

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：17104

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26730176

研究課題名(和文) 議論マップとマルチモーダル情報理解に基づく知的対話支援

研究課題名(英文) Intelligent conversation support system based on discussion map and multi-modal interpretation

研究代表者

嶋田 和孝 (Shimada, Kazutaka)

九州工業大学・大学院情報工学研究院・准教授

研究者番号：50346863

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)：近年の学習の場において、従来の座学以外にPBLを代表とした能動的な学習や協調的な学習の重要性が増している。そのような環境下では、その場での対話や議論がいかに円滑にかつ効率的に行われるかが重要である。本研究課題では、この環境をサポートするためのファシリテータのように振る舞う知的対話管理システムの実現を目的としている。

本課題ではその中で、言語および非言語情報に基づく議論内容の要約と議論マップと呼ぶ議論状態の保持システムを提案し、その有効性を検証した。さらに分析に利用した対話コーパスの一部をKyutechコーパスと名付け、いくつかの付加情報を含めて無償で公開している。

研究成果の概要(英文)：Supporting consensus-building on multi-party conversations is one of the most important tasks in intelligent systems. Participants on discussion often struggle to identify the most suitable solution for an agenda on a meeting because there are generally many alternatives and criteria related to the agenda. Such a supporting system for consensus-building has become a very important role for education in recent years because problem-based learning (PBL) is the more recent and highly regarded. In this research, I analyze discussions and proposed a tool for supporting consensus-building.

This project handled two tasks; (1) conversation summarization based on linguistic and non-linguistic features and (2) the discussion map system for consensus-building. In addition, I opened the Kyutech corpus, a freely available Japanese conversation corpus for a decision-making task, on the web.

研究分野：知能情報学

キーワード：自然言語処理 要約 マルチモーダル コーパス 議論支援

1. 研究開始当初の背景

議論は企業における会議や政策・意思決定のみならず、PBL を代表とした教育現場でも能動的学習として行われており、議論を理解するもしくは支援する技術の重要性は年々増している。このような背景のもと、本研究では4人の参加者が何らかの課題について議論する環境を対象とし、意思決定をするタスクに対して、その議論の内容理解と支援技術の構築を行う。

2. 研究の目的

近年、PBL のような能動的な学習が注目されている。しかし能動的な学習環境は、その参加者（学習者）の個々のスキルに大きく依存し、必ずしも十分な学習効果が得られるとは限らない。複数人の学習者で構成されるグループ内で円滑に有意義な対話や議論をするには、各グループを指導する教育者や TA もしくはファシリテーター的な存在が必要であるが、実際の環境下で、各グループにそのような人員を配置することは困難であることが多い。その問題をファシリテーターとして振る舞う知的な対話管理システムを実現することで解決することを本研究の目的とする。

3. 研究の方法

研究の方針としては、大きく3つの柱がある。

(1) コーパスの構築・整備

対話内容を理解するシステムの開発には、その分析のための対話コーパスが不可欠である。さらに、海外にはAMI コーパスのような自由に利用できるコーパスが存在するが、日本語を対象とした自由に利用できるコーパスは多くない。

本研究ではPBL やグループディスカッションを想起するような4人一組による意思決定タスクを設定し、対話コーパスの構築を行った。図1はその対話環境である。

さらに対話コーパスに各発話へのトピックアノテーションおよび各対話の人手による要約文（参照要約）の作成を行った。さらに人手で作成した要約文と実際の発話との対応付けも行い、各発話の対話行為タグの設計も行った。

(2) 言語理解の要素技術の確立と分析

対話の言語理解タスクの一つとして、議論の要約を取り上げ、作成した対話コーパスを対話コーパスを対象とした要約技術の提案と実装、評価を行った。

まず、要約の第一段階として、対話を適切なトピックの単位に分割するトピックセグメンテーションについて手法の提案と評価を行った。トピックセグメンテーションでは、語彙的連鎖に基づく手法(LCSeg)と統計的なトピックモデルに基づく手法(TopicTiling)を実装し、さらにその二つを組み合わせた手



図 1. 対話環境

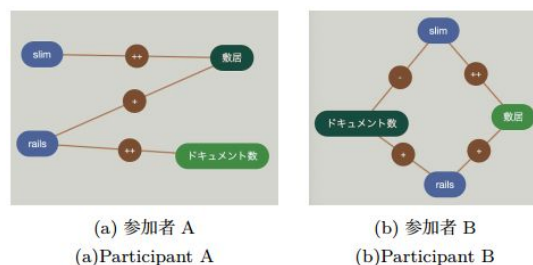
法やいくつかのルールを適用した手法などを提案し、その有効性を検証した。

続いて、参照要約と発話との対応付け結果を利用し、その対応付けを抜粋型要約の正解データだと見なした機械学習による文抽出実験を行った。

(3) マルチモーダルな分析、議論マップによる議論支援

まず、対話要約に関して、言語情報以外の要素に着目したマルチモーダルな対話要約の手法を検討し、評価した。具体的には非言語情報として(A)笑いや場の盛り上がり度の導入、(B)発話タイミングや発話のオーバーラップなどの時間情報の導入、(C)発話から得られる声量やピッチなどの音声情報の導入を行い、その有効性について検証した。

続いて、マルチモーダル化のための一つのモダリティとして議論マップと呼ぶシステムを構築した(図2)。議論マップからは議論の参加者の理解度を推定する手法について考察した。さらに、それぞれの作成した議論マップの内容を理解し、各選択肢の評価値などを見積もり、その結果を提示することで



(a) 参加者 A
(a) Participant A

(b) 参加者 B
(b) Participant B

図 2. 議論マップの例

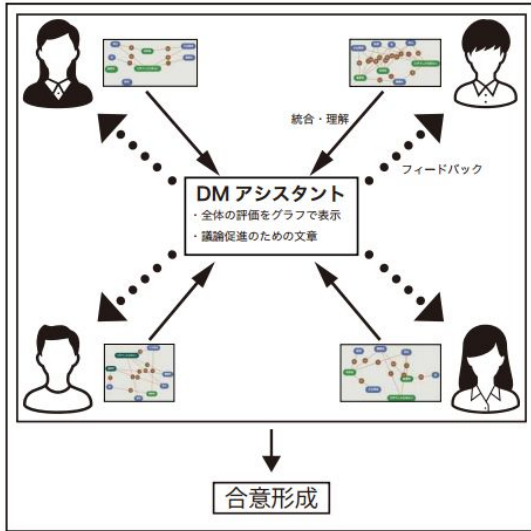


図 3 . DM アシスタントによる合意形成支援

合意形成を支援するシステム(DM アシスタント: 図 3) の構築も行った。

4 . 研究成果

(1) コーパスの構築・整備

複数人対話の理解や分析のためのコーパスである Kyutech コーパスを作成し、それを Web 上で無償公開している。現在公開されているコーパス(2017年3月時点)には対話の書き起こしデータと発話毎のトピックタグおよび各対話に対して三つの参照要約が含まれている。参照要約と発話との対応付けなどについては、データの整備が終了次第、順次 Web 上に公開する予定である。

各対話では、4 人による意思決定タスクを対象としており、参加者はある都市のショッピングモールの経営者であるという設定のもと、そのショッピングモールのレストラン街にあるレストランの閉店後に来店させるレストランを三つの候補の中から一つ選ぶというタスクについて議論している。一つの議論は 20 分の対話で構成され、日本語話し言葉コーパス(CSJ)の書き起こし基準に基づき、0.2 秒以上のポーズを転記単位とし、その書き起こしにフィラーや言い直しなどのタグ付けが行われている。現在は 9 対話収録されており、転記単位で数えると 4509 発話が収録されていることになる。

この各発話に 28 個のトピックタグを手手で付与している。28 個のトピックタグは本研究課題代表者を含む 4 名が対話データを分析し、議論した結果選定されており、この研究に関係していない者を含め、6 名でアノテーションをしている。最初に各対話に対して 2 名のアノテータを割り振り、各発話に付与できるトピックタグは二つ以内としてアノテータにタグ付けをさせた。この時点で少なくともお互いのアノテータのタグが一つは一致している部分一致率は 0.879 という高い値となった。続いて、この 2 名のアノテータの

結果を関係者で精査し、各発話につけることができるタグの数を三つまで(一つは必須、残りは任意)とし、最終的なトピックタグを選定した。最終的なトピックタグが少なくとも 2 名のアノテータの付けたタグのうち一つ以上を含んでいる率は 0.965 となり、信頼性の高いトピックタグセットが構築されている。

さらに最初のトピックタグを付与した 2 名のアノテータが、その対話についての要約(参照要約)をそれぞれ 250 文字以上 500 文字以内という制約の下で作成した。要約は AMI コーパスの参照要約作成基準を参考にし、「対話の内容を知らない人が読んだ場合でも、議論の内容を理解できるような要約を作成する」という制約を課した。その二つの参照要約と対話を参照し、その二つの要約の総意を取った要約を作成した。総意を取った要約と各アノテータの要約の ROUGE 値は 0.564 となり、比較的高い値を持つ参照要約を作ることができている。

これに加えて、各発話の対話行為タグの設計と予備実験や参照要約と各発話との対応付けに基づく抜粋型要約の基盤を作成し、それぞれの有効性も検証している。これらの研究の一部は言語処理学会第 23 回年次大会 言語資源賞を受賞した(対象発表数 70 件中 2 件)。

(2) 言語理解の要素技術の確立と分析

Kyutech コーパスを対象とした実験としてはトピックセグメンテーションと抜粋型要約の予備実験がある。

トピックセグメンテーションでは、語彙的連鎖に基づく手法(LCseg)と統計的なトピックモデルに基づく手法(TopicTiling)を実装し、さらにそれを組み合わせた手法を評価した。表 1 はその実験結果である。全体として TopicTiling が有効に機能しなかった。その結果、統合手法(Merge)の精度の大幅な向上には繋がっていない。TopicTiling は統計的なトピックモデルに基づいており、その算出には十分なデータが必要である。一方で現

表 1 . トピックセグメンテーションの精度

手法	完全一致	前後許容
LCseg	0.193	0.405
TopicTiling(10)	0.118	0.374
TopicTiling(20)	0.121	0.366
TopicTiling(30)	0.125	0.326
Merge(10,0.3)	0.126	0.363
Merge(10,0.7)	0.179	0.412
Merge(20,0.3)	0.149	0.374
Merge(20,0.7)	0.187	0.394
Merge(30,0.3)	0.152	0.368
Merge(30,0.7)	0.185	0.379

表 2 . 抜粋型要約の抽出実験

素性	RandomForest		SVM	
	Conv	Task	Conv	Task
Bag of Words	0.147	0.114	0.226	0.233
言語・非言語	0.256	0.271	0.249	0.229
全素性	0.119	0.140	0.298	0.274

状の Kyutech コーパスは 9 対話 4509 発話と十分な量であるとは言いがたい。さらなる分析のためにも今後のコーパスの拡充が重要な課題である。

抜粋型要約の実験では、研究代表者が過去に構築した雑談対話に対する文抽出手法を適用し、その有効性を検証した。実験結果を表 2 に示す。表 2 から現状では精度的に十分でないことが確認された。また、参照要約中の約 20% の文は、実際の対話中に対応する発話のないものであることが分析で分かった。これはたとえば「U B C モールの不採算が原因で閉店することになったミスター K の代わりに新規店舗を沖縄料理あたる、台湾ヌードル、ポノパスタから選ぶ会議が行われた。」のような参照要約の作成者が対話全体を整理してまとめた文であり、抽出型要約で対応することが難しいものである。今後は生成型の要約手法の適応などを行う予定である。

(3) マルチモーダルな分析、議論マップによる議論支援

マルチモーダルな要約生成に関する実験として (A) 笑いや場の盛り上がり度の有効性、(B) 発話タイミングや発話のオーバーラップなどの時間情報の有効性、(C) 発話から得られる声量やピッチなどの音声情報の有効性、について検証した。

(A) については、笑いや盛り上がり度の利用によって若干の精度向上が得られたが、有意な差とはいえないレベルであった。(B) については発話速度を利用することで言語情報のみ的手法と比較して有意な差がある実験結果が得られた。(C) については声の大きさに関する特徴が精度向上に貢献していることは確認したが、有意な差は認められなかった。一方で、有意差が認められなかった原因を調査したところ、録音した環境に依存することが判明し、適切に録音されたデータであれば、有意水準 5% で有意傾向があることも確認された。

議論マップを用いた議論支援に関する枠組みでは、DM アシスタントと呼ぶ合意形成支援システムの構築を行い、実際の対話を経てその有効性について定性的に評価した。DM アシスタントでは、Ebbinghaus の忘却関数なども考慮し、各選択肢の評価値を推定し、参加者全員の考えと各参加者の考えの両方を提示することで、議論の活性化を支援した(図 4)。さらに算出された評価値により、情報の言語化を行い、各参加者にフ

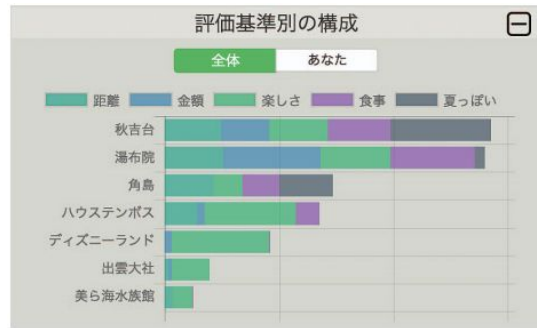


図 4 . 算出された評価値の提示例

現在の状態

- 「秋吉台」と「湯布院」の評価が高くなっています。
- 「秋吉台」は「夏っぽい」、 「湯布院」は「金額」の点で評価されています。

全体

- 「秋吉台」と「湯布院」において、「距離」という点ではどちらが良いですか？
- 「夏っぽい」の観点から議論してみてください。

個人

- あなたは「ハウステンボス」の評価が高いですが、全体では「秋吉台」の方が評価が高いようです。
- 「夏っぽい」や「金額」の観点からアピールしてみてください。

図 5 . 言語化によるフィードバックの例
フィードバックする枠組みを実装した(図

表 3 . DM アシスタントに基づく議論の満足度に関する評価

項目	議論 1	議論 2	平均
グラフ 1 「全体と自分の評価」	4.25	4.50	4.38
グラフ 2 「評価基準別の構成」	4.25	4.50	4.38
グラフ 3 「選択肢ごとの比較」	3.67	3.50	3.58
グラフ 4 「選択肢を評価基準別に比較」	3.75	3.25	3.50
文章 1 「現在の状態」	4.25	4.75	4.50
文章 2 「全体」	2.75	3.50	3.13
文章 3 「個人」	3.00	3.25	3.13
DM アシスタント全体のレイアウト	4.25	4.25	4.25
DM アシスタント全体の操作性	4.50	3.50	4.00

5). これらの機能について、満足度をアンケートにより収集した。結果を表 3 に示す(5 点満点)。全体として、高い評価を得ることができている。今後はより詳細で定量的な評価を行う必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

Yo Tokunaga and Kazutaka Shimada. Extractive Summarization Based on a Combined Method Using Several Features for Multi-Party Conversation, ACIS International Journal of Computer and Information Science, Vol. 16, No. 2, pp.

12-21, 2015. (査読あり)

[学会発表](計18件)

山村 崇, 嶋田 和孝. Kyutech コーパスにおける抜粋要約のアノテーションと分析, 言語処理学会第23回年次大会(NLP2017), P2-7, pp. 146-149, 2017. 「筑波大学(茨城県つくば市)・2017年3月16日」(査読なし)

Takashi Yamamura, Kazutaka Shimada and Shintaro Kawahara. The Kyutech corpus and the topic segmentation using a combined method, Proceedings of the 12th Workshop on Asian Language Resources, pp. 95-104, 2016. 「大阪コンベンションセンター(大阪府大阪市)・2016年12月12日」(査読あり)

日野 優登, 山村 崇, 嶋田 和孝. Kyutech コーパスにおける発話意図タグの設計と分析, 電子情報通信学会, 言語理解とコミュニケーション研究会(NLC), 第3回自然言語処理シンポジウム, 2016. 「NTT 武蔵野(東京都・武蔵野)2016年12月21日」(査読なし)

桐木平 龍之介, 嶋田 和孝. 議論マップを用いた議論におけるフィードバック機能の構築と検証, HCGシンポジウム2016, I-1-8, pp. 297-302, 2016. 「高知市文化プラザかるぽーと(高知県高知市)・2016年12月7日」(査読なし)

山村 崇, 嶋田 和孝. 語彙的連鎖とトピックモデルに基づくテキストセグメンテーション, 言語処理学会第22回年次大会(NLP2016), P14-6, pp. 569-572, 2016. 「東北大学(宮城県仙台市)・2015年3月8日」(査読なし)

嶋田 和孝, 山村 崇, 河原 真太郎, Giuseppe Carenini, Raymond Ng. Kyutech コーパス: 意思決定タスクを対象とした複数人対話コーパス, 言語処理学会第22回年次大会(NLP2016), P19-7, pp. 1097-1100, 2016. 「東北大学(宮城県仙台市)・2015年3月8日」(査読なし)

桐木平 龍之介, 嶋田 和孝, Giuseppe Carenini. タブレット端末を用いた議論の合意形成支援システムの開発, 人工知能学会 第75回 先進的学習科学と工学研究会(SIG-ALST), 2015. 「慶応大学(神奈川県横浜市)・2015年11月14日」(査読なし)

Hironobu Takagi and Kazutaka Shimada. Understanding level estimation using discussion maps for supporting

consensus-building, 18th International Conference in Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems - KES2014, pp. 786-793, 2014. 「Gdynia(ポーランド)・2014年9月15日」(査読あり)

Yo Tokunaga and Kazutaka Shimada. Multi-party conversation summarization based on sentence selection using verbal and nonverbal information, Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence (IIAI-ICSAI 2014), pp. 464-469, 2014. 「北九州国際会議場(福岡県北九州市)・2014年8月31日」(査読あり)

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.pluto.ai.kyutech.ac.jp/~shimada/> (代表者 Web ページ)

<http://www.pluto.ai.kyutech.ac.jp/~shimada/resources.html> (公開資源 Web ページ)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

嶋田 和孝(シマダ カズタカ)

九州工業大学・大学院情報工学研究院・准教授

研究者番号: 50346863

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし