眼球運動特徴を利用した試験時の二重課題遂行判別

八木　彬，小方博之　成蹊大学理工学部　　○向山慎二　成蹊大学大学院

1. はじめに

近来の情報通信技術の進展により、ＰＣを至る所でネットワークに接続できるようになり、資格試験などをオンラインで行うケースが増加している。オンライン試験の実現により、実施場所の自由度が増えたが、自宅受験のような形態の試験を公正に実施するにはまださまざまな課題がある。その一つが不正行為の防止である。

受験者本人が受験端末に向かっている場合にはたらく可能性のある不正行為を、我々は五感のいずれを用いるかによって分類している。本報では、そのうち、聴覚を利用したタイプの不正行為に着目し、その検出法について論じる。聴覚利用型の不正行為の具体例としては、イヤホンを用いて試験問題に関連した情報を取得することなどがある。

2. 問題設定

聴覚利用型不正行為をはたらく場合、受験者はイヤホンを監督者から隠すなどする。記事[1]の事例のように、試験会場で監督者が直接受験者を監視できる状況でも発見が難しい場合がある。まして、自宅受験のように、監督者が遠隔から監視したりカメラで自動的に検出したりする場合は、直接の発見は一層難しくなると考えられる。

そこで、本研究では、受験者が普通に問題を解いている場合と不正行為をはたらいている場合との間で挙動の差があるものと仮定し、その差から後者を検出する方法について検討している。

ただ、実験では不正行為を再現することは難しいため、ここでは以下の２条件を設定することで、普通に問題を解いている状況と、不正行為をはたらいている状況にかえる。

読解条件：パソコン画面に表示された課題文を目で追い、読解してもらう。

聴取条件：耳に装着したイヤホンからの音声を聴き取る。それと同時に、パソコン画面に表示された、課題とは無関係な文章を読むふりをしてもらう。

3. 実験方法

予備実験[2]により、２条件間の挙動の差は眼球運動に出やすいという知見が得られている。そこで、Fig. 1 のようにパソコン画面の前にアイトラッカ(Tobii X120)を設置し、被験者の眼球運動データを取得する。表示する文章には大学生にも比較的読みやすいジュニア向けの 200 字程度の文章を２つ選んだ。聴取条件における課題音声には日本語能力試験 N2 レベルのものを使用した。再生時間は 42 秒であり、かな文字換算で 221 字の文章である。

また、各条件における被験者の課題文、課題音声の理解度を確認するために、直後に課題に関連したクイズを解いてもらうことにする。

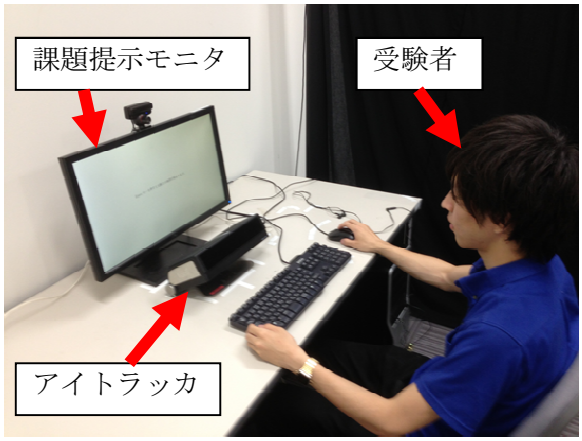

Fig. 1 実験環境

４．実験

健常な大学生･大学院生 48 名に対して実験を行い、眼球運動データを取得した。コンタクトレンズや眼鏡を使用している被験者には、普段の通りに装着している状態で実験を行ってもらった。また、練習効果や疲労効果、表示文章の違いから生じる差を考慮して、条件の順番を入れ替えるなど、カウンターバランスをとり、読解条件、聴取条件それぞれについて１回ずつデータを取得した。

５．データの分析

クイズの正解率は読解条件では両文章ともに 87.0%、聴取条件では 82.6%であった。また両条件のクイズとも解けなかった被験者はいなかった。よって、いずれの被験者も課題文、課題音声を理解する意思をもって臨んでいたと判断した。エラーを含むデータを取り除いたところ、データの総数は 86 個となった。

まず、両条件で眼球運動に差が生じるかの確認を行うために、以下の指標の比較を被験者毎に行った。

1) 読み終わりまでの時間[msec]
2) 横軸方向の平均移動速度[pix/sec]
3) 縦軸方向の平均移動速度[pix/sec]
4) 平均停留時間[msec]
5) 平均停留間隔[msec]

t 検定を行ったところ、1), 2), 4)については 5%有意だった。したがって、個人レベルでは両条件を判別できる可能性が十分にある。

次に、受験者の眼球運動特性が未知であるという前提のもとに、両条件の判別が可能か確認した。まず、予備的に上述の 1), 2), 4)の指標に線形判別分析を適用したところ、判別正解率は 73.4%となった。

次に、以下の指標を算出した。

1) 読み終わりまでの時間[msec]
2) 1/60sec 毎にサンプリングした場合の移動速度中央値[pix/sec]
3) サッケード／停留時間比

これらに対して、k-最近傍法、決定木、３層パーセプトロンを用いて 10-fold の交差検証によって判別正解率を算出したところ、k-最近傍法(k=1)で 66.3%、決定木で 73.3%、３層パーセプトロン(中間層数 1)で 73.3%となった。k の値と中間層数の決定はベイズ情報量基準に基づく。

３層パーセプトロンで中間層数が１の場合は、判別能力は線形判別分析と変わらない。実際に判別正解率もほとんど等しく、７割強にとどまる。また、他の非線形手法もそれを超える結果に至っていない。

したがって、受験者の眼球運動特性が事前にわかっていない場合は、ある程度両条件の判別はできるものの、実用に供するには更に改良が必要といえる。現状では、事前に何らかの方法で受験者の通常時の眼球運動特性を取得したうえで試験の臨んでもらう方式の方が実現性が高い。

６．おわりに

聴覚利用型不正行為防止のために受験者の眼球運動から当該行為を判別する方法について検討した。読解条件、聴取条件間で受験者の眼球運動特性に有意差があったことから、特性が既知の場合は十分に判別可能なことが期待される。一方、特性が事前にわかっていないことを前提に判別を行った場合は、判別正解率は 73%にとどまった。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費基盤(C) 25350355 の助成を受けた。

参考文献

[1] 「300 人が不正取得か。中国人グループの運転免許カンニング」日本経済新聞, 2012/10/3.

[2] 小方、赤間「不正行為時の受験者挙動の実験的観察」日本テスト学会第 10 回大会, 2012.