

脳の神経活動を変換し、それで直接機械を動かしたり、直接脳に情報を送り込んだりできるブレインマシンインターフェイス (Brain Machine Interface : BMI) の研究が進んでいます。インターフェイスにおいて課題とされてきた操作する人間の反応の遅れが解消でき、素早く操作するためのトレーニングも不要になるというメリットもあります※1。「生き物は外界と相互に影響を与え合うことでそのありようを変えていく」という考えに基づいた新しいタイプのBMI研究に取り組む赤崎孝文先生に、その現状と展望をお聞きしました。

意志を直接機械に伝える 究極の福祉機器

インテリジェントシステム学科
赤崎 孝文 准教授



脳科学とコンピュータテクノロジーの 進展で高まる期待

現在BMIには、脳の情報を直接、機械に送るもの(脳からの出力系)と、機械の情報を直接、脳に送るもの(脳への入力系)とがあり、障がいを持つ人々のための福祉機器への応用や、ダイレクトな操作感からゲーム、アミューズメントの分野へと研究の裾野が広がっています。

私のテーマは福祉機器の分野で、目の見えない人のために外界の情報を直接脳の視覚野に入力し、それを知覚させようという試みです。出力系では、ロボットアームなどをはじめ、体を動かさなくなった人のために、思っただけで体を動かせる装置などの実用化を目指す研究が進んでいますから、これと組み合わせると、従来よりはるかに効果の高いリハビリの手段としても期待できます。運動のリハビリでは、理学療法士や補助具によって、体を動かすタイミングに合わせて、体が動いたことを視覚・感覚を通して脳に伝えることが有効だと分かっているからです。

BMIを支えているのは、テクノロジーとコンピュータ、それに脳科学の進展です。脳科学の最新の成果によれば、人が見たものを「認識」する場合、脳のはほぼすべての細胞が関わっています。一つひとつの細胞をすべて調べることは現在の技術でも不可能に近いことですが、脳の活動をイメージとして大局的にリアルタイムに見る技術が、膨大な新しい知見をもたらしました。特にここ10数年、コンピュータ技術の飛躍的な進展もあって、脳神経細胞は個別に働いているのではなく、一定の場所に集まっている細胞集団が協調して働いていることも分かってきました。

こうした成果を受けて、出力系では、今後10年ぐらいで大きな進展があると私は考えています。一方、入力系では、機械的な信号が脳へ入ってきた後にどうなるかがまだよく分かっていません。外界の物理信号をどのような仕組みでどのようなフォーマットで脳に送れば、自然な情報として処理できるかを知ることが課題で、実用化には数10年のスパンで考えなければいけないかもしれません。

ロボットアームから探る BMIの可能性

現在、学生と共同で、筋肉の動きに伴う神経活動を利用してロボットアーム(マニピュレータ)を制御する研究を行っています。これは厳密には"Brain"Machine Interfaceではありません。脳から筋肉に送られた神経活動をコンピュータで処理し、どうすれば意のままに操作できるか、よりなめらかに動かせるかなどの研究です。多くのロボットアームは、硬い障害物に当たっても力を制御できず、押し倒したり壊したりしますから、それを防ぐためにロボットアームからの感覚フィードバックシステムも研究しています。

感覚フィードバックを有するロボットアームの遠隔操作が可能になり、インターネットを介して自由に操れるようになれば、人はそれを体の一部と感ずるのか、脳科学にとってきわめて興味深い実験だと考えています。

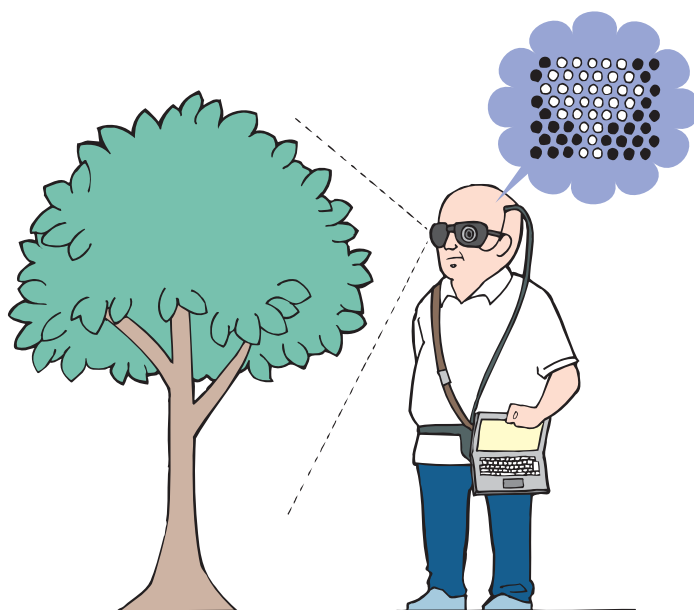
動物が道具を使っている時、道具の先までが自分の手であるように脳は錯覚していると言わ

れています。心理学でも、人は道具に慣れると、自分の手がそれだけ伸びたかのように錯覚するとも言われています※2。脳が直接、コンピュータの画像を思いどおりに動かせれば、人はそれらを自分の一部として認識するかもしれません。同様に入力系では、外界のイメージを直接脳に送りこむ人工的な感覚器ができれば、目などに障がいのある人にとって究極の福祉機器となります。

一方で、感覚器が伝える外界は本物なのか偽物なのか区別がつけられないという問題が浮かび上がってきます。BMIの研究が進めば進むほど、人間とは何か、認識とは何かという永遠のテーマに、私たちは繰り返し向き合うことを強いられます。

※1 単純な反応でも200ミリ秒(5分の1秒)程度、機械の表示を理解し、操作するにはさらにコンマ数秒以上の時間が必要となる。このタイムラグは、どんなにトレーニングしても0にすることは難しい。

※2 片手を失った人が無いはずの手の痛みを感じるなどの「幻肢」という現象が知られているが、鏡に映った手を見て、なくした手と勘違い(!)することで痛みが消える例が報告されている。



入力系BMIはまだ図のような段階だが、いずれは自然な情報を処理できるようになる。