

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (1999)
Heft: 42

Artikel: Mondes virtuels au bout du bras
Autor: Bührer, Michel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-971403>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Mondes virtuels au bout du bras

PAR MICHEL BÜHRER

PHOTOS BÜHRER BRAMAZ/FNS ET KEY/SPL

Les accros des jeux vidéo connaissent les joysticks qui produisent une réaction en fonction du déroulement de l'action sur leur écran. Il s'agit le plus souvent d'impulsions grossières qui se traduisent par une certaine résistance de la manette, voire des impressions de choc. L'EPFL développe actuellement des prototypes d'interfaces à retour de force très sensibles, capables de simuler un environnement réel. Les applications sont en bonne voie: espace et chirurgie.

Sur l'écran de l'ordinateur, la figure virtuelle ressemble à une brochette. Autour d'un axe, une série de plots imbriqués, de formes et de couleurs différentes, tourne sur elle-même. En promenant le pointeur sur les pièces au moyen d'un bras articulé (qui remplace la souris), on «sent» en retour les contours des plots et les changements de niveau de l'un à l'autre. Il est même possible d'aller palper derrière les plots, tout en gardant la sensation de troisième dimension. L'effet est surprenant. Mais la vraie surprise s'expérimente lorsque la figure cesse de

tourner. Chaque plot peut en effet être doté d'une dureté spécifique. Le bras, lorsqu'on pousse le pointeur, réagit alors en fonction de cette résistance. Ici, il bute net contre la pièce comme si elle était en acier, là il s'enfonce comme dans du caoutchouc...

Cette petite démonstration résume toute la recherche menée par le groupe VRAI (pour Virtual Reality and Adapted Interfaces) de l'Institut des systèmes robotiques de l'EPFL. Avec les perspectives que laisse entrevoir le monde virtuel, l'une des questions est de savoir comment interagir avec ce monde. Alors que la souris ou le clavier d'ordinateur sont des interfaces simples et efficaces pour les applications quotidiennes, il manque encore un outil pour explorer la troisième dimension. Mais il manque aussi et surtout des programmes informatiques permettant d'attri-

buer aux formes virtuelles des caractéristiques physiques telles que la dureté, l'élasticité, la plasticité ou la rugosité. La recherche menée à l'EPFL fait la synthèse des deux.

Tests basés sur la réalité

Le logiciel d'abord, élaboré principalement par François Conti, assistant de recherche. «On pourrait se baser sur des calculs de résistance ou de déformation des matériaux et les transférer aux modèles virtuels, explique-t-il. En fait, il est plus simple et plus fiable de procéder empiriquement. Lorsqu'on veut restituer la consistance du sajex (styrpore expansé), on teste un morceau de sajex. Et on

affine le programme jusqu'à ce qu'il renvoie au bras articulé une sensation tactile similaire à la réalité.» Une «librairie» de différentes caractéristiques peut même être mise en mémoire.

Le bras – qui représente l'interface de retour de force – est l'affaire de Patrice Rouiller, lui aussi assistant de recherche. Il s'agit du «robot Delta», conçu à l'EPFL par le professeur Reymond Clavel, directeur du laboratoire des systèmes robotiques, il y a une dizaine d'années. Ce robot, formé de trois bras articulés réunis à leur extrémité, permet des opérations très rapides en 3D. Particularité: le «plan de travail» de l'interface reste toujours parallèle à la base des bras, où qu'il soit dans l'espace. Pour ce projet, Patrice Rouiller a utilisé le robot Delta à l'envers. L'extrémité des bras, qui effectue les opérations dans l'usage normal, devient ainsi la commande. Une manette, fixée à la jonction des trois bras, sert aux manœuvres de précision. «L'une des grandes difficultés, souligne Patrice Rouiller, est que la position du robot est calculée 1000 fois par seconde, alors que l'affichage sur l'écran ne l'est que 25 fois par seconde. Il faut donc trouver des astuces pour annuler le retard graphique.»

La NASA intéressée

Un tel programme, qui allie sensation tactile et retour de force, intéresse évidemment le leader des souris, Logitech, d'autant plus qu'il fonctionne sur un PC standard. Mais c'est la NASA qui devrait l'expérimenter en premier pour ses missions sur Mars, dans le cadre des échanges réguliers que l'Ecole polytechnique entretient avec l'agence spatiale américaine. «L'un des problèmes de la NASA, résument les deux chercheurs, est qu'elle doit piloter son robot sur Mars au moindre risque, ce qui est difficile étant donné le décalage de quelques minutes dû au temps de transmission. Avec notre système, les images expédiées depuis Mars à la NASA serviront à réaliser un paysage virtuel, sur la base duquel le module pourra être piloté de manière plus précise avec la commande à retour de force.»

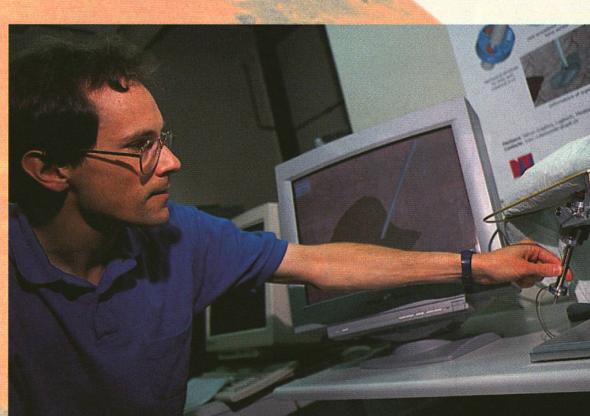
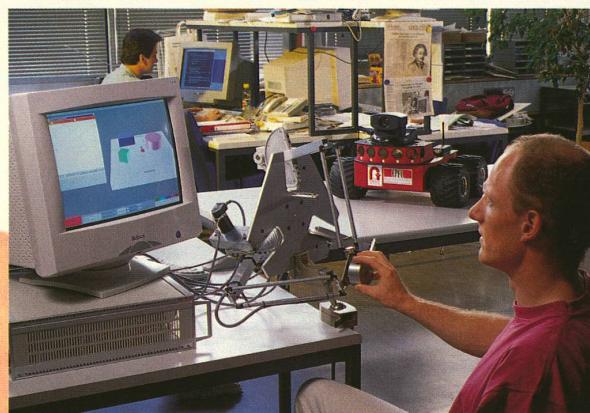
L'EPFL planche sur une deuxième application, médicale celle-ci, du même logiciel, dans le cadre du projet VIRGY (pour Virtual

Surgery). Le robot Delta est remplacé ici par un appareillage qui simule la chirurgie endoscopique (ou non-invasive). Dans cette spécialité, le chirurgien contrôle son opération sur un écran. Ses outils traversent en effet le champ vert antiseptique pour opérer hors de sa vue. «Il doit pouvoir sentir ce qu'il fait», commente Marc Vollenweider, docteur et responsable de ce projet, en montrant l'ersatz de foie qu'il est en train de tester sur son écran. «Avec ce programme, je peux disposer d'organes virtuels, leur assigner la structure ou la viscosité d'un organe réel. Si vous essayez de pincer et de tirer ce foie, vous verrez qu'il résiste.» Un spécialiste du CHUV le conseille pour les aspects médicaux.

Une telle station de travail servira à la formation, au contrôle de qualité (pour vérifier que les chirurgiens sont toujours aptes à opérer), ainsi qu'à la simulation de situations de crise ou à se faire la main avant une opération délicate. Marc Vollenweider a rencontré les mêmes problèmes que ses collègues pour synchroniser les données graphiques et mécaniques de son projet, car aucun retard d'affichage à l'écran n'est tolérable. Mais c'est la construction mécanique elle-même qui lui a donné le plus de mal, avant qu'il ne la résolve. «De nombreuses recherches vont dans le même sens, mais toutes ont buté sur la complexité mécanique de la commande», glisse-t-il, non sans fierté.

Les chercheurs estiment que dans le domaine très délicat des commandes à retour de force, les deux applications les plus exigeantes sont l'espace et la médecine, «parce qu'elles ne pardonnent aucune erreur». Pour l'instant, ils n'ont pas à se plaindre des perspectives qui leur sont ouvertes. ■

Retrouvez l'équipe du Prof. Clavel à Orbit 99 (lire en p. 35).



Ils rendent possibles les sensations du monde virtuel: François Conti (en haut) a développé le logiciel et Patrice Rouiller (au milieu) a réalisé le bras robotique. Marc Vollenweider (en bas) s'occupe de l'application en chirurgie.