

次世代ヒューマンインタフェース - Brain Machine Interface -

小池 康晴

科技団さきがけ研究 21/東京工業大学 精密工学研究所*

1 はじめに

計算機を使うときに入力デバイスとして、キーボードやマウスを通常使用している。計算機が使いやすいか、使いにくいかの評価にも、その OS の使いやすさ以外に、入力デバイスの出来の良さが関係している。近年脳の画像イメージングの研究が盛んに行われているが、新奇なマウスを使っているときに小脳が活動していることが観測された [1]。これは、マウスの使用に関する内部モデルが獲得されたと考えられている。ここで、内部モデルとは、操作した後の結果 (順モデル) や、結果からその原因となる操作 (逆モデル) を予測、生成するモデルをさす。このような内部モデルは、マウスに限らず様々な操作対象物に対して獲得されると考えられる。デバイスの操作性を評価するとき、この内部モデルの獲得のしやすさ、内部モデルの獲得される小脳の位置などにより、定量的に行うことができる可能性がある。

2 ヒューマンインタフェース

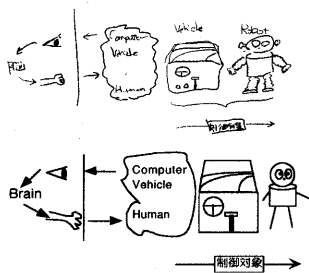


図 1: ヒューマンインタフェース

ヒューマンインタフェースとは、人間と外界の界面を意味している。図 1 上段は、ヒューマンインタフェースの概念図を手書きしたもの、下段は、それを計算機のドローソフトで描画したものである。ここで人間というのは、感覚情報を取り入れ、処理し、外界に働き掛ける運動指令を生成している脳を意味していると考えても良い。すると、界面は、脳とそれよりも外の世界の間になり、自分の目や手も脳にとっては外界ということになる。なぜなら、人間にとって、自分の目や手であっても最初から上手く動かすことができるわけ

ではなく、長い間の学習により、動かし方を獲得しているのである。これまで、マンマシンインタフェース、特に、制御系の設計では、人間のモデル化が困難であるため、操作者である人間は無視し、できるだけ安定に制御することに重点が置かれていた。たとえば、図に示したような自動車の操作系のモデル化などである。また、計算機ソフトウェアのユーザインタフェースでは、GUI と呼ばれる視覚によるインタフェースが用いられており、実世界のメタファーなどにより、直感的にその結果が予測できるような工夫がなされている。しかし、予測した結果とソフトウェアの動作は、必ずしも一致しないため、使いづらいと感じる場合もある。これまで、筆者らは、脳の運動機能の解明のための計算論的な研究を行っており、腕の筋肉骨格系のモデル化を行っている。腕の自由度は、肩から手首までで 7 自由度であるが、30 以上の筋肉がその動作に関係している。このように大変冗長な制御対象であるため、自由に動かせるようになるには、何年もの時間が必要になる。また、成長により、そのダイナミクスは変化しているため、日々学習が行われている。自分の手の操作方法を脳がどのように学習しているかを研究することで、“手足のように操れる” デバイスを作ることができるのではないかと考えている。

3 おわりに

近年、脳の運動野の信号から直接ロボットを操作することができるようにサルが学習しただけでなく、実際に腕を動かすことなく、考えただけでロボットを動かすことができるようになったと報告された [2]。一次運動野よりも上流のたとえば、前補足運動野での神経活動から運動が予測できるようになれば、動かしたいと“思っただけ”で運動を再現することができるようになる可能性もある。一次運動野から運動を再現することは、入出力関係が特定しやすいため、各領域の情報処理のより深い理解につながると考えている。

参考文献

- [1] H. Imamizu, S. Miyauchi, T. Tamada, Y. Sasaki, R. Takino, B. Putz, T. Yoshioka, and M. Kawato. Human cerebellar activity reflecting an acquired internal model of a new tool. *Nature*, Vol. 403, No. 13, pp. 192-195, 2000.
- [2] Nicolelis M.A.L. Actions from thoughts. *Nature*, Vol. 409, pp. 403-407, 2001.

* 〒 226-8503 横浜市緑区長津田町 4259