

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：「Covid19の時代に積雪渋滞してもNEXCO中央システムが必要なところに必要な資源を届ける」に関する研究

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 教授 荒井 啓行

はじめに

激甚な災害になる大きな積雪の発生は予測できない。

どんなに準備を進めても、全国に広がる高速道路網を、完璧な全地球規模の天候予測・地震予測などで管理することは、原理的にも理論的にも不可能である。

必要なのは、起こってしまった大渋滞による自動車の渋滞集団の中で、必要なところへ、必要な物資を、救急車両、ドローン・空輸・ヘリコプターなどで配備することである。そのためには、各自動車内の城郭の状況を適切に診断し、医学的・社会的に必要なものを、NEXCOで中央管理されたセンターで把握することである。医学診断+物資適正物資配備の方法論を提案することを目指す。



1. 研究の目的

必要なのは、起こってしまった積雪後の大渋滞による自動車の渋滞集団の中で、必要なところへ、必要な物資を、救急車両、ドローン・空輸・ヘリコプターなどで配備することである。そのためには、各自動車内の城郭の状況を適切に診断し、医学的・社会的に必要なものを、NEXCOで中央管理されたセンターで把握することである。

そのための医学診断+物資適正物資配備センターを提案することが必要になる。東北大学は、すでにNEXCO東日本と特許も取得済みであり、更に次の関連知的財産も進めており、システムの具現化を目指す。

積雪による寒冷化ストレスは、特に、脳血管障害、心筋梗塞などの大きな危険因子であり、最優先の搬送が必要とされる。本研究では、高速道路積雪渋滞中の医学情報収集に特にフォーカスを当てて研究に挑んだ。

2. 方法

東北大学はNEXCO東日本と共同で特許を取得し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ているので(1-2)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、循環器疾患・生体情報解析も研究を進めている(3-12)。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ので、このシステムを応用することにより、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。

このような医療情報収集システムにより、積雪渋滞中の、車内の人体における危機存亡の病態、心血管イベントを検出するべく、心臓血管疾患。心的ストレスを検出するシステム開発を進めている。さらに近年、新型コロナウイルス感染症は、未だ終息に至っておらず、世界中の人々の心身の健康に大きな脅威を与え続けている。この状況において、オンライン診療や遠隔医療は、通院する必要がないために感染リスクの抑制に有効であるとともに、病床不足で在宅療養せざるを得ない場合には特に役に立つことになるほか、高速道路に閉じ込められた患者の検出にも役立てることが出来ることになる。これまでも、日常的に健康状態のチェックを行う目的で、腕時計型のセンサなどで身体の状態を記録するような装置が市販されている。しかし、特別なセンサを新たに購入してそれを常時身に付けることは、それほど容易ではない。これに対して、ほとんどの人々が持っている普通のスマートフォンやパーソナルコンピュータ(パソコン)だけで、健康状態のチェックができるようになれば具現化の蓋然性が向上する他、運転中には車載システムで実現できるのが理想である。そこで本研究では、ビデオカメラとコンピュータを内蔵したシステムにより何のセンサも身に着けず遠隔・非接触的に脈波信号を計測し、解析することで、血行状態・血圧変動や自律神経機能を表わす生体指標を与えてくれる、健康管理装置の開発を行い、これに関連する様々なシステムの商品化を行うことで、社会実装を進めることを目的としている。

さらに車載バージョンとして、魚眼カメラを使用し複数の顔を自動検出して、それぞれの映像脈波を連続的に計測・解析・記録する装置、掌紋認証機能および体温計測機能を具備し、体動や照明環境の影響をほとんど受けずに、掌の映像脈波を自動計測する装置などを開発するとともに、血中酸素濃度を遠隔的に推定できるシステムを具現化する基礎検討を進めた。このシステムを応用し、車載バージョンで乗客の疾病検出・心血管イベント発生が検知可能になれば、積雪渋滞時にも、最適なサポートが可能になる。

3. 結果と考察

車載可能な自律神経機能解析・心血管イベント検出装置を応用すればクラウドバージョン具備された自動多変量解析機能をさらに充実させるとともに、アマゾンAWSへのデータ自動転送機能を付加し、他のセンサ情報との連携が可能なシステム開発に進むことが可能になる。またスマートフォンバージョンで利用する場合、そのほとんどの動画圧縮方式では脈波再現性が低いという難点があったが、本研究の結果から脈波再現性があるMJPG圧縮方式によって動画を保存できるソフトを開発し、その有効性を確認したのでAndroid版へも展開が可能になる。個別認証のため掌紋認証機能および体温計測機能を具備し、体動や照明環境の影響をほとんど受けずに、掌の映像脈波を自動計測する装置によりたとえば実地における点検などに応用するための検証実験を行い、その有用性の検討を進めている。また360度カメラを使用し、複数の顔を自動検出して、それぞれの映像脈波を連続的に計測・解析・記録する装置の開発も進んでいるので、車内でも車載カメラ周囲の複数の人物から同時にリアルタイムに脈波を計測し、自律神経指標を記録できることを確認していくことができる。

開発されたシステムにより利用者は、Web ブラウザからクラウドサーバーにアクセスし、その日の体調に関するアンケートに答え外部接続の Web カメラで撮影した動画や、過去に他のビデオカメラで撮影した既存の動画ファイルをクラウドサーバーにアップロードすることが可能になる。これらのデータは、(1) 脈波波形、(2) SN 比、(3) 拍単位データ、(4) 歪み時間、(5) 自律神経指標（心拍間隔）、(6) 自律神経指標（脈波振幅）、(7) 平均値、(8) 体調アンケート、(9) 計測条件パラメータから成り、利用者がブラウザに表示されたリンクをクリックするだけで csv ファイルの形でダウンロードでき、事前に予め指定されたデータについては、解析されると同時に、サーバへデータが転送できるようになっているので、NEXCO 東日本サーバへの連携が可能となっている。動画ファイルから映像脈波を精度よく抽出するためには、フレーム間情報が保存されなければならない。しかし、多くの動画圧縮法ではフレーム間情報を利用して映像情報を圧縮しているため、波形が歪み、映像脈波の再現性が低い。したがって、既存の映像ファイルを使う場合、映像脈波を精度よく得るためには、それが無圧縮で録画されたものか、可逆圧縮方式またはフレーム間情報を利用しない MJPEG 圧縮方式で圧縮されたものである必要がある。そこで MJPG 圧縮方式で圧縮するアプリを開発し Android 搭載のスマートフォンにおいても MJPEG 圧縮方式で圧縮する同様の動画撮影用アプリを開発し、その有効性を確認した。

本研究を展開することで、NEXCO 東日本サーバへの運転者医学情報蓄積が可能になるので、緊急医療物資などのドローン搬送が実現する。



参考文献

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、東日本高速道路株式会社、【発明者】山家 智之他
2. 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
3. *Development and initial performance of a miniature axial flow blood pump using magnetic fluid shaft seal.* Okamoto E, Yano T, Sekine K, Inoue Y, Shiraishi Y, Yambe T, Mitamura Y. *J Artif Organs.* 2022 Apr 15. doi: 10.1007/s10047-022-01330-7. Online ahead of print.
4. *Acute Phase Pilot Evaluation of Small Diameter Long iBTA Induced Vascular Graft "Biotube" in a Goat Model.* Higashita R, Nakayama Y, Shiraishi Y, Iwai R, Inoue Y, Yamada A, Terazawa T, Tajikawa T, Miyazaki M, Ohara M, Umeno T, Okamoto K, Oie T, Yambe T, Miyamoto S. *EJVES Vasc Forum.* 2022 Jan 11;54:27-35. doi: 10.1016/j.ejvsf.2022.01.004. eCollection 2022.
5. *Development of muscle connection components for implantable power generation system.* Sahara G, Yamada A, Inoue Y, Shiraishi Y, Hijikata W, Fukaya A, Yambe T. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2021 Nov;2021:7206-7210. doi: 10.1109/EMBC46164.2021.9629561.