

機関番号：32665

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2010

課題番号：19560261

研究課題名（和文） 生体信号情報の抽出とそれによる自動車制御への応用のための
実証実験研究研究課題名（英文） Experimental study on human vital sign measurement for automobile
control system

研究代表者

西本 哲也 (NISHIMOTO TETSUYA)

日本大学・工学部・准教授

研究者番号：30424740

研究成果の概要（和文）：自動車のアクセル・ブレーキ踏み換え動作時の生体信号の測定実験に基づき、ペダル踏み換え時にアクセルペダルから下肢を離す前に検出できることを導いた。また、非接触式心拍収集（心拍による体表面の変位）方法を確立し、自動車シートにマイクロ波ドップラモジュールを搭載した車両システムを構築した。このように、本研究では自動車ドライバが危険と感じた意思とバイタルサインを生体信号として自動車搭載する次世代の自動車制御技術を確立できた。

研究成果の概要（英文）：This study aim to control automotive using biosignals reacted before drivers step on the brake pedal in traffic accidents occurrence. We measured reaction time and electromyogram from lower extremity of volunteers, and compared the middle-aged generation with young male generation. Experimental results showed that electromyogram of tibialis anterior was reacted at the moment of releasing the accelerator, regardless of ageing. we also measured RR distance with a digital filter, and analyzed an influence of respiratory sinus arrhythmia (RSA) related to aging. As results, RSA was significantly different between young and elderly subjects. In conclusion, age can be divided into two groups by using amplitude of RSA from body displacement.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：機械工学

科研費の分科・細目：知能機械学・機械システム

キーワード：自動車制御，生体情報，年齢識別，スマートシステム，ドライブレコーダ

1. 研究開始当初の背景

自動車は衝突時にエアバックやシートベルト等により乗員を保護しようとする衝突安全技術から衝突前に車両を制御する予防安全技術へと移り変わってきている。しかし現在の衝突回避システムは、自動車ドライバの意思・操作が介在しておらず、最適なマン

マシンインターフェースであるとは言いがたい。ドライバ自身が危険を感じたとき、または居眠りや病気で身体に何らかの変化が起きたとき（身体的、精神的負荷が加わったとき）、筋電や心拍等のリアルタイムの生体情報により、迅速に自動車を停止、または何らかのアシストをするようなアクティブに

制御することができれば、よりヒューマンライクな方法で交通事故を未然に防ぐことができると思う。また高齢化社会を向かえ、もしも衝突事故が起こった場合を想定すると、高齢者には成人健常者よりも厳密かつやさしく制御する衝突安全デバイスの設計が望まれる。

2. 研究の目的

本研究では、自動車ドライバが危険と感じる意思や年齢を生体信号として抽出する技術を構築し、生体情報による制動等の自動車制御技術へ応用することを目的としている。

3. 研究の方法

(1)ペダル操作時の生体信号の抽出

自動車ペダルと台上リジッドペダルを用いてアクセル・ブレーキの踏み換え実験を実施し(図1)、下肢筋群の筋電図を計測し(図2)、これらから自動車制御に有効な生体情報を解析した。

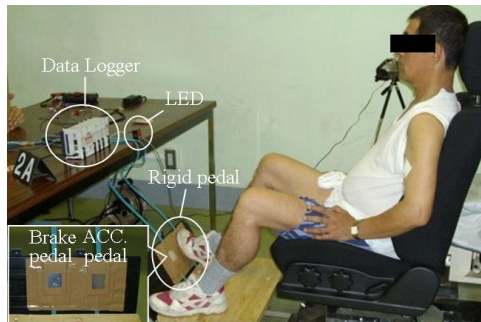


図1 自動車ペダルを模擬した台上実験

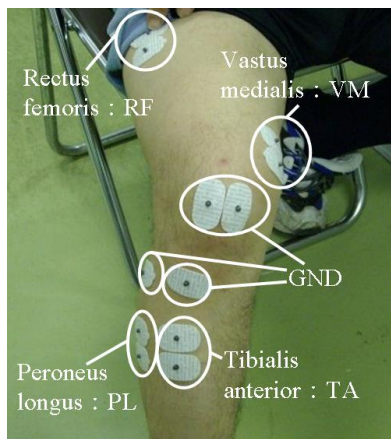


図2 下肢筋群の筋電図計測箇所

(2)心拍の非接触測定による年齢推定

心拍を非接触方式としてマイクロ波を用いたドップラモジュールによって収集し(図3)、基準となる接触方式としての心電図と比較した。そして自動車シートにマイクロ波ドップラモジュールを搭載した車両システムを構築する。

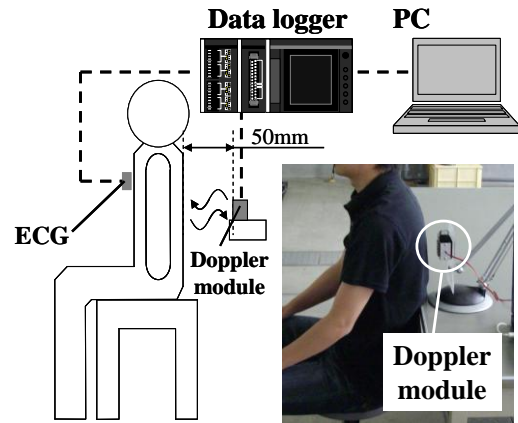


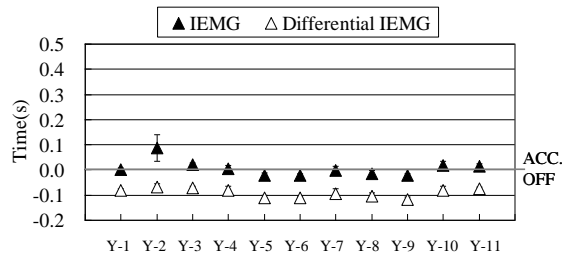
図3 非接触方式による心拍の抽出実験

4. 研究成果

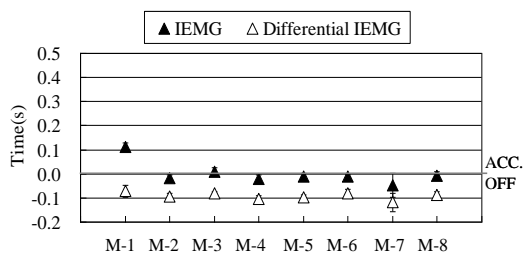
(1)ペダル操作時の生体信号の抽出

自動車ペダルと台上リジッドペダルを用いた踏み換え実験を実施し、下肢筋群の筋電図を計測すると、実車実験では踏み換え方やアクセルの踏み込み量により下肢筋電の発生に違いが現れた。アクセルを踏み込んだ踏み換え動作では、大腿部に位置する筋肉群の活動が顕著にみられた。しかし、踏み換え方、アクセル踏み込み量の違いがあるものの、下肢では前脛骨筋の反応が最も早く、アクセルペダルを離す前に前脛骨筋の反応が生じることが分かった。次に、高齢者を被験者として危険状態を擬似してアクセル・ブレーキの踏み換え実験を実施した。その結果、素早いペダル踏み換え動作において、反射時間については若者と高齢者で違いはあまりなかったが、高齢者は若者に比べて踏み換え時間が遅く、個人差が大きい傾向がみられた。素早い踏み換えにおける下肢の筋活動では、若者、高齢者ともに前脛骨筋が最も素早く、大きな変化を示し、積分量を微分解析することより早期に抽出できることを見いだした(図4(a),(b),(c))。

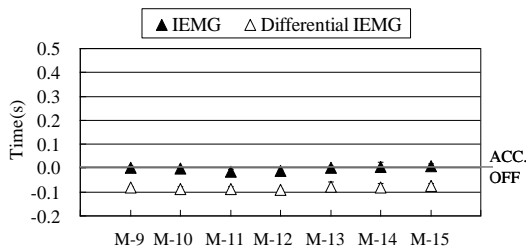
以上より、若者も高齢者も前脛骨筋の素早い筋電応答が生じることを利用すれば、人体特性に基づく新しいブレーキシステムの開発が可能であることが分かった。



(a)若者男性の場合



(b)男性中年層の場合



(c)女性中年層の場合

図4 前脛骨筋の積分と微分筋電の比較

(2)心拍の非接触測定による年齢推定

心拍を非接触方式としてマイクロ波を用いたドップラモジュールによって収集し、基準となる接触方式としての心電図と比較した。ドップラモジュール出力波形から心拍波形を抽出して算出した平均心拍数は、心電図から算出した平均心拍数とほぼ同じ値となり、非接触でも精度よく心拍を測定する技術を構築できた。そして、呼吸性変動波形のゆらぎに着目したアルゴリズムを構築し、年齢層の識別を実行した。心拍成分である心拍呼吸性変動成分 RSA は加齢との相関があった。非接触式マイクロ波ドップラモジュールで計測した22歳男性と55歳男性の心拍呼吸性変動成分 RSA の一例を示す。加齢差により呼吸性変動波形の振幅の大きさには明らかな違いがみられ、高年になるに従って呼吸性変動波形の振幅が小さくなる傾向があった(図5)。

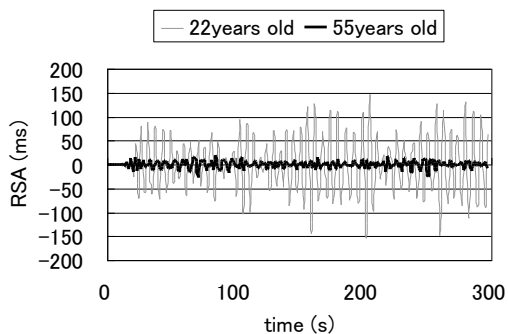


図5 若者と中年の心拍呼吸性変動成分 RSA の検出結果の比較

以上の検出方法を確立し、複数の被験者実験により20歳代と50歳以上の年齢層を比較すると、ゆらぎに基づく識別値は加齢により小さくなる傾向が顕著に現れ、これより心拍から年齢推定を実行できる見込みを得た(図6)。

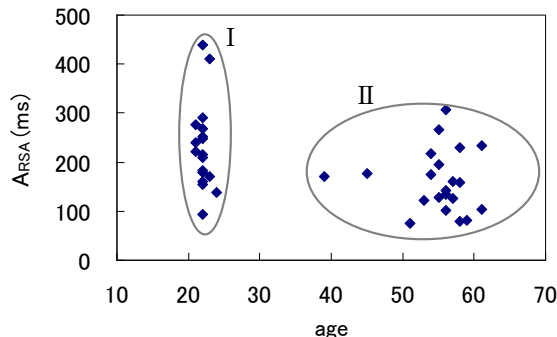


図6 心拍呼吸性変動成分の若者と中年層の比較

研究成果は、前脛骨筋の筋電反応によりブレーキを作動させる新しい運転支援システムの開発への自動車応用が可能である。また、マイクロ波ドップラモジュールによって年齢層識別をすることでエアバックやシートベルトの耐性別の最適作動を目指すスマートシステムの開発への応用が可能である。本研究の成果は、救急救命型ドライブレコーダ等に搭載し、将来の自動車制御に有用な成果を得ることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

1. 富永茂, 西本哲也, 阪本雄一郎, 益子邦洋, 日本外傷データベース解析による交通外傷における日本人版予測生存率モデル, 自動車技術会 2010 年春季大会, (2010), No.78-10, PP.1-6, 査読有
2. S.Tominaga, H, Itoh, M.Okano, T.Nishimoto, Analysis of Risk Factors for Rear-end Collision by using Drive-recorder Data, Proceedings of 15th International Conference Road Safety on Four Continents, (2010), pp.565-674, 査読有
3. Shigeru Tominaga, Tetsuya Nishimoto, Development Crash Event Data Recorder with Injury Risk Prediction and Automatic Collision Notification for Reducing Crash Victims, 6th World Congress of Biomechanics, (2010), WCB-A01387-02444, PD-44, 査読有

4. 木戸浩太郎, 西本哲也, 急制動時における高齢者の下肢筋電応答, 自動車技術会 2009 年秋季大会学術講演会前刷集, (2009), No.120-09, pp.13-16, 査読無.
5. 西本哲也, 富永 茂, J-ACN 実現のための ITS 救急救命システム, 自動車技術, Vol.63, No.2(2009), pp.58-64, 査読有
6. 西本哲也, 高齢自動車ドライバ・乗車乗員の早期救済を目指した救急救命ドライブレコーダシステム, 設計工学, 特集: 高齢社会における医療・工学が提案する技術(1), Vol.43, No.6(2008), pp.303-306, 査読有
7. 大場裕哉, 西本哲也, 生体情報による自動車制御を目的とした急制動時の下肢筋電の測定, 自動車技術会 2007 年春季大会, (2007), No.59-07, pp.19-22, 査読無
8. 武田優大, 西本哲也, 非接触による心拍測定とそれによる年齢推定への応用, 自動車技術会 2007 年春季大会, (2007), No.59-07, pp.23-26, 査読無
9. 大場裕哉, 西本哲也, 実車ペダル操作時における下肢筋電応答の解析, 自動車技術会 2007 年秋季大会, (2007), No.138-07, pp.13-16, 査読無

〔学会発表〕(計 13 件)

1. 倉重圭一郎, 中村篤朗, 横田陽弘, 富永茂, 西本哲也, 自転車乗員及び歩行者保護を目的とした人体傷害予測アルゴリズムの検証, 2010 年度自動車技術会関東支部学術研究講演会, 平成 23 年 3 月 9 日, 慶応義塾大学
2. 横田陽弘, 田中貴之, 富永茂, 岡野道治, 西本哲也, ドライブレコーダーを活用した自動車乗員の傷害予測方法の研究, 2010 年度自動車技術会関東支部学術研究講演会, 平成 23 年 3 月 9 日, 慶応義塾大学
3. 飯塚祥太, 富永茂, 西本哲也, 本村友一, 益子邦洋, 交通事故の事故調査実態に基づく救急度識別アルゴリズムの検討, 日本機械学会第 23 回バイオエンジニアリング講演会, 平成 23 年 1 月 8 日, 熊本大学
4. 木村清隆, 西本哲也, 人体損傷を予測する機能の自動車搭載に関する研究, 日本機械学会第 23 回バイオエンジニアリング講演会, 平成 23 年 1 月 8 日, 熊本大学
5. 大久保和也, 西本哲也, 心拍, 呼吸の非接触リアルタイム計測, 日本機械学会スポーツ・アンド・ヒューマンダイナミクス 2010, 平成 22 年 11 月 6 日, 東京工業大学
6. 永井孝太, 西本哲也, ドライバの疲労が選択反応時間に及ぼす影響, 日本機械学会スポーツ・アンド・ヒューマンダイナ

ミクス 2010, 平成 22 年 11 月 6 日, 東京工業大学

7. 大久保和也, 西本哲也, 実車シートを用いた非接触心拍測定, 日本機械学会 D & D 2009, 平成 21 年 8 月 4 日, 北海道大学
8. 西本哲也, ドライブレコーダによる生体情報収集と傷害予測, 自動車技術会 2008 春季大会 傷害予測で事故死傷者をどこまで減らせるかフォーラム-傷害予測と救急医療-, 平成 20 年 5 月 22 日, パシフィコ横浜.
9. Y. Oba, T. Nishimoto, EMG measurement and analysis of lower extremity during vehicle pedal operation, 24th International Conference on CARS & FOF'08, July 31, 2008, Nihon university

〔産業財産権〕

○出願状況(計 1 件)

名称: 非接触生体情報収集による年齢推定装置、年齢推定方法及び年齢推定プログラム

発明者: 西本哲也

権利者: 日本大学

種類: 特願

番号: 2009-004584

出願年月日: 平成 21 年 1 月 31 日

国内外の別: 国内

〔その他〕

研究内容ホームページ

<http://www.mech.ce.nihon-u.ac.jp/~tnishi/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西本 哲也 (日本大学・工学部・准教授)

研究者番号: 30424740

(2) 連携研究者

富永 茂 (日本大学・理工学部・助教)

研究者番号: 30426241