

2. エッセイ集

10 脳計測によるユーザ認知状態のモデル化

森川幸治 (パナソニック(株) 先端研究本部)

ユーザ認知状態とは

人工知能技術の用途の1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)。しかしたとえばスマートフォンの多機能なアプリの使い方が分からず困惑したり、検索を使っても自分の好みや気分にあった欲しい結果が返ってこなかったりなどの課題は、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」を正しく把握する必要がある。

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。

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、認知モデル作成に有効である。

認知状態測定と応用

脳計測によって把握可能なユーザの認知状態の例

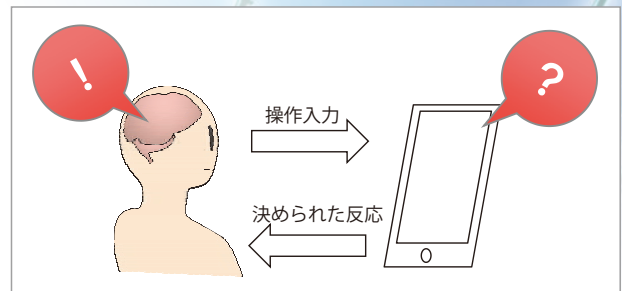


図-1 機器操作の概念図

とそのモデル化の一事例を示す。

→ 脳波による認知状態推定

人が日常生活の中でさまざま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。

事象関連電位の1つに、エラー関連電位がある。これは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、発生する電位で、環境変化から数百ミリ秒の間に脳波の電位が変化することで測定できる。

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ときの概念図である。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¹⁾。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どうかをその場で把握できる。

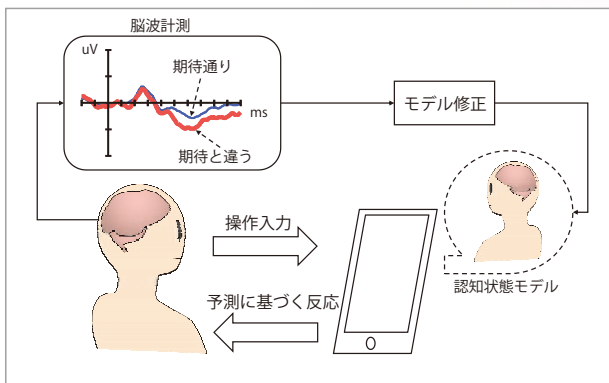


図-2 脳計測によるモデル修正

⇒ 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1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ごと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。たとえば、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、さまざま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。その中でたとえば、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²⁾。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。

ユーザとのより良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。これらの技術と相互補完的に統合することで、人と機器のより良い関係の構築に役に立つと期待している。

参考文献

- 1) Adachi, Morikawa and Nittono : Identification of Event-Related Potentials Elicited by Conceptual Mismatch between Expectations and Self-chosen TV Images, Applied Psychophysiology and Biofeedback, 36, pp.147-157 (2011).
- 2) 森川, 松本: ベ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(2013).

(2016年7月25日受付)

森川幸治 morikawa.koji@jp.panasonic.com

パナソニック(株)先端研究本部 副主幹研究長, 1996年名古屋大学大学院工学研究科後期博士課程修了, 現在は生体情報処理の研究に従事, 人工知能学会, ヒューマンインタフェース学会等の会員, 博士(工学).