



2011年10月31日
国立大学法人 大阪大学

大阪大学 吉峰教授 研究グループ 頭蓋内脳波で麻痺患者がロボット制御 - ブレイン・マシン・インターフェースの実現に最も近い成果 -

大阪大学脳神経外科の吉峰教授・平田特任准教授、国際電気通信基礎技術研究所(ATR)、東京大学などによる研究グループは、長期の運動まひがあっても脳の表面においた電極から記録した脳波(脳表脳波)を解読することにより、運動意図を読み取ることができ、ロボットのリアルタイム制御が可能であることを世界で初めて実証しました。これは運動型ブレイン・マシン・インターフェース(motor BMI)という技術であり、重症の運動まひ患者さんの生活を助ける近未来の技術として期待されます。

同グループは、難治性の疼痛やてんかん等の患者さんの治療目的で、倫理審査委員会の承認を経た上で脳表面に電極を留置した患者さん12名から書面による同意を得て、手と腕を動かすときの脳波を計測し、その特徴をコンピュータに学習・記憶させることにより、脳波のみから運動を高い精度で推定できることを示しました。この方法を用いて、脳卒中で半身不全まひがある患者さんが自分の脳波を介してロボットを制御し、物をつかんだり離したり、持ち上げたりすることができました。また、事故による神経損傷で腕が動かない患者さんであっても、腕の運動をイメージすることで、そのときの脳波だけからイメージした運動内容を推定できました。脳表脳波によるロボット制御技術の実用化に世界で最も近い成果といえます。

本研究は、文部科学省脳科学研究戦略推進プログラムの一環として行われ、2011年11月3日に米国神経学会機関誌「Annals of Neurology」のオンライン速報版に掲載されます。

同グループはさらに厚生労働省科学研究費補助金の助成を受け、重症の筋萎縮側索硬化症(ALS)患者さんを対象にした短期埋込型臨床研究を計画しています。ALSの患者さんは重症になると身体の筋肉が動かなくなり、発話することもできなくなるため、この技術による運動や意思伝達のサポートが患者さんの日常生活の質(QOL)を向上させると期待されます。

研究の背景

運動型ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)とは脳信号をコンピュータで解読して運動意図を推定することにより、体が全く動かない患者さんでも、意のままにロボットやコンピュータ、電化製品などが制御できるようにする技術です。筋萎縮側索硬化症(ALS)などの神経難病では重症になると身体が動かせなくなったり、発話することもできなくなったりするため、BMIによる生活サポートが期待されています。これまで米国では脳に多数の針電極を刺して脳活動を計測し、これを解読する技術が研究されてきました。しかし、針状の電極を脳内に刺入する方法には、脳自体に傷をつける、長期間安定して計測することが難しいなど、問題点も多く、臨床応用には至っていません。今回の研究では、脳の表面におくシート状の電極を用いています。この電極は、患者さんの治療のため

に実際に使用されているもので、脳を傷つけることなく、高い精度でしかも長期間安定して脳信号を計測できることが実証されており、BMIの実用化に最も近い技術と考えられています。

研究の内容

この臨床研究は、倫理審査委員会の承認を得て、難治性の疼痛やてんかんなどの病気の治療を目的として脳表面に電極を留置された患者さん 12 名の書面による同意を得てなされたものです。うち、5名は運動まひがない患者さんで、4名は部分的な運動まひがあり、残り3名はほぼ完全な運動まひのある患者もしくは腕のない患者さんです。患者さんが手を握ったり、肘を曲げるなどの動作を行うか、もしくはイメージするときの脳波を脳表電極でとらえ、運動毎の特徴的パターンをコンピュータに記憶・学習させることにより、脳波だけから患者さんの運動を60～90%の精度で推定することができました。特に運動まひが数年間続いている患者さんでも運動の推定が可能であることを世界で初めて示しました。実際、事故による神経損傷で腕が5年間全く動かない患者さんであっても、運動をイメージするだけで、イメージした運動内容を90%の精度で推定できました。また、この方法を用いて、脳卒中で半身不全まひがある患者さんが自分の脳波を介してロボットを制御し、物をつかんだり離したり、持ち上げたりすることができました。さらに、いったんコンピュータが学習すると、数日後でも再学習なしでロボット制御が可能でした。これは脳表脳波によるロボット制御技術が臨的に実用性が高いこと示すものです。これらの技術は阪大とATR、東大が共同開発し、日米特許出願中です。長期の運動まひがあっても脳表脳波を解読することにより、運動意図を読み取ることができ、ロボットのリアルタイム制御が安定してできることを実証したのは世界で初めてです。

今後の展開

同グループはさらに厚生労働省科学研究費補助金の助成を受け、重症の筋萎縮側索硬化症（ALS）の患者さんを対象にした短期埋込型の臨床研究を計画しています。また完全埋め込み型ワイヤレスシステム等のさらなる高度化開発を文部科学省脳科学研究戦略推進プログラムの一環として行います。このように厚生労働省と文部科学省の支援のもと、本成果の実用化に向けて、研究を進めていきます。

論文名

原著名：Electrocorticographic control of a prosthetic arm in paralyzed patients

和訳：運動麻痺患者における皮質脳波を用いた義手ロボットの制御