

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：32629

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02000

研究課題名（和文）バイオメトリクスおよび人工知能技術の導入による公正で安全なオンライン試験の実現

研究課題名（英文）Development of a fair and secure online testing system using biometrics and artificial intelligence technology

研究代表者

小方 博之（Ogata, Hiroyuki）

成蹊大学・理工学部・教授

研究者番号：20349161

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,400,000円

研究成果の概要（和文）：自宅などの会場外受験における不正行為を想定し、実験参加者に聴覚と視覚に関する二重課題を課した場合、通常と異なる眼球運動特性が観察され、不正行為検出に応用できる見通しを得た。試験監督者による顔写真照合を用いた本人確認では、本人と替え玉の両方に対して本人と認められる合成写真を、かなりのケースで作成可能であるという知見を得た。個人が識別できないように配慮されたデータであっても、場合によっては個人を識別できることが確認できた。そこで、目的の処理の精度を低下しないようにしながら個人を識別できなくするような方法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新型コロナウイルス感染症の流行や、教育のボーダーレス化に伴い、自宅など監督者の目の届かない試験会場外から受験を行うニーズが高まっている。不正行為を自動検出する手法を開発することによって、これらのニーズに対応することが可能になる。

合成写真を利用した替え玉受験は最近実際に行われた方法だが、このような方法の成功可能性を見積もることで、新たな対策の必要性の有無を評価し、試験の公正性の確保につなげられる。

データの匿名加工処理は、データの価値を落とさないと同時に個人の匿名性を保証することで、個人の情報を保護しながら社会においてデータを安心して活用することを可能にする。

研究成果の概要（英文）：When participants in the experiment were subjected to a dual auditory-visual task to detect cheating in off-site examinations, such as at home, unusual eye movement characteristics were observed, suggesting the possibility of applying this method to detect cheating.

In the case of identity verification using face-photo matching by the test supervisor, we found that it was possible to create a composite photo that could be recognized as the identity of both the qualified examinee and the impostor in most cases.

We were able to confirm that in some cases individuals can be identified even if the data was designed to prevent identification of individuals. Therefore, we developed a method to make individuals unidentifiable while not degrading the accuracy of the intended processing.

研究分野：機械学習、人工知能、教育工学

キーワード：オンライン試験 不正行為検出 眼球運動 聴覚利用型不正行為 替え玉受験 匿名加工 バイオメトリクス 人工知能

1. 研究開始当初の背景

研究開始当時においても、先進国の高等教育機関で大規模公開オンライン講義(MOOC)が盛んに試みられていたが、そこでは学位認定等のアクレディテーションシステムを実現することが重要な課題となっていた。アクレディテーションには試験による学力評価が欠かせない。

しかし、試験の実施にあたって、国外のさまざまな地域に分散した学生のために会場を用意することは現実的ではない。そのため、自宅など会場外での受験を前提とせざるを得ないが、このような試験実施側が受験環境をコントロールできない状況下で不正行為を自動的に検出して防止する必要が生じていた。

不正行為のひとつである替え玉の自動検出の研究は当時もいくつか見られた。しかし、公正な試験の実現には他の不正行為(カンニングペーパーなどを使用した視覚利用型や、イヤホンなどを用いて外部補助者から解答を得るような聴覚利用型など)の自動検出法の確立も同時に求められていた。近年ではイヤホン等の道具の小型化・無線化が進み目視での発見が難しいため、これらの不正行為は受験者の行動特徴(バイオメトリックな特徴の一種)から検出する方が現実的と判断される。しかし、試験中は読解・思考・回答のようにタスクが次々と切り替わり、それにつれて受験者の行動特徴も変化するので、不変なバイオメトリック特徴を有する替え玉より検出が困難といえる。

また、不正行為監視時にはそれに付随して学生から膨大なデータが収集される。当時施行予定の段階にあった改正個人情報保護法においてそのデータが個人情報とみなされるか否かによって、データの運用が大きく変わるため、データの個人識別能力や匿名加工性を評価しておくことは必須と判断された。

2. 研究の目的

本研究課題では、人工知能技術をバイオメトリクスに導入して、会場外受験のような条件下での不正行為の自動検出を可能にし、公正で利便性の高い自宅受験の枠組みを実現することを目的とした。

また、受験者のバイオメトリックな特徴は個人識別能力を有する個人情報に該当する可能性があり、該当する場合には適切なデータの取扱いが求められる。そこで本研究で取得するバイオメトリック・データの個人識別能力および匿名加工能力の評価も目的とした。

3. 研究の方法

上述の目的を達成するために、我々は「会場外受験における不正行為の自動検出」の研究と、「データの個人識別能力および匿名加工処理」の研究の2つの課題に取り組むことにした。

我々は、本研究課題に取り組む以前から、バイオメトリクスによる本人認証の研究を筆記試験やタブレット端末利用型試験での替え玉検出に応用する研究を行ってきた。また、不正行為を図1のように系統的に分類し、そのうちの聴覚利用型および視覚利用型不正行為にも研究対象を広げていった。聴覚利用型不正行為の自動検出では単調な読解タスク遂行時の単純偽装者(事前に訓練を行わず、露見しないように努めながら試験時に不正行為を行う受験者)の検出に成功した。視覚利用型不正行為に関してはVRゴーグルによって試験関係以外の視覚情報を遮断し不正を防ぐというアイデアを持っていた。また、バイオメトリクス分野の研究も継続的に行っていた。

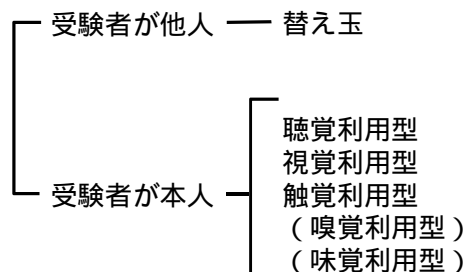


図1 不正行為の分類
(嗅覚・味覚利用型は現状では実行可能性が低く括弧でくくった)

そこで、開始当初において、「会場外受験における不正行為の自動検出」の研究では、これまで行ってきた聴覚利用型不正行為の自動検出を2方向に展開することとした。すなわち、単調タスク遂行条件を前提としたときの訓練偽装者を検出するなどのサブテーマと、複数タスク間の切り替えりがあるなど非単調な場合を前提としたときの不正行為検出に関するサブテーマである。

前者のサブテーマにおいては、これまで我々の研究してきた手法が訓練偽装者に対しても耐

攻撃性があるのか明らかにすることとした。また、従来対象としてきた読解だけでなく、計算、選択問題回答など他の単調タスクを遂行している時の不正行為検出にも取り組み、アイトラッカで得られる眼球運動の時系列データを利用した検出手法が有効であることを明らかにすることとした。

後者のサブテーマは、通常の試験では受験者は読解などの単調のタスクを行うわけではなく、他にも思考、筆記などさまざまなタスクを行う場合もあるし、タスク中でもページの切り替えなど行い、その度に行動特性が変化するという問題への対処を検討するものであった。そこで、当初はページの切り替えなどを伴った、長文の読解という非単調タスクを扱い、その後、読解+選択問題回答のような複数タスクへと対象範囲を拡大していくこととした。

また、その後、研究対象を視覚利用型不正行為の防止や、替え玉検出にも広げていくこととした。触覚利用型不正行為に関しては聴覚利用型と同様の手法で解決できるものと考えて、現時点では扱わないこととした。

「データの個人識別能力および匿名加工処理」の研究では、研究開始当初において、アイトラッカで得られる眼球運動データの個人識別能力の有無や、各種処理と識別能力低下の関係性を明らかにすることとした。具体的には、眼球運動をさまざまな手法でモデル化し識別能力を評価し、また、個人識別能力を有する各種特徴情報に対し、モデル化時に用いる人数や処理方法を変更した際の識別能力の低下を定量的に評価するとともに、匿名加工化推奨手法を提案することとした。

4. 研究成果

「会場外受験における不正行為の自動検出」の研究と「データの個人識別能力および匿名加工処理」の研究とにわけて研究成果の報告を行う。

(1) 会場外受験における不正行為の自動検出

2017年度にはA「訓練偽装者の聴覚利用型不正行為の検出」およびB「受験者のワーキングメモリ容量と聴覚利用型不正行為の検出性能の関係」に関する研究を課題として実施した。

Aでは、同一被験者に対して間隔をおいて繰り返し実験を行い、その間のデータを収集・分析することで、訓練による偽装効果の有無を確認するアプローチをとった。そのために、まず、予備実験によって繰り返し実験の間で空けるべき時間間隔を決定した。次に予備実験とは異なる参加者を募って本実験を行い、回数を重ねるにつれて実験で得られた眼球運動の特性に変化が生じるかを確認した。分析の結果、眼球運動特性に関して統計的に有意な変化は見られず、我々の提案する検出方法は訓練によって聴覚利用型不正行為を偽装することを試みる者に対しても有効である可能性が高いことを確認できた。

Bでは、我々の立てた、聴覚利用型不正行為を行っている受験者の検出性能は当該受験者のワーキングメモリ容量によって影響を受けるという仮説を検証するものである。受験者のワーキングメモリ容量は日本語版リーディングスパンテストによって計測し、不正行為の検出性能は本人の二重課題遂行能力により判断することとして実験を行った。事前に行った予備実験から、参加者の学力レベルが類似する場合はRSTのスコア分布も集中するという知見を得ているので、学力レベルの異なる複数の大学から参加者を募り、実験を実施した。得られたデータでは、スコア分布は適度に分散していたものの、我々の仮説を支持するような関係性は見られなかった。予備実験の結果もこれと矛盾するものではないため、本仮説は成立しない可能性が高く、別の前提に立って研究を進めるべきであるという知見が得られた。

2018年度にはC「眼球運動特徴を利用した聴覚利用型不正行為検出対象の拡張」、D「タブレット型受験端末使用時の替え玉受験の検出法の拡張」およびE「視覚利用型不正行為の防止のためにVRゴーグルを装着した場合の試験への影響」に関する研究を課題として実施した。

Cでは前年度までに基礎的な読解作業において不正行為検出可能なことを確認できたことから、読解以外の作業や、より実際に近い条件での読解作業の条件での有効性を検証した。読解以外としては計算問題を解く作業を採用した。また、より実際に近い条件の読解作業として、難易度を被験者(大学生)のレベルに上げた問題文と、長さを通常の出題に合わせて長くした問題文を使用した場合の作業を採用した。いずれの条件でも不正行為の検出可能性を確認できた。

Dでは前年度までにジェスチャ開始位置を固定した条件でタブレット操作中の手指形状や動作から替え玉検出可能なことを確認できたことから、開始位置の制約を取り払い検出する方法を2通り検討した。ひとつめの方法では従来と同様にカメラを用いるが、判別に深層学習を利用した。もうひとつの方法では、最近普及の進みつつある腕時計型端末を受験者の腕に装着してもらい、そこから得られる加速度センサ信号の特徴を利用した。それぞれタップおよびスワイプジェスチャにおいて替え玉検出可能であることを確認し、手法の有効性を実証できた。

Eでは視覚利用型不正行為の防止法としてVRゴーグルを用いることの影響について検証した。実際に被験者実験を行い、強化現実型の装置を用いた場合には影響が見られないことを確認できた。

2019~2020年度にはF「非単調タスクにおける聴覚利用型不正行為の自動判別」およびG「合成証明顔写真を利用した替え玉行為の危険度評価」の2つの研究を課題として実施した。

Fでは、前年度までに読解や計算を行っている間の不正行為の判別可能性を確認できた。しかし、試験中に行うこれらの作業に対して個別に判別可能性を確認する方式では、さまざまなケ

ースを想定する必要がある、また受験者が現在どの作業を行っているかの認識も行う必要があるという欠点がある。それを解決する手段として受験中の通常の作業を行っている時のふるまいの特徴を測定し、それから特徴が外れる場合を不正行為として検出することを検討した。新型コロナウイルス感染流行の影響により、新たな実験を行うことができなかったが、前年度までの実験で取得したデータを利用して検出を行った結果、高い精度で不正行為を検出することができた。

G では、新たな替え玉行為の手法の危険度について評価した。試験会場では通常は監督者が写真照合を行うことで替え玉受験を防止する。これに対して、正規受験者と替え玉受験者の顔合成で生成した双方に類似の写真を用いて写真照合者を欺く方法がある。本テーマでは、合成割合を定量的に調整できるように人工知能技術を使用し、実験協力者に照合をしてもらったところ、双方と同一人物であると判定されたケースが 7 割以上存在し、対策が必要であることが確認された。

(2) データの個人識別能力および匿名加工処理

2018 年度には A「データの人物識別能力および匿名加工処理」に関する研究を課題として実施した。ここでは個人認証以外の目的で処理された行動データが個人性を有するか確認することを行った。データから特徴抽出を行い機械学習にかけたところ、個人性を有し、個人識別が可能であるとの知見が得られた。

2019～2020 年度には B「個人性を有するタスクの評価・活用」と C「匿名加工処理方法の検討」の 2 つの研究を課題として実施した。B では個人識別を目的としないタスクの中間特徴を制約する方法を検討した。また、個人識別を目的としないタスクの中間特徴を用いた個人認証手法を検討し、認証精度の改善を確認した。C ではマルチタスク学習による、ある課題に関する情報を秘匿しつつ主課題の精度を保持する方法を開発した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 安田 晶子、小方 博之	4. 巻 44
2. 論文標題 タブレット型端末を用いた試験における替え玉検出を目的とした手形状による本人認証	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 419～429
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15077/jjet.44107	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 村松 大吾	4. 巻 57
2. 論文標題 画像に基づく歩容解析 -個人認証及び属性推定-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 成蹊大学理工学研究報告	6. 最初と最後の頁 7～12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計26件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 佐藤 充, 中村 壮伸, 村松 大吾, 小方 博之, 安田 晶子
2. 発表標題 GANで生成した合成顔画像を証明写真に利用した替え玉受験の成功可能性の検証
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平松 健太, 大出 憲吾, 安田 晶子, 小方 博之
2. 発表標題 監督者不在のオンライン試験における眼球運動特性を用いた聴覚利用型不正行為の検出（難文読解の場合）
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三澤 紘平, 高山 英士, 豊田 大樹, 安田 晶子, 小方 博之
2. 発表標題 会場外受験における拡張現実感装置を利用した視覚利用型不正行為の防止法
3. 学会等名 日本教育工学会 2019年秋季全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大出 憲吾, 小方 博之, 安田 晶子
2. 発表標題 長文読解時における眼球運動計測を利用した試験中の聴覚利用型不正行為の検出
3. 学会等名 日本教育工学会 2019年秋季全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村松 健太, 佐藤 充, 安田 晶子, 小方 博之
2. 発表標題 タブレット端末を使用したウェブテストにおける上方カメラからのタップ画像を用いた受験者認証
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤 充, 村松 大吾, 小方 博之, 安田 晶子
2. 発表標題 敵対的生成ネットワークによる合成顔画像を証明写真に使用した時の替え玉受験可能性の検証
3. 学会等名 日本テスト学会 第17回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高山 英士, 三澤 紘平, 豊田 大樹, 安田 晶子, 小方 博之
2. 発表標題 Head-Mounted Displayを利用した視覚利用型不正行為防止法の提案 –第三報：強化現実感装置着用時の影響の検証結果–
3. 学会等名 日本テスト学会 第17回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三澤紘平, 傳田侑平, 小方博之
2. 発表標題 コンピュータ利用型テストにおけるVRヘッドセットの装着の影響
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大出憲吾, 小方博之
2. 発表標題 異常検知手法を用いた聴覚利用型不正行為の検出
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yi-Cheng Yang, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi
2. 発表標題 Gait Based Gender Classification via Siamese Network
3. 学会等名 電子情報通信学会技術報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大出憲吾, 松島悠流, 安田晶子, 小方博之
2. 発表標題 監督者不在のオンライン試験における眼球運動特性を用いた聴覚利用型不正行為の検出 (高難易度長文読解の場合)
3. 学会等名 日本行動計量学会 第48回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉川紘史, 佐藤充, 中村壮伸, 村松大吾, 小方博之, 安田晶子
2. 発表標題 GANで生成した合成顔画像を証明写真に利用した替え玉受験の成功可能性の検証
3. 学会等名 第10回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平松健太, 大出憲吾, 小方博之, 安田晶子
2. 発表標題 監督者不在のオンライン試験における眼球運動特性を用いた聴覚利用型不正行為の検出 (長文読解時の場合)
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三澤紘平, 高山英士, 豊田大樹, 小方博之, 安田晶子
2. 発表標題 視覚利用型不正行為防止にヘッド・マウント・ディスプレイを装着した場合の受験者への影響
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊大輔, 井澤悠平, 小方博之, 安田晶子
2. 発表標題 スワイプジェスチャ時に腕時計型端末から得られる特徴を利用した透過的受験者認証
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊田 大樹, 木島 永晴, 小方 博之, 安田 晶子
2. 発表標題 視覚利用型不正行為防止を目的にHead-Mounted Displayを装着させた場合の受験者に及ぶ影響
3. 学会等名 日本教育工学会第34回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平松 健太, 中村 祐文, 小方 博之, 安田 晶子
2. 発表標題 監督者不在のオンライン試験における眼球運動特性を用いた聴覚利用型不正行為の検出 (習熟訓練の影響)
3. 学会等名 日本教育工学会第34回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平松 健太, 中村 祐文, 小方 博之, 安田 晶子
2. 発表標題 眼球運動特性を利用した聴覚利用型不正行為検出回避における訓練の影響
3. 学会等名 日本テスト学会第16回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 豊田 大樹, 小方 博之, 安田 晶子
2. 発表標題 Head-Mounted Displayを利用した視覚利用型不正行為防止法の提案 (第2報: 強化現実感装置着用時の影響)
3. 学会等名 日本テスト学会第16回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊 大輔, 小方 博之, 岩田 駿空, 平澤 友陽, 安田 晶子
2. 発表標題 上方カメラを用いたタブレット端末におけるタッチジェスチャによる替え玉判別 (第3報: 左手のジェスチャの場合)
3. 学会等名 日本テスト学会第16回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 守脇 幸佑, 村松 大吾, 武村 紀子
2. 発表標題 CNNに基づいた歩容クラス識別における中間出力の個人性評価
3. 学会等名 第8回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤井 菜摘, 村上 徹, 中村 祐文, 小方 博之
2. 発表標題 上方カメラを用いたタブレット端末におけるタッチジェスチャによる替え玉判別 (第2報: フリック以外のジェスチャの場合)
3. 学会等名 日本テスト学会第15回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊 大輔, 小方 博之
2. 発表標題 タブレット端末におけるタップ画像を用いた本人認証での特徴抽出の自動化
3. 学会等名 日本テスト学会第15回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊 大輔, 小方 博之
2. 発表標題 タブレット端末を用いた試験時におけるタップ画像を利用した替え玉の自動検出
3. 学会等名 第33回教育工学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平松 健太, 中村 祐文, 小方 博之, 安田 晶子
2. 発表標題 会場外受験における眼球運動特性を利用した聴覚利用型不正行為の検出
3. 学会等名 第7回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊 大輔, 小方 博之, 中村 祐文, 安田 晶子
2. 発表標題 タップ画像を用いた試験時における替え玉の自動検出と特徴選択による汎化能力の向上
3. 学会等名 第7回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	村松 大吾 (Daigo Muramatsu) (00386624)	成蹊大学・理工学部・教授 (32629)	
研究 分担者	安田 晶子 (Shoko Yasuda) (30573133)	一橋大学・森有礼高等教育国際流動化機構・講師 (12613)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------