

1B2-3 仮想視空間と眼球運動計測の同時実現装置の開発とその視覚認知機能評価への応用

A new apparatus for constructing virtual visual field and measuring eye movement and its application to evaluation of cognitive function

○福島省吾（松下電工） 田舎片悟（松下電工） 中川雅文（みつわ台総合病院）
千葉有（武蔵村山病院），山口明（武蔵村山病院）

Shogo FUKUSHIMA, Matsushita Electric Works, Ltd., Osaka
Satoru INAKAGATA, Matsushita Electric Works, Ltd., Osaka
Masafumi NAKAGAWA, Mitsuwadai General Hospital, Chiba
Yu CHIBA, Musashimurayama Hospital, Tokyo
Akira YAMAGUCHI, Musashimurayama Hospital, Tokyo

要 約

仮想視空間と眼球画像計測とを同時実現するゴーグル型装置を開発した。本装置の特徴はゴーグル装着者の視野が仮想視空間で覆われるため、仮想視空間を映像としてカスタム設計することにより多様な視覚認知機能評価が可能となった。また従来の眼球運動計測ではアーチファクトとなっていた頭部運動の影響を受けないため、較正が著しく簡単になり安定した眼球運動計測が可能となった。

Key Words : Virtual reality, Head mounted unit, Video oculography, Eye movement, pupil response

1. はじめに

仮想視空間と眼球画像計測を同時実現するゴーグル型装置を開発した。開発機器の臨床検査向け応用としてビデオ眼振計「メディテスタ VOG」について紹介する。メディテスタ VOG は視刺激をゴーグル内部の仮想空間で実現するものであり VR（バーチャルリアリティ）応用とも位置づけられる。メディテスタ VOG は既に医家向けビデオ眼振計として商品化されている。

2. VR 応用ビデオ眼振計

2・1 めまい検査 めまい症状を呈する疾患の検査では、責任病巣が内耳などの末梢にあるのか、小脳などの中枢にあるのかによって、それぞれの病状の進行や処方が異なるため、その診断は極めて重要である。

重心動揺や眼球運動を調べる平衡機能検査は、その非侵襲性および簡便性ゆえスクリーニングとして有用であり既に臨床で行われている。眼球運動検査では、大別して、視刺激を与えないものと与えるものに分けられる。前者としては、暗所での眼振有無を調べる検査や、冷水や温水などで左右の内耳の温度差を与えて眼球運動を誘発するカロリック検査などがある。後者では、滑動性眼球運動を誘発する正弦状に左右移動する視対象を提示する視刺激検査（ETT）や、線状の縞模様を左右いずれかに移動させる視刺激を提示して、いわゆる“鉄道眼振”を誘発させる視運動性眼振検査（OKN, OKP, OKAN など）である。

2・2 メディテスタ VOG 従来の視刺激提示方法では、大型のスクリーンを設置する必要があるが、既設の医療機関

ではその導入の障害となっている。また従来検査では、視刺激の提示装置と眼球運動計測装置が独立しているため、それらの同期がとれていなかった。

メディテスタ VOG は上記のような問題点を解決する眼振検査装置であり、眼球運動計測機能と視刺激提示機能とを同時に実現する装置である¹⁾。メディテスタ VOG はゴーグルと本体からなり、その概観を Fig 1 左に示す。ゴーグル装着者には、1.4 m 前方に水平視野角 45 deg の約 63 インチ相当の仮想スクリーンが見える。視刺激の提示は左右独立に提示可能である。眼振検査に用いられる視刺激は、予め本体にて生成されるが、それ以外の任意のビデオ画像においても本体経由でゴーグルへの提示が可能である。

ゴーグルにて計測される眼球画像のサンプルを第 1 図右に示す。本体では、ゴーグルで撮像された眼球画像を、ビデオ信号処理によって、眼球運動の位置・速度の水平成分および垂直成分を、60 Hz の実時間で導出する。

ゴーグル内部の模式図を Fig 2 に示す。上部に配置された 2 枚の小型 LCD パネルがそれぞれ左右両眼の視刺激提示を行う。ビームスプリッターを挟んで各 LCD と対向するように配置された 2 枚の CMOS イメージセンサは左右両眼像をサンプリングレート 60 Hz で撮像する。

おもな仕様を Table 1 に示す。眼球運動計測は、水平方向では 0.1 deg、垂直方向では 0.2 deg の眼球回転角の分解能をそれぞれもつ。垂直方向が劣るのは、眼球画像フォーマットがインタレース方式のビデオ信号であることに依存している。瞳孔間距離は 58.0～68.0 mm までに対応しており、アイリリーフは 15.0 mm である。

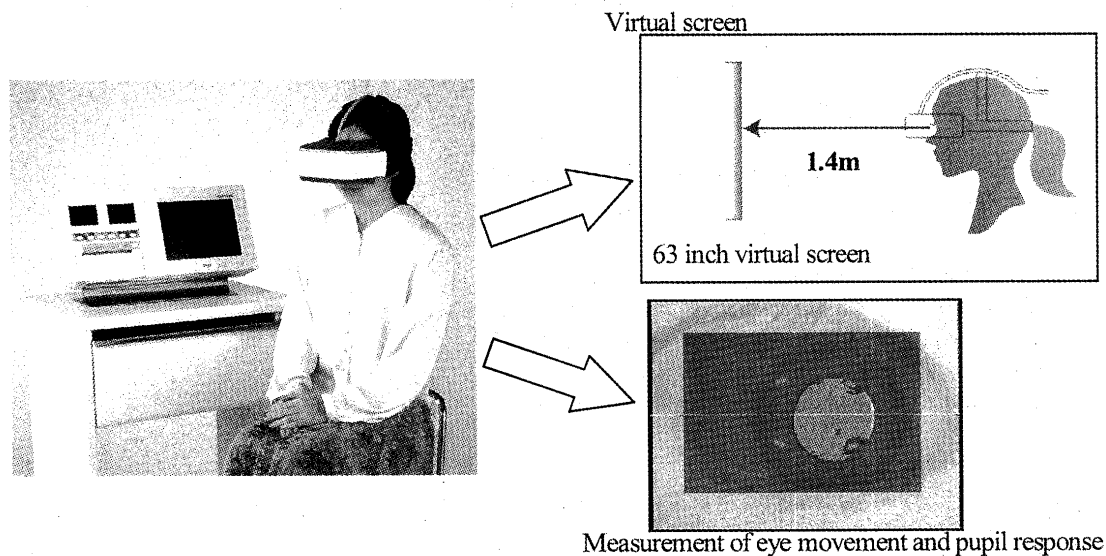


Fig. 1 Schematic of the developed system

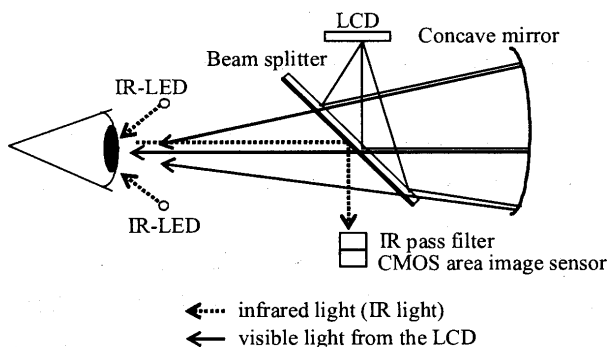


Fig. 2 Schematic of the head mounted unit

Table 1 Specifications of the developed system

Image presentation	
Horizontal visual field angle	45 deg
Vertical visual field angle	30 deg
Virtual distance from eyes	1.4 m
Eye measurement	
Horizontal resolution	0.1 deg
Vertical resolution	0.2 deg
Time resolution	60 Hz
Human factors	
Inter pupil distance	58.0 - 63.5 mm
Eye relief	15.0 mm

3. 臨床検査への応用

3・1 眼振検査 従来の電気計測方式の電気眼振計とメディテスタ VOG とを併用して同時計測を行った結果, ETTやOKN,OKPなどのルーチン検査での眼球運動記録の目視結果から, 両方式間で同等の波形が得られており, 臨床検査の上で問題ないことが確認されている¹⁾。

3・2 認知機能検査 メディテスタ VOG の他用途展開として, 認知機能検査を試みている。脳卒中後遺症の一つである半側視空間無視に関して, 従来の筆記や模写テストでは知覚機能と運動機能の弁別が容易ではなく, 無視症状の重症度定量化は困難であった。開発した機器を利用することにより知覚機能を選択的に定量評価が可能となり, リハビリの回復度合を知るツールとして期待できる。

視刺激として, 左右の視野に広がる水平線分とその線分上の特定座標位置に対応する点列を順次呈示した²⁾。視刺激内容および計測結果については, 講演発表時に詳述予定である。

4. おわりに

本稿では臨床検査向け仮想視空間と眼球画像計測を同時実現するゴーグル装置に付いて述べ, その応用例としてビデオ眼振計メディテスタ VOG を紹介した。“映像として呈示された視刺激に対する眼球運動や瞳孔反応を計測する”, というコンセプトに基づいており, このような検査手法は仮想検査空間と言える。視刺激はPCで作成可能であるためカスタマイズは容易であり, 上述した応用以外にも瞳孔視野計などの用途への展開も期待できる³⁾。

参考文献

- (1) 福島ら: 視覚刺激スクリーン内蔵型ビデオ眼振計の開発, 生体医工学, Vol. 42, No. 4, pp. 371-377, 2004
- (2) Y. Chiba, et. al.: “Visual cognitive function of patients with unilateral spatial neglect and a new objective diagnostic method by measuring eye movement”, ISBET 2004, pp. 341-344, 2004
- (3) F. Maeda, et. al.: “Pupil perimetry using liquid crystal display”, Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 46: E-Abstract 631, 2005