

令和元年6月12日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01183

研究課題名（和文）身体動作の同調指標に基づくコンテキストの定量的評価と対面ネットワークの構造分析

研究課題名（英文）Quantitative evaluation of communication context based on an indicator of body motion synchronization and a structure analysis of face-to-face network

研究代表者

小川 健一郎（Ogawa, Ken-ichiro）

東京工業大学・情報理工学院・助教

研究者番号：90612656

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、実社会における対面コミュニケーション時の身体動作とコミュニケーションのコンテキストの共有度との関係を定量的に調べることを目的とした。そして、実際の7つの企業組織において数か月に亘り社員の身体動作の時系列データを分析したところ、対面中の二者間の身体動作の同調度がコミュニケーションのコンテキストの共有度を反映する部署情報や対面時間長と正の相関関係にあることが分かった。さらに、対面コミュニケーションのネットワーク構造との関係を調べたところ、推移性やクラスター係数などの構造指標と身体同調度との間に正の相関関係があることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果から、対面中の身体動作の同調度はコミュニケーションにおけるコンテキストの共有度を反映した指標として有効性があることが示唆された。このことは、これまで学術的な観点から定性的に研究されてきたコンテキストという概念を、顔きなどの身体動作の同調度を調べることで定量的に評価する道を開くものである。

さらに、この指標は加速度センサなどの既存のウェアラブルセンサを利用することで日常生活においても計測可能な量であるだけでなく、今後の高度情報社会のコア技術であるAIやIoTと組み合わせることで、企業や地域社会における人々の円滑なコミュニケーションを総合的にサポートするシステムの構築に利用可能である。

研究成果の概要（英文）：This study aimed at quantitatively investigating the relationship between body movement during face-to-face communication in real society and the degree of sharing context of communication. We analyzed time-series data on body movement of each employee in seven organizations of a company during about a few months. The result statistically showed a positive correlation between the degree of synchronization in body movement of two employees and the department information and communication time length that are supposed to reflect the degree of sharing communication context. Furthermore, we divided the network of face-to-face communication into several communities based on the degree of body movement synchronization to examine the relationship with the network structure. The result statistically showed a positive correlation between the degree of body movement synchronization and some structure indices such as transitivity and cluster coefficient.

研究分野：コミュニケーション科学、認知情報科学、感性情報科学

キーワード：対面コミュニケーション 身体動作の同調 コンテキスト ネットワーク分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、職場や学校など様々な社会システムにおいてコミュニケーションの円滑性が失われつつある。その要因として、成熟社会を迎え個人のライフスタイルの多様化が進み、それまで自明であったコンテキストの共有が困難になっていることが指摘されている。また、それに伴い社会構造そのものの変化も要因として見過ごすことはできない。特に文化的にコンテキストへの依存度が高い我が国では、昨今のグローバル化の波により急速に低コンテキスト化しつつあり、それに伴い、引きこもりなどの社会的孤立や対人コミュニケーションストレスなど多くの問題が深刻化している。それゆえ、これらの問題をどのように解決していくか、その対応が急務となっている。しかしながら、コンテキストを定量化することは難しく、現状では各コミュニティにおいて個別の対応策を講じざるを得なかった。

そのような中、現在急速に発展してきたビッグデータ計測技術を用いて、社会的なネットワークにおける人間の動向を分析することにより、実社会における人々のコミュニケーションのあり方を明らかにしようとする試みがなされている。これに関し、国内外の主要な研究グループにより一定の成果は得られているものの、これまでの先行研究はコミュニケーションの前提となるコンテキストの定量化にまで踏み込むものではなかった。

2. 研究の目的

そこで本研究では、実社会の企業組織において計測された対面ネットワークのビッグデータを分析することで、対面コミュニケーション時の身体動作とコミュニケーションの背景をなすコンテキストとの関係を定量的に評価することを目的とする。

具体的には、コンテキストそのものを定量化することは困難なので、コンテキストの共有度に注目する。これに関し、従来心理学の分野で「円滑な対面コミュニケーション時に二者の身体動作が同調する」ということが実験室環境において確認されている。この知見に加えて、我々の研究グループの先行研究に基づき、対面コミュニケーション時の二者間の身体動作の同調度(身体同調度)を定量的な指標として導入することにより、当該指標と実社会における対面コミュニケーション時のコンテキストの共有度との関係を定量的に評価する。

さらに、対面コミュニケーションのネットワークを構造分析することで、コンテキストの共有度に応じて対面ネットワークの構造がどのように変化するかを明らかにすることを目指す。

3. 研究の方法

本研究には、実社会の各種企業組織における対面ネットワークのビッグデータが必要である。これに関し、身体動作の加速度を計測する加速度センサ(50Hz)と、対面イベントの時刻と時間を検出する赤外線センサとを備えたウェアラブルセンサ(ビジネス顕微鏡：日立製作所)を用いて、100人以上の社員から構成される7つの企業組織に配布し、各社員の対面コミュニケーション時の身体動作の加速度と対面イベントのデータを1~2ヶ月に亘って計測したビッグデータを取得した。そして、これらの時系列データの同調分析(周波数解析+相関分析)を行い、二者間の身体同調度の時系列データを算出し、そのデータを用いて、以下、3つの研究課題を行った。

(1)研究課題1：コンテキストの共有度を反映する対面ネットワークの特徴量を求める。

この課題においては、本研究の基盤をなす「コンテキストの共有度を反映する対面コミュニケーションネットワークの特徴量」の特定を行った。そのため、我々の研究グループの先行研究に基づき、「対面コミュニケーション時における二者の身体動作の同調度がコンテキストの共有度を反映している」との仮説を立てた。当該同調度は、具体的には、二者における顔きなど身体動作の振動数差として定義した。

そして、この仮説を検証するために、実社会の企業組織内の社会的なコンテキスト(部署情報)に基づき、実際に7つの組織のそれぞれの対面コミュニケーションネットワークからコミュニティを抽出した。次いで、同じコミュニティに属する二者と異なるコミュニティに属する二者の間で身体動作の類似度の比較を統計的に行った。

(2)研究課題2：コンテキストの共有度に影響を及ぼす対面ネットワークの特徴量を求める。

この課題においては、「コンテキストの共有度(二者間の身体同調度)に影響を及ぼす対面コミュニケーションネットワークの特徴量」として「対面時間」を仮定し、その検証を行った。当該仮説は「対面時間が長い二者はコンテキストの共有度が高くなる」という社会科学的な知見に基づくものである。

そして、前年度に分析した7つの企業組織の対面コミュニケーションネットワークにおいて、対面時間の長い二者と短い二者のそれぞれが属するコミュニティでの身体運動の類似度の違いを調べた。具体的には、対面時間を用いてネットワーク分析することで、各企業組織の対面コミュニケーションネットワークを複数のコミュニティに分割し、同じコミュニティに属する二者間と異なるコミュニティに属する二者間の身体同調度を統計的に比較した。

(3)研究課題3：コンテキストの共有度が影響を及ぼす対面ネットワークの特徴量を求める。

この課題においては、「コンテキストの共有度(二者間の身体同調度)が影響を及ぼす対面コミュニケーションネットワークの特徴量」を求める研究を行った。具体的には、コンテキストの共有度の指標としての対面コミュニケーション時の二者間の身体同調度に基づき、前年度に分析した7つの企業組織の対面コミュニケーションネットワークをコミュニティに分割し、得

られたコミュニティ間でネットワークの各種構造指標(密度、推移性、平均パス長、クラスター係数など)を統計的に比較した。

4. 研究成果

そして、各研究課題について以下のような結果を得た。

(1)研究課題1:今回研究対象とした7つの企業組織の全てにおいて、部署情報でコミュニティを抽出した場合、同じコミュニティに属する二者は、異なるコミュニティに属する二者と比較して、身体同調度が統計的に有意に高くなる傾向が見られた。このことから、上記の仮説はおよそ妥当なものであることが示された。

この結果は、二者間の身体同調度を用いることで、従来定量化が困難であったコミュニケーションのコンテキストを共有度という形で定量化できる可能性を示唆する。これにより、二者間の身体同調度をコントロールパラメータとしてコミュニケーションに介入することでコミュニティの円滑な形成をサポートできることが期待される。

(2)研究課題2:7つのうち6つの企業組織において、対面時間の長さに基づき抽出した同じコミュニティに属する二者は、異なるコミュニティに属する二者と比較して、身体同調度が統計的に有意に高くなる傾向が見られた。

この結果は、対面コミュニケーションネットワークの特徴量である対面時間は、二者間の身体同調度(コンテキストの共有度)に影響を及ぼす可能性があることを示唆する。これにより、二者間の身体同調度をコンテキストの共有度の定量的な尺度とし、対面時間をコントロールパラメータとしてコミュニケーションに介入することで、コミュニティの円滑な形成をサポートできることが期待される。

(3)研究課題3:7つのうち6つの企業組織において、身体動作の同調度が高いコミュニティは低いコミュニティと比較して、推移性とクラスター係数の二つの構造指標の値が統計的に有意に高くなる傾向が見られた。

この結果は、対面コミュニケーション時の二者間の身体同調度(コンテキストの共有度)は、対面ネットワークにおけるコミュニティの基本単位である三者間の関係に影響を及ぼす可能性があることを示唆する。これにより、二者間の身体同調度をコンテキストの共有度の定量的な尺度とすることで、組織内における集団的な人間関係における円滑なコミュニケーションについて適切に示唆を与えることができることが期待される。

最終的に、本研究において得られた結果によれば、対面コミュニケーション中の二者の身体動作の同調度は、コンテキストの共有度を表す定量的指標として有効であることが示唆される。このことは、これまで定性的な観点から評価・研究されてきたコンテキストという概念を、顔きなどの身体動作の同調度を調べることで定量的に評価する道を開くものである。また、この指標は加速度センサなどの既存のウェアラブルセンサを利用することで日常生活においても計測可能な量である。さらに、今後の高度情報社会のコア技術であるAIやIoTと組み合わせることで、企業や地域社会における人々の円滑なコミュニケーションを総合的にサポートするシステムの構築が期待される。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計9件)

Yokozuka, T., Miura, S., Thepsonthorn, C., Ogawa, K., Miyake, Y., The relationship between head motion synchronization and empathy generation in unidirectional face-to-face communication, *Frontiers in Psychology*, 査読有, vol.9, 2018, pp.1-10
DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01622

Amano, S., Ogawa, K., Miyake, Y., Node property of weighted networks considering connectability to nodes within two degrees of separation, *Scientific Reports*, 査読有, vol.8, 2018, pp.1-8
DOI: 10.1038/s41598-018-26781-y

Thepsonthorn C., Yokozuka T., Miura S., Ogawa K., Miyake Y., Prior knowledge facilitates mutual gaze convergence and head nodding synchrony in face-to-face communication, *Scientific Reports*, 査読有, vol.6, 2016, pp.1-14
DOI: 10.1038/srep38261

Kwon J., Ogawa K., Ono E., Miyake Y., Detection of nonverbal synchronization through phase difference in human communications, *PLoS ONE*, 査読有, vol.10, 2015, pp.1-15
DOI: 10.1371/journal.pone.0133881

Ogawa K., Miyake Y., Similarity of body movement in daily face-to-face communication - As a fundamental feature of co-creation system -, *Advances in Science, Technology and Environmentology*, 査読有, vol.B11, 2015, pp.99-103
DOI:なし

[学会発表](計32件)

天野俊一, 小川健一朗, 三宅美博, 複雑ネットワークにおける2次の隔たりに対する接続強度の分析, 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2018

天野俊一, 小川健一郎, 三宅美博, 社会的ネットワーク分析における2次の隔たりに対する接続強度の分析, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2018, 2018
天野俊一, 小川健一郎, 三宅美博, 重み付き複雑ネットワーク分析における2次の隔たりに対する接続可能性, 第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2017
天野俊一, 小川健一郎, 三宅美博, 社会的ネットワーク内の行為者における2次の隔たりに対する接続特性の分析, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーショングループシンポジウム 2017, 2017
天野俊一, 小川健一郎, 三宅美博, 社会的ネットワークにおける2次の隔たりに対するコミュニケーション可能性, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2017, 2017
小川健一郎, 天野俊一, 三宅美博, 重み付きネットワークにおける複雑性, 第29回自律分散システムシンポジウム, 2017
天野俊一, 小川健一郎, 三宅美博, ノード間の推移性を考慮した重み付きネットワーク分析手法の提案, 第29回自律分散システムシンポジウム, 2017
小川健一郎, 天野俊一, 三宅美博, 複雑ネットワークにおける要素の性質と要素間の繋がりととの関係, 第17回SICEシステムインテグレーション部門講演会, 2016
天野俊一, 小川健一郎, 三宅美博, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2016, 2016
Miyake Y., Interpersonal synchrony of body movement in group communication: As a fundamental process of co-creation system, The Third International Workshop on Linguistics of BA, 2016
浅見篤, 小川健一郎, 荒宏視, 矢野和男, 三宅美博, 実社会の対面コミュニケーションにおける身体運動同調とネットワーク構造の関係, 第28回自律分散システムシンポジウム, 2015
天野俊一, 浅見篤, 小川健一郎, 三宅美博, 実社会の対面コミュニケーションにおける身体運動同調とネットワーク推移性との関係, SICEシステム・情報部門学術講演会, 2015
浅見篤, 小川健一郎, 荒宏視, 矢野和男, 三宅美博, 実社会の対面コミュニケーションにおける身体運動同調とネットワーク推移性との関係, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2015, 2015

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.myk.dis.titech.ac.jp/2007hp/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：三宅美博

ローマ字氏名：Miyake Yoshihiro

所属研究機関名：東京工業大学

部局名：情報理工学院

職名：教授

研究者番号(8桁)：20219752

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：矢野和夫

ローマ字氏名：Kazuo Yano