

## 論文審査の結果の要旨

氏名：井上 大成

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：認知特性推定へ向けたタブレット端末による直線描画タスクの研究

審査委員：（主査） 教授 吉田 典正

（副査） 教授 石橋 基範

教授 鳥居 塚 崇

教授 豊谷 純

近年、様々な分野において、個人の特性にあった対応を行うことを目的とし、人の特性と事故や教育の関係性を調べる研究が行われている。特に人の認知特性は事故やミスといった行動と関係があるため、認知的失敗の傾向などの認知特性を調べることで事故の未然防止につなげることが期待される。認知特性を調べる手段は、質問紙による測定法とタスクによる測定法がある。質問紙による測定法は主観的な尺度であるため、本人の主観に依存する。一方で、タスクによる測定法は、客観的な尺度で認知特性を調べられるが、専門機器が必要な場合やタスクの目的がわかりやすいといった問題点がある。簡便かつ迅速に、客観的な尺度で人の認知特性を調べることで、従来の手法の結果と合わせて認知特性をより手軽に調べることが可能になると期待される。

本論文では、認知特性の新しい推定方法として、直線描画タスクを提案している。点群に基づき線を引く場合、人の認知特性によって観察の仕方や引く線の判断が異なるため、引かれた線から特性を分類できることが考えられる。直線描画タスクと認知特性の間関係性を調べるための実験を行い、分析ならびに考察を行っている。本論文の構成は次のようになる。

第1章「はじめに」では、本論文の背景、目的と構成を述べている。認知特性について、その有用性、特性を調べる手法の特徴、描画タスクなどに関する研究を概観している。本論文の研究目的を述べ、認知特性と直線描画タスクの関係性を図示し、本論文の構成を図式化して示している。

第2章「点群に基づく直線描画タスク」では、描画タスクに関する従来研究および、本研究の核となる直線描画タスクについて述べている。描画タスクに関する従来研究について、認知特性との関係性を検討した研究や、タスクに影響を与える物理的な要因の検討を行った研究などについて述べている。直線描画タスクの概要では、タスクの流れ、提示する点群と直線の評価方法について示している。実験に用いる点群は、点群の $x, y$ 座標の相関係数が異なる10種類のものを用意している。また、引かれた直線の特徴の指標として、「引かれた線から点群の重心までの垂直距離（以下、重心までの距離）」と「引かれた線から点群の端点までの垂直距離の合計（以下、端点までの距離）」を提案している。点群の端点は、一定数の実験参加者が線を引く際に参考にした点群の端点である。

第3章「日常的な失敗傾向と引かれた線の特徴の関係性」では、失敗傾向と引かれた線の特徴に関係があることを34名の実験参加者による実験から明らかにしている。各実験参加者に対して、直線描画タスクを3回行い、日常的な認知的失敗の頻度を質問する失敗傾向質問紙（Error Proneness Questionnaire; 以下、EPQ）を実施している。直線描画タスクでは、10種類の点群を提示し、最適な線を引くことを指示している。引かれた線の特徴とEPQの得点の間関係性を調べるために、次の2つの分析を行っている。点群ごとの引かれた線の特徴とEPQの得点の相関関係を調べるために相関分析を行い、特定の点群における「重心までの距離」もしくは「端点までの距離」と、注意に関する日常的な認知的失敗の傾向であるアクションスリップ（Action Slip; 以下、AS）と関係があることを明らかにしている。引かれた線と関係する要因について調べるため、重回帰分析を行い、引かれた線の特徴を予測した。重回帰分析の結果から、重心までの距離および端点までの距離を予測するためにASの得点が大きく影響していることを明らかにしている。

第4章「反応時間と引かれた線の特徴の関係性」では、反応時間と引かれた線の特徴に関係があることを23名の実験参加者による実験から明らかにしている。各実験参加者に対して、直線描画タスクを3回行い、反応時間を計測するために模擬運転作業を1回実施している。直線描画タスクでは、2章で述べた10種類の点群を提示し、最適な線を引くことを指示している。模擬運転作業では、前方の3車両に対して、車両のブレーキランプが点灯したら即座に対応するボタンを押してもらい、反応時間を取得している。引かれた線の特徴と反応時間の間関係性を調べるために、次の2つの分析を行っている。点群ごとの引かれ

た線の特徴と反応時間の相関関係を調べるために相関分析を行い、特定の点群について、引かれた線のばらつき（重心までの距離の3回分のばらつき）と反応時間のばらつきの間に関係性があることを明らかにしている。直線描画タスクから反応時間のばらつきを推定するために重回帰分析を行い、特定の点群における引かれた線のばらつきから反応時間のばらつきを予測できることを明らかにしている。

第5章「失敗傾向と関係のある点群の特徴の分析」では、失敗傾向と関係がある点群は、線を引く際に用いる点群の端点の数（以下、端点の数）が2点の場合であることを実験参加者によるデータの分析から明らかにしている。分析するデータは、第3章、第4章で収集した実験データの中から、重複した実験参加者を除いた49人分のデータを用いた。引かれた線の特徴とEPQの得点の関係性およびEPQの得点と関係がある点群の特徴を調べるため、次の2つの分析を行っている。引かれた線の特徴とEPQの得点の相関関係を調べるため相関分析を行っている。端点の数が2点になる点群を分類するため、様々な点群の特徴について主成分分析を用い、主成分分析で寄与率が0.1以上の3つの主成分を用いて判別分析を行っている。各主成分は、「点群のx軸方向への広がり」、「点群のx軸との角度、点群の相関係数」、「点群がまとまっている方向へのばらつきの少なさ」と解釈している。判別分析を行った結果、端点の数に関係のある点群の特徴は、第一主成分と第二主成分であることが指摘している。このことから、実験参加者によって引かれた線から端点の数を判別していたが、点群の特徴から端点の数を推定できることを示している。

第6章では、本論文の結論を述べている。本研究の主要な成果は、(1) 新しい認知特性推定手法である「直線描画タスク」を提案していること、(2) ASの得点、反応時間のばらつきといった注意に関する認知特性と実験参加者によって引かれた線の間に関係性があることを明らかにしていること、(3) 認知特性と関係のある引かれた線の特徴は、端点の数が2点である点群に基づいて引かれた直線であることを明らかにし、点群の特徴から端点の数を推定できることを示していることである。本研究により、メニュー画面のレイアウトをカスタマイズすることや、注意が必要な作業において適切な刺激を提示するなどといった際には、個人の認知特性に合わせたカスタマイズ環境の構築に応用することが期待される。

この成果は、生産工学、特に情報工学・人間工学に寄与するものと評価できる。

よって本論文は、博士（工学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

令 和 5年 3月 2日