

論 文 要 旨

2025 年 9 月 3 日

| | | | |
|---|------------|-----|-------|
| ※報告番号 | 甲第 3 7 4 号 | 氏 名 | 大橋 勇哉 |
| 主論文題名 | | | |
| 脳卒中後リハビリテーション評価のための仮想現実環境と視覚提示システムの構築および臨床実装 | | | |
| 内容の要旨 | | | |
| <p>仮想現実（バーチャルリアリティ：VR）は、人工的に生成された感覚情報を、現実世界に近い形で提示するハードウェア（操作デバイス・センサモジュールなど）、ソフトウェア（コンテンツやアプリケーションなど）の一連のコンピューティングテクノロジーや環境の総称である。現実空間を再現する視聴覚を提供する機能要素を包含するこの技術は、物理シミュレーションを初めとする潜在的に仮想空間でのみ成立する実験環境の構築を可能とする自由度も有している。近年ではリハビリテーション領域においても、評価・介入のツールとして VR 技術を活用した開発研究や、その効果を検証する臨床研究が増加しており、効果的なリハビリテーションを実現するために将来的な普及が見込まれる。一方でリハビリテーション領域での機器開発は、研究開発が試みられたものが最終的に医療認証や製品化に結実する割合が決して多くない。その一因としてプロトタイプ製作後、臨床現場で実際に患者に開発装置をテストし、その効果を実証する「概念実証（Proof of Concept）」を行う上での一定の困難や制約を伴うことが指摘できる。本研究の目的は、開発システムを臨床現場にて医療専門職とともに検証し、既存の臨床評価における課題と制約を仮想現実技術の活用によって解決する評価手法を構築することである。</p> <p>筆者は、VR 技術のもつセンシングおよび映像提示に関する機能要素が、脳卒中当事者がもつ①複視、②半側空間無視、③半盲などの症状把握のための臨床評価やリハビリテーション介入の手段として活用可能であると考え、VR 環境と視覚提示システムを構築してきた。特に、研究成果を臨床現場および障害当事者に還元することを目指し、病院での臨床場面での活用を促進させるためのユーザーインターフェイスを組み込み、実際の障害当事者への適用と評価を行うことで医療機関での実証評価を実施した。本論文では、従来評価の限界点や課題を明確にした上で仕様策定と試作を進め、リハビリテーション領域における VR 関連技術の活用可能性に焦点を充て、試作・開発と臨床現場での患者評価を行った 3 つの開発システムについて報告する。</p> <p>研究課題①では『両眼独立呈示方式 HMD を用いた複視症状評価システムの開発』を行った。脳卒中後に生じる眼球運動障害のうち、複視は脳幹部の損傷により生じる後遺症であり、両眼からの入力情報を脳内で一つの像として統合することが困難となり、物が二重に見える症状である。複視を呈した患者は、片眼の遮蔽による単眼視で二重のみえ方に順応する、プリズム眼鏡にて視野矯正を行うなど</p> | | | |

※印欄記入不要

論 文 要 旨

2025年 9月 3日

| | | | |
|--|--------|----|-------|
| ※ 報告番号 | 甲第374号 | 氏名 | 大橋 勇哉 |
| <p>の介入を経て日常生活に復帰することが多いが、単眼視では立体視や奥行き知覚などの両眼視機能が損なわれること、脳損傷後の眼球運動障害の自然回復やリハビリテーションによる改善が報告されていることから、両眼視機能に着目したリハビリテーションと縦断的な評価が臨床現場にて実施可能な環境を設置することが期待される。しかしながら、両眼視機能を定量的に評価する一般的ツールは眼科用の機器であり、頻回に見えの変化を聴取する用途での運用は想定されておらず、これまで縦断的な複視患者評価も殆ど報告されていない。本研究課題では、ヘッドマウントディスプレイが両眼に独立の映像提示が可能な構成であることに着目し、新たな両眼視機能評価ツールとしてリハビリテーション現場への実装を試みた。</p> <p>研究課題②では『視線計測装置搭載型HMDを用いた半側空間無視評価システムの開発』を行った。脳卒中患者は損傷半球と反対側の刺激に対して反応が遅れる、歩行中に片側の壁にぶつかる、食事のプレートの片側を食べ残すなどの定常的な空間性注意の偏りを伴う、半側空間無視という症状を高い確率で示す。時間の経過とともに軽快するケースもあれば長期にわたって症状が残存するケースも存在する。半側空間無視に対するリハビリテーションでは、日常生活への復帰を目指すにあたり、無視側への意図的な注意を定着させることが試みられる。一方で、この頭部や視線を意図的に偏向する代償戦略は既存の半側空間無視検査の感度低下に関連することが考えられる。本研究課題ではアイトラッカを搭載したヘッドマウントディスプレイと、頭部回旋の影響を鑑別する仮想空間を用いて、半側空間無視の代償戦略を含めた病態評価手法を構築、実装した。</p> <p>研究課題③では『視線計測装置を用いた呈示視野操作型ドライビングシミュレータの開発』を行った。脳卒中患者は前述の半側空間無視や全般性注意の停滞、視野の一部が欠落する半盲を伴うケースがある。注意機能の停滞や視野障害をもつ患者は、退院後に自動車運転を再開するために医療機関での運転再開可否判断と教習所での実車テストが必要とされる。リハビリテーションでは運転再開が見込まれる身体機能を有するかを適確に評価することが求められる。しかしながら、医療従事者が運転技能に必要な身体機能を直接的に捉えるための検査ツールは未だ確立されていない。本研究課題ではアイトラッカをドライビングシミュレータに組み込み、仮想空間上の教習施設を運転中の操作ログと同期した頭部回旋・注視点位置の計測アプリケーションの開発、実装を行った。</p> <p>本研究では3つの開発事例をもとに、仕様策定から開発・試作、改良・評価、実用化に向けた流れをまとめた。各研究課題にて開発を進めたシステムは、臨床現場での障害当事者への適用、医療従事者からのフィードバックを経て、実際に病院での活用につげられる成果を得ており、本研究の成果が今後より広く臨床実装されることで評価が困難であった症例の病態の描出や効果的なリハビリテーション介入に繋がることを期待する。</p> | | | |

※印欄記入不要