

脳の運動制御能力の分析に基づいた 定量的運動機能評価システムの開発と臨床応用

■研究者のプロフィール

公立小松大学 保健医療学部
臨床工学科 教授 博士(学術)

い ぞん ほ
李 鍾昊 (Jongho Lee)

TEL : 0761-48-3202

E-mail : jongho.lee@komatsu-u.ac.jp

URL : https://researchmap.jp/leejh99/

解説動画は
こちらから



研究シーズの概要

子供は成長とともに運動機能が向上しますが、高齢者は加齢とともに運動機能が低下します。さらに脳の病気（パーキンソン病や脳卒中、子供の発達障害など）になると運動機能の低下は著しくなります。われわれの研究では、脳内の「予測制御」と「フィードバック制御」機能の分離と分析に基づいて子供の運動発達状況を把握するとともに、子供の発達障害のみならず高齢者の脳の病気（パーキンソン病や脳卒中など）を早期に発見し、その病気の診断や治療効果の判定をより客観的かつ精密に行うことで、適切な治療の早期実施を支援する「定量的運動機能評価システム」の開発と分析法の確立を行っています。

脳内の予測制御とフィードバック制御機能の分離と分析法の確立

私たちの脳内では、予測制御器とフィードバック（修正）制御器という2つの機能が並列に働いています（図1参照）。予測制御器が意図した運動を予測的に実行し、フィードバック制御器は実際の動きと意図した動きを比較し、誤差を修正するとされています。

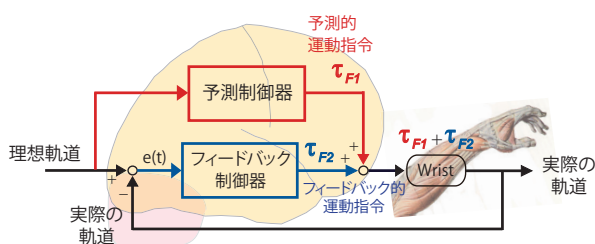


図1 脳内の並列運動制御器による身体制御の仕組み

予測とフィードバックの動きは脳の中で別々に作られていますが、身体の動きとして現れる前に足し合わされるため、それぞれ単独の成分として見ることはできませんでした。しかし、私たち研究チームは、「マニピュランダム（図2参照）」と呼ばれる機械装置を利用した指標追跡運動において、①目標とするゆっくりとした動きを覚えて予測する動きと、②その予測がずれたりするとそれを修正しようとするフィードバックの動きを、異なる周波数領域から分離して分析する方法を世界で初めて確立しました（2018年国内特許と2019年米国特許登録）（図3参照）。

さらに、この分析方法を用いて小脳疾患患者の運動機能を分析した結果、小脳が予測制御とフィードバック制御の両方に深く関係し

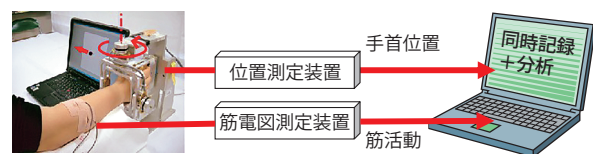


図2 手首運動を利用した定量的運動機能評価システム「マニピュランダム」

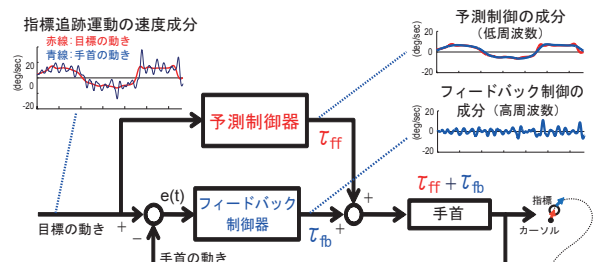


図3 指標追跡運動における2つの運動制御器の分離同定

ていることが確認できました (Kakei, Lee et al. 2019)。今後この2つの制御器の精度評価に基づいて、①子供の運動発達状況の把握や、②脳卒中など高齢者の脳の病気に対するリハビリ治療効果の評価と適切な治療の選択を可能とするシステムとして実用化したいと考えています。

VRを取り入れた応用研究

仮想現実 (バーチャルリアリティ、VR) は、今や家庭にも普及するようになり、さまざまな装置やアプリが登場しています。われわれの研究においても、一般的なVR機器を利用して3次元空間上に実現される患者の運動機能と異常を定量的に分析・評価するシステムを共同研究で構築しました (Choi, Lee et al. 2019) (図4参照)。

VR装置を利用することにより、3次元空間での運動をそのまま分析することが可能となり、さらに3次元運動における奥行情報の影響を定量的に分析でき

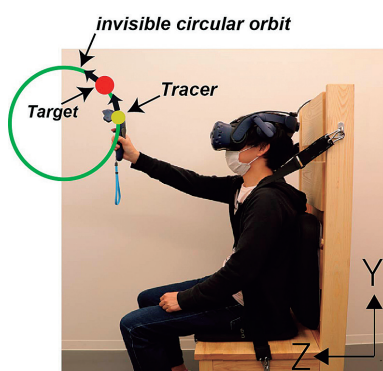


図4 VR技術を利用した定量的運動評価システム

研究キーワード

- ◎ 生体信号処理
- ◎ 脳と運動制御
- ◎ ヘルスケアと医療支援システムの開発

今後の展望

われわれは、高齢者が気軽に脳の運動制御能力を把握でき、さらに神経疾患も初期検知できる「高齢者に対する脳の運動機能モニタリングシステム (図5参照)」の構築を目指しています。特にこのモニタリングシステムは、高齢者に対する脳の健康管理だけではなく、在宅医療や在宅リハビリに対する支援システムとして活用することを期待しています。

産業界へのメッセージ

われわれは、これまで脳卒中や神経疾患などによって失われた運動機能を、脳の運動制御観点 (予測制御とフィードバック制御) からわかりやすく評価できる「定量的運動機能評価システム (図3～図5参照)」を構築しました。これらのシステムを活用した、パーキンソン病や小脳変性症などの神経疾患の病態評価と、脳卒中患者の回復過程に対する経時的評価に応用した実績と研究成果をわれわれは持っています。産学連携によって「(特に歩行運動の) 新しい定量的運動評価システムの開発」や「遠隔分析システムとデータベースの構築」を一緒に、地域の医療機関や福祉施設に実装することを望んでいます。

るので、今後、脳卒中患者の在宅リハビリやリハビリ装置のVR化に貢献したいと考えています。

遠隔分析システムの導入による「脳の運動機能モニタリングシステム」への発展

ご紹介した「運動機能評価システム」にサーバーによる「遠隔分析システム」を組み合わせることで、病院でも自宅でも利用者はその場で脳内の予測制御とフィードバック制御などの評価に基づいてリハビリや治療の効果を確認できるようになります。具体的な活用としては、例えばリハビリ病院であれば、患者さんはリハビリの効果を可視化でき、モチベーションを保つことができます。病院側も脳内変化のデータに基づいた最適なりハビリや治療プログラムの選択が可能になり、試行錯誤の少ない治療で患者さんの負担軽減にもつながります。まだ研究開発の段階ですが、北陸地域の企業や医療機関と連携し、「脳の運動機能モニタリングシステム (図5参照)」の実現を進めています。

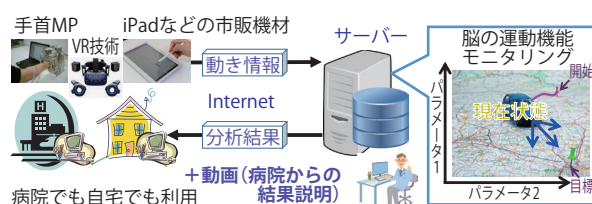


図5 脳の運動機能モニタリングシステムの概念図

利用が見込まれる分野

- ◎ ライフサイエンス/リハビリテーション科学
- ◎ 情報通信/ヒューマンインタフェース
インタラクション

産学連携をお考えの方は上記または次の担当部署までお問い合わせください。

◎北陸経済研究所 米屋 TEL: 076-433-1134
◎北陸銀行 地域創生部 山上 TEL: 076-423-7180