

ユーザ属性に基づく対話行為と語彙選択のエントレインメント分析

Word and Dialogue Act Entrainment Analysis based on User Profile

水上 雅博*¹
Masahiro MizukamiDavid Traum*²吉野 幸一郎*¹
Koichiro YoshinoGraham Neubig*¹中村 哲*¹
Satoshi Nakamura*¹奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

Nara Institute Science and Technology, Graduate School of Information Science

*²南カリフォルニア大学 ICT

University of Southern California, Institute for Creative Technologies

Patterns of dialogue act and word selection are observable in dialogue. Entrainment is the factor that might account for these patterns. We test the entrainment hypotheses using the switchboard corpus, comparing speech of different speakers from different parts of the dialogue, but also speech of the same speaker at different points. Our findings replicate previous studies that dialogue participants converge toward each other in word choice, but we also investigate novel measures of entrainment of dialogue act selection, and word choice for specific dialogue acts. These studies inform a design for dialogue systems that would show human-like degrees of entrainment.

1. はじめに

エントレインメント (Entrainment) は、同調傾向やシンクローニー (Synchrony) とも呼ばれ、対話中の話者間において、話し方などの振る舞いが同調、類似する現象を指す。この現象は、語彙 [Brennan 96], 統語構造 [Reitter 07, Ward 07], 文体 [Niederhoffer 02, Danescu-Niculescu-Mizil 11], 韻律 [Natale 75, Coulston 02, Ward 07, Kawahara 15], 発音 [Pardo 06], ターン取得 [Campbell 10, Beňuš 14] など、対話中の多様な要素で観測されることが知られている [Levitan 13]。また、エントレインメントが対話のタスク成功率や自然性、対話意欲 (Engagement) と相関することが報告されている [Nenkova 08]。

対話におけるエントレインメントの分析や制御は、対話のみでなく対話システムの研究にも有益であることが示されている。しかし、対話システムを構築する上で重要な要素である対話行為を考慮した分析はこれまで行われていなかった。

本稿では、エントレインメントと対話行為、選択される語彙の関係性を分析する。まず、先行研究で用いられた語彙選択におけるエントレインメント指標に対して、対話行為による条件付き確率を用いる枠組みを提案する。次に、対話行為を単位とするエントレインメント指標を求め、対話行為の選択にエントレインメントが生じるかを検証する。最後に、それぞれのエントレインメント指標を話者の属性ごとに分類し、ユーザ属性によるエントレインメント傾向の差について分析を行う。

2. 関連研究

2.1 対話研究とエントレインメント

対話においてエントレインメントを取り扱う研究は、人対人の対話を分析する研究と、人対システムの対話を分析する研究の二種類がある。

人対人の対話のエントレインメントを分析する研究として、聞き役対話における聞き役側の相槌 (Backchannel) のエントレインメント傾向を分析し、ピッチ (F0) や音量 (Power) の相関関係を示す研究 [Kawahara 15] や、発話のタイミングのみでなく、対話のターン管理や主導権についてエントレインメントが起きることを示す研究 [Levitan 15] がある。

人対システムの対話においては、エントレインメントを対話のモデルや戦略に組み込む研究もなされている。例えば、エントレインメントを考慮することで発話タイミングを高精度に予測する研究 [Campbell 10] や、エントレインメントを誘発することで、より音声認識の成功率を高める対話戦略を持った情報提示対話システムを構築する研究 [Fandrianto 12] がある。さらに、これらを統合し、ユーザのエントレインメントを制御・検出することで音声認識とターン管理の性能を向上する研究 [Levitan 13] もある。

エントレインメント以外で対話における話し方の変化を分析する研究では、話者間の力関係 (裁判官と弁護士, Wikipedia の管理者と非管理者) と話者の話し方の変化を分析する研究 [Danescu-Niculescu-Mizil 12] がある。この研究では、ユーザの持つ力関係によって話し方の変化する傾向が異なるという結果が報告されている。

これらの関連研究において、エントレインメントの分析は様々な要素に対して行われているものの、対話行為そのものや、対話行為を考慮したエントレインメントの分析は行われていなかった。また、分析の際は、特定の語彙群または特定の発話 (相槌など) に着目した分析が行われるのみであった。本研究では、人対人の対話において、対話行為を考慮したエントレインメント指標と、対話を通じたエントレインメント指標の変化を計測する手法を提案する。また、ユーザの属性に基づいた集計を行うことで、ユーザ属性によるエントレインメントの傾向の違いを分析する。

2.2 語彙におけるエントレインメント

先行研究 [Nenkova 08] では、語彙におけるエントレインメントの強さをエントレインメント指標 (Entrainment Score) を用いて計測する手法を提案している。エントレインメント指標は、話者間における単語数の差から計算され、大きいほどエントレインメントが強く生じていることを示す。具体的に、このエントレインメント指標 $ENTR(c)$ は、ある 2 名の話者 S_1, S_2 それぞれの発話中の単語 w の出現回数 $\text{count}_{S_1}(w)$ および $\text{count}_{S_2}(w)$ と、全語彙 W を用いて、以下のように表現される。

$$ENTR(c) = - \sum_{w \in c} \left| \frac{\text{count}_{S_1}(w)}{\sum_{w_i \in W} \text{count}_{S_1}(w_i)} - \frac{\text{count}_{S_2}(w)}{\sum_{w_i \in W} \text{count}_{S_2}(w_i)} \right| \quad (1)$$

また、このエントレインメント指標 $ENTR(c)$ は、両話者の 1-gram 確率 $P_{S_1}(w)$ および $P_{S_2}(w)$ を用いて、以下のように表現可能である。

$$ENTR(c) = - \sum_{w \in c} |P_{S_1}(w) - P_{S_2}(w)| \quad (2)$$

[Nenkova 08] らは、このエントレインメント指標 $ENTR(c)$ を次の語彙群 c に対して計算している。

25MFD 対話において最も頻度の高い 25 単語^{*1}
(25 Most frequent words in the dialogue)

25MFC コーパス全体において最も頻度の高い 25 単語
(25 Most frequent words in the corpus)

ACW 合図や同意、肯定を示す語群 [Gravano 12]
(Affirmative cue words)

FP ポーズ管理のための発話 (Filled pause)

3. 対話行為を考慮したエントレインメント

本稿では、先行研究で提案されたエントレインメント指標を対話行為が考慮できるように拡張する。まず、話者 S_1 および S_2 のすべての発話に対して対話行為タグ (Dialogue Act; DA) を付与する。これに対して、それぞれの DA が与えられた際の発話の言語モデルを学習し、話者ごとにある対話行為 d が与えられた時の条件付き 1-gram 確率 $P_{S_1}(w|d)$, $P_{S_2}(w|d)$ を求める。この条件付き 1-gram 確率を用いて、対話行為 d と語彙群 c に対するエントレインメント指標 $ENTR(c|d)$ を以下のように定義する。

$$ENTR(c|d) = - \sum_{w \in c} |P_{S_1}(w|d) - P_{S_2}(w|d)| \quad (3)$$

これにより、特定の対話行為 d におけるエントレインメントの強さを測ることが可能となる。

また、対話行為そのもののエントレインメントを測るため、対話行為のエントレインメント指標 $ENTR(D)$ を定義する。具体的には、話者 S_1 , S_2 のある対話行為 d を持つ発話数 $\text{count}_{S_1}(d)$ および $\text{count}_{S_2}(d)$ を用いて、以下のように定義する。

$$ENTR(D) = - \sum_{d \in D} \left| \frac{\text{count}_{S_1}(d)}{\sum_{d_i \in D} \text{count}_{S_1}(d_i)} - \frac{\text{count}_{S_2}(d)}{\sum_{d_i \in D} \text{count}_{S_2}(d_i)} \right| \quad (4)$$

これを用いて、対話行為に対してもエントレインメントが生じるかを明らかにする。

[Nenkova 08] らは、対話相手および対話と関係のない話者から計算されたエントレインメント指標の差から、話者間にエントレインメントが起きているか判断していた。しかし、対話においては対話が進むごとにエントレインメントも進行し、影響が強くなると考えられる。そこで本研究では、エントレインメントが起きたかのみでなく、対話中のエントレインメントの度合いにどのような変化が起きるかを分析する。具体的には、対話を前後半パート^{*2}に切り分け、前半と後半でのエントレインメント指標がどの程度変化したかを表す指標 $Diff$ を計算する。 $Diff$ は対話前半のエントレインメント指標 $ENTR_{\text{Early}}(c)$ と対話後半のエントレインメント指標 $ENTR_{\text{Later}}(c)$ を用いて、以下の式で定義する。

$$Diff = - \frac{ENTR_{\text{Later}}(c) - ENTR_{\text{Early}}(c)}{ENTR_{\text{Early}}(c)} \quad (5)$$

*1 先行研究で利用されたコーパスはゲームコーパスであり、ある 1 回の対話は 1 ゲームと呼ばれる。先行研究における表記は 25 Most frequent words in the game; 25MF-G であるが、本稿ではゲームコーパスを用いないため、25 Most frequent words in the dialogue; 25MF-D と表記する。

*2 対話の前後半は対話のターン数を基準として決定する。

エントレインメント指標 $ENTR_{\text{Early}}(c)$, $ENTR_{\text{Later}}(c)$ は-2 から 0 までの値をとるため、対話の進行によってエントレインメントが強くなった場合は、 $Diff$ は正の値をとり、エントレインメントが弱くなった場合は負の値をとる。どちらの場合においても、絶対値が大きいほどエントレインメント指標の変化が大きく、0 の場合はエントレインメント指標に変化が起きなかったことを示す。

エントレインメントは対話を通して相手に同調する現象であるため、対話の進行に伴ってよりその度合いは強くなることが予測される。この仮説が正しければ、 $Diff$ は正の値をとる。

4. 実験

実験では、話者にユーザ属性、発話に DA が付与された対話コーパスとして、Switchboard Dialogue Act Corpus [Godfrey 92, Stolcke 00] を用いる。これには DASML (Discourse Annotation and Markup System of Labeling) タグセット [Jurafsky 97] に従って、各発話に DA タグが与えられている。また、話者は 302 人の男性と 241 人の女性の合計 543 人からなり、それぞれの話者には年齢、性別などのユーザ属性の情報が付与されている。

対象のコーパスから、一対話づつ抜き出し、それぞれの話者と対話の全体、前後半パートに対してエントレインメント指標を計算する。組み合わせは以下の通りである。

Self 対象話者自身の対話前半と後半

Partner-All 対象話者と対話相手・対話全体

Partner-Early 対象話者と対話相手・対話前半

Partner-Later 対象話者と対話相手・対話後半

Average-All 対象話者と無関係な平均話者・対話全体

Average-Early 対象話者と無関係な平均話者・対話前半

Average-Later 対象話者と無関係な平均話者・対話後半

エントレインメント指標を計算する対象は、対話行為 DA と語彙群 25MFD, 25MFC, ACW, FP, WORD, およびこれらの語彙群と対話行為のすべての組み合わせである^{*3}。以下にその結果を示す^{*4}。

4.1 先行研究に基づく比較と対話行為のエントレインメント

表 1 に対話行為と各語彙のエントレインメント指標を示す。まず、先行研究に基づいて、対話中の話者間と、対話と無関係な話者間で、対話全体でのエントレインメント指標を比較する。対話中の話者とのエントレインメント指標 Partner-All と、対話と無関係な話者のエントレインメント指標 Average-All を比較した場合、WORD, 25MFD, 25MFC, ACW, FP において、対話中の話者との指標 Partner-All の方が有意に高くなった ($p < 0.05$)。これは、先行研究の結果と同様であり、対話中の話者間においてエントレインメントが生じていることを示す。

一方で、対話行為のエントレインメント指標において、Average-All と Partner-All を比較した場合に Average の方が高くなった。これは、今回は対話と関係ない話者と個別に計算されたエントレインメント指標の平均ではなく、対話と関係ない話者の平均とのエントレインメント指標を計算したため、適切な比較にならなかったためと考えられる。この方法では、計算量が非常に少なくなる一方で、DA のような少ない要素数のみでエントレインメント指標を算出すると、分散が小さくなり、個別に計算する場合に比べて大きい値が算出される。今後は、対話と関係ない話者と個別にエントレインメント指標を計算し、その平均を利用する。

*3 語彙群におけるエントレインメント指標の計算では、対話を前後半に分割することを踏まえて、1-gram 確率を計算する際にラプラス法による平滑化を行った。

*4 すべての結果を掲載できないため、対話行為と語彙群、ユーザ属性からは結果を一部抜粋とした。

表 1: 対話行為と各語彙群のエントレインメント指標

c/DA	Average				Partner				Self
	All	Early	Later	Diff	All	Early	Later	Diff	
WORD	-1.7	-1.7	-1.7	0.30%	-0.51	-0.54	-0.53	0.54%	-0.49
25MFD	-0.52	-0.53	-0.53	-0.083%	-0.17	-0.20	0.19	2.8%	-0.14
25MFC	-0.54	-0.55	-0.55	0.12%	-0.16	-0.18	-0.18	3.3%	-0.13
ACW	-0.017(4)	-0.018	-0.017	5.3%	-0.017(2)	-0.022	-0.019	11%	-0.014
FP	-0.013	-0.011	-0.015	34%	-0.0086	-0.0084	-0.010	-19%	-0.0062
DA	-0.55	-0.65	-0.63	3.0%	-0.58	-0.74	-0.70	6.2%	-0.65

表 2: 対話行為を考慮した各語彙群のエントレインメント指標

c	DA (登場頻度)	Average				Partner				Self
		All	Early	Later	Diff	All	Early	Later	Diff	
25MFD	sd (36%)	-1.2e-05	-2.1e-05	-1.9e-05	8.0%	-0.0012	-0.0029	-0.0025	11.6%	-0.0029
25MFD	b (19%)	-0.00070	-0.0012	-0.0012	-1.8%	-0.031	-0.060	-0.069	-14.0%	-0.066
25MFD	sv (13%)	-3.0e-05	-5.2e-05	-5.5e-05	-5.6%	-0.0060	-0.013	-0.018	-36.0%	-0.016
25MFD	aa (5%)	-0.00072	-0.0011	-0.0012	-8.9%	-0.13	-0.19	-0.21	-8.3%	-0.21
25MFD	% (5%)	-0.00026	-0.00047	-0.00049	-4.2%	-0.023	-0.062	-0.056	9.3%	-0.062
ACW	sd	-9.3e-08	-1.4e-07	-1.4e-07	2.5%	-2.9e-05	-0.00018	-0.00017	4.5%	-0.00034
ACW	b	-0.00044	-0.00073	-0.00077	-4.6%	-0.020	-0.035	-0.039	-11.0%	-0.034
ACW	sv	-1.9e-07	-3.1e-07	-2.7e-07	10.6%	-0.0011	-0.0039	-0.0066	-66.6%	-0.0056
ACW	aa	-0.00023	-0.00034	-0.00036	-6.1%	-0.058	-0.090	-0.097	-7.9%	-0.098
ACW	%	-9.1e-06	-1.6e-05	-1.6e-05	0.32%	-0.0042	-0.022	-0.018	15.4%	-0.022

4.2 対話の進行によるエントレインメントの増長現象

次に、対話の前後半におけるエントレインメントの度合いの変化を示す *Diff* について分析する。表 1 に示したエントレインメント指標から、Partner の *Diff* について着目する。

語彙におけるエントレインメント度合いの変化は、FP 以外の語彙群で *Diff* が正の値をとっており、Partner-Later が Partner-Early に比べて有意に高くなった ($p < 0.05$)。これは対話が進むにつれてエントレインメントの度合いが強くなっていることを示す。特に、ACW において、*Diff* の値が 11% となり最大であった。また、25MFD では Partner との *Diff* が 2.8% であるのに対して、Average との *Diff* は -0.083% と負の値をとり、各対話における特徴的なエントレインメント度合いの変化を示していると考えられる。これらを踏まえ、以降の分析においては、特にエントレインメント傾向の出やすい語彙群として ACW および 25MFD に着目する。

多くの語彙でエントレインメント度合いの増長が見られた一方で、FP においては *Diff* は -19% と負の値となり、Partner-Later が Partner-Early に比べて有意に低くなった ($p < 0.05$)。すなわち、対話が進むにつれてエントレインメントの度合いは弱くなった。この原因はいくつか考えられる。まず、FP を構成する語彙 (uh, um など) の識別が困難なため、書き起こしを行った時点で語が混同され、正しく比較できなかった可能性がある。また、[Kawahara 15] らの研究で述べられた、相槌のエントレインメントが韻律などの音響的特徴に表れるように、FP におけるエントレインメントも、語彙的ではなく音響的特徴や発話するタイミングなどに現れる可能性がある。この問題を解決する手段として、単純な語彙の頻度の比較のみでなく、語彙が選択されるタイミングや語彙群全体の頻度分布などを比較することが考えられる。

次に、対話行為におけるエントレインメント度合いの変化を分析する。表 1 に示したエントレインメント指標から、対話行為の *Diff* に着目する。DA における Partner の *Diff* も 6.2% と正の値をとっており、Partner-Later が Partner-Early に比べて有意に高くなった ($p < 0.05$)。このことから、対話行為においても、語彙と同様に、対話が進むにつれてエントレインメントの度合いが強くなっている。

4.3 各対話行為における語彙的なエントレインメント

表 2 に対話行為を考慮した各語彙群のエントレインメント指標を示す。なお、今回考慮する対話行為は sd (Statement-

non-opinion ; 意見以外の表明) , b(Backchannel ; 相槌), sv(Statement-opinion ; 意見表明), aa(Agree/Accept ; 同意・受容) および % (Abandoned or Turn-Exit ; 放棄・ターン終了) の計 5 つで、これらはコーパス中で最も頻度の高い対話行為の上位である。

まず、表 2 から、各対話行為における語彙的なエントレインメントの変化を比較する。対話行為が“意見以外の表明”や“放棄・ターン終了”を条件とした場合のエントレインメント指標では、Partner との *Diff* が正の値となった。これは、対話行為を考慮しなかった場合と同様に、対話を通してエントレインメントの度合いが増長していることを示す。

一方で、対話行為が“意見表明”の場合は、*Diff* が非常に高い負の値となった。これは、対話の進行に伴って、エントレインメント以外の話者の喋り方の変化、例えば話者独自の喋り方などがより強調されたためと考えられる。

これらの結果から、対話全体でエントレインメントが生じていても、それによって同調する部分は限られていることが分かった。特に、自身の意見を表明するなどの重要な対話行為を持つ発話においては、相手の話し方や語彙に同調しにくいといった可能性が考えられる。

4.4 話者の性別・年代によるエントレインメントの変化

図 1, 2 に各性別、各年代ごとの *Diff* を示す。この結果から、男女間においてエントレインメント指標の傾向に大きな違いは見られなかった。

一方、年代別では年代によってその変化率やエントレインメント指標の値は大きく異なった。図 2 から、ACW や 25MFD などの語彙のエントレインメントの度合いの変化において、30-40 代は対話の進行に伴ったエントレインメント度合いの増加が起きにくく、10 代、60 代は逆にエントレインメント度合いが大きく増加している。また、対話行為におけるエントレインメントでは、10-20 代における *Diff* が大きい正の値を取ったのに対し、40-60 代では比較的小さい正の値を取り、語彙の *Diff* とは異なる傾向を示した。このことから、話者の年代によって、エントレインメントの度合いの変化量も異なることがわかる。

5. まとめ

本稿では、対話における対話行為および語彙のエントレインメント現象について分析した。これにより、対話行為におい

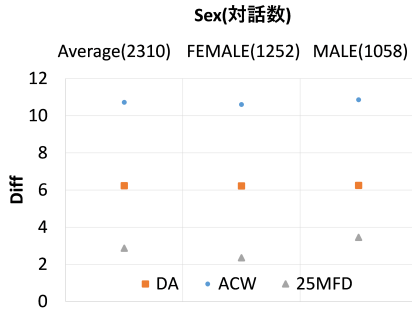


図 1: 性別による Diff の比較

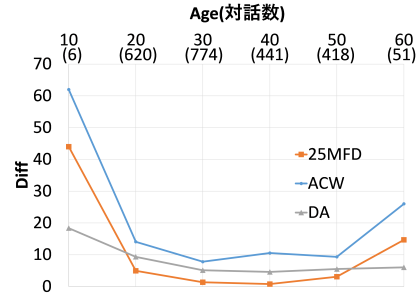


図 2: 年代による Diff の比較

でもエンタレインメント現象が生じ、また、語彙的なエンタレインメントも対話行為によってその影響の大小が存在することが明らかとなった。

また、対話の前後半におけるエンタレインメントの度合いは異なり、対話の進行に伴って特定の語彙群、対話行為のエンタレインメントが強くなることが明らかになった。さらに、ユーザ属性によってもエンタレインメントから受ける影響の強さが異なることが明らかとなった。

今後は、比較対象として計算した Average エンタレインメント指標の計算方法の改善を行う。また、より大規模なコーパスを用い、より詳細なユーザ属性に基づいた分析と、個々の話者におけるエンタレインメント傾向の分析を行う。将来的には、対話行為ごとのエンタレインメントの傾向を活用する対話システムの構築を目指す。

謝辞

本研究は、JST、CREST の支援を受けたものである。

参考文献

- [Beňuš 14] Beňuš, Š., Gravano, A., Levitan, R., Levitan, S. I., Willson, L., and Hirschberg, J.: Entrainment, dominance and alliance in supreme court hearings, *Knowledge-Based Systems*, Vol. 71, pp. 3–14 (2014)
- [Brennan 96] Brennan, S. E. and Clark, H. H.: Conceptual pacts and lexical choice in conversation., *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 22, No. 6, p. 1482 (1996)
- [Campbell 10] Campbell, N. and Scherer, S.: Comparing measures of synchrony and alignment in dialogue speech timing with respect to turn-taking activity., in *INTERSPEECH*, pp. 2546–2549 (2010)
- [Coulston 02] Coulston, R., Oviatt, S., and Darves, C.: Amplitude convergence in children’s conversational speech with animated personas, in *Proceedings of the 7th International Conference on Spoken Language Processing*, Vol. 4, pp. 2689–2692 (2002)
- [Danescu-Niculescu-Mizil 11] Danescu-Niculescu-Mizil, C., Gamon, M., and Dumais, S.: Mark my words!: linguistic style accommodation in social media, in *Proceedings of the 20th international conference on World wide web*, pp. 745–754 ACM (2011)
- [Danescu-Niculescu-Mizil 12] Danescu-Niculescu-Mizil, C., Lee, L., Pang, B., and Kleinberg, J.: Echoes of power: Language effects and power differences in social interaction, in *Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web*, pp. 699–708 ACM (2012)
- [Fandrianto 12] Fandrianto, A. and Eskenazi, M.: Prosodic Entrainment in an Information-Driven Dialog System., in *INTERSPEECH*, pp. 342–345 (2012)
- [Godfrey 92] Godfrey, J. J., Holliman, E. C., and McDaniel, J.: SWITCHBOARD: Telephone speech corpus for research and development, in *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1992. ICASSP-92., 1992 IEEE International Conference on*, Vol. 1, pp. 517–520 IEEE (1992)
- [Gravano 12] Gravano, A., Hirschberg, J., and Beňuš, Š.: Affirmative cue words in task-oriented dialogue, *Computational Linguistics*, Vol. 38, No. 1, pp. 1–39 (2012)
- [Jurafsky 97] Jurafsky, D., Shriberg, E., and Biasca, D.: Switchboard SWBD-DAMSL shallow-discourse-function annotation coders manual, *Institute of Cognitive Science Technical Report*, pp. 97–102 (1997)
- [Kawahara 15] Kawahara, T., Yamaguchi, T., Uesato, M., Yoshino, K., and Takanashi, K.: Synchrony in prosodic and linguistic features between backchannels and preceding utterances in attentive listening, in *2015 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA)*, pp. 392–395 IEEE (2015)
- [Levitan 13] Levitan, R.: Entrainment in Spoken Dialogue Systems: Adopting, Predicting and Influencing User Behavior., in *HLT-NAACL*, pp. 84–90 (2013)
- [Levitan 15] Levitan, R., Benus, S., Gravano, A., and Hirschberg, J.: Entrainment and turn-taking in human-human dialogue, in *AAAI Spring Symposium on Turn-Taking and Coordination in Human-Machine Interaction*, Stanford, CA (2015)
- [Natale 75] Natale, M.: Convergence of mean vocal intensity in dyadic communication as a function of social desirability., *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 32, No. 5, p. 790 (1975)
- [Nenkova 08] Nenkova, A., Gravano, A., and Hirschberg, J.: High frequency word entrainment in spoken dialogue, in *Proceedings of the 46th annual meeting of the association for computational linguistics on human language technologies: Short papers*, pp. 169–172 Association for Computational Linguistics (2008)
- [Niederhoffer 02] Niederhoffer, K. G. and Pennebaker, J. W.: Linguistic style matching in social interaction, *Journal of Language and Social Psychology*, Vol. 21, No. 4, pp. 337–360 (2002)
- [Pardo 06] Pardo, J. S.: On phonetic convergence during conversational interaction, *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 119, No. 4, pp. 2382–2393 (2006)
- [Reitter 07] Reitter, D. and Moore, J. D.: Predicting success in dialogue (2007)
- [Stolcke 00] Stolcke, A., Coccaro, N., Bates, R., Taylor, P., Van Ess-Dykema, C., Ries, K., Shriberg, E., Jurafsky, D., Martin, R., and Meteor, M.: Dialogue act modeling for automatic tagging and recognition of conversational speech, *Computational linguistics*, Vol. 26, No. 3, pp. 339–373 (2000)
- [Ward 07] Ward, A. and Litman, D.: Measuring convergence and priming in tutorial dialog, in *University of Pittsburgh* (2007)