

垂直水平眼電図による 3 段階眠気分類に関する基礎的研究

島井祥伍 久保樹生 伊賀崎伴彦

熊本大学

1 はじめに

現在、年間多くの交通事故が発生しており、その発生要因の 1 つに居眠り運転がある。これは昼食後や深夜といった、ドライバーの心がけだけでは対処が困難な場合があるため、眠気を検知する装置の研究が望まれている。事故防止の観点から考えると、眠る直前ではなく、眠気の初期状態を検知する必要がある。そこで本研究では、眠気を「覚醒」、「弱い眠気」、「強い眠気」の 3 段階に分類した。そして、垂直水平眼電図から抽出したパラメータに対し、ロジスティック回帰分析を使用した 3 段階の眠気分類を行い、その有用性を検討した。

2 方法

2.1 対象

普通自動車免許を取得している健常な男子大学生 2 名 (21~23 歳) を対象とした。

2.2 課題

被験者には昼食をすませてもらい、13 時から実験を開始した。ドライビングシミュレータの運転席に座ってもらい、50 分間の運転および運転前後 5 分間の安静条件を課した。これを被験者毎に日を改め 4 回行った。また、実験終了後すぐに、被験者には眠気アンケートを記入してもらった。

2.3 記録

2.3.1 眠気アンケート

各条件中の眠さを、日本語版カロリンスカ眠気尺度 (Japanese version of Karolinska Sleepiness Scale, KSS-J) により評価する。KSS-J は、1~9 までの 9 段階で眠気を主観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。被験者には、30 秒間隔でどれほど眠気を感じていたかを、1~9 段階で評価してもらった。

2.3.2 眼電図

被験者の眼周辺に皿電極を取り付け、垂直眼電図および水平眼電図を測定した。得られた波形はバンドパスフィルタ (0.3~30 Hz) で処理し、サンプリング周波数 500 Hz で PC に記録した。

2.4 解析

2.4.1 眼電図情報によるパラメータ

図 1 の垂直眼電図の瞬目から正ピークおよび負ピーク、瞬目間隔、そして持続時間を求め、それぞれの平均および分散の計 8 パラメータを算出した。その際、1 エポックを 5 分間とし、それを 30 秒シフトさせながら各エポックでのパラメータを算出した。また、水平眼電図から緩徐眼球運動の検出を行い、その有無を 1 パラメータとして抽出した。

2.4.2 多項ロジスティック回帰分析

垂直眼電図から算出した 8 パラメータに対し、多項ロジスティック回帰分析を用いて眠気分類を行った。本研究において、KSS-J スコアは 1~5 を「眠気無し」、6~7 を「弱い眠気有り」、8~9 を「強い眠気有り」とした。ここで、KSS-J スコアの 1~9 段階の各エポック数が均等になるような 4 個のデータセットを、被験者毎に作成した。そして、その内 3 個のデータセットを用いて回帰式を求め、残りのデータセットを回帰式に代入することで、眠気を 3 段階に分類した。

2.4.3 緩徐眼球運動による推定結果の補正

緩徐眼球運動が確認されたエポックに対して、推定した眠気段階を 1 段階上げる補正を行った。眠気なしの場合は弱い眠気有り、弱い眠気の場合は強い眠気有り、強い眠気有りの場合はそのままにした。

2.4.4 検証

3 分類および 2 分類での眠気推定結果と、KSS-J スコアとを比較し、分類精度をそれぞれ求めた。2 分類については、眠気、強い眠気での分類それぞれの場合について求めた。

3 結果と考察

図 1 に瞬目と眼球運動波形の例を示す。これを見ると、覚醒状態と眠い状態とで異なった特徴が表れていることがみてとれる。

3 分類での眠気推定精度は 72%であった。それに対し 2 分類では、眠気での分類は 86%、強い眠気での分類は 88%となり、3 分類での推定精度は下がる結果となった。しかし、3 分類の眠気を考えたとき、それに対応した新たなパラメータの抽出を行うことで、より精度は向上すると思われる。また、本研究では 2 人分しか測定できていないので、被験者の数を増やしていく必要がある。

以上より、垂直水平眼電図を用いた 3 段階の眠気推定の可能性は示唆されたと考えられる。

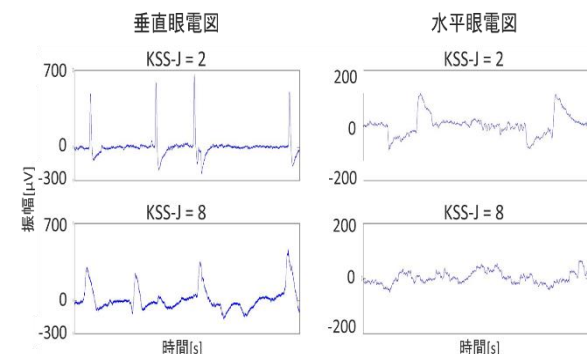


図 1: 覚醒および眠い状態における瞬目と眼球運動

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。