

令和3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 年度から令和 3 年度 (36 カ月)

(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 (令和 3 年度 5 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、外部発表等

| | | 累計 (件) | 当該年度 (件) |
|-------|------------|--------|----------|
| 特許出願 | 国内出願 | 0 | 0 |
| | 外国出願 | 0 | 0 |
| 外部発表等 | 研究論文 | 10 | 3 |
| | その他研究発表 | 40 | 8 |
| | 標準化提案・採択 | 0 | 0 |
| | プレスリリース・報道 | 0 | 0 |
| | 展示会 | 0 | 0 |
| | 受賞・表彰 | 7 | 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

テクスチャ知覚は、多次数のスペクトル解析により決定されるとする計算理論を提案した。これにより過去の理論は統一され、かつ単純化された。また、理論に基づき、多彩なテクスチャ画像を以前よりも圧倒的に単純な計算で合成する画像技術を開発した。この成果を原著論文として国際誌に公開した。

一昨年より検討を続けてきた自然テクスチャ画像に対する視覚野誘発電位の解析と合成に関する成果を、原著論文として国際誌に公開した。

上記の研究成果の一部である線形回帰モデルに基づく脳波からのテクスチャ画像合成技術を開発させ、深層学習ネットワークを用い脳波のみから写真のようにリアルなテクスチャ画像を合成することに成功した。その妥当性を心理物理実験により検証した上で、成果をプリプリントとして公開するとともに国際誌に原著論文として投稿した。

任意の画像が「テクスチャ」として知覚されるかどうかを、少数の画像統計量から予測する単純な線形モデルを提案し、SVM を用いてそれが非常に高い判別性能を示すことを見出した成果を、国際誌に原著論文として投稿した。

適応的比較行列法と類似のロジックで刺激間の知覚的類似性を効率的に計測する手法の開発を試みた。

高解像度および高ダイナミックレンジの様々なテクスチャ画像データベースの構築を進めた。

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

視覚野のある後頭葉ではなく前部頭頂葉に短い潜時でテクスチャ画像に対する主観的な情動的価値と関連する脳波成分が現れることを発見していたが、この情動関連脳波成分と関連する画像統計量の分析を進めた上で、これまでの成果を原著論文にまとめた。

上記と同様のスキームを適用して、様々な表面画像に対する脳波、画像特徴量（低次統計量および深層特徴）、様々な心理属性（材質、光沢など）の関係を解析した。

様々な自然テクスチャ画像の心地よさ・気持ち悪さの評価と画像統計量の関係を、新たな画像セットで再分析し、その成果を原著論文にまとめることを開始した。

物体残効に関する組織的な心理物理実験をさらに進めるとともに、物体や質感の知覚におけるヒステリシス効果に関するデータを収集した。

系列的な観察に基づく物体・質感認知の仕組みを検討するための実験の枠組みを得るため、知覚的意思決定機構の解析技術の開発を進めた。そのうち、動的なノイズ中に重畳されたターゲットの検出課題において、観察者の反応時刻にロックした新しい逆相関解析法を考案し、実験的検証を行い、その成果を国際誌に原著論文として投稿した。また、同様のパラダイムを拡張して注意の効果に関する検討を進めた。

多様な照明条件における物体質感 CG 画像データベースの構築を続けた。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

上記の研究群に関する原著論文の公開。

多次数スペクトル理論のもとでの自然テクスチャ画像の解析と、それに基づくコンパクトなテクスチャ空間の提案。

脳波からテクスチャ画像を復元する技術の開発。

画像特徴・脳波・主観評価の三者関係の解析プラットフォームの構築。構造方程式モデリングなどを活用。

(9) 外国の実施機関

ワシントン大学（アメリカ）＜代表研究者＞