HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	視空間認知障害のためのhead mounted display (HMD)を利用した定量的評価方法の開発 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	杉原, 俊一
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12189号
Issue Date	2016-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/61712
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Shunichi_Sugihara_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　　氏名　杉原　俊一

審査担当者　主　査　特任教授　清水 孝一
副　査　教　授　平田 拓
副　査　教　授　舘野 高

学位論文題名

視空間認知障害のための head mounted display (HMD) を利用した定量的評価方法の開発
（Development of quantitative evaluation method for visual space recognition disorder using head mounted display (HMD)）

視空間認知障害の代表的なものとして、視野障害 (visual field defects : VFD) と半側空間無視 (unilateral spatial neglect : USN) が知られ、障害者の自立支援や社会復帰の大きな妨げとなっている. VFD と USN は、症状的には類似点も多いが、その原因は異なっている。したがって適切な治療のためには、それらの判別と症状の客観的評価が不可欠である。しかし、現在のところ臨床現場では、それを実現する手法で広く一般的に利用されているものはない。

VFD 患者は、残存する視野領域を中心に視覚情報を得るため、眼球運動に加えて頭部や体幹を動かす代償動作が生じる。そのため、頭部運動を妨げない条件下の頭部や体幹運動の評価が必要である。一方 USN 患者は、机上検査で無視症状を認めなくても、日常生活動作 (Activities of Daily Living : ADL) で無視が出現することも多い。更に、USN の責任病巣は多岐に渡り、自己の体幹や頭部、網膜を中心とする半側空間を無視するタイプと、外部空間にある対象物を中心とする半側空間を無視するタイプがある。したがって VFD と USN の判別･評価には、頭部や体幹運動を拘束せず、日常生活動作に近い環境で定量的評価を行うことが重要である。またその評価にあたっては、身体中心座標と物体中心座標など異なる視空間を柔軟に構成し得る検査システムが必要となる。

そこで本研究では、head mounted display (HMD) を導入することにより、被験者頭部の自由な動きを妨げず多様な視覚情報提示を可能とする新たな手法を考案し、それを実現するシステムを開発した。本システムでは、HMD 内のディスプレーに投影される画像サイズを任意に縮小および移動させる機能を有し、異なる座標系に対応した視覚情報提示を実現した。これにより、通常の机上検査では明らかにすることが出来ない症状の検出や、眼球･頭部運動の同時計測から眼球・頭部・体幹の有機的な運動特性を明らかにすることが期待できる。

まず初めに、VFD 患者と USN 患者に対し、開発したシステムにより、眼球運動の解析を通しての評価方法を確立した。症例検討における眼球運動偏移の分析より、VFD は視野障害側への偏移を認め、USN 患者は非無視側へ偏移する傾向が判別できた。また ADL で無視症状を認めた USN 患者において、机上検査では無視症状が認められなかったが、本システムにより USN 症状を検出することが可能であった。このような検討を通し、VFD 患者と USN 患者の病態評価に対し、提案手法および開発システムの有用性を確認した。

次に VFD 患者と USN 患者の空間認知障害の特性を明らかにするため、眼球運動を定量的に評価し比較検討を行った。その結果上記と同様に、VFD 患者は視野障害側に、USN 患者は非無視空

間側に眼球偏移を検出できた。この結果より、提案手法によって VFD と USN の視空間認知の特徴を鑑別できることが実証された。一般的な眼球運動の角速度解析では、VFD と USN ともに非障害方向の眼球運動速度が速い不均衡が認められた。一方、本システムで左紙面 (障害側) と右紙面 (非障害側) を抹消中の眼球運動角速度を分析した結果、VFD 患者と USN 患者の眼球運動角速度に明確な違いが認められた。以上より、左紙面 (障害側) と右紙面 (非障害側) に区分した分析から、視覚情報提示と眼球運動の関係性が明らかになった。さらに眼球・頭部運動の同時計測では、VFD と USN では眼球と頭部の回旋傾向が異なることが明らかとなり、本手法の有効性が確認された。最後に、上記で有効性の確認された提案手法を用い、開発システムを利用した眼球運動トレーニングを中心に、視空間認知障害患者の訓練方法を新たに提案した。

以上本論文では、従来検査者の主観に基づく定性的評価が中心であった視空間認知障害の評価に対し、新技術を導入し、新たな客観的定量評価手法を提案するとともに、それを実現するシステムの開発研究について述べており、生体医工学とりわけ物理療法支援工学の進歩に貢献するところ大なるものがある。よって筆者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。