

平成 28 年 6 月 6 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25351005

研究課題名(和文) 多点電気刺激による顔情報制御の研究

研究課題名(英文) The study of face perception using cortical electric stimulation

研究代表者

林 隆介 (Hayashi, Ryusuke)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・人間情報研究部門・主任研究員

研究者番号：80444470

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：下側頭葉に埋め込んだマイクロ電極アレイから神経活動記録を行い、顔の方位と個人識別情報(ID情報)の表現様式が、記録部位によって異なることを明らかにした。また、さまざまな顔の3DCGモデルを作成し、モーフィング操作によるID変化と回転による方位の変化が与える神経応答ならびに知覚時間への影響を調べる画像データベースを構築した。同データベースを用いた心理物理実験により、ID情報の識別で特に顕著な、知覚時間の遅れ現象を明らかにした。さらに、神経応答から、神経情報処理の非線形な効果を同定する解析手法を新たに開発した。一方、電極埋め込みを介した皮質電気刺激の予備実験から技術的問題点が明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The neural activities recorded from the multi-electrode arrays implemented on the surface of the inferior temporal cortex in response to the face images showed that the representation of face orientation and face identity differs depending on the recording sites. I also built a 3D image database, developed a new analytical method and design a new experimental paradigm to study the effects of face orientation and identity changes on the neural response and perception. Experiments of cortical electric stimulation using the implemented multi-electrode arrays revealed many technical problems to be solved for the future study.

研究分野：神経科学

キーワード：顔認知 視覚心理物理 視覚神経科学

1. 研究開始当初の背景

ヒトが社会生活を営むうえで、顔認知は個人を同定する手段として非常に重要である。ところが、顔情報は大きさや位置、照明条件など視覚入力として多様に変化する。とりわけ、観察視点の変化による「顔の向き」の違いは、視覚特徴を大きく変えてしまうにも関わらず、われわれは、顔の個人同定を正確に行うことができる。そこで、顔の方位に依存しない個人識別(ID)情報が、脳内でどのように表現されているのか解明することが、視覚神経科学の分野で注目されている。

2. 研究の目的

ヒトをはじめとする霊長類は、顔の向きが変わっても、それが誰の顔か正確に判断することができる。こうした顔認識能力の神経基盤として、下側頭葉の「顔エリア」とよばれる脳領域群からなるネットワークが重要な役割を担うと考えられているが、その詳細は明らかでない。本研究は、動物モデルを用いて、下側頭葉における顔情報処理を電気生理学的に解明することを目的とした。

3. 研究の方法

下側頭葉の終端部である TE 野の後部、中央部、前部にマイクロ電極アレイを埋め込み、神経活動記録を行った。使用した電極は、Blackrock 社製 Utah array 型電極ならびに Microprobe 社製、マルチ電極である。さまざまな人物(男女9名ずつ)のCG顔を7方位から撮影した画像を用意し、覚醒行動下における視覚誘発性神経活動を記録した。

また、同じ埋め込み電極を介して、皮質電気刺激することで、脳領域と顔情報処理の因果関係を解明する実験に挑戦した。

4. 研究成果

1) 下側頭葉の終端部である TE 野の後部、中央部、前部に埋め込んだマイクロ電極アレイから神経活動記録を行い、それぞれの部位における顔の方位と ID 情報の表現様式の違いをとらえられることに成功した。

2) 多数の電極埋め込みを可能にするため、新たな動物実験装置の開発を行い、特許出願した。また、神経活動データの解析過程から発想したアイデアを元に、新たな画像検索システムを開発し、特許出願を行った。

3) 顔以外のカテゴリーとして、身体部位(特に手の形)に注目し、どんな手の画像を見ているか神経データから復号化する技術を開発した。また、復号化した結果を利用して、実際に5指可動型ロボットハンドの制御を行うなどその応用面での実証実験を行った。

4) 埋め込み型電極を使用した皮質電気刺激実験を国内で先駆けて行ったが、電気刺激による電極の損傷が起こるなど、技術的問題点

が明らかになった。当該プロジェクトを通じて得られた経験的知識を今後の研究に活用する。

5) 顔の方位と ID 情報の変化が与える神経活動への影響ならびに顔認知処理への影響を調べるため、新たに顔の3DCGモデルデータベースを構築した。

6) 構築したデータベースを利用して、健康者を対象とした心理物理実験を行った。この結果、顔の ID 識別においてとりわけ顕著な時間遅れ現象を明らかにした。

7) 神経応答を介して視覚情報処理における非線形な交互作用を同定するための新たな解析手法を開発した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

林 隆介, 横山 裕樹, 渡部 修, 西田 眞也「運動視処理における時間・空間周波数チャンネル間の非線形相互作用解析」, 日本視覚学会誌 VISION, vol.28, no.1, pp.17-30, 2016. 査読なし
R. Hayashi, S. Nishimoto, "Decoding visual information in monkey IT cortex using deep neural network", *Proceedings of Life Engineering Symposium 2013 (LE2013)*, pp.511-514, 2013. 査読あり

[学会発表](計15件)

林 隆介, 横山 裕樹, 渡部 修, 西田 眞也「渡部の非線形モデル推定法を用いた運動視処理における時間・空間周波数統合メカニズムの解析」, 日本視覚学会2016年冬季大会, 東京, 2016年1月22日.

R. Hayashi, "Different time courses for neural representation of face orientation and face identity in macaque inferior temporal cortex", *International symposium on the Science of Mental Time*, Tokyo, Sep.13, 2015.

林 隆介, 渡部 修, 西田 眞也「運動視処理における周波数チャンネル間相互作用の非線形解析」, 第19回視覚科学フォーラム, 福島, 2015年8月20日.

林 隆介, 「畳み込みニューラルネットワークを利用した TE 野における神経情報の復号化とブレイン・マシン・インタ

フェースへの応用」, 生理学研究所研究会「視覚の現象・機能・メカニズム - 生理学的、心理物理学的、計算論的アプローチ」, 生理学研究所, 岡崎, 2015年6月11日.

林 隆介, 「脳内視覚情報処理における物体表現の理解を目指して: Deep neural network の利用とブレイン・マシン・インタフェースへの応用」, 第9回全脳アーキテクチャ勉強会: 「実世界に接地する言語と記号」, 東京, 2015年2月4日.

R. Hayashi, S. Saga, "Classification of hand shapes for dexterous control of a five-fingered robot hand using neural signals in the macaque inferior temporal cortex", Neuroscience 2014, Washington DC, USA, Nov 16, 2014.

林 隆介, 嵯峨 智「視覚誘発神経活動を使った義手の精緻制御のためのBMIをめざして」, 第37回日本神経科学大会, 横浜, 2014年9月12日.

林 隆介, 「Deep convolution network を用いた脳の視覚情報処理の理解と今後の展望」, 日本神経回路学会主催セミナー「Deep learning が拓く世界」, 東京, 2014年8月26日.

林 隆介, 「ディープ・ニューラルネットワークを利用した視覚神経信号の復号化とその応用」, 神経科学と統計科学の対話4, 東京 統計数理研究所, 2014年3月18日.

林 隆介, 「脳神経情報を用いたビジュアルイメージ復号化技術の開発」, 第13回LS-BT 合同研究発表会, 産総研, 2014年2月18日.

林 隆介, 西本 伸志「サルの下側頭葉とディープニューラルネットの視覚情報表現の比較」, 日本視覚学会2014年冬季大会, 東京, 2014年1月23日.

R. Hayashi, S. Nishimoto, "Image reconstruction from neural activity via higher-order visual features derived from deep convolutional neural networks", Neuroscience 2013, San Diego, USA, Nov 12, 2013.

R. Hayashi, S. Nishimoto, "Decoding visual information in monkey IT cortex using deep neural network", 計測自動制御学会 ライフエンジニアリング部門シンポジウム 2013, Yokohama, Sep 14, 2013.

林 隆介, 倉重 宏樹「GIST 記述子を利用したニューロン活動に基づく観察画像の復元」, 第36回日本神経科学大会, 京都, 2013年6月22日.

R. Hayashi, S. Nishimoto, "Decoding visual information in monkey IT cortex using deep neural network", 計測自動制御学会 ライフエンジニアリング部門シンポジウム 2013, Yokohama, Sep 14, 2013.

〔図書〕(計1件)

林 隆介, 「脳とディープニューラルネットワーク」, 岩波データサイエンス, vol.1, pp.110-126, 2015年

〔産業財産権〕

出願状況(計2件)
名称: 頭蓋骨固定装置
発明者: 林 隆介
権利者: 産業技術総合研究所
種類: 特許
番号: 特願 2014-209241
出願年月日: 2014年10月10日
国内外の別: 国内

名称: 画像検索装置と画像検索プログラムと画像検索方法
発明者: 林 隆介
権利者: 産業技術総合研究所
種類: 特許
番号: 特願 2014-142389
出願年月日: 2014年6月10日
国内外の別: 国内

取得状況(計1件)
名称: 画像生成装置、画像生成法、及びプロ

グラム

発明者：林 隆介

権利者：産業技術総合研究所

種類：特許

番号：特許 第 5645080 号

取得年月日：2014 年 11 月 14 日

国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ:

<https://unit.aist.go.jp/hiri/hi-sys-neuro/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

林 隆介 (HAYASHI, Ryusuke)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

所・人間情報研究部門・主任研究員

研究者番号：80444470