

# ウェアラブルメガネを用いた視線方向の推定に関する一考察

薄井智貴<sup>1</sup> 坂匠<sup>†2</sup> 山本俊行<sup>‡3</sup>

**概要：** センサ技術の高性能・高精度化に伴い、ウェアラブルデバイスが脚光を浴びている。本研究では、昨年末に販売が開始された眼電位センサを搭載したウェアラブルメガネ「JINS MEME」の運轉行動把握における利活用を検討しており、本稿においては、まず、本製品の特徴および取得データによる視線方向推定の可能性について検討した結果について述べる。被験者1名による簡易計測実験の結果、取得できる水平・垂直方向のEOG値を利用することで、誤分類率8%程度で、視線方向を把握することができる可能性が示唆された。

## A Study on Estimating Eye Direction using Smart Eyewear

TOMOTAKA USUI<sup>1</sup> TAKUMI BAN<sup>†2</sup> TOSHIYUKI YAMAMOTO<sup>‡3</sup>

### 1. はじめに

人はどこを見ているのか？スーパーやコンビニにおける消費者の視線計測はマーケティング戦略において非常に重要なことは言うまでもなく、また自動車運轉時の運轉者の視線方向や交通行動中の歩行者の視線計測においても、製品開発だけでなく安心安全実現の上で非常に重要なファクターの一つである。さらに、認知心理学や脳神経学、医学においては、視線から得られた情報が脳や心理にどのような影響を及ぼすのか、認知・社会心理学研究も盛んに行われてきており、人間の視線を計測する技術は、今後必要不可欠なものとなってくるであろう。

一方、近年、電子技術の革新的飛躍によるセンサの低消費電力化、小型化、高精度化に伴い、身の回りの様々な製品にセンサが取り付けられるようになった。センサは単に量を計測するだけの機器ではなく、センサ所有者の状態や活動そのもの、またその周辺状況を計測できる機器として、様々な分野で活用され始めている。

こうした中、近年、新たな電子デバイスの一つとして、ユーザーエクスペリエンスを重視し、様々なセンサを組み込んだ近未来型のウェアラブルメガネが登場している。代表的なものとしては、様々なセンサを搭載し、メガネのレンズに映像が映し出される Google 社製 Google Glass やソニー社製 Smart Eye Glass、東芝製の Wearvue TG-1、テレパシージャパン社製 Telepathy Walker などのレンズ投影型メガネが有名である。一方、前述のような、装着者のメガネレンズに超小型プロジェクタにより情報を投影する情報提示型メガネデバイスに対し、カメラアイトラッキングによる、メガネ装着者の視線追跡が可能な Tobii Pro Glasses や眼電位による眼球や顔の動きを検出できる JINS MEME などの情報計測型メガネデバイスが注目されている。これまで、

人間の視線を計測する装置としては、可視光カメラや赤外線カメラにより目の動きを撮影し視線方向を推定する装置が主流であったが、装置が高価で大きく、日々の生活の中での視線を、利用者の違和感なく検出ことは非常に困難であった。そのため、特に通常のメガネとしても利用可能な JINS MEME は、通常生活の中で、より自然な目の動きを計測できる可能性も高く、様々な分野での利用が期待されている。ただし、その利活用方法やデータ精度に関しては、未知数な部分も多く、データ精度検証および実社会での利活用に至るまで、今後様々な検証が必要である。

そこで、本研究では、人間の日常的な視線方向の把握を目的として、2015年11月に(株)ジェイアイエヌ社により発売された眼電位センサ搭載のウェアラブルメガネ「JINS-MEME<sup>[1]</sup>」を用いて簡易的に視線推定を行った結果について報告する。

### 2. 眼電位センサを搭載した「JINS MEME」

「JINS MEME (ミーム)」は、(株)ジェイアイエヌ社から2015年11月5日に発売された BtoC 向けのメガネ型のウェアラブル端末で、一般的な眼鏡とほとんど変わらないデザインでありながら、体や目の状態を感知するセンサを搭載している(図-1)。従前の視線検出用メガネは、その多くは何かしら「いかにも」といったセンサやカメラがメガネに取り付けられており、日常生活そのものを自然な環境のもと計測するには問題があり、取得されたデータも非日常の生活行動の観測結果となり、バイアスが削除しきれない。一方でこのメガネは、デザインはもちろん、レンズに視野を阻害するセンサ等も無く、レンズを個人に合わせた度付きレンズにも交換可能なことから、一般の人が日常生活の中で利用した結果のデータを取得することが可能になる。

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院 博士課程教育リーディングプログラム 実世界データ循環学 特任准教授

<sup>†2</sup> 名古屋大学大学院 工学研究科 博士後期課程

<sup>‡3</sup> 名古屋大学 未来材料・システム研究所 教授

これらを踏まえ、本研究においては、JINS MEME の自動車運転者の状況把握での利用を念頭に、実際にデータを取得・解析しつつ、活用方法を模索していく。

まず、表-1 に JINS MEME の特徴を示す。本体は、プラスチックフレームで重さは 36g、センサとバッテリーが搭載されているため、一般的なメガネよりはやや重い。センサは、3 軸加速度、3 軸ジャイロ、3 点式眼電位センサが搭載されており、センサ値を解析することで、まばたきや視線の移動、体の動きを把握することも可能となる。中でも 3 点式眼電位センサは、目の動きにより生じる電位変化を検知するセンサで、ノーズパッドと中心のブリッジ部分に搭載されたセンサの電極から眼電位を計測し、目やまぶたの状態を EOG (Electro-Oculography) 法により数値化するものが可能で、特殊な装置を取り付けること無く、装着車の目の状態を把握データとして抽出できる。計測されたデータは Bluetooth 経由でワイヤレスに、Raw データをパソコンやスマートフォンに蓄積可能で、1 回 2 時間の充電により 24 時間利用できる。ただし、Google Glass 等とは異なり、ディスプレイ等の表示機能や音声、バイブなど伝達機能は搭載されていないため、データ収集には、パソコンやスマートフォンとの連携は必須である点には注意が必要である。



図-1 ウェアラブルメガネ「JINS MEME」

表-1 JINS MEME の特徴

項目	詳細
本体	プラスチックフレーム・レンズ
搭載センサ	3 軸加速度センサ 3 軸ジャイロセンサ 3 点式眼電位センサ (EOG 法)
通信方式	Bluetooth Low Energy
バッテリー	リチウムイオンバッテリー
充電時間	2 時間
使用時間	スタンダードモード 24 時間
重量	36g

### 3. 眼電位に関する既往研究と本研究の方向性

本研究では、加速度・ジャイロセンサや眼電位センサから得られる値を利用して、運転状態や視線方向の推定を見据え、センサデータの分析を試みる。一般的に最も普及している加速度やジャイロセンサを用いた行動状態推定に関する研究は数多く行われており、その多くはセンサ値の特徴量を学習し、状態推定モデルを構築し、入力データを認識することで行動状態を推定する。これらの状態推定には、サポートベクタマシン (SVM) や k-means 法、EM アルゴリズムを利用した研究が主流であり<sup>[2][3]</sup>、GA やニューラルネットワーク、Deep ラーニングなど機械学習を用いた研究も近年行われている<sup>[4]</sup>。

一方、眼電位による視線推定に関しては、20 年ほど前より研究成果が蓄積されてきているが、そのほとんどは、独自の電極装置を被験者の顔に複数箇所貼り付け、それらから得られた水平・垂直方向の EOG を計測することで視線を把握するものである。例えば、加納ら<sup>[5]</sup>は EOG の交流成分のみに着目し、8 方向への長短、合計 16 方向の視線移動を k-NN 法により識別する手法を提案し、実証実験を行っている。呉ら<sup>[6]</sup>は、直流成分と交流成分を合成することで視線移動の精度を向上する手法を考案し、目線によるアルファベット入力実験の中でそれを実証している。また、真鍋ら<sup>[7]</sup>は、ヘッドホンを改良し耳介周辺や外耳道に配置した電極から EOG を計測し、視線検出する方法について検証を行った。得られたデータはカルマンフィルタにより成分分解を行い、視線推定を行っている。

本研究においては、ウェアラブルメガネ JINS MEME の利用可能性を検証する目的において、まずは基本を理解するために、過去の研究事例にならない、本製品を利用して視線方向の取得が可能かどうか検証を行うこととした。その上で、今後、様々な分野での応用実験を行うこととする。

### 4. 眼電位センサの分析による視線方向の推定

#### 4.1 取得データとその特徴

一般的なセンサ解析で利用されている SVM と Naive Bayes により視線推定を試みる。JINS MEME から取得可能な眼電位センサ値は、水平 ( $V_H$ ) と垂直 ( $V_V$ ) 方向の EOG で、図-2 にデータサンプルを示す。データの単位は、LSB (Least Significant Bit : 量子化単位) で、取得頻度は 100Hz である。

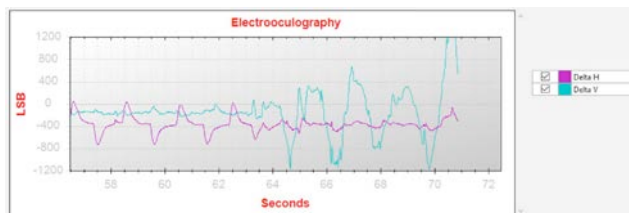


図-2 取得データの一部 (単位 : LSB)

本研究では、一般に販売されている JINS MEME (ES 版)とは異なり、アカデミック契約でのみ利用可能な JINS MEME ACADEMIC 版を用いて検証を行う。通常販売のものは、MEME 本体で独自推定された結果のデータを出力するのにに対し、ACADEMIC 版では、眼電位センサからの図-2に示すような RAW データを独自 API により取得することができる。なお、メガネ本体の違いはない。表-2 にその違いと取得データの一覧を示す。前述の通り、ACADEMIC 版においては EOG の Raw データが取得できるのに対して、一般に販売されている ES 版は、EOG から独自アルゴリズムにより推定された 5 段階の数値指標が出力される。どちらも精度に関しては未知数である。

表-2 眼電位センサから得られるデータ

JINS MEME	ES (リアルタイムモード)	ACADEMIC
サンプリング	20Hz	100Hz
搭載センサ	3 軸加速度・3 軸ジャイロ・3 点眼電位	
取得データ	上下左右への視線移動(5 段階) 瞬きのスピード 瞬きの強さ 電池残量 (5 段階)	EOG Horizontal EOG Vertical Left (左電極) Right (右電極)

#### 4.2 データ計測実験と分析結果

1 名の健常な被験者を対象として、視線方向移動時の数値の変化を確認するための EOG 計測実験を行った。被験者には、JINS MEME をかけてもらい、前方視線を初期値として上下左右に視線を移動して頂き、その様子をビデオに撮りつつ、同時にサンプリングレート 100Hz にて EOG 値を取得した。取得したデータは、ビデオを確認しつつ上下左右各方向に眼球が移動し前向きに戻るまでと、瞬き動作中、前方視線のデータに動作フラグを付け、正解データを作成し分析に利用した。ここで、前方とは眼球が正面を向いている状態を示す。取得したサンプル数は、全 6,592 データで、これをランダムに半分に分割し、片方を学習データ、もう片方を推定データとした。

まず、EOG の Horizontal 値と Vertical 値を説明変数として、SVM による分析を行った。分析の結果、誤分類率は 8.4% となり、まずまずの推定結果となった。次に、Naïve Bayes による分析も行ったが、こちらは誤分類率が 12.3%と SVM より低い値を示した。二つの分析結果を図-3 に示す。図を見ると、SVM は視線方向に関してはどの方向も高精度であるものの、Naïve Bayes に関しては精度が低い方向もある。これは、学習サンプル数の少なさの影響が現れたものと考ええる。ただし、今回の実験においては、4 方向以外の視線やまばたきをしながら方向を変更するなどの複合動作について学習させておらず、実験手法も簡易的なものに留まっているため、過去の様々な研究成果を参考に追加の実験を行い、推定精度を高める必要もあるであろう。

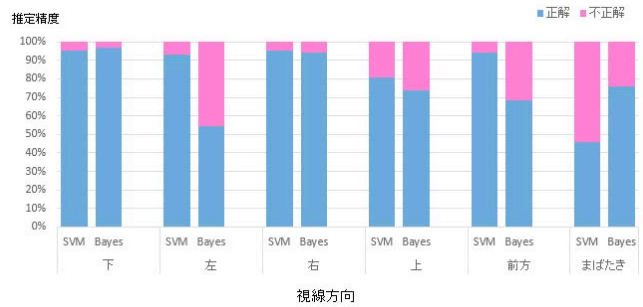


図-3 SVM と Naïve Bayes による視線推定結果

#### 5. まとめと課題

眼電位センサを搭載したウェアラブルメガネ「JINS MEME」の利用可能性を検討するため、本稿では、眼電位センサから得られる EOG 値に着目し、眼球の向き、つまり視線方向の把握のための簡易的な実験を行い、分析を行った。分析の結果、取得できる EOG の Horizontal 値と Vertical 値の変化により、ある程度、視線方向の検出が可能であることが分かった。ただし、今回試みたものは、前方を含む 5 方向の推定とまばたきの合計 6 種類の眼球動作の把握のみであるが、加納ら<sup>[5]</sup>の手法を用いることで、16 方向の視線推定の可能性も伺えると考えられる。

今回の実験においては、本製品の紹介と、取得データの把握、視線検出の可能性を把握することに重点を置いており、簡易的な分析のみに留まったが、今後、より詳細な実証実験を行い、その利活用について検討を行う予定である。

#### 謝辞

本研究は、文部科学省博士課程教育リーディングプログラムの一環として実施したものである。

#### 参考文献

- [1] JINS MEME : <https://jins-meme.com/> (2016/4/20 参照)
- [2] 沼杏子, 屋代智之: 歩行者の状態推定の軽量化に関する一検討, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム論文集, IPSJ Symposium Series Vol.2011, pp.308-314, 2011.
- [3] 篠崎優介, 羽多野裕之, 藤井雅弘, 渡辺裕: スマートフォンを用いた移動状態推定手法に関する一検討, 情報処理学会第 76 回全国大会, CD-ROM, 2014.
- [4] 例えば, 森田良文, 各務弘憲, 鶴飼裕之, 神藤久: ニューラルネットに基づく歩行時加速度データの高齢者/若年者弁別, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D-II No.2, 2005.
- [5] 加納慎一郎, 吉信達夫, 星宮望: 交流眼電図を用いたメニュー選択型インタフェースの開発, 電子情報通信学会技術研究報告.MBE, ME とバイオサイバネティクス, 105(655), pp.33-36, 2006.
- [6] 呉双, 田村宏樹, 淡野公一: 眼電位を用いたマウスカーソル制御システムに関する研究, 日本知能情報ファジィ学会ファジィシステムシンポジウム講演論文集 vol27, 949-952, 2012.
- [7] 真鍋幸幸, 福本雅朗: ヘッドホンを用いた EOG 法による視線入力インタフェース, 情報処理学会論文誌 Vol.52 No.4, pp.1515-1526, 2011.