

令和元年6月20日現在

機関番号：14302

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16243

研究課題名（和文）コミュニケーションにおける身体同調の可視化システムの構築

研究課題名（英文）Construction of Visualization System of Body Motion Synchronization in Human Communication

研究代表者

権 眞煥 (Kwon, Jinhwan)

京都教育大学・教育学部・講師

研究者番号：90772020

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：人はコミュニケーションを行う際に言語だけでなく、非言語でのコミュニケーションも行っている。非言語コミュニケーションとは主に表情と視線、身振りなどを指す。非言語コミュニケーションの中で人間同士の親密感やポジティブな感情を表す身体同調現象が知られており、この現象の定量化はコミュニケーションの質や特徴を評価できると示唆されてきた。本研究ではカメラから得られる加速度情報を利用し、身体同調が検出できるシステムを実装した。具体的には、カメラ1台で複数人の身体動作の位相情報を検出し、身体同調を可視化するシステムと遠隔状態を想定し、PC同士をネットワークで接続・同期させ、身体同調を可視化するシステムである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

先行研究において身体同調を確認する手法は、録画された映像データに対する観察者の主観的な判断に依存しているものがほとんどである。したがって、身体同調を客観的に計測し、リアルタイムに可視化する必要があった。研究代表者はコミュニケーション時、身体動作の位相差により同調検出が可能になるアルゴリズムを考案してきた。本研究ではこのアルゴリズムを活用し、カメラから身体同調が検出できるシステムを実装した。この成果はコミュニケーション支援システムとして、組織でのコミュニケーションの評価に役立つことが期待される。また、遠隔コミュニケーション・遠隔教育での評価ツールとして活用することも可能である。

研究成果の概要（英文）：Human communication consists of verbal and nonverbal communication. In particular, nonverbal communication contributes to human communication in a variety of ways and is an important factor in social interaction. Of specific relevance to this study, body motion synchronization phenomenon is known to be a dominant characteristic in nonverbal communication and expresses human intimacy and positive emotions in interpersonal relationships. In this study, we have implemented a system that can detect and measure body motion synchronization using the acceleration information obtained from camera. Our system is expected to play an important role in communication support system such as the communication evaluation in organization including education field and interface of remote communication.

研究分野：人間情報学、人間工学、コミュニケーション科学、コミュニケーション工学

キーワード：身体同調 非言語コミュニケーション コミュニケーション科学 コミュニケーション工学

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

コミュニケーションとは複数の人間が感覚情報と身体動作を介して相互作用するプロセスである。ここで、相互作用の間「(ま)」は円滑な人間コミュニケーションを行うために非常に重要な役割を果たしている。先行研究によると、コミュニケーションにおける相互作用の特徴は個人間の身体動作の同調現象によって現れる可能性が示唆されてきた。さらに、身体同調はコミュニケーションを行う人間同士の親密感やポジティブな感情を表すと報告されている。しかしながら、先行研究において身体同調を確認する手法は、録画された映像データに対する観察者の主観的な判断に依存しているものがほとんどであった。それゆえ、身体同調の特徴を精度良く科学的に定量化できる手法を考案する必要があった。

そこで研究代表者は、コミュニケーションの間「(ま)」を客観的に可視化する手法に取り組んできた。具体的には、身体同調を身体動作の位相関係により検出するアルゴリズムを考案し、検証実験を行った。その結果、対面時の身体同調特性は $\pm 200\sim 300\text{ms}$ (ミリ秒)で見られることが始めて確認できた。これは先行研究と大きく異なる結果であり、このアルゴリズムにより厳密で正確な結果が得られることが判明した。さらに、身体同調の活動度(頻度)と身体同調の方向(前後関係)、身体同調の幅、身体同調の強度をそれぞれ、位相差分布の密度と平均位相差、標準偏差と尖度により特徴づける手法を開拓した。しかし、コミュニケーション時の身体同調現象をリアルタイムに可視化できるシステムは構築されていないため、社会への応用が困難であった。それゆえ、身体同調をリアルタイムに計測し、手軽に使用できる環境を構築する必要があった。

2. 研究の目的

本研究では、上記の現状を踏まえ、コミュニケーションにおける身体同調のリアルタイム可視化システムを構築することを目的とした。研究代表者が考案した位相差検出アルゴリズムと身体同調の評価手法を用い、コミュニケーションを行う際の身体運動の同調状態をリアルタイムに可視化できるシステムをめざした。具体的には、ウェブカメラを使用し、コミュニケーションを行う2者の身体動作の加速度データを記録する。その後、身体運動の位相関係を計算するアルゴリズムと身体同調の評価手法を用い、身体運動のインターパーソナルな同調状態をフィードバックするシステムを構築する。

3. 研究の方法

本研究では、考案したアルゴリズムを活用し、ウェブカメラを用いて同調検出ができるシステムを二つのバージョンにわたり開発を行った。一つ目はカメラ1台で複数人の身体動作の位相情報を検出し、位相差計算により身体同調を可視化するシステムである。二つ目は遠隔状態を想定し、PC2台にそれぞれ接続されたカメラ2台から身体動作の位相情報を検出し、同調を計算するシステムである。本研究ではKinectカメラを使用し、カメラから得られる加速度データにより位相差の計算を行う。加速度データを検出する時間分解能は最大の30fps(1秒間30フレーム)として固定する。計測中は、計測者が身体動作の位相関係をリアルタイムに確認できるよう加速度情報をグラフで表示するインタフェースとして実装する。なお、コミュニケーション終了後は同調の特徴が位相差分布のヒストグラムと4つの評価指標(身体同調の頻度と身体同調の方向、身体同調の幅、身体同調の強度)で可視化されるシステムとして構築する。

4. 研究成果

Kinectカメラを使用し、同調検出ができるシステムを二つのバージョンにわたり開発することができた。一つ目(シングルカメラシステム)はカメラ1台から6人までの身体動作の位相情報を検出し、位相差計算により身体同調を可視化するシステムである(図1参照)。このバージョンのシステムはコミュニケーションを行う人の正面から側面(左右 180°)の角度まで位相情報を検出することができる。計測者はリアルタイムに身体動作の位相関係(加速度情報)を表示グラフにより確認できる。コミュニケーション終了後は同調の特徴が位相差分布のヒストグラムと4つの評価指標(身体同調の頻度と身体同調の方向、身体同調の幅、身体同調の強度)で評価することができる(図1参照)。二つ目(デュアルカメラシステム)は遠隔状態を想定したシステムである。このシステムはPC2台とカメラ2台を使用し、PC同士をネットワークで接続・同期させ、カメラから得られる加速度データにより位相情報を検出する。その後、同アルゴリズムにより位相差計算を行い、身体同調の結果をシングルカメラシステムと同様に出力する。精度評価では100Hzの分解能をもつ接触型加速度計を使用した結果と本研究で実装したシステムの結果を比較した。その結果、類似した同調の傾向が得られたものの、評価指標(身体同調の頻度と身体同調の方向、身体同調の幅、身体同調の強度)の結果には多少の差が見られた。原因としては、今回システム開発で使用したカメラの時間分解能が最大30fpsであったため、精密なデータ取得ができなかったことが挙げられる。この課題を改善するために、非接触型システムとして高い時間分解能をもつ高速カメラの使用、あるいは小型加速度センサを使用した接触型システムの開発を進める方針が考えられる。

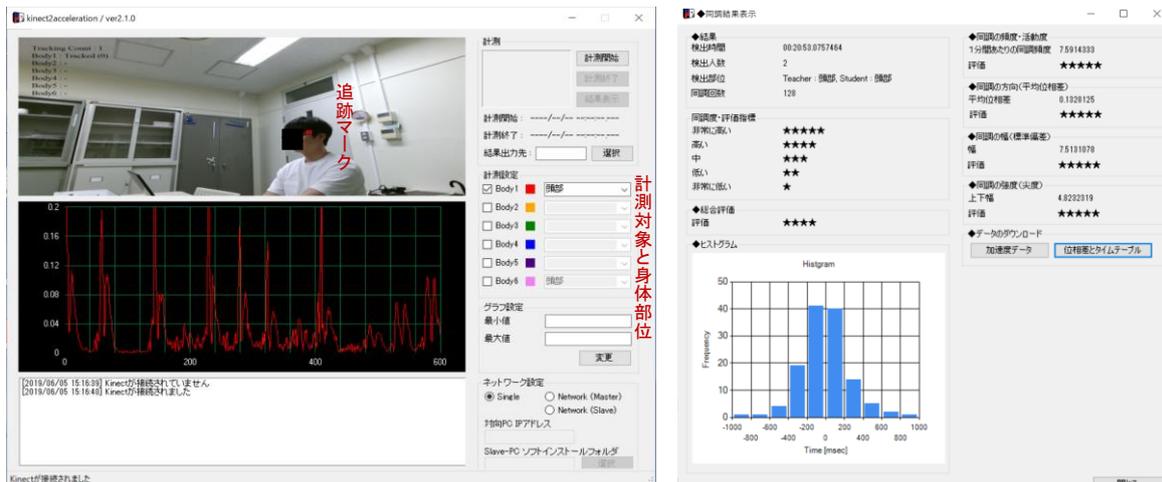


図 1. 構築されたシステムと結果の例

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Sakamoto, M., Kwon, J., Tamada, H., Hirahara, Y., "Optimal linguistic expression in negotiations depends on visual appearance", PLoS One, peer reviewed, 13(4): e0195496, (2018)
- ② Kwon, J., Kagitani, T., Sakamoto, M., "Holistic Processing Affects Surface Texture Perception: Approach from Japanese Sound Symbolic Words", Journal of Cognitive Science, peer reviewed, vol. 18, No. 3, pp. 321-340, (2017)

[学会発表] (計 8 件)

- ① Inazumi, T., Kwon, J., Hiura, S., Sakamoto, M., "Texture Suggestion System Considering the Elderly's Preference on 3D Printing", Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) Spring Symposium, pp. 230-236, (2018)
- ② Kwon, J., Hata, S., Komoto, N., Sakamoto, M., "Effect of Touch-produced Sounds on Surface Texture Perception," 39th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, London, UK, July 29, (2017)
- ③ Konno, M., Kwon, J., Sakamoto, M., "Study on Automatic Suggestion System of Texts Considering Impression of E-mails", ISIS2017 The 18th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, pp. 36-42, Daegu, South Korea, October 11-14, (2017)
- ④ Wakamatsu, K., Tamura, H., Kwon, J., Sakamoto, M., Nakauchi, S. Relationship between perceptual surface qualities and distinctive features in onomatopoeic expression. Vision Sciences Society 2017 Annual Meeting, Florida, U.S.A., May 19-24, (2017)
- ⑤ Kwon, J., Fang, X., Miyake, Y., "The role of body motion synchrony in distance education," Proceedings of the AAAI 2017 Spring Symposium on Wellbeing AI: From Machine Learning to Subjectivity Oriented Computing, pp. 694-701, Stanford University, Palo Alto, USA, March 27, (2017)
- ⑥ Ishii, M., Kwon, J., Takadama, K., Sakamoto, M., "Visual Impression Generation Ssystem Based on Boids Algorithm," Proceedings of the AAAI 2017 Spring Symposium on Wellbeing AI: From Machine Learning to Subjectivity Oriented Computing, pp. 459-464, Stanford University, Palo Alto, USA, March 27, (2017)
- ⑦ Kwon, J., Sakamoto, M., "Visualization of relation between sound symbolic word and perceptual characteristics of environmental sounds," American Institute of Physics (AIP) Conference Proceedings, vol. 1807, Issue 1, 020026, pp. 1-6, Tokyo, Japan, (2016)
- ⑧ Thepsonthorn, C., Yokozuka, T., Kwon, J., Yap, M.S.R., Miura, S., Ogawa, K., Miyake, Y., "Does user's prior knowledge worth consideration?: The influence of prior knowledge toward mutual gaze convergence," Proc. of the 40th IEEE Annual Conf. of Computer Software and Applications Conference (COMPSAC2016), Atlanta, USA, pp.515-520 (2016)

[図書] (計 1 件)

- ① Inazumi, T., Kwon, J., Suzuki, K., Sakamoto, M., "Affective Taste Evaluation System Using Sound Symbolic Words", Advances in Affective and Pleasurable Design, Springer, (2018)

6. 研究組織

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：三宅 美博

ローマ字氏名：MIYAKE, Yoshihiro

研究協力者氏名：小川 健一郎

ローマ字氏名：OGAWA, Kenichiro