

胸郭呼吸曲線による 3 段階眠気分類に関する基礎的研究

宇都宮光拓 長澤一樹 伊賀崎伴彦

熊本大学

1 はじめに

眠気は自律神経系の活動にも反映されることが知られており、心拍変動や呼吸変動は自律神経系の活動を間接的に反映する特徴を持つ。中でも心拍変動解析を用いて眠気の推定を行う試みは多くなされているが、呼吸情報のみを用いた眠気の推定は現在行われていない。そこで今回は、呼吸のみを用いた眠気検出法に着目した。呼吸波形からパラメータを抽出し、ロジスティック回帰分析により眠気の種類を行った。

2 方法

2.1 対象

普通自動車免許を取得している 22~23 歳の健康な男子大学生 6 名とした。

2.2 課題

被験者には 13 時までには昼食をすませてもらい、13 時~15 時の間に課題を行った。ドライビングシミュレータの運転席に座ってもらい、5 分間の運転前安静条件、50 分間の運転条件、5 分間の運転後安静条件を課した。これを被験者毎に 4 回行った。

2.3 記録

2.3.1 眠気アンケート

運転後安静条件終了後すぐに、各条件中の眠気をアンケートにより評価してもらった。アンケートには日本語版カロリンスカ眠気尺度 (Japanese version of Karolinska sleepiness scale : KSS-J) を使用した。KSS-J は、1~9 までの 9 段階で眠気を評価するアンケートであり、奇数には眠気を表す感性語が表記されている。1 は「非常にはっきり目覚めている」、3 は「目覚めている」、5 は「どちらでもない」、7 は「眠い」、9 は「とても眠い (眠気と戦っている)」である。偶数に関しては、前後の奇数で表記されている感性語の間の意味である。被験者は、運転中の被験者自身の顔画像を参考にしながら、30 秒間隔でどれほど眠気を感じていたかを 1~9 段階から、運転中の眠気を評価してもらった。

2.3.2 呼吸曲線

被験者の呼吸曲線は胸部に取り付けられた呼吸センサーにより測定され、生体信号測定装置 (日本光電製 EEG-9100) により、ろ波および増幅されたのち、0.05~70Hz のバンドパスフィルタを介し、サンプリング周波数 500Hz で PC に記録された。

2.4 解析

2.4.1 呼吸のパラメータの抽出

本研究では、異常呼吸波形を含む呼吸波形、異常呼吸波形処理後の 2 つの呼吸波形によりパラメータを抽出し、その有効性を検討した。1 回の呼吸波形より呼気時間、吸気時間、振幅を抽出し Driving (=振幅/吸波時間)、Timing (=吸気時間/(呼気時間+吸気時間)) を算出した。また、1 エポック 5

分とし、30 秒シフトさせることによってパラメータを抽出した。算出したパラメータは基本呼吸波形より、呼気時間、吸気時間、Driving、Timing の平均と標準偏差である。また、異常呼吸として検出された回数を異常呼吸発生回数とし、その異常呼吸が閾値を越えた時間の合計値を異常呼吸時間としてエポック毎に算出した。

2.4.2 ロジスティック回帰分析

本研究では、はじめに KSS-J スコアが 7 未満を「強い眠気なし」として、7 以上を「強い眠気あり」とし、ロジスティック回帰分析を用いて眠気推定を行った。次に、KSS-J スコアが 6 未満を「眠気なし」として、6 以上を「眠気あり」とし眠気推定を行った。その後、KSS-J スコア 6 未満を「眠気なし」、6~7 を「弱い眠気あり」、8~9 を「強い眠気あり」としたときの 3 段階の眠気推定を多項ロジスティック回帰分析を用いて行った。解析に用いたデータは、被験者毎に 4 回の実験データから 1 つのデータセットを作成し、データセットを KSS-J スコアでソートした。その後、眠気レベルが均等に配分されるようにデータセットを 4 分割し、データ 1~データ 4 を作成した。本研究では、この 4 分割されたデータの 3 データを回帰式に使用し、残り 1 回のデータを回帰式代入に使用する方法を用いて眠気推定を行った。

3 結果と今後の課題

表 1 に本研究で行った各眠気推定の精度を示す。強い眠気の推定では平均して 82% の精度、眠気の推定では平均して 81% の精度を得た。このことにより呼吸は眠気の有無の推定に有効な信号であると考えられる。また、眠気推定三段階の眠気の推定では平均して 62% の精度を得ることができた。

今後の課題としては、現在の解析手法ではオフラインのみしか有効でないため、実環境で使用できるパラメータの算出をする必要があると考えられる。

表 1: それぞれの眠気推定における精度 [単位 %]

被験者	強い眠気 の推定	眠気の推定	三段階の眠気 の推定
S1	86	74	64
S2	93	79	69
S3	77	91	71
S4	80	83	60
S5	65	87	48
S6	88	73	61

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 16K00375 の助成を受けたものである。