

## 学 位 論 文 要 旨

2021年 5月 10日

ソフトウェア情報学研究科(博士後期課程)

学籍番号 2362018004

氏 名 堀田 健仁

研究室名 Prima研究室

## 1 題目(日本語及び英語で記載すること)

## 眼球運動に基づく高性能視野検査システムの開発

## High Performance Visual Field Test System Based on The Eye Movements

## 2 要旨

視野異常は、視野の一部または周辺の視力が著しく低下する視覚障害であり、眼球や視神経そして脳を含む視覚経路の疾患により引き起こされたものである。一般的には、視野異常を自覚することは難しく、その異常を自覚した段階ですでに重篤化しているという傾向がある。緑内障は、視野異常を引き起こす代表的な疾患とされており、その有病率は年齢と共に上昇することが確認されている。我が国は、超高齢化社会に突入しており、潜在的な視野異常の患者が多いため、視野異常の検査を的確に行う必要がある。2011年には、奈良県で発生した視野欠損の運転者が引き起こした交通死亡事故をきっかけとして、運転免許取得の要件として視野検査の導入も検討されている。

一般的な視野検査は、注視を維持した状態で認識可能な限界範囲や輝度を計測し、視野異常が発生している範囲や視力感度を検査する。代表的な視野計にはGoldmann Kinetic PerimetryやHumphrey Field Analyzerがあるが、被検者の自己申告によって視認可否を判断するため、検査結果が検査者や被検者の主観的判断によって左右される問題が指摘されている。一方、視線情報をもとに不随性の高い生理反応から視認可否を判定するSVOP (Saccadic Vector Optokinetic Perimetry) やアクティブ視野検査が考案されているが、視線情報の計測に由来した課題によって未だに実用化されていない。

本研究では、視線情報をもとにした視野計を実用化するために、VRHMD型視野検査機器を開発し、広視野の検査を可能にするとともに、高精度かつ効果的に視認判定を行った。開発した視野計は次のような特徴をもつ。まず、ハードウェアとしてVRHMDを採用することで、より広視野における視野検査視標の提示や近視などの視能力による影響の軽減、左右視野検査の簡易化、外乱光による検査結果への影響の軽減、そして様々な姿勢での視野検査が可能

## (様式4-1)

となった。次に、独自に開発した瞳孔抽出や視線キャリブレーションの簡易化、アクティブ視野検査の改善によって広視野での検査が可能になった。その結果、睫毛の影響や極度な眼位における瞳孔の形状を正確に推定できるようになり、視野異常の患者にとって困難な視線キャリブレーションという課題を解決するとともに、検査手法としてサッケード潜時(300ms)とサッケード回数(3回)による視認判定を導入することで視認判定を行うことができた。次に本検査機器で偏心視訓練を実施した。視野異常は完治することが困難であることから残された有効視野を活用する方法を獲得するための訓練が偏心視訓練である。本研究では、開発した本検査機器で偏心視の訓練環境をVRで生成し、訓練の効果を視線情報の特徴から評価する方法について検討を行った。また、視野異常を模擬したマスクをスクリーンに適用することで視野異常を再現した経路探索の実験では、周辺視野欠損の再現実験において中心視野の場合と比べて探索した経路の変動が大きい経路探索を行うことができることから、本訓練によって周辺視野欠損の患者に対するQoVの改善を期待できると考えられる。

本研究の取り組みによって、視線情報を利用した視野計の課題を解決でき、さらに既存の視野計と比較しても導入しやすいシステム構成となった。超高齢化社会において、提案する視野計により検査機会を拡充することで、無自覚の視野異常をもつ潜在的患者の早期発見に大きく寄与できることを期待する。また、偏心視の訓練においても、従来の訓練方法と比べて訓練環境の再現性や訓練効果を客観的に評価することができるようになった。訓練環境を自由に変更できることから、日常生活を想定した様々な環境で訓練を行うことができることからあることから、視野欠損患者のQoVを改善できると考えられる。