

注視トリガによる事象関連電位の計測

Measurement of event-related potential by attention trigger

○梅津健志 (東京電機大学), 田中慶太 (東京電機大学), 内川義則 (東京電機大学)

Takeshi Umetsu, Tokyo Denki University
Keita Tanaka, Tokyo Denki University
Yoshinori Uchikawa, Tokyo Denki University

Abstract: Event-related potentials (ERPs) are voltage fluctuations of the brain that are time-locked to an objectively definable event. It is thought that it is related to the space recognition of the human beings and animals. We developed measurement system of gazing points with EEG for detailed examination of EEG and gazing points. We examine task and electroencephalogram and the relevance of the gaze points. We estimated latency when we assumed gaze point change trigger and EOG change trigger.

Key Words: Electroencephalogram(EEG),event-related potential, attention

1. 背景

ヒトの視線の動きは思考過程を反映しているものと考えられ、視線の動きの特性がわかれば、ヒトの高次中枢で行われている情報処理過程の解明への一つの手がかりになることが期待されている。また、脳波と注視点(視線)を同時に計測することにより詳細な高次脳機能の解明が期待できる¹⁾。

事象関連電位(ERP) P300 は、ヒトの認知、注意、記憶に関連があるとされ、ヒトの認知過程を推測できる可能性がある²⁾。

事象関連電位の成分は加算平均を必要とするため、本来計測されている実際の波形から位相のずれや振幅の減少などの潜時の変動(jitter)が起きてしまう。過去には眼電をトリガとして用いた³⁾ものもあるが注視点についてはまだ検討がなされていないのが現状である。そこで、注視点をトリガの基準として用いることで、ERP成分の潜時のずれや振幅の減少をなくし、加算平均回数を減らすことができる可能性がある。

本研究では、事象関連電位の潜時比較を行うために、脳波と注視点の同時計測システムを製作し、オドボール課題実行時の眼電、注視点の各信号の変化を基準としたトリガを設定し、比較検討を行った。

2. 実験

2-1 実験方法

本研究での実験の流れ図を Fig.1 に示す。本研究では呈示課題にオドボール課題を用いた。オドボール課題とは、識別可能な2種類の感覚刺激をランダムに呈示して、呈示頻度の低い方の刺激(低頻度刺激)に応じて被験者に反応を行わせる課題である。実験ではまず、固視点となる十字の図形を表示し、実験中の視点としてもらう。その後、左右でランダムに振り分けられた図形を表示する。表示される図形は●と■の二種類とした。被験者には●の図形の場合にボタン押しを行うように指示を行った。呈示図形は刺激呈示用ディスプレイの中央と左右5[deg]離れた位置に提示した。刺激図形の呈示確率は■:●=8:2の確率で実験を行った。

2-2 計測方法

被験者4名(男性:22-24歳)に対してオドボール課題中の脳波と注視点の計測を行った。製作した脳波と注視点の同時計測システムのブロック図を Fig.2 に示す。注視点検出装置には TE-9101B (TechnoWorks CO.,LTD.)を用いた。

TE-9101B は非接触型の注視点検出装置であり、注視点のサンプリングレートは 60Hz である。注視点同期トリガ生成装置では TE-9101B から注視点データの出力に同期して、同期用トリガパルスを出力する。

脳波計測は 10-20 法に基づき脳波キャップ (ELECTRO-CAP INTERNATIONAL, INC.)を用いて頭表上の19点から両耳朶連結電位を基準として測定した。計測した脳波は 2×10^4 倍の増幅および、アナログのハイパスフィルタ 0.5Hz, ローパスフィルタ 100Hz, ノッチフィルタ 50Hz をこの順で適用した後、WE7000 (横河電機株式会社)を用いて A/D 変換を行い、脳波記録 PC に取り込んだ。

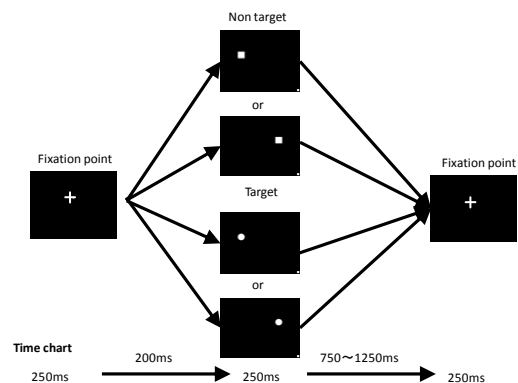


Fig.1 Time chart of the task

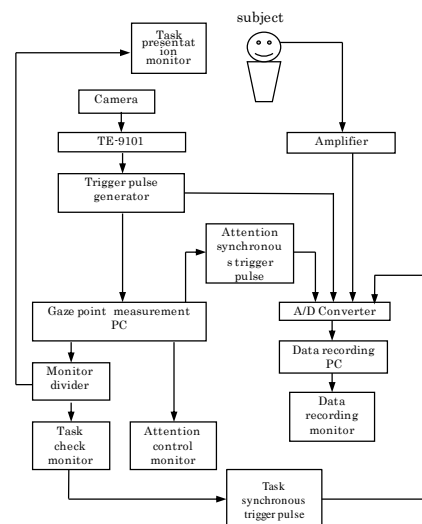


Fig.2 System configuration in this study

2-3 波形解析

計測した脳波データは全体の平均より差し引くことによって基線変動の除去を行った。次に、バンドパスフィルタ 1 ~ 20Hz をかけた。次にエポックを切り出すために、刺激呈示、眼電、注視点の各トリガを設定した。

2-4 刺激呈示トリガ

刺激呈示トリガでは画面端に表示されたトリガ用の画像をフォトダイオードで読み取りトリガとして設定した。

2-5 眼電図トリガ

眼電トリガでは標的刺激呈示前後の眼電図に閾値を設けそれ以上の変化が見られるピーク時間を抽出し、最大値を検出した時間をトリガとして設定した。眼電図トリガ設定の模式図を Fig.3(a)に示す。

2-6 注視点トリガ

注視点トリガでは注視点計測装置より出力された画面上の注視座標を参照し、画面上の図形的位置座標と一致した場合トリガとした。注視点トリガ設定の模式図を Fig.3(b)に示す。

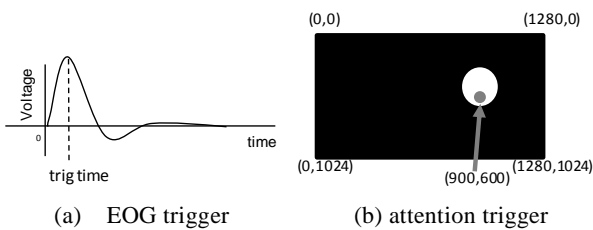


Fig.3 The diagram of detecting triggers

3. 結果

3-1 注視時間の検討

視線の注視による影響を検討するため、各被験者の刺激図形呈示時の図形注視時間を検討した。(Table.1) 標的図形と非標的図形の注視時間は明確な差は見られなかった

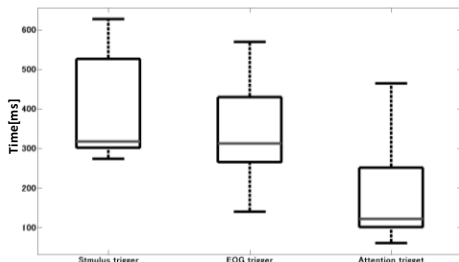
Table 1 Attention time of each subject

	Subject1	Subject2	Subject3	Subject4
Target[ms]	121.08	146.29	175.68	160.32
Non target[ms]	110.39	130.09	165.50	110.22

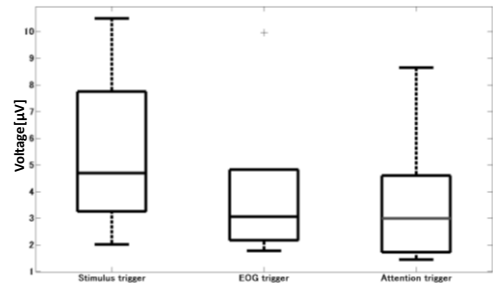
3-3 各トリガの比較

各トリガの傾向を把握するために、トリガごとの ERP の P300 成分の最大振幅と、ピーク潜時を比較した。(Fig.4(a),(b)). Fig.4 の縦線の上部は最大値を表し、縦線の下部は最小値を表している。四角は上部の第一四分位数と下部の第三四分位数を結んだものである。四角内の線は中央値を表している。Fig.4(b)上部の十字は外れ値を表している。潜時と最大振幅は被験者 5 名のデータを元に作成し、加算回数 40 回の結果を求めた。

Fig.4(b)を見ると刺激呈示トリガ、眼電図トリガ、注視点トリガの順に振幅が小さくなっていることがわかる、Fig.4(a)を見ると、注視点トリガ、眼電図トリガ、刺激呈示トリガの順に潜時が早くなっていることがわかる。



(a) The latency of ERPs(P300) in each trigger



(b) The amplitude of ERPs(P300) in each trigger
Fig.4 Comparison of each trigger

4. 考察

本研究ではオドボール課題実行時の脳波、眼電図、注視点の各信号の変化を検出し、これらの信号と事象関連電位の関連性の検討を行った。

潜時に関しては、刺激呈示トリガが刺激呈示時のトリガとしているため潜時が各トリガで最も遅くなり、眼電図トリガは EOG の変化時のピーク時間をトリガとしているため注視点トリガより遅くなり、注視点トリガは刺激図形の注視を行う際の時間をトリガとしているため潜時が早くなったと考えられる。振幅については本来であれば各トリガの振幅は同一になるはずである。しかし、本実験の結果では眼電図トリガと注視点トリガにおいて、jitter が発生し振幅が減少している。これは、眼球運動において注視している場合としていない場合とがあるため、眼電図トリガと注視点トリガで振幅が減少したものと考えられる。

注視時間に関しては標的図形、非標的図形どちらの場合においても図形認知の時間に差がないことを示唆している。実験課題で用いた図形は判別しやすいものを用いたので、注視時間に差が見られなかったと考えられる。

以上のことより、脳波、注視点の同時計測を用いた事象関連電位の解析を導入することによって、事象関連電位 P300 成分の潜時の減少させることができることが示唆される。

5. まとめ

本研究では、脳波と注視点の同時計測システムを用いて、オドボール課題中の事象関連電位 P300 成分と注視点、眼電図の比較検討を行った。その結果、注視点を基準としたトリガを設定する事により、事象関連電位 P300 成分の潜時を減少させることができる可能性が示唆された。

今後は、周辺視と中心視を対象とした時の事象関連電位の検討を行う予定である。

参考文献

- (1) 山田 光穂 : 「画像における注視点の定義と画像分析への応用」, 電気通信学会論文誌 86/9Vol.J69-D No.9 : 1335-1342.
- (2) T. Takegami, T. Gotoh, G. Ohyama: “An Algorithm for Model-Based Stable Pupil Detection for Eye Tracking System” IJICE, Vol.J86-D-II No.2, pp252-261(2003-2)
- (3) H Semlitsch, P Anderer, P Schuster, O Presslich : ”A solution for reliable and valid reduction of ocular artifacts, applied to the P300 ERP” , Psychophysiology, Vol.23 No.6 695-703