

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：34310

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560016

研究課題名（和文）デザイン的思考プロセスにおける身体的コミュニケーションモデルの提案

研究課題名（英文）A Proposal of Embodied Communication Model on Design Thinking Process

研究代表者

大久保 雅史（Okubo, Masashi）

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号：10233074

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）：本研究では、グループでの合意形成プロセスと身体的コミュニケーションの関係性を解明し、この研究の成果に基づきグループの身体的コミュニケーションから合意形成のプロセスを推定するシステム構築可能性を図ることを目指している。本研究の結果、合意形成プロセスにおいて、対話者が合意する場面では、対話者のうなずきを中心とする頭部動作の周波数空間での同調現象を観測することができた。すなわち、対話者が同意する場面では、聞き手と話し手の頭部動作に関係性が見られ、身体動作から合意形成プロセスを解明することができることが明らかとなった。これらの研究成果は、共同学習の支援にも利用でき、その応用範囲は広いと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Purpose of this research is to elucidate the relationships between the consensus building process in the group and the embodied communication. And based on the results, this research shows the possibility of the systems construction to estimate a process of the consensus building process from the physical communication of the group. As a result of this research, I was able to observe a synchronizing phenomenon between the frequencies of the head movement in an consensus building process in the scene where the dialogists agreed. In other words, in the scene where the dialogists agreed to, a relationship was seen in the head movement of a listener and the speaker, and it is obviously that an consensus building process can be estimated from physical movement. These results of research are available for support of the joint learning, and it is thought that the applied range is wide.

研究分野：ヒューマンインタフェース

キーワード：身体性 合意形成 周波数 うなずき 頭部動作 合意プロセス

1. 研究開始当初の背景

本研究では、これまで一対一のコミュニケーションを中心に行われていた、コミュニケーション動作の解析を多人数に拡張し、グループでの合意形成プロセスと身体的コミュニケーションの関係性を解明するとともに、研究の成果に基づきグループの身体的コミュニケーションから合意形成のプロセスを推定するシステム構築可能性を探ることを目指している。これまで多人数のコミュニケーションにおける引き込み現象については検証されてこなかった。さらに、合意形成においては、バーバル情報を中心とした解析が多く、本研究で目指すノンバーバル情報に基づいた分析・評価はされていない。データの種類や量が多く、関係性の時系列変化を分析することは困難を伴うが、本研究の成果は共同学習の支援にも利用でき、その応用範囲は広いと考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、コミュニケーションにおいて身体動作がどのような役割を果たすかを解明するため、合意形成プロセスを対象としたコミュニケーション計測システムを開発している。本システムを用いて、参加者各自の音声や身振り・手振り・うなずきなどの身体動作を同時計測し、合意形成プロセスにおけるアイデア発想の展開・議論・収斂フェーズとの関係性を検証し、これらの結果から、身体動作の表出と合意形成プロセスとの関係性について検証することを目的としている。

具体的には、発話に同意の意味を示すうなずきは、対話中に同時に起こりやすいとされていることから、対面会話におけるうなずき時の頭部動作の周波数領域におけるパワースペクトルの相関値が高いと推測される。すなわち、相関の強弱により、同意・不同意が推定できる可能性がある。

3. 研究の方法

(1) より自然な状態で頭部の位置を推定するために、人の骨格情報を取得することができる Kinect を用いている。Kinect は座標の原点を本体に持ち、30Hz のサンプリングレートで頭部の位置データ(X 軸, Y 軸)を取得する。対話者がうなずいた際には Y 軸の時系列データとして、下に凸の信号が得られる。しかし、頭部の上下運動が小さい場合は、ノイズとの区別が困難である。そこで、顔の両目・鼻・両口角の 5 点から、顔の回転運動を取得するクォータニオンを用いたアルゴリズムを利用する。このアルゴリズムでは、人の顔の動きをロール・ピッチ・ヨーで取得する。本研究では、うなずき動作に関係がある顔の X 軸周りに回転した角度(ピッチ)に着目する。

(2) うなずきの周波数帯域を求めるためにパワースペクトルに基づくうなずき動作の周波数帯域を検証する。木村らの研究でうなずきと素早いうなずきの周波数帯域が異

なっていることが示されているため、深いうなずきと浅いうなずきの 2 種類の動作を対象に周波数帯域を検証する。10 人の実験協力者に深いうなずきと浅いうなずきをそれぞれ 5 回ずつ行わせるタスクを、計 5 セット行わせる。得られたうなずきの時系列データに対して、深いうなずき・浅いうなずきともに、3s 間のデータでパワースペクトルを求め、最大の周波数の値を求める。実験の結果、浅いうなずきの平均が約 0.47 Hz で浅いうなずきの平均が約 1.41 Hz で、有意な差が見られた。ここで、合意形成プロセスで行われるうなずきを考えた場合、深いうなずきより浅いうなずきの頻度が高く、会話中の同意によるうなずきの同期は浅いうなずきによるものだと考えられる。そこで、本研究では浅いうなずきにのみ着目し、1 回のうなずきの周波数帯域を 1~3 Hz と定めた。また、対面会話中に 2 人の話者間で同時にうなずきが発生する現象が多く見られていると報告されていることから、2 人の話者間のうなずきの同期も同期している可能性が高い。また、対面会話におけるうなずき時の頭部動作の周波数領域における相関値が高いことが推測される。すなわち、相関の強弱により、聞き手の同意・非同意を推定できる可能性がある。よって、話し手と聞き手の頭部動作の周波数領域における相関の強弱から、合意形成推定の可能性を検討する。

(3) 話し手と聞き手の頭部動作の周波数領域における相関の強弱から、合意形成の推定可能性を検討することを目的とし、対話実験を行う。大学生 20 名に 2 人 1 組(計 10 組)で会話を行わせる。まず、会話の前に二者択一の質問が書かれたアンケートに回答させる。アンケートの回答が異なった質問をテーマとして各実験協力者に会話をさせる。1 つのテーマでお互いが話し合い、合意した場合、そのテーマでの会話を終了させ、事後アンケートに回答させる。その後、別のテーマで再び会話をさせる。事後アンケートは、各実験協力者の会話に対する満足度と頭部動作の周波数領域における相関の強弱との関係性を評価することを目的に実施する。また、会話中、各実験協力者の動作を Kinect とビデオカメラで記録している。Kinect では実験協力者の頭部が縦方向に動いた角度を取得しており、ビデオカメラでは対話中の実験協力者の様子(表情・身体動作・音声)を収録する。

4. 研究成果

(1) Kinect から得られた各実験協力者の頭部が縦方向に動いた角度データに対し、3s ごとにパワースペクトルを求める。図 1 に、3s ごとデータのパワースペクトルを求める流れを示す。会話データの開始から 3s 間を T_1 とし、パワースペクトルを求め、1s ずらしつつ、 T_{n-2} (会話終了時間)まで求める。ここで、解析の対象となる周波数帯域を 1~3 Hz と定めている。この 1~3 Hz における各実験協力

者のTごとのパワースペクトルの相関値を求める。例として、図2に実験協力者K・LのTごとの相関値の時系列データを示す。実験協力者K・LのT1におけるパワースペクトルのうち、1~3 Hzの7つの値の相関値(R1)を求め、以下、T186の相関値(R186)まで求めていく。

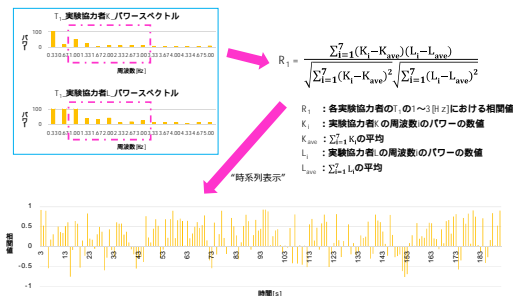


図1 対話者の頭部データのパワースペクトルの相関係数

(2) 作成した相関値の時系列データにおいて、相関の連続性を考慮するために、相関値が同じ傾向の区間が5つ以上、すなわち7s以上続いている箇所には色を付ける。具体的には、相関値が[-1.0~-0.31]は青色、[-0.3~-0.3]は緑色、[0.31~1.0]は赤色とする。加えて、ビデオカメラの収録映像から、各実験協力者の身体動作と発言内容を判断し、時系列のグラフに記入する。身体動作と発言内容にも色を付ける。身体動作では、相手の発言内容に対して聞き手の肯定的な発言が共起している身体動作・同意的な身体動作を行っている場合は赤色、否定的な発言が共起している身体動作・非同意的な身体動作を行っている場合は青色とする。発言内容では、1つ前の相手の発言内容に対して肯定的な発言をしている場合は赤色、否定的な発言をしている場合は青色とする。

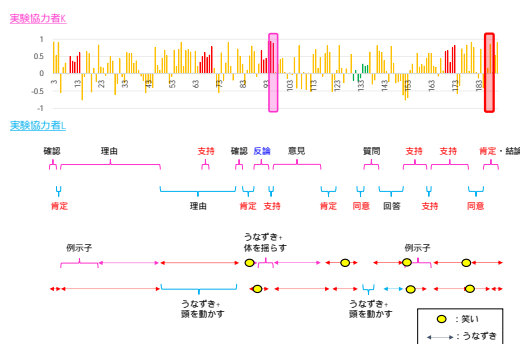


図2 相関係数の時系列変化と合意形成の遷移

(3) 10個の会話データにおいて、頭部動作の周波数領域におけるパワースペクトルの相関値の正の相関の連続区間が100箇所、相関なしの連続区間が15箇所、負の相関の

連続区間が3箇所見られた。正の相関の連続区間における話し手の身体動作と聞き手の身体動作では、お互いがうなずきを含めた身体動作を行っている場面(73/100)が一番多く見られた。このことは、話し手がうなずきながら発言している場面(75/100)が多く見られたことが影響していると考えられる。これは、話し手が自己の発言に納得しながら発言している可能性が考えられる。この行為が、聞き手のうなずきを間接的に誘起している可能性がある。また、正の相関の連続区間における聞き手の肯定的・否定的・それ以外の発言が共起している身体動作を分類したところ、肯定的な発言が共起している身体動作の場面(94/100)が非常に多く見られた。これらの結果から、正の相関の連続区間では、話し手と聞き手が同意している可能性が高い。

表1に各会話の合意形成が成立していると判断された箇所に見られた相関の連続区間を示す。表1より、合意形成が成立していると判断された箇所にも正の相関の連続区間がある割合が約50%(11/20)であることが分かる。また、2組目と4組目には正の相関の連続区間が見られなかったが、10組のうち8組は正の相関の連続区間が少なくとも1つは見られた。これらのことから合意形成が成立していると判断される箇所は正の相関の連続区間が存在している可能性が示唆される。また、各組の合計の会話時間が3517s、正の相関の連続区間の合計の時間が635sであった。すなわち、各組の会話における正の相関の連続区間の割合が平均で約18.1%であることが分かる。これらの結果より、正の相関の連続区間は会話の約18.1%の割合しか占めていないが、合意形成が成立していると判断された箇所のうち、約50%の割合で正の相関の連続区間が見られていることになる。すなわち、合意形成が成立している箇所にも正の相関の連続区間が高い割合で見られる。以上の結果より、正の相関の連続区間に注目するだけでは合意形成が成立している箇所を特定することはできないが、正の相関の連続区間及びその前後に着目することで、合意形成が成立している箇所を絞ることができる可能性が高い。

表1 合意形成と判断された箇所に見られた相関の連続区間

	合意形成：ピンク	最終的な合意形成：赤
1組目	直後に正の相関の連続区間がある	正の相関の連続区間がある
2組目	x	x
3組目	x	正の相関の連続区間がある
4組目	x	x
5組目	x	正の相関の連続区間がある
6組目	正の相関の連続区間がある	x
7組目	正の相関の連続区間がある	正の相関の連続区間がある
8組目	直前に相関なしの連続区間がある	直前に正の相関の連続区間がある
9組目(1回目)	正の相関の連続区間がある	正の相関の連続区間がある
9組目(2回目)	正の相関の連続区間がある	x

<引用文献>

藤本雄樹、大久保雅史、対話コミュニケーションにおける合意形成推定の一提案、ヒューマンインタフェースシンポジウム2016、査読無、2016、pp.863-866

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

Masashi Okubo, Shingo Yamada, Mamiko Sakata, Design for game situation based on player's personality, Procedia Manufacturing, 査読有, Vol.3, 2015, pp.2126-2133, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.351

Ryota Nishihara, Masashi Okubo, A study on personal space in virtual space based on personality, Procedia Manufacturing, 査読有, Vol.3, 2015, pp.2183-2190, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.359

[学会発表](計5件)

藤本雄樹、大久保雅史、対話コミュニケーションにおける合意形成推定の一提案、ヒューマンインタフェースシンポジウム2016、2016年9月6日~9日、東京農工大(東京都小金井市)

寺田朱緒、森本のぞみ、大久保雅史、ノンバーバル情報がコミュニケーションにおける伝達度・伝達感に与える影響、第131回ヒューマンインタフェース学会研究会、2016年5月18日~19日、沖縄産業支援センター(沖縄県那覇市)

寺田朱緒、大久保雅史、対面・遠隔における合意形成プロセスの検証、ヒューマンインタフェースシンポジウム2015、2015年9月1日~4日、はこだて未来大学(北海道函館市)

Masashi Okubo, Haruna Tsujii, Development of Chat System Added with Visualized Unconscious Non-verbal Information, Human-Computer Interaction International 2015, 2015年8月2日~6日、ロサンゼルス(米国)
今入康友、大久保雅史、グループディスカッションにおける発想・収斂・記録支援システムの提案、第115回ヒューマンインタフェース学会研究会、2014年11月27日~28日、岡山県立大学(岡山県・総社市)

[図書](計1件)

Okubo, Masashi et al., Engineering for Human Pleasure, Emotional Engineering, Fukuda Shuichi (Ed.), Vol.4, Springer, 2016, pp.59-71

6. 研究組織

(1)研究代表者

大久保 雅史 (OKUBO Masashi)
同志社大学・理工学部・教授