

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	双方向ブレインマシンインターフェースの感覚フィードバックに関する基礎研究
Title(English)	
著者(和文)	古林捷
Author(English)	Sho Furubayashi
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12675号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:宮下 英三,小池 康晴,藤枝 俊宣,葭田 貴子,吉村 奈津江,阪口 豊
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12675号, Conferred date:2024/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

論文要約

東京工業大学 生命理工学院
生命理工学系 ライフエンジニアリングコース
古林 捷

論文題目

双方向ブレインマシンインターフェースの感覚フィードバックに関する基礎研究

要約

本論文は、脳と機械の間で相互に情報を伝達する双方向ブレインマシンインターフェース (BMI) の実用化に向け、感覚情報を脳にフィードバックすることの重要性およびその方法について論じている。双方向 BMI は脊髄損傷等の神経疾患によって失われた感覚および運動機能を補助することが期待されている。本論文の目的は2つあり、1つ目は、感覚情報のフィードバックの重要性についての運動制御理論に基づいた議論である。2つ目は、感覚情報のフィードバックを実現する方法として大脳皮質表面に貼付した電極を使用した電気刺激である直接皮質刺激 (DCS) に着目し、陰極および陽極の単極 DCS がもたらす大脳皮質内の神経細胞の活性化パターンの違いを解明することである。1つ目の目的のために、尤もらしい運動制御理論である最適フィードバック制御に内部モデルの更新則を加えた運動適応のモデルを提案し、そのモデルに基づいて BMI における感覚情報のフィードバックの重要性を議論した。提案したモデルは、ヒトを対象とした腕運動の心理物理実験により、妥当性を確認している。そのモデルに基づくと、運動制御において感覚情報のフィードバックは、内部状態の更新と内部モデルの更新に必要となる。したがって、BMI を自己の身体のように自在に扱うために、感覚情報のフィードバックは重要な要素である。2つ目の目的のために、まず、皮質脳波電極として新たに開発された、脳表に適合した物性を持つ薄膜電極の *in vivo* における有用性を、ラットを用いた急性実験によって評価し、記録および電気刺激に利用可能であることを明らかにした。次に、薄膜電極とシリコンプローブを併用したラットの急性実験により、陽極および陰極 DCS によって刺激直後に誘発される大脳皮質内の神経細胞活動を解析し、その極性による違いを研究している。その結果、陽極 DCS が陰極 DCS と比較して錐体細胞層をより活性化することを明らかにした。最後に、現実 に即した神経細胞の特性を反映したモデルを使用した DCS のシミュレーションにより、陽極および陰極 DCS が活性化する神経細胞の種類の違いを研究している。その結果から、陽極 DCS が大脳皮質表面の近傍まで先端樹状突起を伸ばした錐体細胞を直接活性化し、また、陰極 DCS は他の神経細胞を介したネットワークによって間接的に錐体細胞を活性化する可能性がある。以上を要するに、本論文は、感覚フィードバックの重要性を運動制御理論に基づいて確認し、感覚フィードバックの方法として DCS が大脳皮質内の神経細胞に及ぼす影響を明らかにし

たものである。研究成果は、感覚情報のフィードバックに用いる DCS の機序の解明に寄与する。