

# 機械学習を用いた頭部・眼球運動からのパーソナリティ推定

蟹江 大成  
山下 純平  
瀧本 祥章  
熊田 孝恒

京都大学大学院情報学研究科  
NTT アクセスサービスシステム研究所  
京都大学大学院情報学研究科  
NTT サービスエボリューション研究所  
京都大学大学院情報学研究科

本研究では、頭部・眼球運動と個人の心理状態・特性（特にパーソナリティ）の関係を明らかにすることを目的とした。眼球運動は、環境中の刺激からのボトムアップ情報やその時点でのゴール状態といったトップダウン情報に大きく影響されるが、さらには、個人差の影響も受けることが知られている。本研究では、眼鏡型計測デバイスを装着した被験者が紙文書の校閲課題を実施している間の頭部・眼球運動を計測し、そのデータからパーソナリティに関係する変数（潜在変数）を取得する機械学習の生成モデルを作成した。そして潜在変数を用いて生成データを観察し、頭部・眼球運動とパーソナリティの関係を調べた。その結果、頭部・眼球運動からパーソナリティの潜在変数を抽出することができ、また、潜在変数の変化にともなう生成データの挙動から、パーソナリティ特性に特徴的な頭部・眼球運動を特定することができた。

Keywords: eye movements, personality, big five, machine learning, GAN, InfoGAN.

## 問題・目的

眼球運動は、周囲の状況を知覚するために起こるだけでなく、その際の意図や興味、感情状態などによっても変化する。そのため、私たちは日常のインタラクションにおいて、他者の眼球運動を見ることで、相手の行動や感情を理解し、予測し、その意図や状態などを説明することができる。このことから、個人の心理特性や心理状態に対応した眼球運動が生起するということが予想される。実際、パーソナリティ特性によって眼球運動のパターンが変化し、同じようなパーソナリティ特性を有する人は似たような眼球運動を示すことが報告されている (Rauthmann et al., 2016)。

Hoppe や Berkovsky らは、機械学習を用いて、眼球運動からパーソナリティ特性の強さを分類し、予測できることを報告している (Berkovsky et al., 2019; Hoppe et al., 2018)。しかし、これらの研究の問題点として、特徴量を人手で作成しているため、事前に想定した単純な統計量しか、モデルに考慮させることができない点がある。また、質問紙によるパーソナリティスコア（特性値）を、連続値ではなくクラスとして扱っている（ある特性が強い・中程度・弱いなど）ため、連続的に特性値が変化した場合に、どのように頭部・眼球運動が変化していくのかを表現できない（クラス内での個人差を無視している）。

そこで本研究では、ニューラルネットワークを用いて、パーソナリティ潜在変数を抽出し、その潜在変数から、頭部・眼球運動の時系列データを生成する過程のモデリングを目指す。このようなモデルを用いることにより、パーソナリティ潜在変数と対応した、頭部・眼球運動の時系列データの疑似的な生成が可能になる。これにより、特徴量をあらかじめ仮定することなく、眼球運動とパーソナリティ特性の関係を考察できるようにすることが期待される。また、パーソナリ

ティ潜在変数を連続値として扱うことで、パーソナリティ特性のクラス分けに伴う、クラス内での個人差の問題が解消される。

## 方法

大学生14名（平均21.8歳）に対して事務作業を模した課題として紙文書の校閲課題を与え、その際の頭部運動および眼球運動を測定した。測定には、眼鏡型の眼電位計測装置 (JINS MEME) を用いた。ビッグファイブパーソナリティ質問紙 (TDPI) を用いて被験者ごとにスコアを算出した。潜在変数を獲得するモデルは、InfoGANを採用した。InfoGANは、機械学習の生成モデルのひとつであるGANを応用したものであり、測定データに似たデータを生成する過程で、その測定データに顕著な変数を潜在変数として自動的に獲得することができる。

## 結果

InfoGANによる学習で自動的に獲得された潜在変数が、パーソナリティ特性によるものなのかを評価した。縦軸に質問紙によって得られたパーソナリティスコア、横軸に獲得した潜在変数をとり散布図をプロットしたものが図1である。また、パーソナリティスコアと潜在変数の相関係数を表1に示す。これらの結果から、獲得したパーソナリティ潜在変数が誠実性であったことが示唆された。

表1. パーソナリティスコアと潜在変数の相関係数

Big 5	外向性	協調性	誠実性	神経症傾向	開放性
$r$	-0.179	-0.357	0.465	0.067	0.069

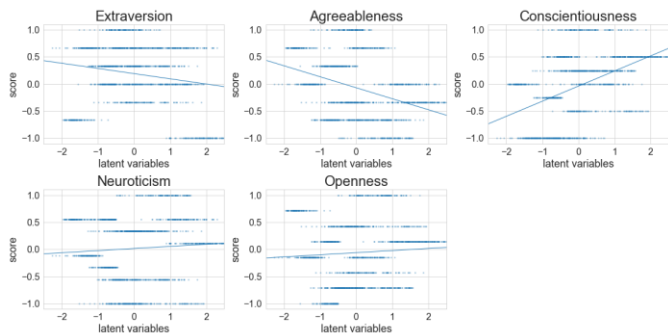


図1. パーソナリティスコアと潜在変数の関係性

InfoGANは、潜在変数を獲得するだけでなく、測定データを生成する過程も学習する。学習したモデルを用いてランダムにデータを生成した結果を図2に示す。これは、校閲課題中の頭部・眼球運動データの重要な性質を概ね捉えていると考えられ、学習がうまく進んだことが示唆された。

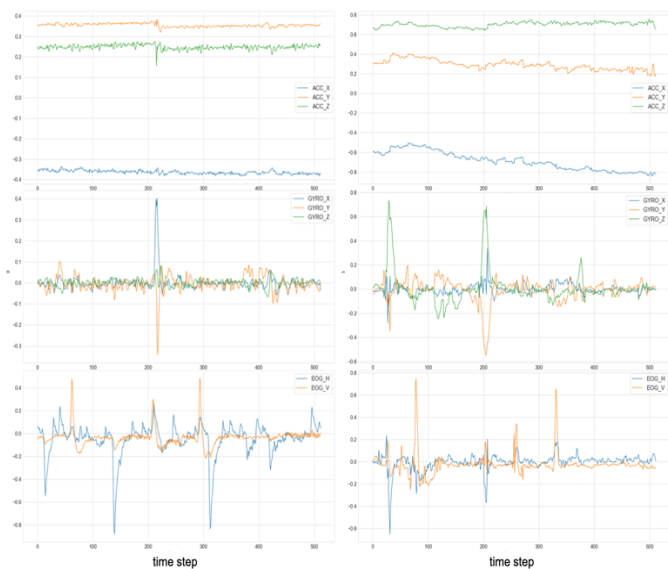


図2. 装置から得られた頭部・眼球運動データ(左)とInfoGANによって生成した頭部・眼球運動データ(右)  
(上: 加速度計, 中: 回転角速度, 下: 眼電位)

## 考察

誠実性を表していた潜在変数を変動させながら、学習後のInfoGANを用いて、頭部・眼球運動データを生成した。横軸を潜在変数の値、縦軸に加速度は平均値、回転角速度と眼電位は平均変化量を取りプロットした結果を図3に示す。加速度の図から、潜在変数の値が大きくなる(誠実性が高くなる)と、よりうつむくことが示唆される。眼電位の図から、潜在変数の値が小さくなる(誠実性が低くなる)と、視線がよく動くことが示唆される。つまり、誠実性が高いと、一貫して下をむいて校閲課題に取り組み、また、眼球を文書に沿って規則的に移動させている様子が示唆される。

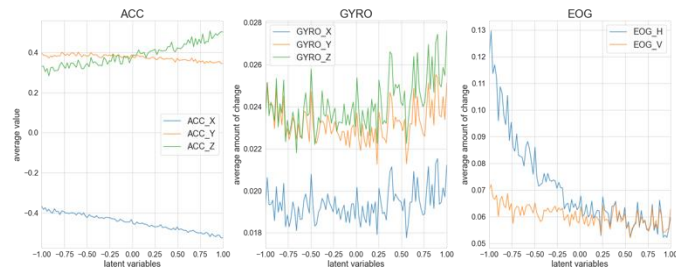


図3. 誠実性の潜在変数を変動させながら頭部・眼球運動データを生成させた際の各センサの平均値や平均変化量の変動

このように、パーソナリティ特性に関連した潜在変数を獲得し、その潜在変数を変動させながら生成させた頭部・眼球運動データを分析することによって、頭部・眼球運動とパーソナリティとの新たな関係性についての示唆を得ることができるようになる。

また、校閲課題中の頭部・眼球運動データから、InfoGANを用いて自動的に獲得できたパーソナリティ潜在変数が誠実性に関連するものだけであったことから、頭部・眼球運動に影響を与えるパーソナリティ特性が課題に依存する可能性が示唆された。

## 結論

本研究では、頭部・眼球運動とパーソナリティとの新たな関係性を考察するための方法として、機械学習の生成モデルを用いた方法を提案し、以下のような結論を得た。1) 頭部・眼球運動データから個人差の潜在変数を自動的に獲得できる。2) 頭部・眼球運動とパーソナリティ特性に連続的な相関を示す因子があり、潜在変数として現れる。3) 課題によって、頭部・眼球運動に影響を与えるパーソナリティ特性に差がある可能性がある。

本研究の課題としては、データ数が少なく汎化が十分ではない可能性があることや、波形である生成データから、運動の有無やその性質を特定する確立された方法がない(特に頭部運動)ために、生成データに対する分析が十分に行えていないことが挙げられる。今後は、以上のような問題を解消することを目指す。

## 引用文献

- Rauthmann, J. F., Seubert, C. T., Sachse, P. & Furtner, M. R. (2012). Eyes as windows to the soul: Gazing behavior is related to personality. *Journal of Research in Personality*, 46(2), 147–156.
- Hoppe, S., Loetscher, T., Morey, S. A. & Bulling, A. (2018). Eye movements during everyday behavior predict personality traits. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 105.
- Berkovsky, S., Taib, R., Koprinska, I., Wang, E., Zeng, Y., Li, J. & Kleitman, S. (2019). Detecting personality traits using eye-tracking data. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–12.