

審査の結果の要旨

クリシュナ オンカール
氏 名 KRISHNA, Onkar

本論文は、「Gaze Analysis and Visual Saliency Prediction Across Different Age Groups (年齢の異なるグループに渡る視線の解析と視覚的顕著性の予測)」と題し、英文で書かれており、8章よりなる。人の視覚的注意の解析は、機械の視覚を人の視覚のように高度化するために重要な課題である。これまでの視覚的顕著性の研究では、成人の視線解析に基づいて、顕著性モデルが導かれてきた。これに対して、本論文では、年齢の大きく異なる小児、成人、高齢者の視線を解析し、それぞれの注視の定量的な評価を行う。さらに、異なる年齢グループへの視覚的顕著性の計算モデルの適応化手法を導き、その有効性の検証を行った。

第1章は「Introduction(序論)」であり、本研究の動機について述べ、本論文の目標と構成について述べている。

第2章は「Related Work (関連研究)」であり、心理学の分野で行われてきた人の視線の発達的な変化に関する研究を概観するとともに、コンピュータビジョンの分野での視覚顕著性モデルの研究についてまとめている。これまで、心理学の分野では、異なる年齢層の注視行動の違いを示す定量的な指標がないこと、視覚的顕著性モデルは、小児、高齢者を考慮に入れていないことに言及している。

第3章は「Analysis I: Study of General Gaze Behavior Across Age Groups (解析 I : 異なる年齢のグループの注視行動についての研究)」と題し、まず、小児 (4歳, 6歳, 8歳) と成人 (平均29歳) の4つの年齢グループの計82名の視線を対象とした研究を論じている。対象とした視線データの詳細について示し、異なる年齢グループを比較するために (1) 拡がり度 (Explorativeness) (2) 一致度 (Agreement score) (3) センターバイアス (Center bias) の指標を導入した。拡がり度は、注視の分散度合いを評価し、一致度は、年齢グループの内外における視線の一致度合いを評価し、センターバイアスは、中央への偏りを評価している。結果として、拡がり度は、年齢とともに単調に増大すること、一致度については、同一年齢グループでは、4歳グループが最も高く、8歳と成人では、最も低くなること、異なる年齢グループでは、小児と成人の間では、一致度が低いことを示した。センターバイアスは、4歳がもっとも高く、8歳、成人で最も低いことを示した。この視線解析から、年齢を無視した既存の顕著性のモデルは、小児には最適ではないことを述べている。

第4章は「Analysis II: Depth Bias in Children, Adults and Elderly (解析II: 小児, 成人, 高齢者のデプスバイアス)」と題し、高齢者も含めた視線の解析を論じている。小児 (平均7.6歳)、成人 (平均22.1歳)、高齢者 (平均80.1歳) の計58名の自然画像、人工物画像、フラクタル画像に対しての視線データを用いたことを述べている。特に、自然画像に対する注視点の分布傾向から、成人はシーン全体に注視点が広がるものの、小児はシーンの前景、高齢者は背景に対し

て注視する傾向があることを見出し、デプスバイアスを提案している。拡がり度、一致度、センターバイアスについて、前章と同様の解析を行っている。一致度に関しては、自然画像、人工物画像、フラクタル画像、いずれにおいても、同一年齢グループの一致度が高いことを示した。

第5章は、「Age-adapted Saliency Models (年齢に適応した顕著性モデル)」と題し、視覚的顕著性モデルの年齢グループに応じた適応化について論じている。まず、選んだ顕著性モデルは、Ittiのモデル、パッチベースのモデルである。マルチスケールのボトムアップ特徴の統合を行うIttiのモデルにおいては、統合するスケールと特徴への重みづけを最適化することで年齢グループに適応できることを示した。年齢の小さいほど、粗いスケールの利用が良いことを示した。パッチベースモデルにおいては、パッチサイズを変えることで適応を行った。なかでも、パッチベースモデルを年齢適応させたものが、視覚的顕著性の予測にて優れた性能を示すことを明らかとした。さらに、単眼画像からの推定された奥行きを用いて、デプスバイアスを組み入れた学習ベースの適応モデルも検証した。高齢者まで含めたデータにおいて、既存手法と比して、良い性能を示すことを明らかとした。

第6章は、「Age-related Changes in Ambient and Focal Visual Processing (周辺の/中心的視覚処理における年齢に関連した変化)」と題して、注視を二つのクラス、周辺のモード(大振幅サッケードの後の短い注視)、中心的モード(小振幅サッケードの後の長い注視)に分け、その振る舞いを論じている。小児(4歳, 6歳, 8歳)と成人のグループに対して、それぞれのモードで、注視点の拡がり度、時間を考慮したデータレートの指標の下で、異なる年齢グループの比較を行った。

第7章は、「Application: Signboard Saliency Detection (応用: 看板の顕著性の検出)」と題して、視覚的顕著性モデルの応用について論じている。商店街映像を見た時の注視点と計算モデルで映像特徴から導出した顕著性により、それぞれ看板の顕著性ランキングの比較を行った。5つの既存の顕著性モデルを用いた比較、探索条件のタスク有り無しでの比較を論じている。

第8章は、「Conclusion (結論)」であり、本論文の成果をまとめるとともに、今後の課題について言及している。

以上これを要するに、本論文は、注視の比較のための指標を提案し、年齢グループによる注視傾向の異なりを明らかとし、年齢グループに応じた視覚的顕著性モデルの適応化を示し、その有効性を検証したものであり、視覚情報処理技術への貢献が期待され、電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。