



視線のサイエンス ～視覚認知機構の理解とその応用～

Keywords: 視覚神経システム、眼球運動解析、視覚的注意モデル、視線予測

● 研究概要

視覚認知システム研究室では、視線の振る舞いを解析して注意の集中度や覚醒状態を定量的に評価したり、神経科学の知見に基づいて視覚神経系を数理モデル化することにより、視線制御メカニズムを解明に取り組んでいます。



所属 生命情報工学科
視覚認知システム研究室
准教授
氏名 小濱 剛
Kohama Takeshi
kohama@waka.kindai.ac.jp

● 研究テーマ

視覚神経系の情報処理モデル

視野の中から目標とする対象物を探し出そうとするとき、脳の中では探索の目標が持つ視覚的な特徴（属性）に対して注意が向けられます。このとき注意が向けられた属性に応じる神経細胞の活動が増強されて目標が発見されやすくなります。一旦、候補となる対象に視線が向けられると、次の候補に向かって注意の切り離しと移動が発生し、それに続いて視線が移動します。このような視覚神経系の情報処理過程が、コンピュータシミュレーションによって再現するための、新たな数理モデルを提案しています（論文1）。他にも、3次元空間の中で視線を変化させることによって、異なる奥行きに存在しているものを識別するための計算モデルや（論文2）、網膜上に投影された視覚情報が、眼球運動によって修飾される様子をシミュレーション解析したり（論文3）、高速に移動する物体からの視線の移動先を予測する計算モデルなど（論文4）、計算機を駆使することで、計測が困難な神経系の解明に取り組んでいます。

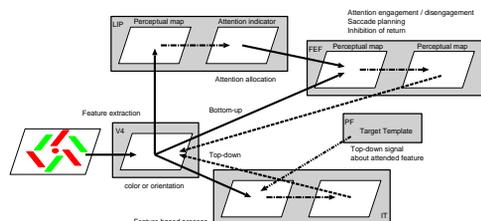


図1 眼球運動の制御に関与する視覚神経系の情報ネットワークモデル

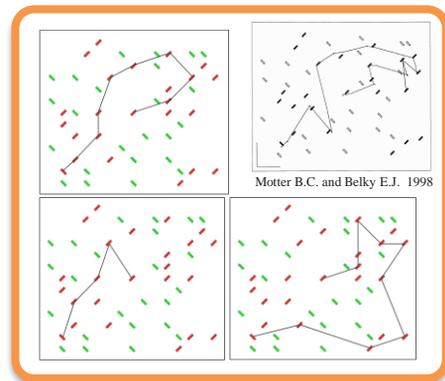


図2 唯一の特徴をもったオブジェクトを探索する際の視線移動のシミュレーション（右上はサルの実測データ）

眼球運動の解析に基づく集中度の定量的評価

私たちの目は、一点を凝視していても完全に静止することはありません。このときの眼球運動を固視微動と呼びます。固視微動はどこに注意を向けているかによって特徴が変化します。まさに“心”を映し出した信号と言えるでしょう。当研究室では、注意が散漫になっていると視線もまた散漫になることから、視線の揺れ方に注目しています。注意と固視微動の揺らぎを分析した結果、一点に注意が集中されると、揺らぎが小さくなるのが明らかになり、視線から集中度の評価が可能であることが示されました（論文5）。この成果は、平成22年度映像情報メディア学会丹羽高柳賞論文賞を受賞しました。また、固視微動に含まれるマイクロサッカドの新たな解析手法を提案し（論文6）、マイクロサッカド発生頻度が、僅かな認知的負荷の相違や覚醒の低下によって変動することを明らかにしました（論文7、8）。さらには、漫然としている場合には作業遂行中の視線分布に偏りが生じることを示しました（論文9）。研究で得た知見に基づいて、自動車運転中のドライバの認知負荷を把握する技術の開発にも取り組んでいます。

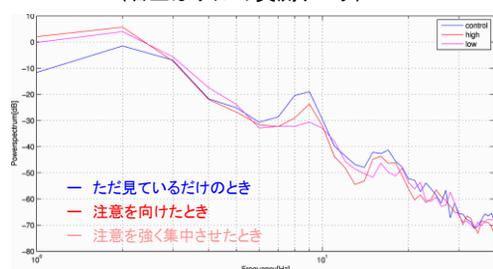


図3 視線の揺らぎ（パワースペクトル）は注視対象に注意が集中されているほど変動が小さくなる

● 論文

1. 視覚的注意による修飾を再現する神経機構モデル, 情報処理学会誌, 採録決定 (2018)
2. オートステレオグラムから奥行き情報を抽出する両眼立体視モデル, 画像電子学会誌, 40, 5, pp.801-807 (2011)
3. 網膜数理モデルによる高齢ドライバの網膜応答シミュレーション, 自動車技術会論文集, 48, 5, pp.1135-1141 (2017)
4. A saliency based motion detection model of visual system considering visual adaptation properties, Proc. IEEE EMBS (EMBC2015), pp.6658-6661 (2015)
5. 視覚的注意がドリフト眼球運動に及ぼす影響の統計解析, 映像情報メディア学会誌, 64, 12, pp.1892-1898 (2010)
6. A microsaccade detection method by using an order-statistic time-window analysis, International Journal of Bioelectromagnetism, 18, 1, pp.19-25 (2016)
7. マイクロサッカド頻度解析に基づいた音声応答および身体応答に要する認知負荷の定量的比較, ヒューマンインタフェース学会誌, 19, 2, pp.189-197 (2017)
8. Quantitative assessments of arousal by analyzing microsaccade rates and pupil fluctuations prior to slow eye movements, Proc. IEEE EMBS (EMBC2014), pp.2229-2232 (2014)
9. Attentional effects on gaze preference for salient loci in traffic scenes, Ergonomics, 55, 7, pp.743-751 (2012)