

## 平成 30 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 19401  
 研究開発課題名 : 国際共同研究プログラムに基づく日米連携による脳情報通信研究  
 副 題 : 霊長類の脳における形状・テクスチャ統合的処理の計算論的研究

## (1) 研究開発の目的

多彩なテクスチャ画像の弁別と認識においてヒト視覚系が利用している高次の画像特徴およびその処理特性と内部表現を理解し、テクスチャ知覚の計算モデルを提案するとともに、外界の物体形状や質感の知覚、物体・材質カテゴリ認知においてそれらの情報がどのように利用されるかを明らかにする。

## (2) 研究開発期間

平成 30 年度から平成 33 年度 (36 か月)

## (3) 実施機関

国立大学法人東京大学 〈代表研究者〉

## (4) 研究開発予算 (契約額)

総額 30 百万円 (平成 30 年度 6 百万円)  
 ※百万円未満切り上げ

## (5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 : ヒトにおける高次テクスチャ知覚のモデル

1. テクスチャ統計量の心理物理学的次元解析 (東京大学)
2. 統計量符号化の時間ダイナミクス解析 (東京大学)
3. 高次テクスチャ知覚モデルの構築 (東京大学)
4. 効率的心理物理学的測定法の開発 (東京大学)
5. テクスチャ画像データベースの構築 (東京大学)

研究開発項目 2 : 質感・物体認知における高次テクスチャ表現の利用

1. 物体・材質認知における輪郭・面情報の役割 (東京大学)
2. 三次元形状知覚を支えるテクスチャ情報の解析 (東京大学)
3. 物体・質感画像データベースの構築 (東京大学)

## (6) 特許出願、論文発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	2	2
	その他研究発表	4	4
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

## (7) 具体的な実施内容と成果

### 研究開発項目1：ヒトにおける高次テクスチャ知覚のモデル

自然テクスチャ画像にしばしば観察される co-circularity という幾何学的構造(方位信号が円形をなすように配置されている)のうち、鋭角の co-circularity と鈍角のそれの間に色研究における反対色と類似した対立関係があることを、新たな残効錯視を含む心理物理学の実験により明らかにした。この特徴は過去の研究における V4 ニューロンの特徴選択性と合致するところがあり、米国側における成果と将来的に突き合わせるつもりである。

画像統計量間の相関関係に基づき縮約されたテクスチャ合成手法を開発した。この手法は今後も改良を続ける予定である。また、この開発の途上で見出したいくつかの画像統計量間の相関関係に基づき、視覚系が強く相関する画像統計量を個別に符号化するのではなくまとめて符号化している可能性を、心理物理学の実験により明らかにした。

脳波計を用いて様々な自然テクスチャ画像に対する視覚野誘発電位を計測し、電位やウェーブレット係数とテクスチャ画像に含まれる画像統計量との相関を分析した。その結果、異なるクラスおよび異なる周波数帯域の画像統計量が異なる時間ダイナミクスで符号化されることを明らかにした。ヒトの脳で得られたこの神経ダイナミクスは、米国側における電気生理学的記録と比較検討するために利用することができる。

動的なテクスチャ刺激の弁別判断を決定づける時空間的な特徴を、ロジスティック逆相関を駆使して分析した。その結果、視覚系は各時刻のテクスチャ刺激の空間的な統計量を非常に素早く符号化し、その統計量の信号を時間的に累積することにより、知覚的な意思決定に至ることが明らかになった。この枠組みに基づくハイブリッド計算モデルを提案した。

従来、あるコントラストの刺激に順応した後には観察する刺激のコントラストは常に低下するとされてきたが、順応後にコントラストが逆に向上して知覚される新しい錯覚を発見した。この現象を心理物理学的に解析することにより、高次視覚系にカテゴリカルな明暗コントラストの表現が存在することを明らかにした。これは、同様のカテゴリカルな表現が、様々なテクスチャや物体表面の知覚属性についても存在することを暗示する基礎知見である。

### 研究開発項目2：質感・物体認知における高次テクスチャ表現の利用

多数の刺激セットの知覚尺度を効率的に推定する心理物理学的方法を提案し、いくつかの刺激セットと心理物理学課題について実証実験を行い、従来の方法と比較して大きく効率化されることを確認した。

多様な照明条件における物体質感 CG 画像データベースを構築した。さらに、各物体画像の低次画像統計量、用いた照明場(lightfield)の低次画像統計量、および両者の相関行列のデータベースを構成した。このデータベースは、項目1において構築中の自然テクスチャ画像と合わせて、米国側における生理学研究においても利用可能にする予定である。

## (8) 外国の実施機関

ワシントン大学 (米国)