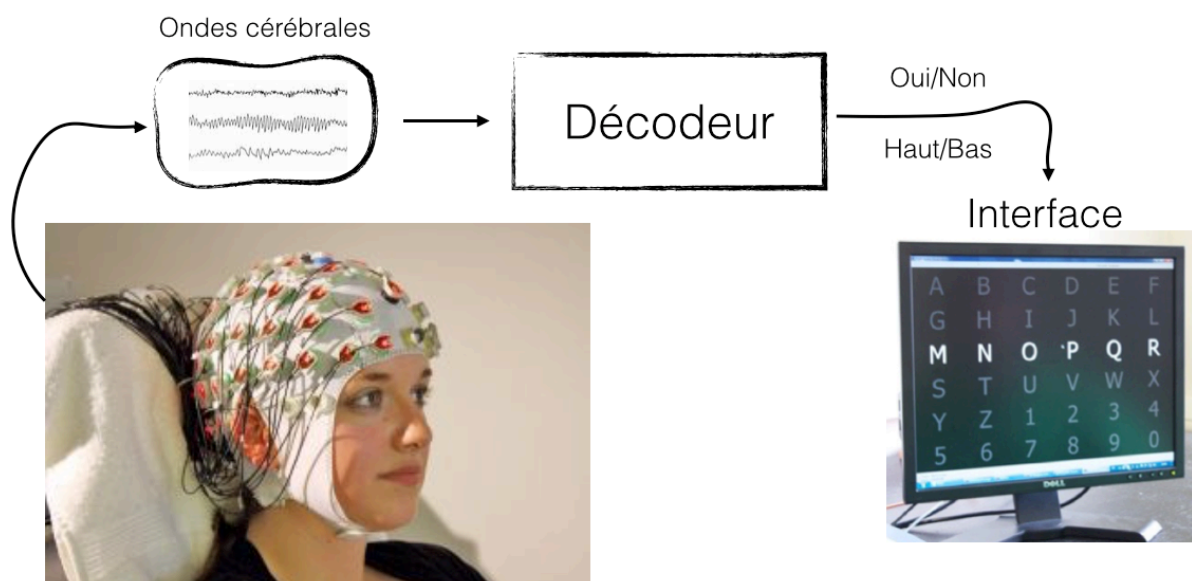


Quand les machines apprennent à lire dans nos pensées

Jonathan Grizou
jgrizou.com

Dans son ouvrage Le scaphandre et le papillon, Jean-Dominique Bauby raconte la vie qu'il menait avant son attaque cérébrale et son expérience du « locked-in syndrome », qui l'a enfermé dans un corps ne répondant plus aux commandes de son cerveau. Nous pouvons aujourd'hui redonner la capacité de communiquer aux personnes souffrantes de graves handicaps grâce aux interfaces cerveau-machine, qui permettent de contrôler un appareil par l'entremise des ondes cérébrales.

C'est en 1875 que Richard Caton mesura pour la première fois l'activité neuroélectrique du cortex. Un siècle plus tard, il devint possible de décoder certaines instructions rudimentaires (oui/non, haut/bas) de ces activités. La capacité de communication des patients en fut considérablement augmentée. Il est par exemple aujourd'hui possible d'écrire d'une façon autonome sur un ordinateur par la seule action de la pensée.



Texte épilé: B O N J _ _ _

Malheureusement, avant d'atteindre un tel degré d'autonomie, plusieurs obstacles techniques se posent. Le plus difficile étant de traduire les ondes cérébrales du patient en instructions pour la machine. L'unicité des êtres humains nous oblige à construire un décodeur spécifique à chaque patient par l'intermédiaire d'une phase de calibration. Celle-ci consiste à recueillir des centaines d'exemples d'ondes cérébrales du même patient, lesquelles sont ensuite interprétées par un expert pour construire un décodeur entièrement personnalisé.

Ce processus est long, laborieux, nécessite l'intervention d'un spécialiste et doit être répété à intervalle régulier, ce qui explique pourquoi les interfaces cerveau-machine peinent à se développer. Ainsi, disposer d'une interface capable de s'adapter automatiquement à chaque utilisateur, sans intervention extérieure, favoriserait considérablement l'autonomie des patients. C'est ce défi de l'auto-calibration que nous avons relevé dans notre thèse, en étudiant ses différentes implications et en menant des expérimentations.

Il faut tout d'abord bien comprendre ce que nous entendons par l'auto-calibration d'un système interactif. Cela équivaut à demander à une machine d'obéir aux ordres d'un humain sans connaître au préalable la signification des signaux que l'humain lui transmet. Dans le cas pratique de l'écriture par la pensée, l'ordinateur doit deviner la lettre qu'épelle le patient sans avoir le décodeur de ses ondes cérébrales ! Il lui faut donc construire ce décodeur pendant l'interaction même.

Heureusement, certaines contraintes et invariants ont permis la résolution de ce problème. Nous pouvons, en effet, nous reposer sur la logique du patient qui essaye d'atteindre un seul et unique objectif par le biais de la machine (dicter la prochaine lettre). Nous savons également que le patient utilisera toujours des signaux similaires pour signifier une même pensée. Ainsi, en faisant appel à des domaines allant du traitement du signal à l'apprentissage statistique, nous avons défini une mesure de la cohérence des ondes cérébrales du patient au cours du temps et en regard d'un objectif donné. Dès lors, il suffit de générer des hypothèses sur les intentions du patient (chacune des lettres de l'alphabet) et de mesurer la cohérence de ce dernier par rapport à chacune des hypothèses. L'hypothèse (la lettre) la plus cohérente est alors sélectionnée.

Ainsi, il est possible de découvrir ce qu'ordonne un patient sans jamais connaître directement ses pensées. Cette prouesse est effectuée en considérant la cohérence globale des ondes cérébrales du patient dans le temps. Encore fallait-il vérifier ces idées par l'expérimentation, ce qui fit l'objet d'une collaboration internationale.

Nous avons donc équipé une interface cerveau-machine de notre algorithme d'auto-calibration. Huit sujets, valides, ont effectivement réussi à contrôler un ordinateur par le biais de leurs pensées en se passant de la fastidieuse phase de calibration [1]. La machine s'est bien adaptée d'elle même aux spécificités de chaque personne, ouvrant la voie à une plus grande autonomie des patients nécessitant ce genre d'interface.

Reste à concrétiser ces séduisantes promesses que sont l'autonomisation et l'amélioration des conditions de vie des patients. Pour ce faire, et afin de répondre parfaitement aux attentes des personnes concernées, il est primordial de passer par une phase de test à grande échelle avec de nombreux patients et dans des conditions d'utilisation du quotidien. Cette phase est indispensable pour que ce travail sur les algorithmes d'auto-calibration, encore à l'état de recherche, se concrétise.

Mais l'histoire ne s'arrête pas là car voix, gestes ou impulsions musculaires n'ont rien de vraiment différent des ondes cérébrales. Les principes d'auto-calibration développés leur sont donc aussi applicables, donnant la possibilité d'une plus grande flexibilité d'interaction avec les systèmes qui nous entourent. Imaginez un robot capable de s'adapter de lui-même aux particularités de langage (accent, expression) de chaque utilisateur, ou encore une prothèse intelligente qui comprend d'elle-même les intentions de son porteur, sans recourir à une batterie d'experts pour la calibrer. Ces défis sont d'importance car si le monde actuel est gouverné par les systèmes automatisés, c'est encore trop souvent à l'homme de s'adapter à la machine.

Nombres de signes (espaces compris) : 5723

[1] Exploiting task constraints for self-calibrated brain-machine interface control using error-related potentials, I. Iturrate, J. Grizou, J. Omedes, P-Y. Oudeyer, M. Lopes and L. Montesano, PlosOne (accepted for publication), 2015.

Code: https://github.com/flowersteam/self_calibration_BCI_plosOne_2015