科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成　２６　年　　６　月　　４　日現在

機関番号：　１４４０１
研究種目：　挑戦的萌芽研究
研究期間：　2012～2013
課題番号：　２４６５０１０６

研究課題名（和文）ブレインマシンインターフェイスによるヒューマノイドロボットの表情・感情表出制御

研究課題名（英文）BMI based control of facial and emotional expression of humanoid robots

研究代表者
ＭＯＲＲＩＳ　ＳＨＡＹＮＥ．Ｊ（Morris, Shayne Jason）

大阪大学・基礎工学研究科・研究員

研究者番号：７０５４２１１６

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,000,000円、（間接経費）　　900,000円

研究成果の概要（和文）：ヒューマノイドロボット（HR）とヒトで同じ表情となるよう調整した動画を観察させ、快－不快・自然－不自然のレベルを回答させた。その結果HRではヒトよりもポジティブな表情に対する快情動が低い以外、ネガティブな表情・中間的な表情では有意差はなかった。一方HRの動きは有意にヒトの動きより不自然という回答であった。この動画観察時のfMRIデータからは、HRではヒトに比較して、情動に関連する領野のほか、パーキンソン病の不随意運動を改善する深部脳刺激療法の刺激部位である視床下核・淡蒼球内節で有意に反応が強かった。不自然な動きを見ただけでこれらの領域が活動するという貴重な知見が得られた。

研究成果の概要（英文）：We instructed the subjects to see movies of facial expression of an humanoid robot (HR) and a human and to answer emotional valence and naturalness of the facial expression. As a result, there was no significant difference in negative and neutral facial expression between HR and human, although positive valence for positive facial expression was lower in HR than in human. Motion of HR was more unnatural than that of human. Functional MRI during observation of the facial expression indicated activation of STN and GPi was significantly higher in AR than in human. We demonstrated observation of unnatural motion activates STN and GPi which are target areas in DBS which improve involuntary movement of Parkinson disease.

研究分野：　総合領域

科研費の分科・細目：　情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：　感性ロボティクス　ヒューマノイドロボット　脳機能計測

１．研究開始当初の背景

ヒューマノイドロボット技術が進歩し、ヒトに酷似するまでになったが、かえって違和感を感じることがある。その要因としてヒューマノイドロボットがヒトとの間で「こころ」の通った親和的コミュニケーションや微妙な表情表出が現時点では十分にできないことがあげられる。

２．研究の目的

ヒューマノイドロボットやヒトが表情表出するさいの脳活動の違いを明らかにすることにより、ヒューマノイドロボットがヒトとの間で「こころ」の通った親和的コミュニケーションや微妙な表情表出を可能にするための基礎的知見を構築する。さらにブレイン・マシン・インターフェース技術を用いて表情・感情を解読することにより、ヒトとヒューマノイドロボットとの親和的関係を構築するための方法論の構築を目指す。

３．研究の方法

ヒトとヒューマノイドロボットにポジティブな表情・ネガティブな表情・中間の表情をさせ、それを被験者が観察する際の脳活動を fMRI で計測し、ヒトとヒューマノイドロボットの表情表出に対する脳活動の違いを調べた。

まず、ヒト、ヒューマノイドロボットにポジティブ、ネガティブ、ニュートラルの３つのカテゴリの表情表出を、それぞれ 14, 12, 10 回、計 36 回の表情表出をさせ、その動画を作成した。

ついで、ヒト、ヒューマノイドロボットの表情表出の動画を健常成人被験者 15 名に観察させ､その際の脳活動を fMRI で計測した。またその際の快－不快・自然－不自然のレベルを回答させた。

４．研究成果

ヒューマノイドロボットではヒトよりもポジティブな表情に対する快情動が低い以外、ネガティブな表情・中間的な表情では有意差はなかった。一方ヒューマノイドロボットの動きは有意にヒトの動きより不自然という回答であった。(図 1)

この動画観察時の fMRI データからは、ヒューマノイドロボットでは視床下核(STN)・淡蒼球内節(GPi)で有意に反応が強かった。（図 2、図 3）

STN､GPi はパーキンソン病の不随意運動に対する深部脳刺激療法（DBS）における刺激部位である。今回の実験では、ヒューマノイドロボットの不自然な動きを見ただけで、不随運動に関係する STN、GPi といった領域が活動するという貴重な知見が得られた。不自然な動きを見ただけで、STN、GPi が活動するということはこれまで知られておらず、ヒューマノイドロボットを用いて初めてわかったことであり、ヒューマノイドロボットを通じて、ヒトの脳機能をよりよく理解することができた。こうした知見の積み重ねがヒューマノイドロボットをより親和的にすることにつながるものと期待される。

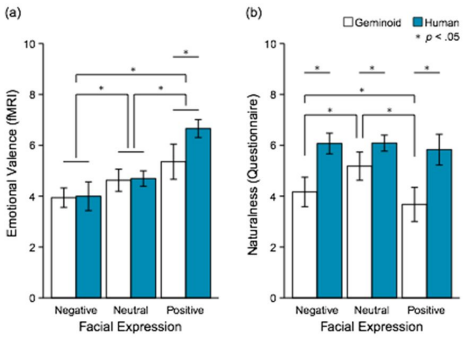

図 1．ヒューマノイドロボットとヒトの表情表出に対する感情価と自然さ
感情価（左）に関してはポジティブな感情価がヒューマノイドロボットがヒトより有意に低かった。自然さ（右）に関してはヒューマノイドロボットがヒトより有意に低かった。

	L/R	Anatomical Label	BA	Peak Coordinates			Z	k
				x	y	z		
Geminoid > Human	R	Inferior Occipital Gyrus	17/18	8	−80	0	5.55	306
	R	Posterior Cingulate Gyrus	31	10	−52	50	4.06	35
	R	Insula		32	18	16	4.05	80
	R	Subthalamic Nucleus		10	−16	−8	3.87	73
	R	Middle Occipital Gyrus	19	40	−66	14	3.77	32
	L	Globus Pallidus (internal)		−12	−8	−6	3.72	83
	R	Putamen		28	−10	4	3.54	25
	R	Precentral Gyrus	4	36	−4	40	3.53	20
	L	Insula		−40	18	4	3.52	13
Human > Geminoid	R	Subcallosal Gyrus	25	2	2	−10	3.85	36
	L	Inferior Occipital Gyrus	18	−22	−90	−20	3.33	12

図 2．fMRI の活動部位
感情に関わる部位の他、STN や GPi に活動を認める。

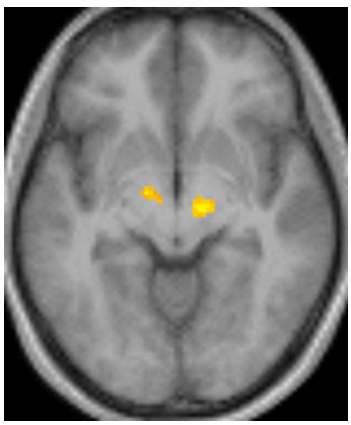

図 3．fMRI の活動部位
ヒューマノイドロボットの表情を観察する条件では、ヒトの表情を観察する条件よりも STN, GPi に大きな活動を認める。

５．主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 7 件）

1. Matsushita K, Hirata M, Suzuki T, Ando H, Ota Y, Sato F, Morris S, Yoshida T, Matsuki H, Yoshimine T. Development of an implantable wireless ECoG 128ch recording device for clinical brain machine interface. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2013. 1867-70. DOI:10.1109/EMBC.2013.6609888

2. Kishima H, Oshino S, Tani N, Maruo Y, Morris S, Hui Ming Khoo, Yanagisawa T, Shimono K, Okinaga T, Hirata M, Kato A , and Yoshimine T. Which is the Most Appropriate Disconnection Surgery for Refractory Epilepsy in Childhood?. Neurol Med Chir (Tokyo). 2013. 53:814-820

3. Sugata H, Goto T, Hirata M, Yanagisawa T, Morris S, Matsushita K, Yoshimine T, Yorifuji S. Neural decoding of unilateral upper limb movements using single trial MEG signals. Brain Res. 2012. 1468:29-37. DOI:10.1016/j.brainres.2012.05.053.

4. Sugata H, Goto T, Hirata M, Yanagisawa T, Morris S, Matsushita K, Yoshimine T, Yorifuji S. Movement-related neuromagnetic fields and decoding performances of single trial classifications in unilateral upper limb movements. Neuroreport. 2012. 23(1):16-20 DOI:10.1097/WNR.0b013e32834d935a

5. **平田雅之、柳澤琢史、松下光次郎、菅田陽怜、モリスシェイン、神谷之康、鈴木隆文、吉田毅、佐藤文博、森脇崇、梅垣昌士、齋藤洋一、貴島晴彦、影山悠、川人光男、吉峰俊樹. ブレイン・マシン・インターフェースの基礎と臨床応用. 脳神経外科ジャーナル.** 2013. 22(3):192-199

6. **平田雅之、柳澤琢史、松下光次郎、モリスシェイン、神谷之康、鈴木隆文、吉田毅、佐藤文博、齋藤洋一、貴島晴彦、後藤哲、影山悠、川人光男、吉峰俊樹. ブレイン・マシン・インターフェースによる機能支援：リアルタイムロボットアーム制御とワイヤレス完全体内埋込装置の開発. 脳神経外科ジャーナル.** 2012. 21(7):541-549

7. **平田雅之、柳澤琢史、松下光次郎、後藤哲、菅田陽怜、モリスシェイン、影山悠、貴島晴彦、齋藤洋一、吉峰俊樹**. Brain-machine interface **の進歩. 分子脳血管病**. 2012. 11(3)：16-23（252-259）

〔学会発表〕（計 10 件）

1. Hirata M, Yanagisawa T, Matsushita K, Sugata H, Morris S, Kageyama Y, Kishima H, Saitoh Y, Kamitani Y, Suzuki T, Yokoi H, Nishimura Y, Yoshida T, Sato F, Kawato M, Yoshimine T. Towards clinical application of brain-machine interfaces based on electrocorticograms. The International Symposium on Clinical Application of Brain-Machine Interface (BMI). 2012/10/20. Osaka (Japan). Symposium

2. Hirata M, Matsushita K, Suzuki T, Yoshida T, Sato F, Morris S, Yanagisawa T, Goto T, Kawato M, and Yoshimine T. A Fully-Implantable Wireless System for Human Brain-Machine Interfaces using Brain Surface Electrodes: W-HERBS. The 41st annual meeting of Society for Neuroscience. 2011/11/13. Washington. **ポスター**

3. **平田雅之、松下光次郎、モリスシェイン、**柳澤琢史、貴島晴彦、吉峰俊樹. 3 **次元造形** rapid manufacturing **技術を用いた電子回路内蔵人工頭蓋骨の開発. 第 7 回日本整容脳神経外科研究会**. 2014/4/19. **福岡. 口演**

4. **平田 雅之、 柳澤 琢史、菅田 陽怜、福間 良平、 森脇 崇、 モリスシェイン、松下 光次郎、貴島 晴彦、 三原 雅史、押野 悟、 齋藤 洋一、横井 浩史、神谷 之康、狭間 敬憲、望月 秀樹、吉峰 俊樹. 重症** ALS **患者に対する皮質脳波を用いたブレイン・マシン・インターフェース. 一般社団法人日本脳神経外科学会 第** 72 **回学術総会**. 2013/10/16. **横浜. シンポジウム**

5. **平田雅之、松下光次郎、鈴木隆文、貴島晴彦、押野悟、柳澤琢史、モリスシェイン、菅田陽怜、齋藤洋一、吉峰俊樹. 体内埋込ないし携帯型 多チャンネル頭蓋内脳波計測によるてんかん診断の可能性. 第** 47 **回日本てんかん学会学術集会**. 2013/10/11. **小倉. 口演**

6. Hirata M, Matsushita K, Suzuki T, Yoshida T, Sato F, Umeda T, Nishimura Y, Hasegawa I, Ando H, Morris S, Yanagisawa T, Kishima H, Kawato M, Yoshimine T. A Fully-implantable Wireless System for Human Brain-Machine Interfaces using Brain Surface Electrodes: W-HERBS. **第** 36 **回日本神経科学大会**. 2013/6/21. **京都. 口演**

7. **平田雅之、松下光次郎、柳澤琢史、モリスシェイン、鈴木隆文、貴島晴彦、押野悟、影山悠、菅田陽怜、齋藤洋一、吉峰俊樹. 体内埋込ないし携帯型多チャンネル精密脳信号**

計測が切り開く機能的脳神経外科. 第 71 回日本脳神経外科学会学術総会. 2012/10/18. 大阪. シンポジウム

8. 平田雅之、柳澤琢史、松下光次郎、影山 悠、モリスシェイン、菅田陽怜、貴島晴彦、押野悟、森脇 崇、梅垣昌士、吉峰俊樹. 皮質脳波を用いた ブレイン・マシン・インターフェースの臨床応用. 第 47 回日本脊髄障害医学会. 2012/10/25. 静岡. シンポジウム

9. Hirata M, Yanagisawa T, Matsushita K, Sugata H, Morris S, Kageyama Y, Suzuki T, Yokoi H, Nishimura Y, Umeda T, Kishima H, Saitoh Y, Yoshida T, Sato F, Kamitani Y, Yoshimine T. Brain Machine Interface: the present and the next ten years. 第 35 回日本神経科学大会. 2012/9/20. 名古屋. シンポジウム

10. 松下光次郎、平田雅之、鈴木隆文、吉田毅、加藤健太郎、佐藤博文、松木秀敏、モリスシェイン、後藤哲、吉峰俊樹. 体内埋込型ワイヤレス皮質脳波計測システムの開発. ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012. 2012/5/29. 浜松(静岡）. ポスター

〔図書〕（計 1 件）

1. Hirata M, Yanagisawa T, Matsushita K, Sugata H, Kamitani Y, Suzuki T, Yokoi H, Goto T, Morris S, Saitoh Y, Kishima H, Kawato M, Yoshimine T. (Chapter 36) Brain–Machine Interface Using Brain Surface Electrodes: Real-Time Robotic Control and a Fully Implantable Wireless System. JingLong Wu Okayama University Eds. pp362-374. IGI Global Proof Technological Advancements in Biomedicine for Healthcare Applicatiions. 2013.
DOI: 10.4018/978-1-4666-2196-1.ch036

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

６．研究組織

(1)研究代表者

モリス　シェイン. ジェイソン
（Morris Shayne.J）
大阪大学・基礎工学研究科・招聘研究員
研究者番号：70542116