

コンテキストの共有度に基づく実社会の対面コミュニケーションにおける身体運動の類似度の解析*

○小川健一朗 徐歩杰 三宅美博 (東京工業大学)

概要 本研究は、実社会での対面コミュニケーション時の身体運動の類似度とコミュニケーションの前提となるコンテキストの共有度との関係を明らかにすることを目的としている。方法としては、コンテキストの共有度を表す指標として対面時間を考え、それにより実組織の対面ネットワークを子入二ティに分割する。そして、同一のコミュニティ内の二者とことあるコミュニティ内の二者の身体運動の類似度を比較した結果、コンテキストの共有度が高い二者の類似度に高い傾向が見られた。

キーワード: 対面コミュニケーション, コンテキスト, 身体運動の類似度, 対面時間

1 緒言

人間同士の円滑な対面コミュニケーションにおいて、頷きなどの同調現象に代表される身体運動の類似性が確認されている。また、そのような対面コミュニケーションの背景として、人々の間でのコンテキストの共有が重要であるということが知られている。このようなことから、対面コミュニケーション時の身体運動とコンテキストとの関係を調べる研究が実験室環境下で数多く行われてきた¹⁾。しかし、実社会においてそのような関係は未だ定量的に調べられていないのが現状である。それを明らかにすることは、対面コミュニケーションのメカニズムを調べる上で極めて重要である。そこで本研究では、実際の企業組織において対面コミュニケーション時の身体運動とコンテキストとの関係を調べる。特に、企業組織におけるコンテキストの共有度に基づき対面コミュニケーション時の二者の身体運動の類似度に焦点を当てる。

2 方法

分析対象とした企業組織をTable 1に示す。Fig. 1に示すように、各組織に属する社員は計測期間中、加速度センサ(50Hz)と赤外線センサを備えた名刺型のウェアラブルデバイス(ビジネス顕微鏡:日立製作所)を出社時に首からぶら下げ、退社時に外す。加速度センサは社員の身体運動の加速度を計測し、赤外線センサは社員の対面時刻を検出する。これにより身体運動の加速度ノルムと対面時刻の時系列データが得られる。これらのデータから算出された1分毎の平均振動数(以下、単に振動数)と対面時刻の時系列データを日立ワールドシグナルセンターから取得した²⁾。そして、当該データを用いて以下の解析を行った。

Table 1: Organizations for analysis.

Organization	Type	Department	Subjects	Days
A	R & Pro. Dev.*	A, B	163	47
B	Pro. Dev.**	C1-C10	219	59
C	Pro. Dev.**	P1-P10	144	64
D	Pro. Dev.**	U1-U6	124	61

*Research & Product Development

**Product Development

Fig. 2は、組織Cに所属するID番号39(赤)と65(青)の社員

*本研究は ICServ2013 で発表した内容をアレンジしたものである。

の計測47日目の8:30~10:00における振動数の時系列データを表す。グレーの時間領域が両者の対面コミュニケーション時刻を表している。この例では対面コミュニケーション時に両者の身体運動の振動数が大きく

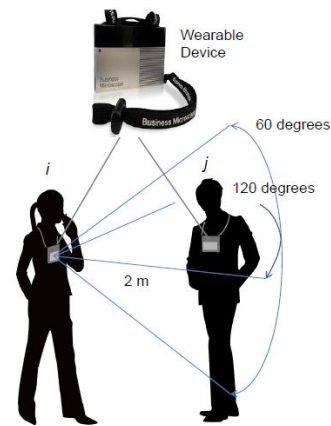


Fig. 1: Wearable device (Hitachi Business Microscope).

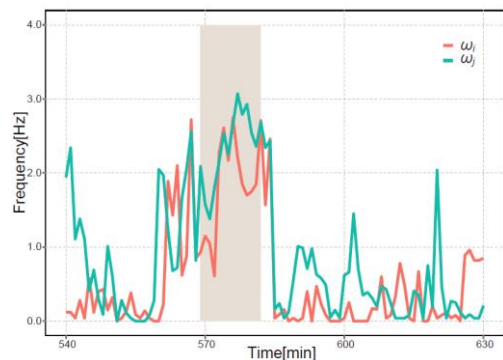


Fig. 2: Time-series data of the frequency of body movements.

なっていることが分かる。

次に、対面コミュニケーション時の二者の身体運動の類似度を評価するための指標として、二者*i*と*j*の身体運動の振動数の絶対差

$$\Delta\omega_{ij}(t_k) = \omega_i(t_k) - \omega_j(t_k) \quad \text{for } i \neq j \quad (1)$$

を定義した。ここで、 $\omega_i(t_k)$ と $\omega_j(t_k)$ は社員*i*と*j*の時刻 t_k での身体運動の振動数である。式(1)は、対面コミュニケーション時の二者の身体運動の振動数差 $\Delta\omega_{ij}(t_k)$

が0に近づけば、社員*i*と*j*の身体運動の類似度は大きくなる。本研究では、 $\omega_i(t_k)=0$ または $\omega_j(t_k)=0$ の場合には振動数差は算出しなかった。さらに、二者*i*と*j*が時刻*t_k*に他者と対面コミュニケーションを行った場合には、たとえ二者*i*と*j*が赤外線検知領域外にいたとしても二者*i*と*j*は対面していたと見なした。これは、例えば会議室で行われる会議のような集団コミュニケーションを考慮するためである³⁾。

さらに、コンテキストの共有度を表す指標として対面時間を用いて、組織A~Dをそれぞれ複数のコミュニティに分割した。このとき対面時刻の時系列データを利用した。まず、このデータから組織毎に対面時間により重み付けされた対面コミュニケーションネットワークを作った。そして、当該重み付けネットワークにおけるエッジの媒介中心性に基づきコミュニティの抽出を行った。その際、抽出の評価関数としてモジュラリティを用いた⁴⁾。

最後に、対面コミュニケーション時の二者の身体運動の類似度の時系列データを利用して、同じコミュニティに属する二者の対面コミュニケーション時の身体運動の類似度と異なるコミュニティに属する二者の対面コミュニケーション時の身体運動の類似度とを比較した。具体的には、各組織において算出された身体運動の振動数差（類似度）を要素とする二つのデータ集合

$$Y_{in} = \{\Delta\omega_{ij}(t_k) \mid \forall (i, j) \in E_{in}, \forall t_k \in T\}, \quad (2)$$

$$Y_{btw} = \{\Delta\omega_{ij}(t_k) \mid \forall (i, j) \in E_{btw}, \forall t_k \in T\} \quad (3)$$

から類似度の分布を構成する。そして、この分布の広がりを表す標準偏差 σ と分布の中心への偏りを表す尖度*K*を以下のように算出する、

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^N (y_l - y_{ave})^2}{N}}, \quad (4)$$

$$K = \frac{1}{N} \left(\frac{\sum_{l=1}^N (y_l - y_{ave})^4}{\sigma^4} \right) - 3. \quad (5)$$

ここで、 y_l は各データ集合の要素、 y_{ave} はその平均、 N は各データ集合の全要素数を表す。そして、各データ集合の分布における標準偏差 σ と尖度*K*を比較することで、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との間で身体運動の類似度の傾向を比較した⁵⁾。

3 結果

Table 2は、二つのデータ集合 Y_{in} と Y_{btw} の分布における標準偏差 σ と尖度*K*を示したものである。ここで、各指標の添字である“in”と“btw”はそれぞれデータ集合 Y_{in} と Y_{btw} の分布を表している。この表によると、全ての組織において標準偏差はデータ集合 Y_{in} の方が小さく、尖度は大きいことが分かる。これは、データ集合 Y_{in} の方がデータ集合 Y_{btw} よりも振動数差の分布が中央に集まっていることを意味している。

Table 2: The σ and K of the distribution of datasets Y_{in} and Y_{btw} .

Organization	σ_{in}	σ_{btw}	K_{in}	K_{btw}
A	0.789	0.838	0.536	0.164
B	0.692	0.852	1.706	0.533
C	0.753	0.756	0.881	0.576
D	0.775	0.786	1.195	0.919

4 考察

以上の結果から、今回分析した全ての企業組織 A~Dにおいて、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べて、身体運動の類似度が高い傾向にあることが分かる。このことは、コンテキストの共有度の指標として導入した対面時間に基づき実際の企業組織の対面コミュニケーションのネットワークをコミュニティに分類した場合、コンテキストの共有度が高い二者は、コンテキストの共有度が低い二者と比べて、身体運動の類似度が高い傾向、つまりコミュニケーションが円滑である傾向にあることを示唆する。

5 結言

一般に対話のような対面コミュニケーションにおいてコンテキストは「物語」の構造として理解される。その場合、コンテキストが共有されるプロセスは「物語」のプロセス、つまり「物語り」と見なすことができる。そうであれば、コンテキスト自体は定量的なものではないが、身体運動の類似度を定量的な尺度として導入することにより、コミュニケーションにおける「物語り」性を定量的に評価することが可能となるかも知れない。そのためには、本研究のさらなる発展が必要となる。

参考文献

- 1) Ono E, Motohashi M, Inoue Y, Ikari D, Miyake Y, “Relation between synchronization of head movements and degree of understanding on interpersonal communication”, 5th IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII), Fukuoka, Japan, December 16–18, 2012, pp. 912–915, (2012).
- 2) Ara K, Sato N, Tsuji S, Watanabe J, Ohkubo N, et al., “Predicting flow state in daily work through continuous sensing of motion rhythm”, 6th International Conference on Networked Sensing Systems (INSS), Pittsburgh, PA, June 17–19, 2009, pp. 1–6, (2009).
- 3) Higo N, Ogawa K, Minemura J, Bujie X, Nozawa T, et al., “Interpersonal similarity between body movements in face-to-face communication in daily life”, PLoS One 9, e0102019, (2014).
- 4) Newman MEJ, “Analysis of weighted networks”, Phys. Rev. E 70, e056131, (2004).
- 5) Xu, B., Ogawa, K., Higo, N., Ogata, T., Nozawa, N., et al., “Analysis of service network in terms of the synchronization of body movements during face-to-face communication”, Proc. of the 1st Int. Conf. on Serviceology (ICServ2013), Tokyo, Japan, pp. 46-50, (2013)