HAL open science

Action et spatialité du corps propre dans la perception prothétisée de formes

Charles Lenay

To cite this version:

Charles Lenay. Action et spatialité du corps propre dans la perception prothétisée de formes. 2005. hal-00003521

HAL Id: hal-00003521

https://hal.science/hal-00003521v1

Preprint submitted on 20 Jan 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Action et spatialité du corps propre dans la perception prothétisée de formes *

Responsable scientifique : Charles LENAY

Charles LENAY
COSTECH
Université de Technologie de Compiègne,
Tel : 03 44 23 43 68
E-mail : charles.lenay@utc.fr

Sous-thèmes dont relève ce projet :
Corps, mouvement, perception des objets dans l'espace, handicaps
Espace, vision, images
Représentation de l'espace
Déplacements, itinéraires, parcours, navigation
Étude de certains types d'espaces organisés - Espace du texte

Équipes partenaires

- Biomécanique et Génie Biomédical - UMR CNRS 6600 - UTC
- Neurophysique et Physiologie du Système Moteur CNRS FRE 2361
  Université René Descartes Paris 5, 45 rue des Saints Pères
  75270 PARIS CEDEX 6
- Institut des Sciences Cognitives (CNRS UPR 9075)
  67 Boulevard Pinel, 69 675 Bron Cedex

Résumé signalétique

L'activité perceptive peut être étudiée à l'aide de systèmes de perception prothétisée (dispositifs de substitution sensorielle). Ils permettent un contrôle strict des stimulations sensorielles délivrées en fonction des actions du sujet et de l'état de son environnement. On peut ainsi se placer dans des conditions limites qui rendent possibles une observation détaillée des « trajectoires perceptives » dans l'espace des formes à percevoir. Cette perception doit alors être comprise comme l'extraction d'invariants sensori-moteurs (lois de contingences sensori-motrices) liant les actions effectuées aux sensations reçues. Et l'on se demande qu'elle est la part dans cette activité de l'information proprioceptive sur l'action, et la part de l'information extéroceptive reçue via les champs récepteurs. L'étude expérimentale s'effectue en jouant sur la richesse des effecteurs et des entrées sensorielles accessibles au sujet. On vise ainsi une analyse systématique du rôle de l'organisation spatiale des champs récepteurs (spatialité du corps propre) dans la résolution de tâches perceptives. On procède ensuite à l'analyse et la modélisation de cette activité, enregistrée sous forme de trajectoires perceptives.

Mots-clés : Perception • Prothèse • Substitution sensorielle • Suppléance perceptive • Contingence sensori-motrice • Reconnaissance de forme • Corps propre.

Nombre de participants : Neurosciences : 4 ; biomécanique : 2 ; psychophysique : 1 ; mathématiques : 1 ; philosophie : 1

Hommes/mois : 59 mois pour 9 personnes, soit 6,3 hommes - mois

* Ce projet a bénéficié d'un complément de soutien financier, de la part de Cognitique, au titre de l'aide à la valorisation.

Rappel des enjeux et objectifs fixés à l'origine

Nous travaillons dans le contexte de systèmes de perception prothétisée (dispositifs de substitution sensorielle) qui permettent un contrôle strict des stimulations sensorielles délivrées en fonction des actions du sujet et de l'état de son environnement. Dans notre cas, des variations « lumineuses », correspondant à des formes numériques inscrites en noir et blanc sur l'écran d'un ordinateur, sont captées par des champs récepteurs dont le sujet contrôle les déplacements via le stylet d'une tablette graphique. Ces variations sont converties en stimulations sensorielles tactiles, et le sujet doit réaliser ses tâches perceptives à l'aveugle (les sujets voyants ont les yeux bandés). Dans les conditions limites que nous nous imposons (limitation drastique de l'entrée sensorielle extéroceptive) il est clair que la perception est active : elle se constitue dans le couplage sensori-moteur avec le milieu comme une relation invariante entre actions et sensations (i.e. contingences sensori-motrices). Mais dès lors, qu'elle est la part de l'information proprioceptive sur l'action effectuée, et la part de l'information extéroceptive reçue par les champs récepteurs (et transformée en stimulations sensorielles) ?

L'objectif de notre recherche est de comprendre, dans l'activité perceptive, le rôle de la spatialité du corps propre, c'est-à-dire ici les dimensions, le nombre et la répartition spatiale des champs récepteurs. Nous nous proposions d'amorcer cette étude par une série d'expériences de résolution de tâches perceptives simples en contrôlant les variations des champs récepteurs. De plus, notre dispositif expérimental, qui ne donne accès qu'à la perception de formes bidimensionnelles, permet un enregistrement précis des trajectoires perceptives. L'étude de ces trajectoires devait alors permettre de pénétrer l'intimité de l'activité perceptive et de proposer des modélisations qui en rendent compte.

Pour étudier le rôle de la connaissance de l'action dans cette activité nous nous proposions aussi de faire varier une information sensorielle indiquant directement la direction, l'amplitude ou même la position absolue des champs récepteurs.

Calendrier prévisionnel

- Septembre 1999 - décembre 1999 : Mise en place du dispositif, études préliminaires.
  Comparaison des différentes modalités de retour sensoriel avec un seul champ récepteur et le stylet tactile.
- Janvier 2000 - juillet 2000 : Parallélisme et organisation des capteurs.
  Étude de l'effet d'une augmentation progressive du parallélisme de champs récepteurs disposés en matrices, sur la qualité de la reconnaissance de forme et sur la dynamique des trajectoires perceptives. Étude de l'apport d'autres dispositions des champs récepteurs.
- Septembre 2000 - décembre 2000 : Avec des modes de commande "stylet" puis "boutons du clavier" étude de la dégradation de la capacité de reconnaissance de forme avec la dégradation d'une information sensorielle sur l'action.
- Janvier 2001 - juin 2001 : Comparaison, mise en équivalence, conclusion

Résumé des résultats effectivement atteints

Notre premier et plus important résultat a été de confirmer l'intérêt d'une approche de la perception comme une activité inséparable des mouvements du sujet. Ceci a été fait de façon expérimentale et a donné lieu à des modélisations que l'on a pu confronter aux observations. Plus spécifiquement nous nous sommes intéressés au rôle de l'organisation spatiale des champs récepteurs aux stimuli extéroceptifs, et nous avons montré que leur nombre et leur dimension enrichissaient ou affectaient la précision ou la vitesse de cette activité perceptive.

Nous avons développé un dispositif expérimental spécifique, le « stylet tactile » qui permet une exploration tactile des formes affichées sur un écran d'ordinateur. Nous avons pu montrer que même dans la situation limite d'un seul champ récepteur (un seul bit d'information à chaque instant) la perception de formes simples était possible (localisation, orientation, dimensions) et que d'ailleurs elle était indépendante de la modalité sensorielle particulière (vue, ouïe, toucher) par laquelle l'information extéroceptive était donnée. Dans ce cadre nous avons aussi étudié la dérive proprioceptive et l'existence d'une forme de synthèse spatiale qui vient, en partie, en corriger les effets.

Ces études expérimentales ont été poursuivies par une analyse mathématique des trajectoires perceptives et par leur modélisation informatique. L'analyse a mis en évidence des critères objectifs (liés à la dynamique du rayon de courbure) de la perception subjective de la continuité d'une ligne. On a alors modélisé des algorithmes susceptibles de reproduire ces trajectoires dans des conditions semblables à celles des êtres humains, ceci suivant deux méthodes. D'une part, par dialogue avec les sujets, on a écrit un ensemble de stratégies perceptives (règles liant les sensations aux actions) reflétant leur expérience en première personne, puis on vérifie que le programme fonctionne effectivement de façon semblable. D'autre part, on a proposé un algorithme qui serait capable de l'apprentissage de ces stratégies.

Nous avons alors étudié l'effet d'une augmentation du nombre et de la disposition de champs récepteurs couplés à autant de stimulateurs tactiles (entre 1 et 16). Nous avons montré que le nombre de champs récepteurs améliorait la reconnaissance de formes simples (orientation et longueurs de segments, angles et courbes). Nous avons alors examiné la façon dont l'augmentation de la surface ou du nombre de champs

récepteurs altérait la dynamique de la trajectoire perceptive. Par ailleurs, nous avons étudié l'effet perceptif d'un contrôle actif de l'orientation des champs récepteurs.

Ces travaux ont participé au développement de prothèses qui, nous l'espérons, devraient se révéler utiles aux aveugles, en particulier aux jeunes aveugles en classe de mathématique, en leur donnant accès aux graphiques et courbes mathématiques simples. En même temps, ces nouvelles interfaces permettraient un mode d'accès original aux réseaux internet par la constitution d'espaces virtuels d'interaction tactile.

Publications issues du projet

Publications dans des colloques internationaux avec comité de lecture

Hanneton S., Gapenne O., Genouel C., Lenay C., Marque C., Dynamics of Shape Recognition Through a Minimal Visuo-Tactile Sensory Substitution Interface, *Third Int. Conf. On Cognitive and Neural Systems*, mai 1999, Boston, USA, pp. 26-29.

Marque C., Gapenne O., Lenay C., Vanhoutte C., Stewart J. (2000) "The Visual Glove : 2D form recognition by means of supply technology", In *Proceedings of the Sixth International Conference on Tactile Aids, Hearing Aids and Cochlear Implants (ISAC'00)*, Exeter, Angleterre, pp. 87-90.

Lenay, C., Hanneton, S. & Gapenne, O. (2000), Virtual space and perception substitution. In *Proceedings of the 40th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2000)*, IIIE, Vol. III (Virtual Engineering and Emergent Computing), Orlando Floride (USA), pp. 674-677 (selected as the best paper presented in the session Virtual Engineering II.)

Gapenne O., Lenay C., Stewart J., Bériot H., and Meidine D. (2001) Prosthetic Device and 2D Form Perception : The Role of Increasing Degrees of Parallelism, In *Proceedings of the Conference on Assistive Technology for Vision and Hearing Impairement* (CVHI'2001), Castelvecchio Pascoli, Italie pp. (CD Rom à venir).

Revues françaises avec comité de lecture

Lenay C., Gapenne O., Hanneton S., Stewart J. (1999) Perception et couplage sensori-moteur : expériences et discussion épistémologique, *Intelligence Artificielle Située 99*, A. Drogoul et J.A.Meyer (Eds.) Hermès, 1999, pp. 71-86.

Lenay C., Sebbah F., La constitution de la perception spatiale. Approches phénoménologique et expérimentale. Intellectica, 2001/1, n° 32, pp. 45-86.

Lenay C., Gapenne O., Stewart J. (2002) Perception spatiale prothétisée : outils d'étude de la localisation et de la reconnaissance de formes. In *Espace du Geste et de la Posture*, Thullier, F. & Lestienne F.G. (Eds), Paris, Europia.

Lenay C., Stewart J., Gapenne O., (2002) Espace d'action technique et geste perceptif, in *Le geste technique : réflexions méthodologiques et anthropologiques*, Bril B. et Roux V. (Eds) Ramonville Saint-Agne : Éditions Erès (Revue d'Anthropologie des connaissances, Technologies/Idéologies/Pratiques) (sous presse).

Chapitres de livres

Lenay C., Gapenne O., Hanneton S. et Stewart J., Perception et couplage sensori-moteur : expériences et discussion épistémologique, *Intelligence Artificielle Située 99*, A. Drogoul et J.A.Meyer (Eds.) Hermès, 1999, pp. 71-86.

Lenay C., Gapenne O., Hanneton S., Marque, C. & Genouel, C. La substitution sensorielle. Limites et perspectives. In Y. Hatwell, A. Streri & E. Gentaz (Eds). *Toucher pour connaître. Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*, Paris, PUF, 2000.