

選書中の一人称映像を用いた行動パターンの分析

畑井梨里衣^{†1}

公立はこだて未来大学システム情報科学研究科

角康之^{†2}

公立はこだて未来大学システム情報科学研究科

1. はじめに

本研究の目的は、興味を絞り込む行動プロセスを可視化し、その特徴を明らかにする方法を探ることである。

日常生活の中で、人は多くの選択肢の中から徐々に対象を絞り込んでいく行動を自然に行っている。例えば、買い物の際に膨大な商品の中から1つの商品を選ぶプロセスや、飲食店でメニューを選ぶ際のプロセスが挙げられる。このような行動を分析することは、購買行動のプロセス解明や、潜在的な興味の推定、それに基づいたマーケティング戦略の立案に役立つ可能性がある。さらにそれらを応用して、商品探索システムや推薦システムの設計の改善などの幅広い応用も期待できる。

ここで、関連する研究を紹介する。

まず、分散的な興味を絞り込む行動に注目したものを挙げる。たとえば、伊藤ら [1] による EC サイトに注目した研究がある。EC サイト上の購買においては、Web ページを閲覧する中で徐々に興味の対象が絞られていき、最終的にある商品を購入するというユーザ行動が想定されている。この研究では、Web ページの閲覧データから、ユーザの興味の収束度合いをモデル化する手法を提案している。このような、人の意思決定において興味の範囲が変化していく過程を分析することで、マーケティング上の施策の効果を高めることなどが期待できることも示唆されている。

次に、視線計測装置を用いた研究の例を二つ挙げる。

一つ目は、EC サイトにおける商品探索タスクにおいて、視線情報からユーザーの特徴推定を試みた例である。伊藤ら [2] は、定量的な視線データからユーザのメンタルモデルの推定を行う方法を提案している。このように客観的なデータからユーザ理解を促進する方法は、効率性、再現性の観点からも有益であると示された。

二つ目は、図書館内での書架を探索したり、情報を検索したりする際の行動データを収集して、情報探索行動のパター

ンを分析した例である。寺井 [3] は、収集された行動データには視線計測データが含まれ、視線計測により、被験者の「潜在的な興味」や「探索行動の詳細」を可視化可能であることを示した。

これらの関連研究から、視線データから興味や意図を推定する手法が有効であることが確認できる。

以上の背景を踏まえ、本研究では、実世界の選書行動に注目し、視線計測装置による一人称映像を用いて、分散的で曖昧な興味から対象を絞り込む行動を分析した。予備実験としてデータ収集を行い、収集した一人称視点の映像データに対して、ヒートマップによる可視化と考察を行った。

ヒートマップによる視線の可視化により、どの書籍がより多くの注目を集めているかが明確になり、今後の書籍配置や推薦システムの改善に役立つと考えられる。さらに、視線データの分析によって選書時の曖昧な興味の状態から最終選択に至るプロセスを段階的に把握することができれば、本研究の手法は、より広範な選択行動の理解に寄与する可能性がある。

2. 手法

2024 年度に公立はこだて未来大学にて開催されたイベントである未来大学ブックフェア（以下、ブックフェアとする）に伴いデータ収集を行った。ブックフェアとは、学生の専門分野や教養に関する本約 2000 冊を学内ミュージアムに展示し、教員や学生が本を手にとって選書できるイベントのことである。ここで選書とは、学内のライブラリに在庫として入れてほしいと本を自分たちで選択する行為を指す。ブックフェアにおいては、会場で配られる紙片を各自が選んだ本に挟み込むことで選書することができる。本実験では、被験者に視線計測装置を装着してもらいながらブックフェアに参加してもらうことで一人称映像データを収集した。被験者は会場を自由に散策し、選書したい本を見つけた場合は被験者の任意で紙片を挟むこととした。一人称映像データを収集する被験者は、学内の教員 1 人と学生 12 人とした。

使用デバイス (Pupil neon) について説明する。一人称

Analysis of behavior patterns during book selection using first-person video

^{†1} RIRII HATAI, Future University Hakodate

^{†2} YASUYUKI SUMI, Future University Hakodate

映像を記録する視線計測装置として、Pupil Labs 社^{*1}の NEON というデバイスを使用した。このデバイスは、キャリブレーションが不要でメガネ型のアイトラッカーを装着した瞬間から視線計測可能であり、専用のスマートフォンと組み合わせて使う。そのため視覚刺激や計測場所を問わず、動き回りながらも安定した視線計測が可能である。このデバイスの特徴はブックフェア会場を歩き回りながらの視線計測に適していると判断し、今回の実験に用いた。

視線計測装置を用いて収集したデータは Pupil Cloud ^{*2} にアップロードされ、アップロードされたデータを Cloud 上の解析ツールで分析することができる。本研究では、Reference Image Mapper という解析機能を使用した。Reference Image Mapper については、3 章で詳細を説明する。

3. 分析

Pupil Cloud の解析機能のひとつである Reference Image Mapper を用いて、一人称映像データの分析を行った。

Reference Image Mapper とは、一人称映像データから、参照した画像の上に視線データをマッピングする機能のことである。参照する画像と、参照画像に映っている対象を複数の方向からおさめた一人称映像データを読み込むことで、AI による画像認識で自動的に参照画像へのマッピングが行われる。

図 1 は、Reference Image Mapper により視線のマッピングを行っている画面のスクリーンショットである。左の画像は一人称映像、右の画像は視線データをマッピングする参照画像である。左の一人称映像に見える白い点描は、右の参照画像と一致する特徴点が一人称映像から抽出されていることを表す。そして、一人称映像にて赤丸で示されている被験者の視線データが、参照画像にも赤丸でマッピングされている様子が確認できる。

視線のマッピングに用いる参照画像としては、ブックフェアの会場で撮影した写真を用いた。会場には複数の書籍展示テーブルが設置されており、注目対象として選んだそれぞれの書籍展示テーブルを異なる方向から撮影した。注目対象として選んだ 4 つの書籍展示テーブルに対して、計 9 枚の参照画像を用意した。

さらに、Reference Image Mapper により参照画像にマッピングされた視線について、ヒートマップを生成することでデータの可視化を行った。これにより、注目対象となる書籍展示テーブルごとに被験者全体と各々の視線行動を集約し、その傾向や違いを概観することができる。

図 2 は、マッピングされた視線のヒートマップを抜粋したものである。列ごとに同じ参照画像に対応しており、行

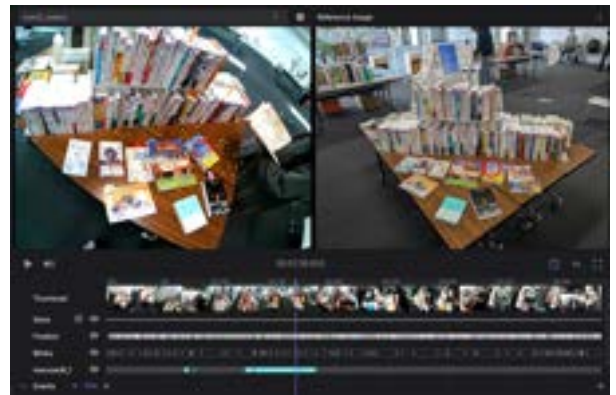


図 1 参照画像への視線マッピング

Figure 1 Gaze mapping to a reference image



図 2 視線ヒートマップの抜粋

Figure 2 Gaze heatmap excerpt

ごとに同じ被験者のデータに対応するヒートマップを並べている。ただし、一行目は、被験者全員分のデータから生成したヒートマップを並べている。図 2 でヒートマップに抜けがある箇所は、対応する参照画像に映っている箇所に対する被験者の視線データが不十分であったため空欄としている。

これらのヒートマップを概観すると、被験者ごとにヒートマップが集中しているエリアが異なることがわかる。

また、選書を行った被験者のヒートマップにおける注視エリアと、それぞれの被験者が選書した本が置かれていた位置を照らし合わせて確認をした。図 3 に、被験者が選書した本とヒートマップの重なりを示した 4 人分の例を示す。それぞれの被験者が選書した本の位置を濃い青丸で表示している。被験者が選書した本が置かれていた位置と、ヒートマップにおいて着色された注視エリアが重なっていることが確認できる。

4. 考察

本研究では、ブックフェアにおける選書行動を一人称映像データを用いて分析し、視線ヒートマップを作成することで視線の集中領域を可視化した。その結果、(1) 個人ごとに視線が集中する領域が異なること、(2) 最終的に選書された本の位置と視線の集中領域が概ね重なっていることが確

^{*1} <https://pupil-labs.com>

^{*2} <https://pupil-labs.com/products/cloud>

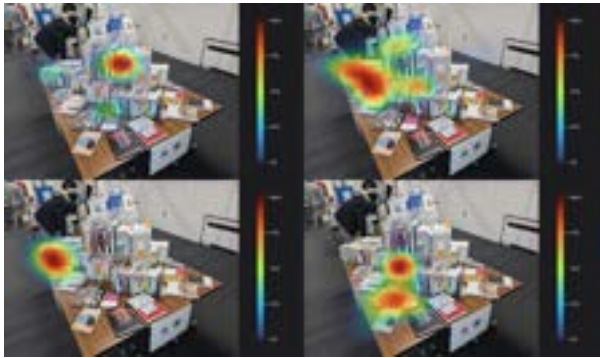


図3 選書された本とヒートマップの重なり

Figure 3 Overlap of selected books and heat maps

認された。これにより、選書行動において視線の集中が興味の収束と関係している可能性が示唆された。

本研究の結果から、次のような行動パターンが推測できる。まず、被験者の視線が長時間滞留した領域が、最終的に選ばれた本の位置と一致していることから、人はまず視線を通じて興味が絞り込み、その後選択に至るという行動パターンが裏付けられる可能性がある。次に、ヒートマップの分布には個人ごとの違いが見られたことから、選書の際における個々の興味や探索行動のパターンには個人差があることが視覚的に示唆された。このように、視線の集中と興味の収束の関係や、個人差の存在が説明できる結果が観測されたといえる。

また、先行研究と比較すると、本研究ではブックフェアの散策時における一人称映像から視線データを解析することで、EC サイトなどのオンライン上の選択行動に対する研究とは異なり、実世界における探索行動の特徴を明確に捉えることができた点が特徴的である。このような一人称視点映像データの分析を進めることで、実世界における探索行動の段階的变化をさらに詳しく観察することができると考えられる。

5. 展望

本研究では、ブックフェアにおける選書行動を一人称映像データと視線ヒートマップを用いて分析し、視線の集中領域と最終的な選書との関連を示唆した。しかし、本研究には以下のような課題があり、今後の発展が求められる。

第一に、視線データのみでは選書の意思決定プロセスの詳細を把握することが難しい。例えば、「本を手にする」「ページをめくる」といった行動データをラベリングにより分類して組み合わせ、視線の動きと行動の関係をより精緻に分析することで、選書行動の理解が深まると考えられる。

第二に、本研究は特定のブックフェアという環境に限定さ

れたデータに基づいているため、異なる状況に対する検証や、より網羅的なデータの収集が必要である。例えば、図書館や書店といった異なる文脈で同様の実験を行ったり、被験者の条件をより詳細に設定したりすることで、選書行動の普遍的特徴を明らかにすることが求められる。

第三に、本研究では単回のデータ収集に基づいて分析を行ったが、長期的な興味の変化や選書行動の変遷についての検討は十分に行えていない。特定の被験者を対象に時間を置いてデータを収集し、興味の変化や選書スタイルの変遷を追跡することで、より深い知見が得られる可能性がある。

今後の展望として、(1) 行動データの統合による詳細な選書プロセスの解明、(2) 異なる環境における実験の実施と網羅的なデータ収集、(3) 長期的な興味の変化の分析が重要である。さらに、視線データに基づくクラスタリングを行い、異なる選書スタイル（例：直感型、熟考型）を分類することで、よりパーソナライズされた選書支援の可能性も探ることができると考えられる。

これらの展望に基づき、より発展的な研究を進めることにより、視線データを活用した意思決定プロセスの分析がさらに深められると考えられる。これにより書籍推薦システムや書店・図書館の書籍配置の最適化など、実用的な応用へつなげることや、さらにはより広範な選択行動の理解への一助となることが期待できる。

参考文献

- [1] 後藤 正幸伊藤 史世：顧客の閲覧行動分析のための時間窓トピックモデル、情報処理学会論文誌、Vol. 64, No. 1, pp. 214-228 (2023).
- [2] 吉武良治伊藤拓巳：視線情報によるユーザーの商品探索の特徴推定、日本デザイン学会第70回研究発表大会、8D-06 (2023).
- [3] 寺井 仁：ハイブリッドな情報環境における情報探索行動の分析、情報の科学と技術、Vol. 61, No. 1, pp. 15-21 (2011).