

公益信託 NEXCO 関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱UFJ 信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：高速道路の救命救急の成績を向上させるためには、「人の心」が読めなくてはならない。

研究代表者： 東北大学加齢医学研究所 教授 山家智之
共同研究者： 東北大学加齢医学研究所 准教授 白石泰之
東北大学加齢医学研究所 助教 山田昭博
東北大学加齢医学研究所 助教 井上雄介

はじめに

東日本大震災は、未だ記憶に生々しいところではあるが、全国に広がる高速道路ネットワークにおいて、救命救急に対応しなくてはならない事態は、しばしば発生する。

交通事故を引き起こすのは「人の心」である。例えば「煽り運転」は、後続車の衝突事故から玉突き事故、広範囲の大事故のアクシデント発生を引き起こしかねないことは近年、非常に幅広く国民に知られるようになった。しかしながら、現実には、その対策は、全くない。

ここで、大事になってくるのは「人の心」である。これを診断し予測し、高速道路ネットワークが対応をとれば、世界中の交通事故患者が救命できることになる。

我々は、運転中の自律神経機能を定量診断する方法論を発明し、中枢機能を推定する方法も新しく考案し、共に特許を取得した。

本発明を用いドライブシミュレータにて車載機器から運転者の顔色を読み、顔面の多チャンネル脈波から多次元の脈波を検出し、心拍変動から自律神経機能解析を行い、脈波伝播速度から血管の緊張を検出し、中枢神経機構の感情の推移を解析できるシステム開発を進めた。

現在、システムの具体化を目指し、自動車内に実装し、フィージビリティスタディに進める計画を展開している。このシステムを応用することにより、「煽り運転」の発生を妨げ、その情報を、いち早く高速道路ネットワークに流し、事故の発生を予測し、あらかじめ対応を取り、救命救急の医療資源をいち早く用意し、圧倒的なスピードで対応を取ることが可能になる。

1. 研究の目的

交通事故を引き起こすのは「人の心」である。例えば「煽り運転」は、後続車の衝突事故から玉突き事故、広範囲の大事故のアクシデント発生を引き起こしかねないことは近年、非常に幅広く国民に知られるようになった。しかしながら、現実には、その対策は、全くない。

ここで、大事になってくるのは「人の心」である。これを診断し予測し、高速道路ネットワークが対応をとれば、世界中の交通事故患者が救命できることになる。

我々は、運転中の自律神経機能を定量診断する方法論を発明し、中枢機能を推定する方法も新しく考案し、共に特許を取得した。

本発明を用いドライブシミュレータにて車載機器から運転者の顔色を読み、顔面の多チャンネル脈波から多次元の脈波を検出し、心拍変動から自律神経機能解析を行い、脈波伝播速度から血管の緊張を検出し、中枢神経機構の感情の推移を解析できるシステム開発を行う。

2. 運転中の人の心の推定

煽り運転（あおりうんてん）とは、前方を走行する車に対して、進路を譲るよう強要する行為であり、車間距離を詰めて異常接近したり、追い回す、ハイビーム・パッシング・クラクション・幅寄せなどによって相手を威嚇する、嫌がらせをするなどの行為に代表される。

高齢化社会の到来に伴い認知症患者の運転者も増加し、この問題は重要である。

東北大学では現在、非侵襲的に体表面映像から血流を多チャンネル検知できるシステムが発明し、実験を進めている。運転中のモニタリングが可能になるので、例えば怒りの発作による「煽り運転」による交通事故を予防できるだけでなく心臓血管診断にも直結し、まずドライバー本人に利益があり、煽り運転によるアクシデントも予防でき、応用範囲は極めて大きいものと期待される

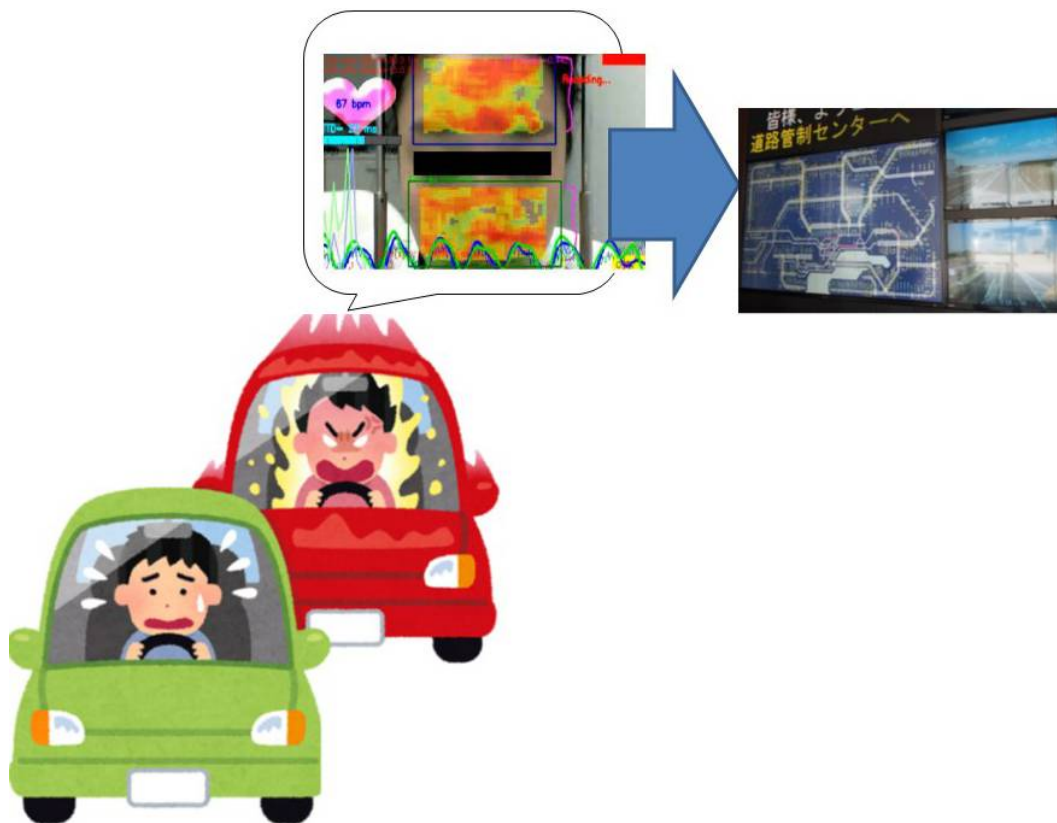


図 1 煽り運転情報は、速やかに NEXCO 中央システムへ通報され対処される

3. 「人の心」を読むシステム開発

われわれはこれまで、光電脈波計によって簡単に計測できる脈波信号に基づいて自律神経機能を表わすいくつかの指標を計測する方法に関する技術を開発し、特許を取得してきた。これらは手軽な自律神経機能モニタリングに応用できる技術であり、光電脈波計の代わりにビデオカメラで撮影した身体映像から、皮下の血液中のヘモグロビンが吸収する緑色信号に基づいて、遠隔的に血圧情報を反映する脈波伝搬時間の推定を行う技術を開発し、これが収縮期血圧と正の相関をすることを明らかにしてきた。

本研究では、これら2つの技術を組み合わせることにより、1) 血行状態や自律神経指標を直感的に利用者に提示するシステム開発を進めた。従来、Matlabをベースとした開発を行ってきたが、動作が遅く、リアルタイム性が低く、他のマシンへの移植性にも難点があった。そこで、プラットフォームに依存しないスタンドアロンでの動作が可能となるようなシステムを、Windows OSの下で開発言語としてVisual C++とOpenCVに基づいて開発した。入力として各種映像ファイル(AVI・MPEG・MP4・WMV)のどれからでも動作し、出力として、脈波波形表示・脈波の2次元的なモザイク表示・諸種の自律神経指標表示・血圧相関値表示・心拍数のローレンツプロット表示を実現し、解析対象の検出を自動化することによって、ユーザーの利便性向上を図り、出力結果をできるだけわかりやすく表示することを目指し、顔の自動検出も試みた。従来のシステムでは、映像脈波を得るための身体における関心領域(ROI; region of interest)を手動で設定していたがこの作業はユーザーにとって負担が大きく、適切なROIが設定されるかどうか保証されない。また計測中、ROIが固定のままでは、ユーザーの体の動きがすべて雑音となる。そこで自動検出・自動追尾・安定化によって体動の補償を行うシステム開発に成功した。すなわち顔検出アルゴリズムを使用して位置を一旦自動検出し、その後、周囲部分の画素数を最大にするように肌色部分抽出に関する複数パラメータの最適化を実行し、それ以降は色相追尾を行うことができ、実時間で追尾が可能となる。肌色抽出した結果と顔検出結果を組み合わせ、顔と掌を自動分離した後、掌に対して楕円フィッティングを行い、ROIを限定するようにし、ROIの境界の不安定性をできるだけ排除した。目の部分は眼球の運動や瞬きが外乱になる。そこで本システムでは、肌色追跡で確定した顔部分を切り出して安定化させた後、目の部分を自動検出してこの部分を解析対象外とし、それぞれの部分の映像脈波(多項式フィルタ後)を用い顔部分を35×35のセグメントに分割し、各セグメントにおいて映像脈波を求め、その強弱を赤から青の色相の変化として表示した血行状態を表すモザイク表示部分としこの2か所の映像脈波の位相差を、脈波伝搬時間差(血圧相関値)として算出し脈波の歪み時間(血圧相関値)を拍毎に算出した。

これらの方法論と発明を駆使することにより、精神負荷などにおいて、映像脈波の基線が上昇し、呼吸停止後には下降と上昇を繰り返して元のレベルに戻っているのが判別できた。

しかしながら実時間では、ゆっくりとした周期の体動についてはほぼ補償できると思われるが速い体動がある場合や顔が3次元的に回転する場合には、誤差が大きくなることが予想される。周辺光の照度の変化の影響は心拍の周波数である1Hz付近だけを通過させる帯域通過フィルタによってある程度除去可能であるが周辺光の照度変化の周波数

が心拍周波数と重なるような場合にはこれらの分離が困難であるので、今後とも開発を続ける予定である。

●. まとめ、今研究で得られた成果、今後の課題等

交通事故を引き起こすのは「人の心」である。これを診断し予測し、高速道路ネットワークが対応をとれば、世界中の交通事故患者が救命できることになる。

我々は、運転中の自律神経機能を定量診断する方法論を発明し、中枢機能を推定する方法も新しく考案し、共に特許を取得した。本発明を用い車載機器から運転者の顔色を読み、顔面の多チャンネル脈波から多次元の脈波を検出し、心拍変動から自律神経機能解析を行い、脈波伝播速度から血管の緊張を検出し、中枢神経機構の感情の推移を解析できるシステム開発が発明された。

本発明により、「煽り運転」の発生を予測し、妨げ、その情報を、いち早く高速道路ネットワークに流し、事故の発生を予測し、あらかじめ対応を取り、救命救急の医療資源をいち早く用意し、圧倒的なスピードで対応を取ることが可能になると期待される。

references

1. 特許 64933858 号「道路情報データベース構築支援システムおよび該道路情報データベース支援システムにより構築されるデータベースを応用した運転支援システム」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】山家 智之他
2. 特許 6683367 号「生体情報計測装置、生体情報計測方法及び生体情報計測プログラム」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】吉澤誠、山家 智之他
3. 特許 6692110 号「味覚診断装置」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】山家 智之他
4. 国際出願：PCT/JP2016/059253 発明名称：生体情報計測装置及び生体情報計測方法、発明者：吉澤 誠、山家智之他、
5. 特許 5408751 号「自律神経機能測定装置」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】山家 智之他
6. 特許 4789203 号「血圧反射機能診断装置」【出願人】国立大学法人東北大学【発明者】山家 智之他
7. 特許 5804405 号「情報処理プログラム、情報処理装置、情報処理方法および情報処理システム」【出願人】国立大学法人東北大学他【発明者】山家 智之他
8. 特許 5390851 号「車両用自律神経機能診断装置、車両用自律神経機能診断方法」出願人、東北大学他、発明者 山家智之、川島隆太他
9. 特許 4269623 号「血流可視化診断装置」【出願人】東北テクノアーチ【発明者】早瀬俊幸、山家智之他
10. *A case of macroreentrant atrial tachycardia between a persistent left superior vena cava and the left atrium with a decremental property.* Suzuki K, Yamagata K, Noda T, Nagase S,

Yambe T, Kusano K. *Heart Rhythm Case Rep.* 2020 Aug 17;6(11):836-840. doi: 10.1016/j.hrcre.2020.08.005. eCollection 2020 Nov.

11. *Diagnosis System for Swallowing and Peristalsis Function for Artificial Tongue and Esophagus Development.* Yambe T, Shiraishi Y, Inoue Y, Yamada A. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2020 Jul;2020:5128-5131. doi: 10.1109/EMBC44109.2020.9176039.

12. *Evaluation of the Pulse wave in the face for the patients with rotary blood pump (RP) in the Outpatient clinic.* Yambe T, Yoshizawa M, Shiraishi Y, Inoue Y, Yamada A. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2020 Jul;2020:5097-6100. doi: 10.1109/EMBC44109.2020.9175425.

13. *Modeling Approach for An Aortic Dissection with Endovascular Stenting.* Shiraishi Y, Yambe T, Narracott AJ, Yamada A, Morita R, Qian Y, Hanzawa K. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2020 Jul;2020:5008-5011. doi: 10.1109/EMBC44109.2020.9176423.

14. *Development and accuracy evaluation of a degree of occlusion visualization system for roller pumps used in cardiopulmonary bypass.* Fukaya A, Shiraishi Y, Inoue Y, Yamada A, Sahara G, Kudo T, Aizawa Y, Yambe T. *J Artif Organs.* 2020 Sep 15. doi: 10.1007/s10047-020-01211-x.

15. *Pulse rate variability: a new biomarker, not a surrogate for heart rate variability.* Yuda E, Shibata M, Ogata Y, Ueda N, Yambe T, Yoshizawa M, Hayano J. *J Physiol Anthropol.* 2020 Aug 18;39(1):21. doi: 10.1186/s40101-020-00233-x.

16. *In vitro performance of trans-valve left ventricular assist device installed at aortic valve position.* Okamoto E, Yano T, Inoue Y, Shiraishi Y, Yambe T, Mitamura Y. *Artif Organs.* 2020 Mar 26. doi: 10.1111/aor.13687. Online ahead of print. PMID: 32216103

<ご執筆にあたってのお願い>

- 広く一般の方々にも興味を持って理解していただけるよう、できるだけ分かりやすく、平易な文章でご執筆願います。
- 原稿の記述言語は日本語とし、ゴシック体・フォントサイズ 10 ポイントとします。
- 原稿は、全体で A4 版 2 枚程度（フォントサイズ 10 ポイント・50 字×40 行=1 ページあたり図表を含んで 2,000 字程度）とします。（合計 4,000 字程度）
- 項目の番号の記入要領は、次のように統一します。
 - 第 1 順位：1、2、3 …
 - 第 2 順位：1-1、1-2、1-3 …
 - 第 3 順位：(1)、(2)、(3) …
- 図（写真は図に含みます）・表の作成、本文への挿入にあたって、見出しはゴシック体で「図-1 図の見出し」、「表-1 表の見出し」とし、図の見出しは図の下に、表の見出しは表の上に配置して下さい。また、図や表を他の著作物から引用する場合は、出典を必ず明記し、必要に応じて原著者の了承を得て下さい。
- 参考にした文献は、引用・参考箇所 [1]、[2] のように右肩に番号をふり、本文末に出現順にまとめて記載して下さい。