

言語情報・非言語情報を利用した議論構造の解析

Discussion Analysis considering Verbal and Non-Verbal

杉本 真佐樹*¹ 岡田 将吾*¹ 新田 克己*¹
 Masaki Sugimoto Shogo Okada Katsumi Nitta

*¹東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻
 Department of Computational Intelligence and Systems Science,
 Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

In order to analyze the discussion in an arbitration or negotiation, it is important to know the structure of discussion. We propose a novel method for analysis of discussion record by using non-verbal information not only verbal information. The focus on co-occurrence of words that appear in the discussion record, to detect the transition of the topic. The word occurrence analysis method recognizes key topics and key utterance by observing utterances and non-verbal information such as action, facial expressions and so on.

1. はじめに

仲裁や交渉における議論を解析するためには、話題の関係や議論構造を把握することが重要である。しかし、議論が長時間に及ぶ場合、その発言記録を読んで、概要を理解するのは困難である。また、話題の推移を把握し、話題の推移のきっかけとなった発言を抽出するのは負担の大きい作業である。特に議論が複数の話題を含む場合、話題間の関係を把握し、議論を正確に理解するのは困難である。また、発言中に本音を隠した曖昧な主張をするなど、議論の理解を困難にする要因もある。

そこで、議論構造を解析する研究の 1 つに KeyGraph[大澤 06] がある。KeyGraph 上では高頻度で共起する単語同士がクラスタを形成し、1 つの話題を表すことができる。そして、データ結晶化 [Ohsawa 05] を用いることでデータに含まれないアイテムをダミーアイテムとしてデータに挿入することで、話題の推移をダミーノードとして観測することができた。しかし、クラスタと話題を対応させるためには、パラメータ設定の負担が大きかった。そこで、負担を減らす目的で、前野はクラスタリングを取り入れた話題推定法 [前野 07] を提案した。この手法では、想定される話題数に応じてクラスタ数を設定し、出現単語をクラスタリングすることで、話題数に応じたクラスタが抽出できた。また、新田は時系列を考慮し議論記録を分割することで話題の抽出精度を向上させた [新田 12]。

しかし、従来手法はまだまだ話題の抽出精度が低く、話題推移の指標になるダミーノードにもノイズが多かった。そのため、人手による解釈が必要となり、人間への負担が大きかった。その結理由の 1 つとして、従来手法においてはテキスト解析のみに注目し発話者の表情や身振りといった非言語情報を無視していることが挙げられる。この結果、発言場面の状況まで考慮できず、詳細な解析ができないという問題点があった。また、マクニールらによれば非言語情報は言語情報の対応付けや整理に貢献する可能性を報告しており、非言語情報の重要性を示唆している [McNeill 01]。

そこで、我々は言語情報だけではなく非言語情報までを考慮

連絡先: 杉本真佐樹, 東京工業大学大学院総合理工学
 研究科知能システム科学専攻, 神奈川県横浜市緑
 区長津田町 4259 J2-53, TEL&FAX:0298-54-521,
 sugimoto@ntt.dis.titech.ac.jp

した議論解析の手法を提案する。具体的には、発言中に出現する単語と非言語情報の共起性に着目する。本研究では非言語情報まで加味することで議論構造の解析にかかる人間の負担を減らし、さらに議論の解析精度の向上を最終目標とする。今回は、議論構造を把握する上で必要となる、話題推移の検出精度について実験を行った。言語情報だけでなく非言語情報も利用することで、検出精度が向上することが確認できた。

2. 時系列を考慮した単語クラスタリング手法

ここで用いる時系列を考慮した単語クラスタリング手法について説明する。この方式では、まず出現単語を所与の数のクラスタ(話題)に分割する。次に、時間の進行とともにそれぞれのクラスタ内の単語がいかに出現したかを示すヒストグラムを求める。このヒストグラムではそれぞれのクラスタを表す折れ線グラフが表示される。2 つの折れ線が大きく交差するところがあれば、その近辺で話題が大きく変化したと判断し、その時点の前後で議論記録を 2 つに分割する。その分割されたそれぞれの区間ごとに、単語クラスタリング手法を適用する。以下、これらの処理を繰り返すことにより、議論記録は階層的に分割されていく。このように話題が大きく転換した時点で発言記録を分割し、それぞれの区間ごとに分析を行うことによって、区間内で局所的に議論される話題を顕在化させることができる。

3. 非言語情報までを考慮した議論解析手法

3.1 提案手法

非言語情報を導入した議論解析の手法を提案する。具体的には、発言中に出現する単語と非言語情報の共起性に着目する。今回は、議論構造を把握する上で必要となる、話題遷移の検出精度について実験を行った。

話題の遷移時においてはダミーノードが表出すると考えられる。ダミーノードとは、ある発言が複数のクラスタを内部に含む場合、双方のクラスタの代表単語を接続したものを指す。しかし、ダミーノードは、1 発言に複数のクラスタの単語を含むか否かだけで判断するため、ノイズに影響を受けやすい。また、どのような関係の複数の話題が含まれているのかを判別できない。

しかし、近年、裁判の動画記録の保存が検討されたり、大学の法学部で模擬裁判がビデオ記録されたり、テレビで討論番組

が放映されたりするようになって、議論記録がテキストだけでなく、非言語情報をも抽出できるようになっている。そこで、これらの非言語情報を単語クラスタリング手法に利用することにより、ダミーノードの表出精度向上を試みる。

我々が対象とするのは議論データであるため、多くの場合は着席して発言している。そのため、身振りの種類は限定されている。そこで、試験的に上半身の頭部、胴体、手腕の3つの部分に着目した。動画データから議論における発言中に特徴的な動きがみられるかを観察した。そして、手作業で身振りのラベルを各発言に付与していった。実際に用いた13個のラベルを表1に示す。また、発言時における発言者の身振りとなっており、発言者以外の身振りは考慮していない。

表 1: 身振りのラベル

部位	ラベル	意味
頭部	下向	下を向く
	前方	頭部を前に出す
	傾き	傾く
胴体	右傾	右に傾く
	後傾	後ろに傾く
	左傾	左に傾く
	前傾	前に傾く
手腕	前後	前後に動く
	手横	手を横に動かす
	手縦	手を上下に動かす
	腕組	腕組みをする
声	手組	手を組む
	声大	大きな声を出す

ダミーノードの表出方法について述べる。議論記録を発言の集合 $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ とし、各発言 S_i を出現単語の集合 $\{w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{im}\}$ とする。この時、身振り情報を表すラベル $\{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ をダミー単語 d_i の属性とすると式 (1) のようになる。

$$S_i = \{w_{i1}, w_{i2}, \dots, d_i\} \quad (1)$$

まず、各発言に対してランキング関数 [前野 07] を用いて順位付けを行う。この値が大きな発言から、ユーザが指定したダミーノード数分を、ダミー単語を挿入する発言をとして決定する。次に、ダミー単語を挿入する発言において、話題間で関連の強い単語を上位2つ選ぶ。この2つの単語は、議論内に存在する単語でダミー単語とリンクが張られる。そして、このダミー単語がダミーノードとしてグラフ上に表出される。この、ダミー単語は判定基準を表しており、発言に身振りラベルが1つも付与されていない場合にはダミーノードは表出されないことを意味している。これは、予備実験により身振りを伴う発言は、話題遷移が起りやすいことが確認できたためである。本来ならば、非言語情報に癖を表すものも含まれる可能性がある。しかし、議論に関わる有意な非言語情報を特定できていないため、今回は全ての身振りを数え上げておく。

次節に本手法を用いた解析例として話題遷移の検出を示す。

3.2 解析の例

解析の例として、テレビの討論番組「朝まで生テレビ」の発言記録を用いた。この番組では司会者を含めて14名の参加者がおり、沖縄の基地移転の問題や経済振興や消費税などの問題が議論された。その番組の画面から観察される身振り（声が大きくなったかどうかも含めて）を観測すると表2のよう

表 2: 議論参加者の身振り

発言者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
下向	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	4	1
前向	3	1	0	2	9	2	1	1	0	5	0	0	1	0
傾き	0	0	0	0	1	1	6	2	0	0	0	1	0	1
右傾	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
後傾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	4
左傾	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
前傾	9	1	4	1	1	1	2	4	0	24	1	0	4	3
前後	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
手類	10	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8
手横	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	2	1	0
手縦	3	2	0	2	0	3	13	10	3	19	0	3	4	5
腕組	9	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
手組	1	0	0	18	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0
声大	0	0	0	0	0	0	1	0	0	17	0	0	0	0
合計	36	4	4	33	12	8	30	19	3	68	4	9	16	25
発言数	433	33	63	99	33	13	106	77	51	61	20	58	58	78

になる。総発言数は1183発言あり、271個の身振りラベルを付与した。

番組前半のクラスタリング結果を図1に示す。黒ノードは単語、赤色のリンクはダミーノードを表している。この図では、基地国内移設 (図1: 左上)、基地海外移設 (図1: 右上)、官邸について (図1: 左)、地元の意思 (図1: 右)、鳩山首相について (図1: 左下)、抑止力について (図1: 右下) の話題が示されている。ここでダミーノード d138 と d140 を中心に拡大したグラフを図2に示す。発言 ID138 と発言 ID140 に「腕縦」(腕を縦振る) の属性が付与されている。発言内容3を見てみると、発言 ID138 では基地の移設についてから、地元の意思へと話題が遷移している。また、発言 ID140 では地元の意思から基地の移設についてへと話題が遷移している。これは、身振りラベルを付与することにより、話題遷移を検出できた例である。

次節では、言語情報だけでなく非言語情報を用いたことにより、話題遷移を検出する精度が向上するのかが調査する。

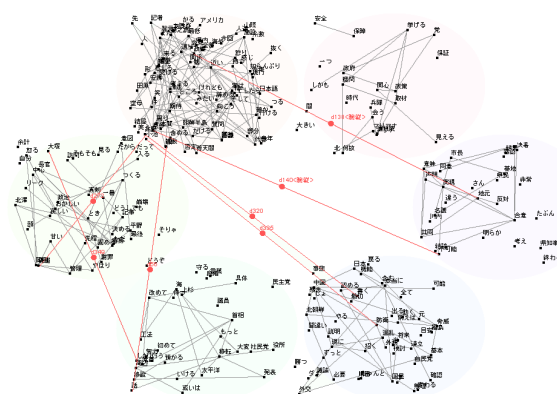


図 1: 討論番組の単語クラスタリンググラフ
 左上: 基地国内移設, 右上: 基地海外移設
 左: 官邸について, 右: 地元の意思
 左下: 鳩山首相について, 右下: 抑止力について

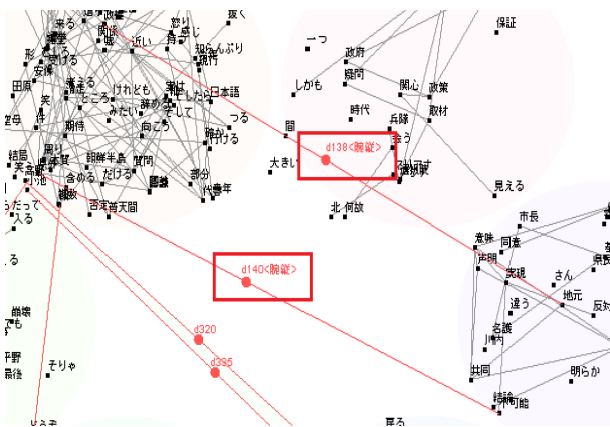


図 2: ダミーノード d138 と d140 を中心に拡大したグラフ

表 3: 発言内容 (発言 ID136 - 発言 ID141)

ID	発言者	内容
136	川内	(前略)、実現不可能だと申し上げています<腕縦>
137	田原	ちょっと難しいなあ。ちょっと翻訳して。ちょっと大塚さん、彼何言ってるんだろう。
138	大塚	(前略)、地元との合意が無いので、この今日の共同声明通りに事が進む保証がまだ無いということなんです。 <腕縦>
139	田原	全くない。
140	茂木	(前略)それを総理が言う。実現できない事を言っ、選挙の時は結局最低でも県外と言ったわけですよ、これが結局実現できない。また今度は辺野古つつつでもですね、今更辺野古つつつでも、絶対実現できないですよ。(後略) <腕縦>
141	山際	(前略)、必ずしも基地反対の人ばかりでもないんですよ、全てが反対じゃないんですよ。(後略)

4. 比較実験

話題遷移の検出精度を調べるために、従来手法と提案手法の比較実験を行った。従来手法とは、言語情報のみを用いた時系列単語クラスタリング手法である。実験は、前節で用いたテレビの討論番組「朝まで生テレビ」の発言記録を引き続き用いた。話題が遷移した場面を手作業で抽出し、話題遷移の正解データとした。発言記録の前半部分と後半部分でテーマが大きく変わるため、それぞれ別々に解析を行った。次節以降に解析結果を述べる。

4.1 比較実験 1

比較実験 1 では、番組の前半部分を用いる。ここでは、沖縄の基地移転問題や総理について議論された。設定したパラメータを表 4 示す。議論 ID44 から議論 ID392 までの 349 発言を解析対象とした。議論のはじめ (議論 ID0~議論 ID43) は、番組についての説明や自己紹介などのため解析対象外とした。話題は、沖縄基地の国内移設、沖縄基地の海外移設、地元の意思、抑止力について、鳩山首相の発言について、官邸について、の 6 つであった。そのため中核単語は表 4 のようになった。中核単語とは、ある話題で想定される単語である。これをあらかじめ決めておくことにより、話題抽出の精度を向上させる。発言に付加した身振りラベル数は 150 になった。また、話題の遷移は 39 回あった。クラスタリング結果は図 3 のようになった。

比較実験 1 の話題遷移検出結果を表 5 に示す。「上位 20」とは、ランキング関数を使ってダミーノードを挿入する発言を求

表 4: 比較実験 1 のパラメータ設定

パラメータ	値
開始 ID	44
終了 ID	392
話題数	6
中核単語	県内, 県外
	グアム, テニアン
	地元, 市長
	抑止力, 防衛
	鳩山, 総理, 党首, 首相
官邸, リーク	
身振りラベル	150
話題遷移回数	39

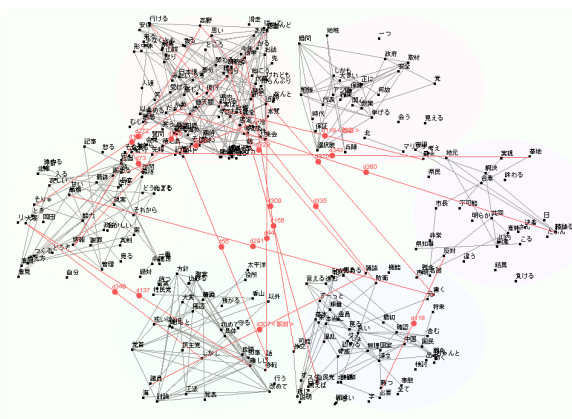


図 3: 比較実験 1 のクラスタリンググラフ

左上: 基地国内移設, 右上: 基地海外移設
左: 官邸について, 右: 地元の意思
左下: 鳩山総理について, 右下: 抑止力について

めた際の「上位 20 番目までのダミーノード」を指す。従来手法においては、正解数は話題遷移を検出できた数であり、上位 N における適合率は $\frac{\text{正解数}}{N}$ 、再現率は $\frac{\text{正解数}}{\text{話題遷移数}}$ となる。

提案手法においては、身振りラベルが付与された話題遷移のみを検出している。そのため、「上位 N の内で身振りラベルが付与された話題遷移」と「身振りラベルの付与された話題遷移の上位 N 」のそれぞれに着目した算出方法 1 (式 2)、算出方法 2 (式 3) の 2 通りを用いる。

$$\begin{aligned} \text{正解数}^* &= \text{上位 } N \text{ 中に身振りラベルが付与された話題遷移数} \\ \text{適合率}^* &= \frac{\text{正解数}^*}{\text{上位 } N \text{ 中に身振りラベルが付与された数}} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{再現率}^* = \frac{\text{正解数}^*}{\text{話題遷移に身振りラベルが付与された数}}$$

$$\begin{aligned} \text{正解数}^{**} &= \text{身振りが付与された中で上位 } N \text{ 中にある話題遷移数} \\ \text{適合率}^{**} &= \frac{\text{正解数}^{**}}{N} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{再現率}^{**} = \frac{\text{正解数}^{**}}{\text{身振りラベルが付与された話題遷移数}}$$

算出方法 1 においては、従来手法と比べると提案手法の方が適合率は良い結果となったが、再現率は低下している。これ

表 5: 比較実験 1 の話題遷移検出結果

		従来手法	提案手法	
			算出方法 1	算出方法 2
上位 20	正解数	3	1	6
	適合率	15.0%	50.0%	30.0%
	再現率	7.7%	2.6%	50.0%
上位 40	正解数	9	2	12
	適合率	22.5%	33.3%	30.0%
	再現率	23.1%	5.1%	100.0%
上位 60	正解数	14	5	
	適合率	23.3%	38.5%	
	再現率	35.9%	12.8%	
上位 80	正解数	19	7	
	適合率	23.8%	31.8%	
	再現率	48.7%	18.0%	

表 6: 比較実験 2 のパラメータ設定

パラメータ	値
開始 ID	750
終了 ID	1057
話題数	5
中核単語	景気
	財政
	消費, 増税
	民主党, マニフェスト
	郵政, 郵便, 郵貯
身振りラベル	50
話題遷移回数	20

は、身振りを伴わない発言が検出できないためである。また、算出方法 2 においては、身振りのみに着目すれば適合率、再現率共に良い結果となることがわかった。

4.2 比較実験 2

比較実験 2 では、番組の後半部分を用いる。ここでは、経済振興や消費税などの問題について議論された。設定したパラメータを表 6 に示す。解析範囲としては発言 ID750 から発言 ID1057 までの 308 発言である。話題としては、景気について、国の財政、消費税の増税、民主党について、郵政民営化について、の 5 つである。発言に付加した身振りラベル数は 50 になった。また、話題の遷移は 20 回おこった。クラスタリング結果は図 4 のようになった。

比較実験 2 の話題遷移検出結果を表 7 に示す。比較実験 1 と同様の結果を得た。

5. おわりに

言語情報だけでなく非言語情報までを考慮した議論解析手法を提案し、話題遷移の検出精度について従来手法と比較実験を行った。身振り付きの発言に限定すれば、使える見込みがありそうである。

また、ランキング関数には各身振りを同一視して得点を与えた。しかし、本来ならば特定の身振りを多用する人にとっては、その身振りをしながらの発言は意味がないかもしれない。

今後は、もともと身振り付きの発言が多い人と、そうでない人の発言を区別するなどの詳細な分析が必要である。

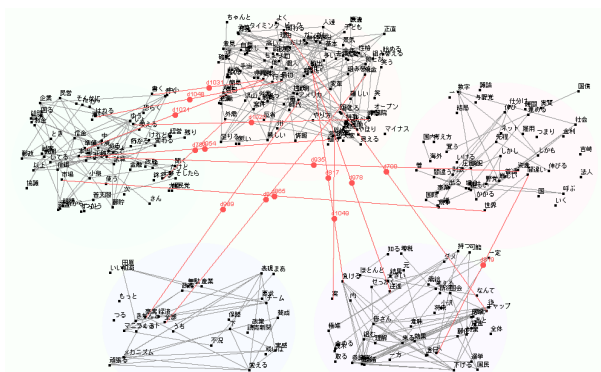


図 4: 比較実験 2 のクラスタリンググラフ

左上: 郵政民営化, 中上: 景気について, 右上: 国の財政
左下: 民主党について, 右下: 消費税の増税

表 7: 比較実験 2 の話題遷移検出結果

		従来手法	提案手法	
			算出方法 1	算出方法 2
上位 20	正解数	2	0	5
	適合率	10.0%	0.0%	25.0%
	再現率	10.0%	0.0%	62.5%
上位 40	正解数	7	2	8
	適合率	17.5%	28.6%	20.0%
	再現率	35.0%	10.0%	100.0%
上位 60	正解数	10	2	
	適合率	16.7%	18.2%	
	再現率	50.0%	10.0%	
上位 80	正解数	15	3	
	適合率	18.8%	21.4%	
	再現率	75.0%	15.0%	

参考文献

- [大澤 06] 大澤幸生: チャンス発見のデータ分析, 東京電機大学出版社, (2006).
- [前野 07] 前野義晴: コミュニケーションから探る組織の見えない黒幕, 人工知能学会論文誌, Vol.22, No.4, pp.389-396, (2007).
- [Ohsawa 05] Y.Ohsawa: Data crystallization: chance discovery extended for dealing with unobservable events, New Mathematics and Natural Computation, Vol.1, pp.373-392, (2005).
- [新田 12] 新田克己, 岡田将吾, 杉本真佐樹: 論理構造と感情を考慮した議論の解析, 第 64 回言語・音声理解と対話処理研究会, (2012).
- [McNeill 01] McNeill, D., Quek, F., McCullough, K., Duncan, S., Furuyama, N., Bryll, R., Ma, X. and Ansari, R.: Catchments, prosody and discourse, Gesture, Vol.1, No.1, pp.9-33, (2001).