvait saisir toutes sortes d'objets. Mais quand je lui demandai s'il utilisait sa prothèse dans la vie quotidienne, il me répondit qu'il ne la « sortait » que dans les grandes occasions. Cette anecdote donne une idée de la difficulté d'usage des systèmes robotiques d'assistance, souvent incommodes ou mal adaptés. Da Vinci est un immense robot très encombrant qui certes peut permettre des opérations chirurgicales à distance et dans des endroits du corps que l'on ne peut atteindre facilement à la main, mais qui ne peut être utilisé couramment : coûteux en raison des pièces particulières nécessaires, il augmente aussi la durée des interventions.

Notre sponsor



Philippe Bidaud

Da Vinci est un système performant issu d'une recherche de grande qualité. Mais la difficulté à l'utiliser souligne la nécessité d'un processus permanent de réflexion entre chercheurs et chirurgiens. Cette fertilisation croisée des pratiques et des questionnements scientifiques doit viser non seulement à mettre au point des systèmes assurant la réalisation de gestes dextres mais aussi à les perfectionner ensuite. Ce qui manque souvent, en effet, c'est la poursuite du dialogue une fois la technique mise au point, alors que le parcours de l'objet technique ne fait que commencer et doit être approprié par le corps médical pour être efficace.

Agnès Roby-Brami

Pour revenir au coût d'utilisation d'une prothèse, il ne faut pas négliger le coût induit en termes de concentration, de dépenses cognitives nécessaires pour l'utiliser correctement. Le mouvement réalisé avec la prothèse peut être bon du point de vue cinématique, mais il se révèle trop difficile à réaliser dans la vie quotidienne. Cela montre que la collaboration avec les usagers doit intervenir très tôt dans le processus de développement de systèmes robotiques.

Philippe Bidaud

Deux approches peuvent paraître difficiles à concilier : soit l'on part d'une question médicale pour mettre au point un système, soit le chercheur souhaitera démontrer qu'un système robotique qu'il a développé a des applications en médecine. L'absence de rapprochement de ces approches autour des patients conduit souvent à des échecs de l'une comme de l'autre.

Agnès Roby-Brami

Une autre façon de poser le problème est de séparer ce qui doit être automatique de ce qui doit être commandé par l'humain.

Philippe Decq

Selon moi, la vraie question que les médecins doivent se poser est : pourquoi ai-je besoin de ces systèmes dans ma pratique ? Les robots sont souvent utiles pour réaliser ce que le médecin ne sait ou ne peut pas faire : analyser le mouvement, poser un diagnostic quantitatif, effectuer un geste chirurgical dans une région inaccessible, etc.

Futur et perspectives de la robotique pour la microchirurgie de l'oreille

Stéphane MAZALAIGUE

Ingénieur, responsable du service technique, Collin ORL, Bagneux
smazalaigue@collinmedical.fr

Depuis 2002, en partenariat avec le Service de santé des Armées, Collin a développé un système de chirurgie assistée par ordinateur, un navigateur nommé Digipointeur, qui est aujourd'hui commercialisé dans le domaine exclusif de l'ORL. Ce navigateur permet un contrôle visuel permanent des instruments chirurgicaux et le positionnement très précis de l'instrument. En 2006, la société a monté une petite équipe consacrée à la chirurgie robotisée de l'oreille avec le Laboratoire de robotique de Paris (aujourd'hui intégré à l'ISIR) et l'équipe du Pr Olivier Sterkers, chef du service ORL de l'hôpital Beaujon (Clichy, Hauts de Seine).

L'oreille impose, par son anatomie et ses dimensions, une véritable microchirurgie. Les zones à atteindre sont soit l'oreille moyenne (tympan, chaîne ossiculaire, caisse), soit l'oreille interne (vestibule, l'organe de l'équilibre, nerf auditif, cochlée qui transforme le signal mécanique transféré par la chaîne ossiculaire en signal électrique, qui est transmis au cerveau).

Une voie d'abord étroite

Dans le premier cas, la pose de prothèse d'oreille moyenne vise à traiter l'otospongiose, qui provoque un défaut de transmission des vibrations sonores vers l'oreille interne. Le traitement actuel consiste généralement à exciser chirurgicalement le tissu en excès ou à remplacer les osselets ou la fenêtre du vestibule.

Notre sponsor



Dans le second cas, la pose d'un implant cochléaire est indiquée dans le traitement de la cophose, une surdité de perception partielle ou totale due à la dégénérescence des cellules ciliées de la cochlée ou à l'ossification de la cochlée. Le chirurgien fait un trou derrière l'oreille (mastoidectomie), parvient dans la caisse et insère par la fenêtre ronde ou par une cochléostomie le porte-électrodes de l'implant.

La voie d'abord à l'oreille interne étant très étroite, le risque opératoire n'est pas négligeable : endommagement du nerf facial proche de la cochlée, des canaux semi circulaires (perte de l'équilibre) ou des méninges (fuite de liquide céphalorachidien et complications).

Aujourd'hui, la navigation (la chirurgie assistée par ordinateur) est un élément incontournable pour pouvoir robotiser la pose d'implants ORL avec des micromanipulateurs dédiés. Notre travail sur l'oreille moyenne sert surtout à définir des contraintes pour la chirurgie robotisée de l'oreille interne, domaine qui fait l'objet des travaux les plus importants dans le monde (notamment avec Robert Labadie, Department of Otolaryngology, Vanderbilt University, et Thomas Lenarz, Université de Hanovre).

L'architecture du système

Le projet mené par Collin, l'ISIR et l'hôpital Beaujon vise à concevoir un système robotisé de chirurgie dont l'architecture particulière place le chirurgien au cœur du système comme un pilote dans un avion. Autour de lui, la robotisation fiabilisera les gestes effectués tandis que le navigateur lui apportera des informations tridimensionnelles sur sa position et sa direction.

Pour les opérateurs, ce système apportera plus de sécurité et d'efficacité dans leur gestuel (pas de tremblement, notamment), et probablement une visualisation améliorée du site opératoire. L'objectif est de ne pas rallonger significativement l'opération (otospongiose : 30 mn à 1h, implant cochléaire : 1 à 2 h).

Pour les patients, la navigation robotisée apportera moins de traumatismes (douleurs et cicatrisation diminuées), réduira le risque d'infection, permettra probablement d'envisager une anesthésie locale et des séjours moins longs à l'hôpital.

Pour en savoir plus

Collin ORL

<http://www.collin-ork.com/>

Navigateur Digipointeur

http://www.collin-ork.com/index.php?rub=digipointeur_caracteristiques#caracteristiques

Interview du Pr Olivier Sterkers, Paris Match, 27 juillet 2007

[http://www.parismatch.com/parismatch/match-guide/match-sante/le-pr-olivier-sterkers/\(qid\)/1016](http://www.parismatch.com/parismatch/match-guide/match-sante/le-pr-olivier-sterkers/(qid)/1016)

La robotique d'aide aux personnes handicapées

Rodolphe GELIN

Responsable des programmes « Systèmes interactifs » au Laboratoire d'intégration des systèmes et des technologies (LIST), CEA, Fontenay-aux-Roses

rodolphe.gelin@cea.fr

Depuis les années 1970, le CEA a transféré son expertise issue de la robotique en milieu hostile, qui avait mené à la création de plusieurs systèmes à retour d'effort, à la recherche de systèmes robotiques d'aide aux personnes handicapées.

Initialement le projet SPARTACUS a été mené avec l'Inria et l'Inserm en vue de mettre au point un robot permettant aux tétraplégiques de recouvrer une certaine autonomie. Le projet n'avait pas vocation à déboucher sur un produit industriel, compte tenu de son coût et de son encombrement.

Le premier vrai robot commercialisable d'assistance aux handicapés, MASTER (Manipulateur autonome au service des tétraplégiques pour l'environnement et la réadaptation), est né à la fin des années 1980. Il possédait six degrés de liberté. Fixe, installé dans une station de travail, il manipulait

Notre sponsor



des objets à la place de la personne grâce à un bras articulé. Dans un tel dispositif, le robot se dirige vers des positions préenregistrées.

L'interface homme machine peut donc être très simple. Dédié à la réinsertion des personnes handicapées dans le monde du travail, ce robot a connu plusieurs générations mais l'entreprise qui avait pris le risque de l'industrialiser, Afma Robots, n'en a pas commercialisé un seul, le rapport coût/bénéfice paraissant encore trop élevé. En effet, le défaut principal d'un tel robot est qu'il ne peut « naviguer » que dans un environnement qu'il connaît.

A cette époque, le rapprochement avec l'Hôpital universitaire Raymond Poincaré de Garches et d'autres centres de rééducation réunis au sein de l'association APPROCHE (Association pour la promotion des plates-formes robotiques concernant les personnes handicapées, présidée par le Dr Michel Busnel) a permis de mieux appréhender les besoins des handicapés et de mettre en place une évaluation des systèmes robotiques. Cette collaboration se poursuit aujourd'hui.

Les projets AVISO et SAM

Dans ce cadre collaboratif, le LIST a mis au point le système AVISO, un dispositif capable d'aller chercher les objets environnants une fois que la personne les a sélectionnés sur un écran d'ordinateur. Il repose sur un bras articulé Manus de la société néerlandaise Exact Dynamics, fixé sur le fauteuil roulant, et sur un système de visualisation de l'environnement : des caméras installées sur la pince du robot présentent les images des objets à la personne handicapée. Celle-ci, à l'aide d'un joystick, peut désigner l'objet qu'elle souhaite faire saisir.

L'étape suivante a consisté à créer un robot capable de se mouvoir tout seul en intégrant le système AVISO sur une base mobile qui peut aller chercher un objet à distance. Ce robot, nommé SAM, a été développé dans le cadre du projet européen ANSO (Autonomic networks for SOHO users), lancé en 2005. Les recherches actuelles portent sur la simplification de l'interface homme-machine afin de pouvoir installer ce type de robot dans un vrai appartement thérapeutique de centres de rééducation. Cette phase permettra aux personnes handicapées de s'approprier le système, de l'évaluer et d'exprimer de nouveaux besoins.

La rééducation des membres

Le deuxième grand thème de la robotique d'assistance aux handicapés est la rééducation : comment les aider à recouvrer de la motricité ?

A cette fin, le LIST a lancé le projet Kiné-haptique à partir de robots à retour d'effort développés pour le nucléaire. L'objectif est de définir un ensemble d'exercices de mobilisation du membre à rééduquer, pour travailler la rapidité et l'amplitude du geste. L'interface haptique guide le bras de la personne le long de la bonne trajectoire, soit pour l'aider à reproduire le bon geste soit pour freiner son geste et renforcer le membre. Le côté ludique du système est assuré par des environnements virtuels en trois dimensions.

L'évaluation dans les centres de rééducation a permis d'engranger des critiques permettant de l'améliorer. Un deuxième système à quatre câbles, Kiné-haptique 2, permettant un volume de travail plus grand, a été développé en partenariat avec la société Haption, spin-off du CEA, et évalué dans des centres APPROCHE en 2007.

Le projet Brahma, mené en collaboration avec l'ISIR et l'université Paris Descartes) correspond à une autre approche qui vise à développer une orthèse, un « exosquelette » qui épouse le mouvement du bras en maîtrisant les mouvements du coude et de l'épaule.

L'indispensable écosystème

Pour l'avenir, le LIST a en projet l'industrialisation du robot Kiné-haptique, l'amélioration des performances du bras embarqué sur AVISO, la mise en place de nouvelles fonctions sur le robot SAM, la diversification de la reconnaissance d'objets et des stratégies de saisie ou encore l'amélioration de l'interface homme machine.

Nous souhaitons aussi développer l'usage de ces robots d'assistance via une expérimentation à relativement grande échelle (20 robots) dans des appartements thérapeutiques de centres de

Notre sponsor



rééducation. De plus, la robotique d'assistance restera orpheline tant que nous ne parviendrons pas à mettre en place un « écosystème » associant le laboratoire de conception, le fabricant, le distributeur réparateur, le prescripteur (assurances), et le financeur (assurance maladie, assureurs).

Pour en savoir plus

LIST

<http://www-list.cea.fr/>

CEA, Recherches en robotique pour le handicap

http://www.cea.fr/content/download/4954/31957/file/DP_Robotique-Handicap.pdf

C. Leroux et al. (2006) Interface intelligente pour la saisie d'objets robotisée

<http://www-ist.cea.fr/publiccea/exl-doc/200600001995.pdf>

Fondation Garches

<http://www.handicap.org/>

Discussion

Un participant

Vous disiez tout à l'heure que les robots sont utiles pour effectuer des gestes que les médecins ne savent pas faire, alors que dans le cas de la microchirurgie de l'oreille le robot accomplit des gestes que le chirurgien maîtrise déjà. Quel est alors l'apport réel de la chirurgie robotisée pour la pose d'implants ?

Stéphane Mazalaigue

Pour l'insertion d'un implant cochléaire, le chirurgien réalise un trou dans l'apophyse mastoïde de l'os temporal, derrière l'oreille, afin de disposer d'un espace minimum de travail. La navigation devrait permettre de réduire la dimension de ce trou d'accès. Ensuite, pour la pose des électrodes, les méthodes actuelles posent beaucoup de questions : comment les insérer de la manière la moins traumatique possible, comment déterminer le trajet de pose le plus tangentiel à la cochlée pour éviter tout frottement qui l'endommagerait ? La robotisation permettrait de rendre ces gestes plus précis et haptiques grâce à un retour d'informations.

Une participante

Vous n'avez pas évoqué les prothèses intelligentes. Où en est-on ?

Rodolphe Gelin

Ces systèmes progressent, notamment grâce aux financements militaires américains (Darpa). Ainsi, en 2005, l'équipe de Tod Kuiken (Rehabilitation Institute of Chicago) a développé un système avec lequel une personne amputée des deux bras pilotait un bras robotisé. En 2008, un groupe de Pittsburgh est arrivé à faire saisir des aliments à des macaques à l'aide de bras robotiques connectés directement à leur cortex cérébral moteur.

Un participant, médecin de réadaptation

La pratique de la rééducation sensorielle montre que les bras des robots devraient être pourvus de capteurs pour rester proches des systèmes naturels sensori-moteurs et utiliser les capacités des personnes handicapées. Est-ce envisageable ?

Rodolphe Gelin

Il est beaucoup trop tôt pour l'affirmer. Ce type d'orthèse reste au niveau de la recherche. Mais il est sûr qu'il faudrait utiliser au mieux les capacités résiduelles des handicapés pour qu'ils puissent conserver au maximum le contact avec leur environnement.

Une participante

Vous n'évoquez pas les liens de la robotique avec l'ergonomie des produits, pour leur adaptation au plus grand nombre.

Rodolphe Gelin

Vous avez raison, c'est le problème du « design for all » : on peut chercher d'emblée des applications plus larges que celles qui concernent les personnes handicapées. Mais inversement, le micromarché

Notre sponsor



du handicap peut faire tomber les barrières et mener à de plus gros marchés. Ainsi les fauteuils électriques, réservés d'abord aux personnes handicapés, se diffusent maintenant parmi les personnes âgées.

Agnès Roby-Brami

C'est une question intéressante qui souligne la nécessité de l'écosystème dont parlait Rodolphe Gelin. C'est ce qu'ont su faire les Néerlandais autour du bras Manus. Rien n'interdit d'espérer que la France en soit aussi capable pour ses propres systèmes robotisés.

Prochaine Transversale Santé :

Thérapie génique : le renouveau ?

Le 16 septembre 2008 à 18h30

MEDICEN PARIS REGION 6 rue Alexandre Cabanel 75015 Paris

Métro Cambronne (6), La Motte Picquet Grenelle (6-8-10)

[\[Inscription\]](#)

<http://www.parisdeveloppement.com/la-technopole-parisienne/3-poles-innovants/pole-sante/les-transversales-sante/inscription.html>

Notre sponsor

