

(410) 情報 その他

知覚できない顔画像による誘発脳波を用いた個人認証

—顔画像導入の試み—

Person Authentication using Evoked EEG by Invisible Face Image -Introduction of Stimulation Using Invisible Face Image -

三宅 崇弘[†]

中西 功^{††}

Takahiro Miyake[†]

Isao Nakanishi^{††}

[†]鳥取大学大学院 持続性社会創生科学研究科

^{††}鳥取大学 工学系部門

1 はじめに

システムの利用者管理の手段として、指紋や顔などの生体情報を用いたものが注目されている。しかし、これらの認証は利用者がシステム利用開始時の一度限りで行うため、認証後に利用者が入れ替わる恐れがある。このような利用者のなりすましを防ぐには、本人確認を継続して行う必要があるが、本来のシステムの利用の妨げとなってしまう。

そこで、無意識に提示可能な生体情報であり、継続認証が可能な脳波に着目する。脳波には、無意識の内に常に生じている自発脳波と、外部刺激に対して反応して生じる誘発脳波がある。我々の研究では誘発脳波について注目する。しかし、継続認証を実現する際に、知覚できる刺激では、システムの利用の妨げになってしまう。したがって、提示する刺激は利用者が意識しない、知覚できないものでなければならない。著者らのグループでは、知覚できない視覚刺激を与えた際の誘発脳波から、個人認証を実現する研究を行ったが、EER（等誤り率）は最も良い値でも41%であり、高い認証率は実現できていない[1]。また、ウェーブレット変換を導入し、スカログラムを用いた特徴量の検討を行い[2]、最も良いEERで14%であるが十分な認証率といえない。そこで本稿は、認証率向上のため、より顕著な誘発脳波を引き起こす刺激の検討・評価を行ったので報告する。

2 先行研究

知覚できない視覚刺激による脳波反応を利用した個人認証の先行研究[1,2]について、その概要を述べる。先行研究では、視覚刺激は、黒の円形図形を用いており、白背景の中心に赤色の十字注視点を設け、注視点の上または下にランダムに刺激を提示した。刺激の提示時間は約8msであった。図1に、刺激提示の流れを示す。注視点のみの画像を5秒間提示し、その後、視覚刺激を8ms、注視点のみの画像を992ms提示する、計1秒間

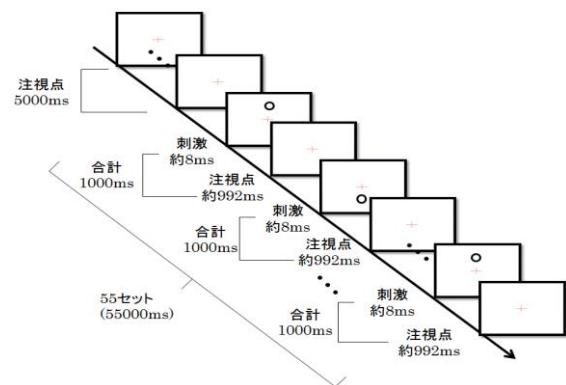


図1 刺激提示の流れ



図2 提示した刺激画像

の提示サイクル（これを1セットとする）を55セット繰り返した。被験者は暗室内で、安静状態を保った。20人の被験者（1人あたり10回測定）で行われた。測定に使用された脳波計はEMOTIV社のEPOC（電極数14チャンネル、サンプリングレート128Hz、帯域幅0.2-43Hz）であった。これを、コントラストの異なる刺激4種類で測定を行った。測定後、被験者に口頭で刺激が「見えた」、「見えなかった」を確認した。図2は、刺激を挿入していない画像を刺激強度0%とし、左から順にそれぞれ刺激強度が0%、5%、10%、100%のときの刺激画像を表している。先行研究では、全被験者が見えないと回答した刺激強度5%のときを知覚できない視覚刺激としていた。特徴量の抽出では、測定で得た脳波データを高速フーリエ変換（FFT）し、得られたパワースペクトルのうち、8-13Hz（α波）、13-20Hz（低β波）、20-30Hz（高β波）、30-43Hz（γ波）帯域に分割し、各々のスペクトル分布を個人特徴とし、各帯域について認証率を算出した。識別にはユークリ

ッド距離を用いていた。結果はどの周波数帯域においても、最も良くて EER が 41 % であり、高い認証率は得られなかった。また、ウェーブレット変換を導入し、FFT では失っていた時間成分を導入することで認証率の改善を行った[2]。特徴量としてスカログラムを用いて検討を行い、識別にはユークリッド距離を用いて、最も良い EER が 14 % と大幅に改善したが十分な認証率といえない。

3 顔画像による誘発脳波の知見

誘発脳波は、提示される刺激によって、特徴的な潜時や振幅を示すことが報告されている[3]。知覚できない視覚刺激であっても、顔画像を刺激とした場合に、潜時約 170ms において、点や文字を刺激として提示した場合と比較して、大きな陰性の振幅を引き起こすという報告がある[4]。また、提示する顔画像に対する親密度が高いほど潜時約 170 ms、約 250 ms において大きな振幅を示すという報告もある[5]。そこで、親密度の高い顔画像を視覚刺激とすれば、誘発脳波を顕著に引き起こし、識別性能向上が期待できる。

4 再現実験

我々の環境であっても顔画像による視覚刺激に対して、潜時約 170 ms において、陰性の振幅を引き起こすのか調査を行う。まず、文献[4]を参考にし、知覚できる顔画像を用いて、顔画像に特徴的な誘発脳波が表れるかの確認を行った。

4.1 刺激及び提示法

刺激画像として被験者とは関係のない顔画像の線画(図 3)を用いた。また、約 2000 ms の回転サイクルを持つティーポットを動く中立物体として背景画像とした。図 4 に刺激提示の流れを示す。刺激提示は 48ms とし、休息する時間として 1500 ms の白画像を刺激間に挿入した。これを 1 セットとする。刺激間隔を平均約 4500 ms 設け、1 セットを 100 回繰り返し提示した。これを 1 試行とする。

4.2 脳波測定

測定は暗室で行い、被験者は視力に問題のない 22 歳の男性 2 人に対して、安静開眼で着座するよう指示した。測定は 5 回ずつ行った。脳波計は EMOTIV 社の Epoc+ を用いて、被験者からディスプレイまでの距離は 1.2 m とした。

取得した脳波から雑音を除去するため、まず、トレンド除去を行い、その後、25 Hz のローパスフィルタを通した。さらに、刺激提示後から 1000 ms の間に、平均値 $\pm 70 \mu V$ を超える振幅を含む脳波を雑音と見なし、それを含む 1 セット分の脳波を除去した。そして残った脳波セットの刺激提示後から 1000 ms までを加算平均して背景脳波の除

去を行った。

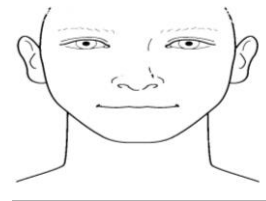


図 3 提示した刺激画像

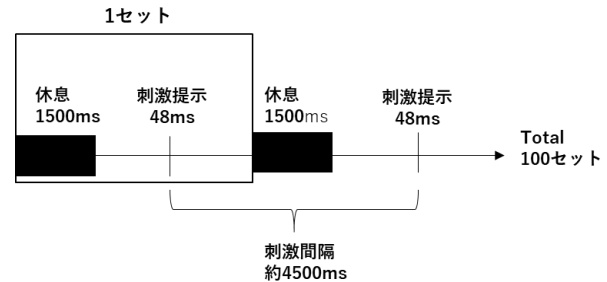


図 4 再現実験の刺激提示の流れ

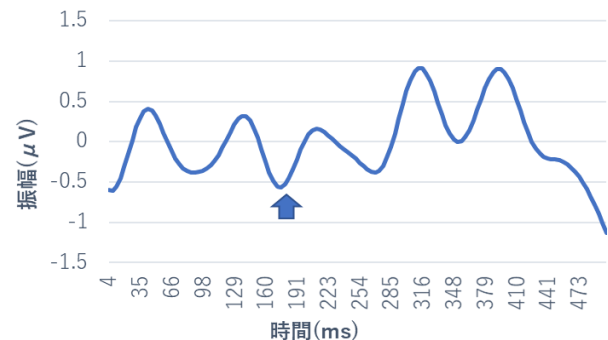


図 5 被験者 A の電極 P8 の誘発脳波

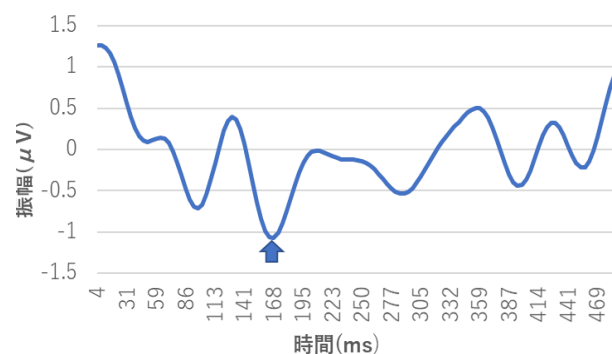


図 6 被験者 B の電極 P8 の誘発脳波

4.3 結果

文献[4]で顕著に誘発脳波が確認されている、後側頭部の電極 P の脳波に雑音処理を行い、刺激提示後 500 ms を取り出した波形を図 5、図 6 に示す。二人の被験者から共通して潜時約 170 ms において、陰性方向への振幅の振れを確認した。これは文献[4]で確認された知見と一致する。従って、知覚できる顔画像の線画は、顔に対して特徴的な誘発反応を引き起こしていると言える。

5 まとめ

今回、知覚できる顔画像を視覚刺激とすることで特徴的な誘発脳波が現れることが確認できた。今後は、それを知覚できないようにした場合に特徴的な誘発脳波が現れるか調査をする予定である。その後、自己の顔画像といった親密度の高い顔画像を用いて知覚できない刺激とした場合に知見[4]と同様な結果が得られるか確認をする。最終的に自己顔を知覚できない視覚刺激として、脳波測定を行い、取得した誘発脳波から個人特徴を抽出して、生体認証を実現する。

参考文献

- [1] 服部雅史, 金城希望, 中西功, “知覚できない視覚刺激により生じる誘発脳波を用いた個人認証”, 第 19 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム, pp. 278-280, 2017.
- [2] N. kinjo, I. Nakanishi, “Biometric Authentication using Evoked EEG by Invisible Visual Stimulation – Feature Extraction Based on Wavelet Transform -”, *proc. of SISA*, pp. 88-92, 2019.
- [3] Barrett, S.E., Rugg, M.D. “Event-related potentials and semantic matching of faces”, *Neuropsychologia*, vol. 27, pp. 913-922. 1989
- [4] M. Hoshimiya, R. Kakigi, S. Watanabe, K. Miki, Y. Takeshima, “Brain responses for the subconscious recognition of faces”, *Neurosci. Res*, vol. 46, pp. 435-442, 2003.
- [5] K. Nakajima, T Minami, S. Nakauchi, “Effect of facial color on the subliminal processing of fearful faces”, *Neuroscience*, vol. 310, pp. 472-485, 2015