

■ はじめに

欧米の交通事故死者は、ドライバーが40～50%占めるのに対して、日本では19.4%と低く、かわりに歩行者の死者が36.2%と極端に高い。また、日本で交通事故が起きた道路種別では、住民の生活道路である市町村道が44.7%を占める。(2012年6月9日 朝日新聞オピニオン欄)。つまり、日本では「生活道路として使われている市町村道に車が入ってきて、歩行者が事故に遭う構図」が存在する。交通事故を減らすためには、自動車運転者のさらなる注意喚起や、生活道路に蛇行と段差をつけるといったような行政側の対応も必要であるが、精神論だけでは交通事故低減は期待できない。心理的および経済的に自動車運転者の負担にならない形で、状況に応じて安全運転を支援できる工学技術が必要である。

本研究プロジェクトで目指すのは、第一に、自動車運転者の眠気・めまい・疲労度の検出と、突然の体調不良の予測である。それらに加えて、第二に、たとえば分岐路の手前に障害物があるような細いT字路の手前では、自動車運転者のよそ見や居眠りをシステムが検出だけでは不十分で、視線や注意状態などをモニタリングしつつ、運転者が注意不足でぼやっと前方を見ている場合などは「左斜めの小道を注意して見よ！ 子供が飛び出してきました！」と安全運転アドバイスをしてくれるシステムの開発である。

回旋成分も含んだ眼球運動、輻輳・開散、瞳孔反応、瞬目パターンなどの眼球まわりの生体反応をカメラにより非接触に計測しようとする試みは、いろいろと行われている。しかし、それらの生体信号のなかで、計測が難しいのが眼球回旋である。従来の眼球回旋計測手法では虹彩紋理(虹彩の濃淡パターン)という、濃淡コントラストが不明瞭で、まばたきや背景光変化にも脆弱な映像を用いて眼球運動計測を行っていたため、遮光のための重くて大きなゴーグルが必要であったり、背景光変化のない条件でしか計測ができなかったり、あるいは、カメラと眼球との位置関係変化に脆弱であるため、装置の強固な頭部固定が不可欠であった。

しかし星野聖らは、眼球の白目にある血管像という、細線化処理も不要なくらいに細く、濃淡コントラストも極めて高い映像に注目し、しかも、青色光照射により血管像の濃淡コントラストをさらに強調する手法を考案した。これにより、遮光のためのゴーグルや、装置の頭部固定が不必要になり、計測システムの大幅な小型軽量化が可能となった。そのため、昼夜に関係なく、自動車運転者の生体信号を低

拘束で長時間計測することを可能にし、リアルタイムで安全運転支援ができる路を拓いた。

■ 活動内容

1. 超コンパクトな視覚情報計測メガネの開発

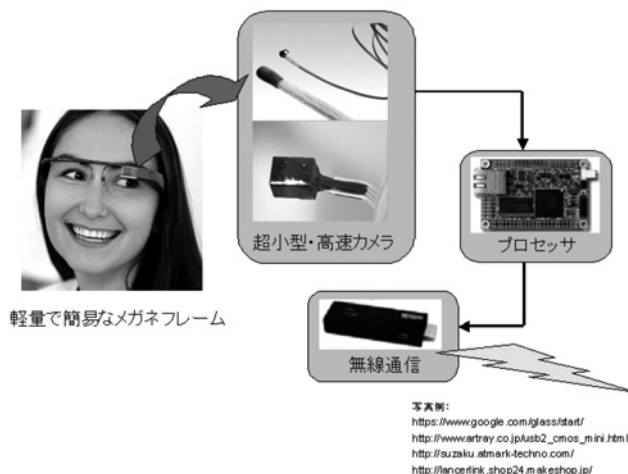
Google glass程度の大きさで、超小型カメラ・処理系・無線通信装置を搭載したメガネ型装置により、以下の生体データを計測できるようにしつつある。

- 眼球運動(水平垂直:運転手の視線方向. 眼球回旋:めまい, 突然の体調不良)
- 瞳孔反応(対光反応:自律神経機能. 静的瞳孔径:眠気・疲労, 注意・関心)
- 瞬目パターン(生起数:注意・緊張・不安, 眠気・疲労. 点過程解析:未知数)
- 焦点調節(視対象と調節の差:注意散漫. 眠気・疲労)
- 輻輳・開散(斜位の量:注意散漫)

2. ハードウェアとソフトウェア

下図に例示するように、軽量で簡易なメガネフレームと、超小型カメラ、超小型プロセッサ、無線回路、およびバッテリーから構成される、Google glass程度の大きさで重さの計測装置を、目下、試作中である。

今現在は、小型高速カメラを使った初期タイプとともに、次頁左上段に示すような超小型ワイヤレスカメラと、小型の近赤外および青色のLEDをメガネフレームに搭載した眼球回旋計測装置を実装済みである。

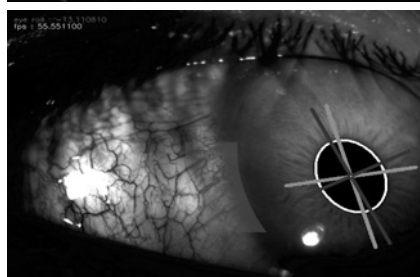
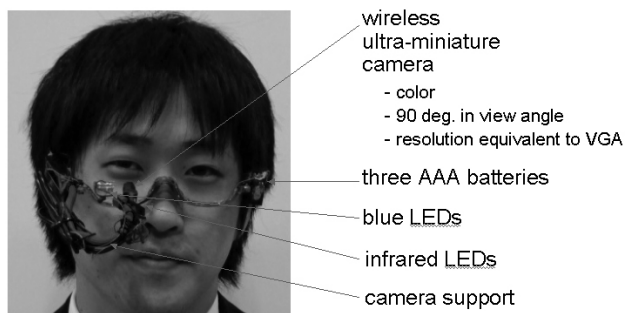


代表発表者 **星野 聖 (ほしの きよし)**
 所属 **筑波大学システム情報系**
 問合せ先 **〒305-8573 つくば市天王台1-1-1**
TEL & FAX: 029-853-5253
hoshino@esys.tsukuba.ac.jp
http://www.kz.tsukuba.ac.jp/~hoshino/

■キーワード: (1) 眼球運動計測
 (2) 結膜血管端
 (3) 眼球回旋

SATテクノロジー・ショーケース2015

眼球回旋計測を行うための処理の流れは、次の通りである。(1) 虹彩の輪郭を二値化処理により求め、虹彩輪郭に接している結膜血管端を検出する。(2) 複数検出された血管端のなかで、上下の瞼からほぼ等距離にある結膜血管端を1つだけ選出し、テンプレート映像を取得する。(3) 所定の領域内においてテンプレート映像と原画像のテンプレートマッチングを行い、追跡を行う血管端を検出する。最後に、(4) トラッキングされた結膜血管端の位置座標を、瞳孔の楕円パラメータを用いて回旋角度に変換する。一連の処理により、左下図に例示するような計測結果が得られる。なお、追跡する血管端は、1個でも(速度重視)、あるいは複数でも(精度重視)どちらでも良い。



3. ビッグデータ解析

たとえば「急ブレーキ」や「急ハンドル」は、「事故を起こす危険性が極めて高い状態」と高い相関があるので、それと高い相関を持つ生体反応が得られれば、その生体データが警告に使える。しかし、それでは急ブレーキと事故(危険状態)とが時間的に近すぎて、「アラームを出しても時間的に間に合わない」という問題が生じる。そこで、急ブレーキよりも時間的に前に生起する生体データを利用し、変数間の時間的因果関係に着目した共分散構造推定手法を使ったビッグデータ解析を行っている。さらに、変数間の向きを考慮したビッグデータ解析手法についても検討中である。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

以下のPCT出願が各国移行段階である：星野 聖，中込広幸：眼球回旋測定装置、眼球回旋測定方法、及び眼球回旋測定プログラム，PCT/JP2013/ 54609(国際公開番号WO2013/125707)，出願日2013年2月22日。

また、日刊工業新聞にて「コンパクト・高精度の眼球計測装置」が紹介された(18 July, 2014)。

さらに、星野聖はLaval Virtual Award 2009, 同2014, IJCAI 2009 Awardなど国内外で多数のAwardsを受賞してきたが、眼球運動計測についても、高速かつ高精度のシステムを実現した。小型高速カメラを使い、結膜血管の端点をトラッキングすることで、とくに眼球回旋運動を処理速度約80fpsで計測するシステムを、すでに実現しており、同システムの開発によりLaval Virtual Award 2013(フランス)を受賞した。(Laval Virtualは、国際会議、商用見本市、国際コンペティション、表彰などから構成されるヨーロッパ最大のバーチャルリアリティのイベントであり、本プロジェクトは2012年度の最も優れたVRシステムのひとつとして授賞された)。

