

よりよいインタラクションのための脳計測に基づく認知状態の推定

Estimating cognitive states based on EEG for better interactions

森川 幸治
Koji Morikawa

パナソニック株式会社
Panasonic Corporation
morikawa.koji@jp.panasonic.com

Abstract

The relationship between a user and a device has been established mainly by user's device operation. However, if a user's intention is transmitted to the device without operation, a wider relationship could be constructed. In this paper, we show that there is a possibility that user's cognitive state, such as operation intention, sense of hearing and interest to a media etc., can be estimated by bio-signal analysis including EEG (electroencephalogram = brain waves). The usefulness and feasibility of biosignal measurement in daily life is discussed for better interactions.

Keywords — Cognitive State, EEG, bio-signal

1. ユーザの認知状態

人工知能技術の用途の一つに、ユーザ活動の支援がある。現在の多くの機器はユーザの操作入力に対して、決められた反応を返すことで機器の機能が提供される(図1)。しかし例えばスマートフォンの多機能なアプリの使い方がわからず困惑したり、検索を使っても自分の好みや気分にあった結果が返ってこなかったり等の課題は、反応が固定的なために引き起こされている。適切なユーザ支援には、機器側がユーザの「期待」や好みを正しく把握することが必要である。

このユーザの期待や気持ち、理解度など、脳内活動に関連した状態を本稿では認知状態と呼ぶ。この認知状態を脳計測によって把握する技術と、把握された認知状態に基づいてユーザの反応を予測できるモデル構築の可能性について述べる。ユーザの認知状態の遷移が予測できれば、多くの反応候補から最適な反応が事前に選択できるようになる。

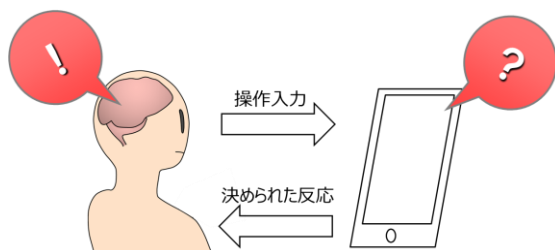


図1 通常のインタラクション

2. 脳計測による認知状態の把握

脳計測には、電位を測定する脳波計、磁場を測定する脳磁計、血流変化を測定するfMRIやNIRS等の機器が用いられる。中でも脳波は時間分解能が高く、簡易に脳活動が計測できる利点がある。

脳波解析手法には、 α 波や β 波等の周波数解析と、ユーザへの外部刺激に対する脳波の時間変化を見る事象関連電位解析に大別できる。事象関連電位は、刺激呈示から数百ミリ秒の脳波変化を分析対象とし、ユーザの反応がほぼリアルタイムに把握できる点で、認知モデル推定に有効であると考えている。

3. 認知状態測定とその応用

脳計測によって把握可能なユーザの認知状態の例とそのモデル化の一事例を示す。

3.1 脳波による認知状態推定

人が日常生活の中で様々な行為を行う際には、脳内ではその外界変化を常に予測しているとされ、予測と外界との違いは予測誤差と呼ばれる。人はこの予測誤差によって外界の変化に関する学習を行い、より精緻な予測を実現している。この予測誤差の発生は脳波計測においてもタスクを上手に設定すれば把握可能である。

脳波の中でも事象関連電位は、特定の事象を起点にした脳波の電位変化を示すもので、この予測誤差と対応付けが可能である。例えば、自分の行動が間違っていたと認識した場合や、外界の変化が自分の想定と違った場合などにも、特定の電位変化が発生し、環境変化から数百ミリ秒の間に脳波の電位を測定することで把握できる[1]。

図2は、ユーザがスマートフォンのサービスを利用している時の概念図である。ユーザはスマートフォンに対して操作入力をした場合に、その結果にある期待を持っている。筆者らは、独自の脳波計測実

験を実施し、期待通りだった場合と期待はずれの場合には脳波の事象関連電位の反応が異なることを特定した。具体的には、機器のフィードバックから数百ミリ秒後に陽性に大きな信号変化が見られた[2]。この情報を用いれば、機器側の反応がユーザの期待に沿っていたかがその場で把握できる。

また筆者らの別の実験では、実際に機器操作の場面においても、ユーザが事前に持っている操作の知識が異なる場合には、同じ機器でも間違え方が異なることを実験的に示してきた[3]。これらはいかにユーザビリティに配慮して設計されたインタフェースであっても、ユーザの持つメンタルモデルごとに最適なインタラクションは異なることを意味している。

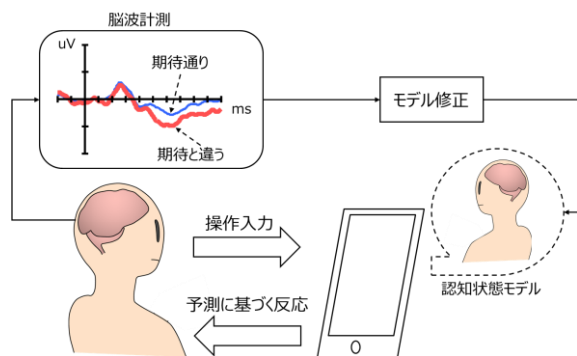


図2 適応的なインタフェース

3.2 認知状態のモデル化

図2の期待通りでない場合の信号を機器側の反応に対する誤差信号と考えることで、認知モデルの学習信号として使用できる。この学習には機械学習の一つの強化学習という手法が有効である。強化学習では、正解の行動ではなく、行動が適切だったか否かに関する報酬という情報に基づいて学習が進められる。報酬には先ほどの「期待通りでない場合に観測される事象関連電位」が使用可能である。強化学習の特徴は、報酬のみで正解に到達できる点であり、これはユーザが手間をかけて正解を教示しなくても機器側で正しいモデルがユーザ毎に学習できる可能性を示している。

この考え方は、機器とユーザが相互作用を持つ状況において特に効果を発揮すると考えている。例えば、教育分野では、学習者の認知状態の適切な把握は重要である。学習場面で通常は正答率が理解度の指標にされるが、インタラクティブな学習では、様々な認知反応が起きており、これが測定できれば、学習者ごとの教え方が立案できる。

また、車の運転時にはドライバーは対向車や道路環境の変化に対して常に脳内で認知的な情報処理を行っている。その中で例えば、視線は正しく向けられていても注意散漫である状況では、脳波の事象関連電位をベースにすれば、測定やモデル化が可能であり、運転支援も的確に行える。

このような方式の実現には脳波計測が前提となるが、脳波計の小型化、省電力化、ノイズ環境下での計測安定化の技術開発が進んでいる[4]。これによりメガネ型等のウェアラブル化も進み、装着負担の少ない脳波情報活用も可能になりつつある。

4. ユーザとのよりよい相互作用を目指して

本稿ではユーザの認知状態が脳計測によって把握できること、強化学習によってユーザの認知状態の予測モデルの学習の可能性があることを示した。脳計測を活用した技術としては、機器への操作を脳活動によって行うブレインマシンインタフェース技術もある。また、脳活動と他の生体センサの信号変化の関係性を機械学習によって対応づける研究もされている。これらの技術と相互補完的に統合することで、人と機器のよりよい関係の構築に役に立つと期待している。

参考文献

- [1] 入野 (2005). 工学心理学における事象関連電位の利用と展望, 生理心理学と精神生理学, Vol.23, No. 2, pp. 67-68
- [2] Adachi, S., Morikawa, K., & Nittono, H. (2011). Identification of event-related potentials elicited by conceptual mismatch between expectations and self-chosen TV images, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, Vol. 36, No. 3, pp. 147-157
- [3] 高田, 森川, 平嶋 (2012). 機能発見のための探索的インタラクションにおける状態遷移と状態理解に関する教示の影響, *電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界*, Vol. 95, No. 1, pp. 97-106
- [4] 森川, 松本 (2013). ペーストなしで長時間計測可能な小型ワイヤレス脳波計の開発, 第 27 回人工知能学会全国大会予稿集, 3H1-OS-05a-1