

脈拍データに基づく ファンの風を用いた安全運転支援システムの開発

Development of a Safe Driving Support System Using Fan Wind Based on Pulse Data

堤野 理貴¹ 伊藤 淳子¹ 宗森 純¹
Riki Tsutsumino Junko Itou Jun Munemori

1. はじめに

近年、安全運転支援システムの発展が著しい。主に自動車側の制御として、衝突を回避するような自動ブレーキ機能などが開発されている。一方、運転者側の安全運転に関する研究では、自動車運転時に加減速や車線変更時に心拍数が上昇するという研究がある[1]。運転中に上昇する心拍数を抑えることができれば、安全運転支援システムとして使用することが可能ではないかと考えた。

そこで本研究では、運転者の脈拍数の上昇を検知し、脈拍数を下げることができるシステムの開発をめざす。今回は風を当てることで脈拍数を下げることができるか検証する。風を当てるのは、体を冷やし脈拍数を下げる効果を期待するだけでなく、運転中に運転者の脈拍数が上昇しているという警告音や警告メッセージを表示すると、かえって運転者を混乱させる可能性があり危険であると考え、風を当てるという直接的に身体に訴える方法をとる。

本システムを利用し、脈拍数が上昇した場合に風を当てた場合、ランダムに風を当てた場合、および風を当てない場合の3種類の実験を行う。風を当てる前後の脈拍数の比較とアンケート結果を比較し、脈拍数の上昇に対する風を当てることの効果を検証する。

2. 提案システム

本システムは、脈拍センサーを用いて、ドライバーの状況によって風で刺激を与えるものである。自動車の運転時において脈拍数が上昇したときに電動ファンが回り、風が身体に当てられる。自動車の運転を疑似体験できるように、ドライブシミュレータとしてプレイステーション3（ソニー）のグランツーリスモ6（ソニー・コンピュータエンタテインメント）と、ハンドルコントローラーのG29（logicool）を使用する。脈拍センサーのデータの受信、電動ファンの作動範囲の制御をWindows PCで行うことを可能にするためArduinoを使用した電子回路を開発した。

本システムでは脈拍センサーの信号処理と電動ファンの制御の処理を行う。電動ファンは、「中央値に下限を10拍/分追加したものから30拍/分追加したもの」の脈拍数にて作動する。

図1は本システムの概観である。図1左下にあるハート型の部分が脈拍センサーである。脈拍センサーは耳に挟む。取得した脈拍数はゲーム画面横のPC画面に映す。G Watch Rは心拍数が比較的正確に取得できるスマートウォッチで

ある[2]。本システムで取得した脈拍数とG Watch Rで取得した脈拍数は比較的近似している。



図1 本システムの概観

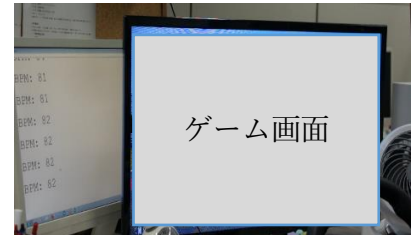


図2 プレイ画面

3. 実験

運転時の脈拍の変動を検知し風を送ることで、脈拍数が高い状態から低い状態にできるかを調べるため、脈拍数がある値以上の場合に身体に風を当てる場合と、風をランダム（手動）に当てる場合、および風を当てない場合の3種類の実験を行い、それぞれの結果を比較する。ランダムに当てるというのは、被験者には見えない場所にあるスイッチを用い、手で電動ファンを作動させる。その場合の作動回数は、各被験者のシステム有りの実験でシステムが作動した回数に合わせる。

3.1 実験概要

本実験の被験者は、和歌山大学の学生9名（男性8名、女性1名）である。被験者全員が普通免許所有者である。実験では、それぞれ脈拍センサーを耳に装着したまま実験を実施した。実際にゲームをプレイする前に、5分間の安静時間を取りその後脈拍数を計測する。30秒間隔で5回計測し、脈拍数の中央値を取る[3]。そこで得られた中央値に10拍/分の数値を加算し、電動ファンが作動する下限とする。電動ファンの作動上限は、下限に20拍/分の数値を加算したものとす。ゲームはそれぞれの実験で、始めに3週の練習を行い操作に慣れ、その後本システムを用いる場合とランダムに風を当てる場合、および本システムを用いない場合で2周ずつ走行して実験終了とした。各実験の直後にアンケートを実施した。

3.2 実験結果と考察

実験中の被験者の脈拍数の変化を解析した。同じ被験者でシステム有りと風なしの場合を比較したとき、システム有りの場合にファンが回った時の前後30秒とコース上の同じ場面にて、風なしの場合の脈拍の変化を表示する(図3)。図3の二つの実験(システム有無)の脈拍の変化を、対応のあるt検定で分析したところ、風なしの場合に比べシステム有りでは $p < 0.01$ の有意差が見られた。

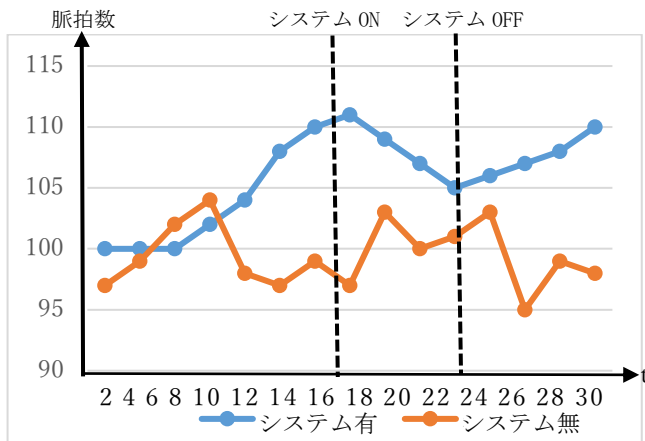


図3 脈拍数の比較

次に、システム有りとランダムにスイッチを入れた場合のファンのON、OFF前後の脈拍の全体の結果を表1に示す。いずれもファンの回転前30秒と回転後30秒とを比較したものである。ランダムにファンを回した際はON・OFFで脈拍に有意差が無いことが分かる。

表1 脈拍の変化(拍/分)

被験者	システム有		ランダム		被験者	システム有		ランダム	
	回転前	回転後	回転前	回転後		回転前	回転後	回転前	回転後
A	92	85	90	85	F	90	83	80	83
	102	85	108	86		96	87	86	87
	99	84	86	84		90	88	80	81
	110	89	69	82		91	87	81	87
	96	87	89	90		95	86	85	86
	95	84	82	78					
98	83	83	84						
B	105	97	92	97	G	92	88	91	89
	100	95	103	101		91	85	89	88
	102	96	105	108		90	79	83	82
	103	97	103	101		95	84	88	85
	101	93	98	100		92	81	81	81
	105	98	103	107		90	86	80	82
C	94	78	109	110	H	96	87	80	82
	88	83	77	86		92	84	88	84
	95	80	83	82		106	88	89	88
	96	83	86	83		98	89	85	82
	89	77	112	118					
	90	86	90	86					
D	91	76	80	82	I	95	86	90	89
	85	73	86	84		92	83	91	89
	88	71	90	90		90	84	89	90
	91	82	83	82		91	79	88	86
	83	73	88	88		89	80	90	91
						88	81	88	84
E	103	84	83	84					
	99	88	89	88					
	100	91	100	101					
	103	92	93	91					
	104	91	94	91					

実験のアンケート結果を表2、表3、表4に示す。クラスカルウォリス検定を用い、有意差があるかを調べた。「(風を当てられて)興奮を抑えることができた」、「(風を当てられて)冷静になった」、の2つの質問については $p < 0.01$ で有意差が見られた(表2)。表3より「(風を当てられて)気分が良くなった」の質問では、システム有りと風なしでは $p < 0.01$ の有意差が見られたが、ランダムと風なしでは $p < 0.05$ の有意差が見られた。つまり、システム

有りの方がランダムに比べ気分が良くなりやすいことがわかる。

表2 アンケート結果1

質問項目	シス有	ランダム	風なし	検定
(風を当てられて)興奮を抑えることができた	3.6	3.6	2.5	**
(風を当てられて)冷静になった	3.6	3.5	2.4	**

表3 アンケート結果2

質問項目	シス有	風なし	検定
(風を当てられて)気分がよくなった	3.9	2.8	**
質問項目	ランダム	風なし	検定
(風を当てられて)気分がよくなった	3.1	2.8	*

1:非常に同意しない, 2:同意しない, 3:どちらでもない, 4:同意する, 5:非常に同意する

検定(有意確率 p) **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

表4より、本システムならびに本システムで使用した脈拍センサーは運転に支障をきたすことは少なかったと考えられる。

表4 アンケート結果3

質問項目	平均値	中央値	最頻値
耳に装着する脈拍センサーは痛かった	2.6	2	2
風を当てられて集中が削がれた	2.5	2	2

1:非常に同意しない, 2:同意しない, 3:どちらでもない, 4:同意する, 5:非常に同意する

4. まとめ

本研究では、風で刺激する安全運転支援システムの開発を行った。本システムを利用し風を当てた場合と、ランダムに風を当てた場合、および本システムを利用せず全く当てなかった場合と比較実験を実施した結果、以下のことが分かった。

(1) 同じ画面で本システムを使用した場合と使用しなかった場合とを比較すると、使用した場合、脈拍数の減少に有意差がある場合があった。

(2) アンケート結果より風を当てると興奮を抑え、冷静になると感じられたが、特に脈拍数に基づいて風を当てると気分がよくなると感じられた。

これらより、脈拍数が高いときに風を当てると脈拍数が下がり、その結果、興奮が抑えられ、冷静になり気分が良くなったと感じると推測できる。

今後の方針として、2台の車の間のいわば「あおり運転」の状況を再現し、脈拍がどのように変化するかを検証する。

参考文献

- [1] 今村友弥, 坂本将吾: 心拍変動における自動車運転時の心理的負担の定量的評価, 土木計画学研究, pp. 44-47 (2011).
- [2] Phan, D, Siang, L. Y, Pathirana, P. N., and Seneviratno, A: Smartwatch: Performance evaluation for long-term heart rate monitoring, IEEE 2015 International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB), pp. 144-147 (2015).
- [3] 三宅晋司: 商品開発・評価のための生理計測とデータ解析ノウハウ—生理指標の特徴、測り方、実験計画、データの解釈・評価方法、 日本人間工学会PIE研究部会, (2017).