

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：21201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K12960

研究課題名(和文) 視野狭窄の早期発見および精密検査のための検査機器の開発

研究課題名(英文) Development of Precise and Simple Visual Field Analyzer for Early Detection of Visual Field Defects

研究代表者

PRIMA・OKY・DICKY (Prima, Oky Dicky)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号：20344624

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では「簡易型視野狭窄の検査ソフトウェア」と「精密視野狭窄の検査装置」を開発することを目的としている。前者では、中心窩での視力特性を利用し、日本語の5母音の文字視標と音読結果との一致度を判定することで、簡易型視野狭窄の検査を実現する。実験では、一般的な生活環境においては正確な識別を行えることを確認した。後者では、3D-VR HMD型視線計測器にて視標と注視点との一致度を判定することで検査の信頼性の向上と体の不自由な人も利用できる検査装置を実現する。実験では、呈示視標を0.5°以下の注視精度で注視させることができ、検査時の姿勢と視標の呈示時間に関係なく、正確に視野検査が行えることが分かった。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have developed two-type of visual field analyzers: a simple test based on a tablet computer and a high precision test based on an eye tracker. The mechanism of the simple test makes use of visual acuity and fixation characteristics in the fovea. It shows a sequence of Japanese five-vowel positioned randomly on screen and measures the user's reading accuracy using a phoneme discriminator. Our experiment confirmed that the test can be conducted in a general living environment. For a high precision visual field test, we built an eye tracker based-on 3D-VR HMD (virtual reality head mounted display). This tracker measures the coincidence degree of the user's gaze points to the visual targets. Our experiment confirmed that the test was able to measure user's gaze points precisely with maximum visual angle error at 0.5 degree and to conduct a visual field test in a short time without the need of a fixed posture.

研究分野：画像処理, ヒューマンインタフェース

キーワード：アクティブ視野検査 視線計測 Eye Tracker サッケード 注視点

1. 研究開始当初の背景

視野狭窄患者は自分の視野異常を自覚することが困難である。奈良県で2011年に発生した視野狭窄患者による交通死亡事故をきっかけに、警察庁が運転免許の適性検査で視野検査の導入を検討し始めた。しかしながら、現在の視野検査においては2つの問題があり、これは図1のように、検査時の視標(1~4段の輝度、I~V段の面積)の視認可否を自己申告で行ったことによるものである。

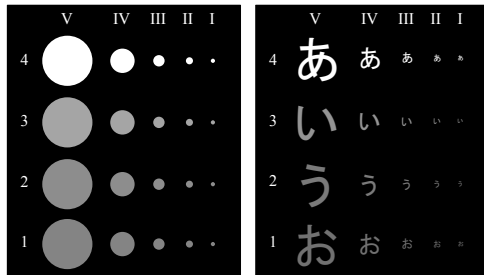


図1 従来の検査視標

まず、最初の問題は、理解力や体力に不自由がある被験者は、視標視認時にブザーを正確に押すことができないことによって検査精度が低下することである。

次の問題は、有効視野内に一様に提示された視標を視認・応答するために、検査時間が長い(約30分間で同じ姿勢で検査する必要がある)ため、体に多大な負担がかかるということである。

以上のことから、視野狭窄患者を早期発見するための簡易型視野狭窄検査と従来の検査方法よりも信頼性が高いかつ検査時の体への負担が少ない精密視野狭窄検査装置が求められる。

2. 研究の目的

本研究では「タブレット端末用の簡易型視野狭窄の検査ソフトウェア」と「広角眼球運動に基づく視野狭窄の精密検査装置」を開発し、実用化することを目的としている。前者は中心窩での視力特性を利用し、検査用の文字視標と音読結果との一致度を音素識別器で自動判定することで簡易型視野狭窄の検査を実現する。後者は3D-VR HMD型視線計測器を用いて仮想空間上の視標と注視点との一致度で自動判定することで視野検査の信頼性を向上させ、体の不自由な人も利用できる検査装置を実現する。

3. 研究の方法

(1) 簡易型検査ソフトウェアの開発

本ソフトウェアは、精度を追求しない代わりに幅広い層のユーザが簡易に視野検査を行えるシステムである。ここでは、まずタブレット端末の画面に表示された文字視標(母音に限定)を読み上げた被験者の音声からメル周波数ケプストラム係数(MFCC)を算出して音素を推定する。次に、母音の定常部はMFCC

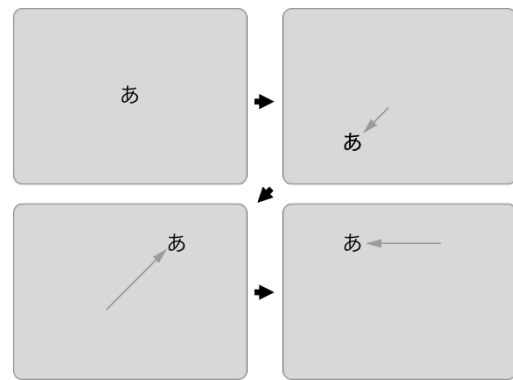


図2 簡易型検査画面

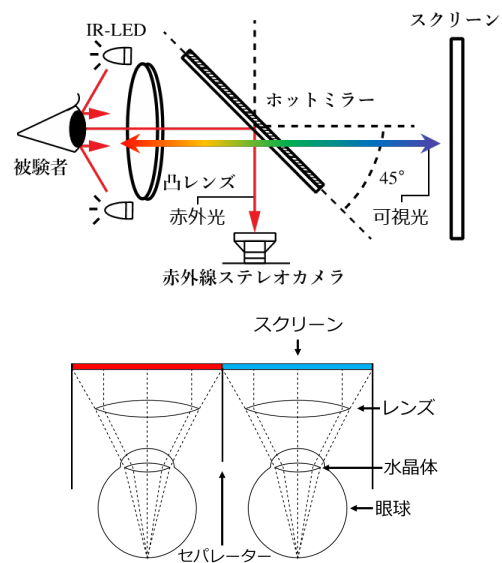


図3 3DVR HMD型視線計測機器の内部構成

が安定するため、単一フレームで観測された係数と予め収録した各母音の平均MFCCとの距離から、読み上げた被験者の音声と文字視標との一致度を高速かつ高精度に判定する。最後に、提案の文字視標をタブレット端末の画面にランダムに表示することで、簡易検査を行う。

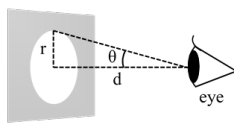
(2) 精密検査装置の開発

本検査装置は、被験者の眼球運動特性(停留およびサッケード)を利用し、高精度に視野検査を行うための3D-VR HMD型視線計測器である。ここで、まず110°の視野角を持つ3D-VR HMDの内部から詳細な眼球画像を得るために、透明なホットミラーで眼球像を45°に反射させ、上部に設定したカメラで眼球画像を取得する方法を採用する。次に、瞳孔・角膜反射像を得るために、3D-VR HMDの周囲に複数の赤外線光源を配置する。撮影装置として240fpsで高速に撮影できるステレオカメラを利用し、高速に視線計測処理を可能にする。

4. 研究成果

(1) 簡易型検査ソフトウェア

本システムにおいては、タブレット端末で可能な限り高速に読み上げ音声を認識する必



- 視標色 = 白色 (250cd)
- 背景色 = 灰色 (125cd)
- 視距離 (d) = 55mm
- 視角 (θ) = 1°
- 半径 (r) = 7.95px

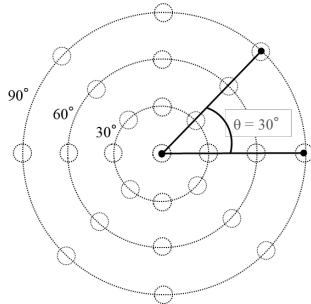


図4 視標とその配置

要があるため、認識可能な音声を日本語の 5 母音に限定し、MFCC ケプストラムを特徴量として算出して類似度を計算する手法を採用した。マイクロホンからの音声はサンプリング周波数 44100Hz、フレーム長 1024 (約 23ms)、フレーム周期 512 (約 12ms) のデータとして処理を行っている。

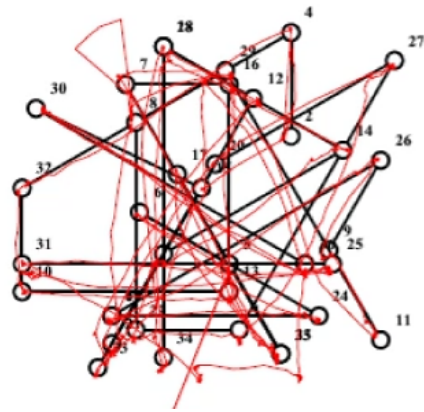
検証実験では、被計測者 (健常者) はタブレット端末を正面に持ち、視野のさまざまな位置に表示されたひらがな (図 2) を読み上げる課題を行った。なお、本システムは iOS 上で動作する App として実装されているが、開発した母音認識は騒音の大きな環境では十分に機能しないものの、一般的な生活環境においてはおおよそ正確な識別を行えることを確認した。正答を認識するまでの時間は、文字呈示後 0.5 秒程度であった。これは、被計測者が文字を知覚し、発声器官を動かすために必要な時間が加わったもので、母音認識の応答速度は十分高速であったと考える。実験中に、文字が表示されてから正答の音声が発せられるまでの時間を逐次計測し、その時間の長さをもとに詳細な視野検査を勧める必要があるかどうかの提言を行った。

今後は、検査のために必要な機能を追加実装し、視野狭窄の患者を含めたユーザに対するテストを行いながら、視野狭窄の疑い例を判定するための基準を明らかにする。また、iOS の他に、Android などの OS を採用しているタブレット端末への移植も検討する。

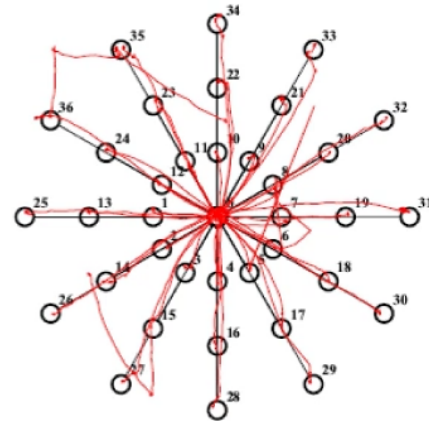
(2) 精密検査装置

本システムにおいて、図 3 のような構成で製作した。より正確に視線計測を行うために、目領域を随時に自動計測し、まつげなどのノイズを適応的に除去する処理を施した。図 4 には、検査用の 25 個の視標とそれらの配置を示す。

検証実験では、検査時の姿勢として着席・仰向け・横向きの 3 条件と、視標呈示時間の間隔を 800ms・1200ms・1600ms の 3 条件で視野検査を実施した。図 4 には、検査結果の視線移動軌跡の一例を示す。検査は、図 4 の視標の配置にしたがって実施されたが、被験者



(a) 実際の視線移動軌跡



(b) 再配置後の視線移動軌跡

図5 精密視野検査における視線移動一例

の中心窩を起点として視標を呈示したため、図 5(a) のような視線移動形跡が得られることになる。これらの軌跡を各々の起点中心窩をもとに再配置すると、図 5(b) のように各視標における停留点とそのズレを確認することができる。

検証実験を通じて、次のようなことが分かった。まず、健常者 8 名に対して本装置を着用してもらい、左右の目における視線キャリブレーション後の注視精度を 0.5° 以下に確保することができた。中心窩の視角が 2° であることから、この精度が十分であるといえる。次に、この注視精度のもとで、視野検査を実施した結果、全ての被験者が全視標を的確に注視できることを確認した。なお、検査時の姿勢と視標呈示時間を要因として、本検査結果を二元配置分散分析で調べた結果、各要因の効果および交互作用の効果が認められないため、検査時の姿勢と視標の呈示時間に関係なく、本システムによって正確に視野検査が行えることが分かる。

以上のことから、本研究で目指した「視野検査の信頼性の向上」、「様々な姿勢での視野検査」、「短時間で完了できる視野検査」を達成することができ、体の不自由な人も利用できる検査装置も実現できたといえる。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 1 件)

- ① 堀田健仁・今淵貴志・プリマオキディッキ・伊藤久祥, VR-HMD を使用したアクティブ視野検査の提案, 情報処理学会第 80 全国大会, 2018

6. 研究組織

(1) 研究代表者

プリマ オキ ディッキ (Oky Dicky, Prima)
岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・
准教授
研究者番号 : 20344624

(2) 研究分担者

伊藤 久祥 (Hisayoshi, Ito)
岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・
講師
研究者番号 : 30305304

(3) 研究協力者

宮内 哲 (Miyuchi, Satoru)
仲泊 聡 (Nakadomari, Satoshi)