

領域番号	4705	領域略称名	多元質感知
研究領域名	多様な質感認識の科学的解明と革新的質感技術の創出		
研究期間	平成27年度～平成31年度		
領域代表者名 (所属等)	西田 眞也（日本電信電話株式会社NTTコミュニケーション科学基礎研究所・人間情報研究部・主幹研究員）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>質感認識とは脳による物体の本性の解読である。五感を通した多様な質感の認識は、生存に不可欠な環境情報の理解、価値判断に基づく行動の選択、身体運動の制御など、人間の基本的な機能において重要な役割を果たしている。質感を生み出す情報は複雑な高次元情報として感覚入力に埋め込まれており、それを読み解く脳の素晴らしい能力の解明は、人間の感覚情報処理の科学的理解のみならず、情報工学技術の発展にとっても不可欠な課題である。本領域は、情報工学・心理物理学・脳神経科学の密接な連携によって、実世界の多様な質感を認識する人間の情報処理の計算原理や神経機構を解明し、革新的な質感技術を開発することを目指す。研究項目 A01「質感メカニズム」では、仮説検証型のアプローチにより、質感認識の計算原理とその神経機構を解析する。物体の複雑な表面構造が生み出す質感、質感が情動惹起する仕組みなどを研究する。B01「質感マイニング」では、データ駆動型アプローチにより質感認識機構に迫る。深層学習などの統計的機械学習と脳情報解析技術を融合し、問題の多様化・複雑化に対応可能な新しい質感研究パラダイムを確立する。質感データベースの構築にも注力する。C01「質感イノベーション」では、質感認識の科学的研究の成果を、最先端のデジタルファブリケーション・触覚工学・コンピュータグラフィックスなどに結び付けることにより、革新的な質感創成技術を開発する。さらに、実世界の多様な質感を認識・編集・制御・管理する知見を質感工学として体系化する。</p> <p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>順調に研究は進んでいる。A01では、人間の質感認識を心理物理学的に分析し、物体表面の濡れの知覚が輝度や色の統計量の変化に基づいていることや、髪の毛などの極細構造の知覚が輝度コントラストの低下に基づいていることなどを明らかにした。質感認識の神経回路に関して、ものに見て触れる経験が視覚的な質感の脳内表現を多感覚的なものに変化させることや、視覚に基づく価値判断に吻内側尾状核が必須の役割を果たしていることを発見した。実在物体の複雑な質感の光学的な分析も進み、反射スペクトルの変化をもとに直接反射・相互反射を分離する技術や、水という媒質を通して観察することで安定に幾何形状を推定する手法の開発につながった。B01では、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）で、標準的な材質判断テストに対して人間に匹敵する正答率を実現した。物体認識を学習したCNNの画像に対する階層的特徴量を脳活動から予測する方法を確立した。ネコの視覚系で、位置だけでなく空間周波数や方位においても（CNNで重要な働きをする）プーリングが存在することを発見した。物理特徴・知覚表現データ・言語表現データを結び付けた質感データベースの構築も進めた。C01では、ものを触ったときの皮膚挙動計測システムの構築、多重散乱によるぼけの高速レンダリング法の発見、3Dプリントされた実物体へのプロジェクションマッピング法の確立、プロジェクションマッピングで食品の質感と味をカスタマイズする拡張現実感システムの開発、など多くの成果が得られた。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A+ (研究領域の設定目的に照らして、期待以上の進展が認められる)</p>
	<p>本研究領域は、前身である新学術領域「質感認知の脳神経メカニズムと高度質感情報処理技術の融合的研究 (H22～26年度)」で世界に先駆けて学際的な質感研究を築き上げたことを踏まえて、その成果を更に継承・発展させ、実世界の多様な質感を認識する人間の情報処理の仕組みを、情報工学・心理物理学・脳神経科学の密接な連携によって科学的に理解するのみならず、具体的なエンジニアリングと直結する技術革新をも生み出すものである。これまでの研究成果はトップジャーナルを含む多数の論文として公表されており、また、国際会議での招待講演を行うなど国際的にも評価が高く、それぞれの研究者が質感研究について世界をリードしている点は特に評価できる。</p> <p>その他の研究領域の進捗状況として、企業との共同研究の実績も年々伸びており、産業界への発展性も期待され、採択時の所見において指摘された各計画研究組織間の連携についても、マルチマテリアル 3D プリンタによるテクノロジーの共有、データベース作成によるデータの共有を通して十分対応している。また、多くの若手研究者が本研究領域に参画し、様々な支援・育成策が進んでいる点も評価できる。</p> <p>研究成果のうち、光沢素材に対し選択的な応答を示す神経細胞集団がクラスター状に固まって存在することを発見した業績などは特に注目に値する。また、視覚、触覚に加えて、言語表現 (オノマトペ) にまで繋げている点は野心的であると評価できるが、領域全体でどのように整合性をとっていくか明確な論理構成が望まれる。今後は、全体の統合的視座を明瞭にしつつ展開することで、より一層の進展が期待される。</p>