構造化議事録のリライトに基づくテキストアノテーション

長尾　確
名古屋大学
情報科学研究科
nagao@
nuie.nagoya-u.ac.jp

竹島　亮
名古屋大学
情報科学研究科
takeshima@nagao.
nuie.nagoya-u.ac.jp

棚瀬 達央
名古屋大学
情報科学研究科
tanase@nagao.
nuie.nagoya-u.ac.jp

大平 茂輝
名古屋大学
情報基盤センター
ohira@
nagoya-u.jp

松原 茂樹
名古屋大学
情報科学研究科
matsubara@
nagoya-u.jp

1　はじめに

我々は，ディスカッションマイニングと呼ばれる，人間同士の知識交換の場である対面式会議において，映像・音声情報やテキスト情報を記録し，それらに対する議論構造などのアノテーションを獲得することで，会議内容から再利用可能な知識を発見する技術に関する研究・開発を行っている [1].

本研究では，会議記録のテキスト部分を意味構造化するためのアノテーションを収集する．それによって，会議記録に関するさまざまな応用 (例えば、議論の要約や問題点の抽出など) のために有効な言語データが得られる．これまでの成果で，発言間の表層的な依存関係が得られているが，発言間の意味関係についてはまだ十分な手がかりが得られていない．そのため，発言内容のテキストをリライトする (発言をまとめて要約文を作る) ことで，発言間の意味的関係を発見する手がかりとなるアノテーションを取得する．

すでに 6 年間の実験で 400 件を超える会議コンテンツが作成されており，そのデータに基づいて今回のプロジェクトを実施する．これまでの成果で，発言間の表層的な依存関係や，発言と指示行為 (ポインティング) との関係が得られているが，発言の重要性や発言間の意味的な関係 (修辞関係など) についてはまだあまり手がかりが得られていない．そのため，今回のプロジェクトで詳細な意味的特徴が発見できれば，会議内容からの知識発見が大きく進展すると思われる．

2　会議コンテンツと構造化議事録

本研究で作成される会議コンテンツは発表者のプレゼンテーションの部分と質疑応答を含む議論の部分から成る (会議コンテンツの構成と作成手法については別稿で詳しく述べている [2]).

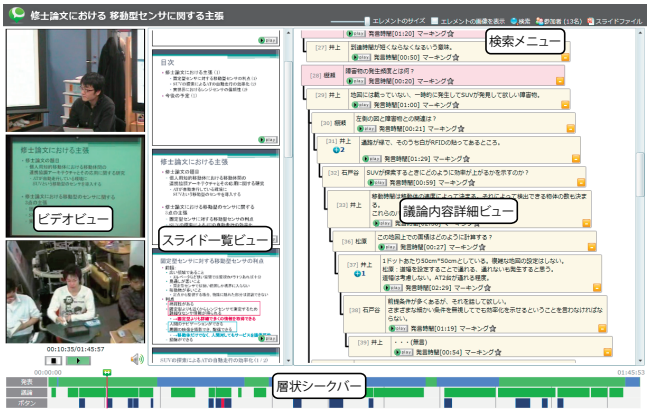

図 1: 会議内容閲覧システム

特に議論の部分は，発言をノードとした木構造で表わされ，各ノードには，発言者情報，書記によって記述された発言内容のテキスト，ポインタを用いた指示対象の情報，各参加者に付与された態度情報 (賛成か反対か) とマーキング情報 (後で参照するためのブックマーク) が付随する．この部分を構造化議事録と呼ぶ．

我々は，構造化議事録を含む会議コンテンツを検索・閲覧するためのシステムを実現している．この閲覧システム[1]では，日付や参加者情報から議事内容の検索，現在進行中の議論と類似した過去の議論の閲覧，議論の様子の効果的な可視化 (図 1 を参照) などが行える．

このシステムは以下に示すコンポーネントから構成されている．これらのコンポーネントがそれぞれ相互に連携しながら動作することによって議論内容の効率的な閲覧を実現している．以下でそれぞれのコンポーネントの詳細について述べる．

- ビデオビュー

[1]下記の URL で公開している．
http://dm.nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp/

- スライド一覧ビュー
- 層状シークバー
- 議論内容詳細ビュー
- 検索メニュー

2.1 ビデオビュー

議論中の様子を閲覧するためのビデオには，参加者ビデオ，発表者ビデオ，スクリーンビデオの 3 種類がある．ビデオビューではこれら 3 つのビデオの同時閲覧を実現している．このビデオビューは後述する層状シークバーや議論内容詳細ビュー上の操作と連動しており，発言単位やスライド操作単位でのスキップ再生を行うことができる．またビデオビューにおけるビデオの再生時間に応じて層状シークバーのスライダーや議論内容詳細ビューの表示が変化するため，議論全体の中でどの時間を閲覧しているかを確認できる．

2.2 スライド一覧ビュー

スライド一覧ビューでは会議に使用されたスライドサムネイルが表示される．スライドサムネイルはスライドの表示された順番にソートされ，また会議中に同じスライドが複数回表示された場合は，スライドサムネイルも複数枚表示される．そしてサムネイルの再生ボタンを押すことで，そのスライドが表示された時間からビデオを再生することができる．こうすることで発表者がスライドの説明を行っている部分にも容易にアクセスすることができる．また，スライドサムネイル自体をクリックすることで拡大されたスライドのイメージが表示され，スライドの詳細を閲覧することができる．

2.3 層状シークバー

構造化議事録のメタデータは，層状シークバーと呼ばれるコンポーネント内のタイムライン上に表現される．この層状シークバーはスライダーと複数のバーによって構成される．

スライダーはビデオの再生時間に応じてタイムライン上を移動し，スライダーをドラックすることでその時間からビデオを再生することができる．これにより議論中の任意の位置にアクセスすることができる．

層状シークバーではメタデータごとにタイムライン上にバーを作成することによって様々な視点から議論全体を俯瞰することができる．例えば発表スライドバーは発表者のスライド操作を表現している．色の切り替わり目がスライドの切り替えを表しており，それぞれの箇所にマウスカーソルを合わせることでそのときに表示されていたスライドを確認できる．また，それぞれの箇所をクリックすることによって，該当するスライドが表示された時間からビデオを再生することができる．

会議中に行われた議論の情報は議論バーに表示される．議論バーは議論セグメントを単位とするアイテムから構成されており，それぞれの議論における単位時間当たりの発言数によって表示される色が異なる．単位時間当たりの発言数が多ければ色が濃くなり，逆に少なければ薄くなる．またそれぞれのアイテムにマウスカーソルを合わせることでその議論セグメント内で発言した発言者名や各発言者の発言回数などが表示される．そしてアイテムをクリックすることで，該当する議論セグメントの導入発言からビデオを再生することができる．これらの情報によって行われていた議論を大まかに把握することができる．

2.4 議論内容詳細ビュー

層状シークバーによって様々な視点から議論全体の俯瞰を行った後は議論内容詳細ビューによってその詳細を閲覧することができる．議論内容詳細ビューでは取得した議論構造を保持したまま，各発言をノードとした木構造を成すように表示される．また，各発言のノードごとに発言の開閉ボタンが付与されている．このボタンをクリックすることで発言ノードの全表示・縮退表示の切り替えをすることができる．これにより閲覧者が見たい発言のみを選択して表示することができる．そのため発言間の関係を容易に把握することができ，単に発言がリスト状に表示されるだけでは理解が困難な議論の文脈の理解を促すことができる．

そして各発言のノードには書記が入力した発言テキストをはじめとして発言の ID，発言者名，発言時間，その発言に対して入力されたボタン情報などが含まれる．ユーザーはこれらの情報をもとにビデオの閲覧を行う．また，ビデオの再生と同時に，層状シークバーのスライダーも自動的に移動するので，現在閲覧している箇所を容易に把握できるとともに，発言の部分に対しても容易にアクセスすることができる．また，動画再生と同期してスライダーが移動するため，現在再生している発言の位置を知ることができる．そして再生されている発言中に押された，賛成や反対，マーキ

ングといったボタン情報が表示される．これにより発言内容をより詳細に把握することができる．また，次の発言が存在する場合は，再生中の発言が終了すると，あるいは発言移動ボタンで次の発言に移動すると同時に自動的に次の発言が再生される．この機能により連続した発言の閲覧が可能となる．

2.5　検索メニュー

検索メニューは曖昧な手掛かりをもとに閲覧者とスライドや発言を結び付ける役割を果たす．同時に，閲覧者が検索結果に対してインタラクティブな操作を行うことで，閲覧目的を明確にし，より具体的な閲覧対象へと閲覧者を導く手助けを行う．

閲覧者はキーワードによる検索が行える．キーワードによる検索では，単純なキーワードマッチングだけでなく，発言者名による絞り込みも可能である．そして検索にヒットした発言以外は縮退表示になり，かつ検索キーワードはハイライト表示される．これによりキーワードを用いて，閲覧したい発言を素早く探し出すことができる．

後述する議事録の編集ツールは，この閲覧システムと連動し，発言テキストに関連するビデオとスライドを参照しながら作業を行うことができる．

3　構造化議事録のリライト

構造化議事録は，書記の記述したテキストを含んでいるが，複数の発言者がいるため，テキストの部分のみを集めても一つの文書としては閲覧に適したものにはならない．例えば，文間のつながりがわかりにくく，発言者の誤解により意味的な不整合も発生する．

そこで，各議論セグメントごとに，発言テキストを，文章を読んで意味が通るようにリライトしてもらう．この作業のために専用の編集ツールを用意する．

リライト作業に関するガイドラインとして以下のものがある．

- 内容がよくわからないときは会議内容閲覧システムを用いて，スライドやビデオを確認する
- 文の順序は必要に応じて自由に変更してよい
- 複数の文を統合して一つの文にしてもよい
- 意味的につながらないと思われる表現は削除してよい
- 文間のつながりがわかるように、文頭に接続詞を入れる
- リライト後に一通り音読してみる

3.1　リライトによって得られる情報

このリライト作業によって獲得したい情報は以下の通りである．

- 各議論セグメントの主題
- 発言テキスト内の重要な言葉
- 質問発言と回答発言およびそれらの特徴
- 文を削除することから推論される冗長あるいは議論から逸れている発言
- 接続詞の挿入から推論される発言間の意味的関係

別稿 [2] で述べたように，議論構造および発言テキストはおおむね妥当なものであると確認されたが，知識発見における推論のために十分な意味的情報は未だ得られていない．その理由は，発言者が会議中に自分の発言の意味的属性を決定するのは困難であり，それに関するアノテーションを会議後に行うには参加者のインセンティブに欠けることと，発言内容の言語処理が必要であるにも関わらず，そのための技術が十分ではないからである．

今回のプロジェクトは，これまでの構造化議事録の弱点を補うべく，会議中に獲得することができなかった意味的属性を発言あるいは発言間の関係に付与するために行うものである．

3.2　リライトの例

構造化議事録に含まれるテキストは，各参加者の発言内容を記録するものであり，会議の内容の要約を目的としているわけではない．また会議では，内容が重複する発言もあり，複数の発言による言い合いの結果結論が出されることもある．議事録にはこれらの発言全てが記録されている．そのため，会議の流れを理解するために議事録は重要であるが，会議の内容だけを知るためには冗長な部分が多い．

リライトは，議事録のテキストに基づいて，それぞれの議論の要約を作成する作業であり，リライトの傾向を分析することで議事録から会議の要約を自動的に生成するためのコーパスを作成することができる．

議事録に含まれる発言テキストには，一般的な文章にはあまり含まれない特徴がある．議事録を適切にリライトし文書化することで，コーパスを作成するためのアノテーションが得られる．

リライトが必要な議事録の特徴の一覧を表 1 に示す．

以下に議事録の特徴それぞれについて例を挙げて説明する．下線部がリライトの対象部分である．

1. 質問と回答

(a) 移動体は複数同時に 認識できるか。
(b) 認識できる。最も近い移動体から処理する。

↓

リライト結果：移動体は複数同時に認識できる。最も近い移動体から処理する。

(a) 重ね合わせは、
点群とポリゴンどちらとの比較か。
(b) ポリゴン化する前の地図との比較である。

↓

リライト結果 : 重ね合わせは、ポリゴン化する前の地図との比較である。

会議では，参加者の質問発言に対して，他の参加者が回答発言をするという議論が度々起こる．質問発言そのものは，会議内容の要約には不適切であるため，疑問発言の前半を残し回答発言と結合する．質問発言に疑問詞がある場合は削除する．このリライトにより，発言が質問/回答発言かどうかがわかる．

2. 重複・冗長

(a)*SUV* により、*AT* が人を早く認識できるようになる。
これは、*AT* が人を先に発見するための仕組みである。
SUV が見たものは AT が見たものと同じなので、SUV を使えば AT は人間を先に見つけることができる。

内容の確認のためにされる発言は他の発言と重複する場合があり，それらをそのまま残すと冗長である．重複する内容の発言は発言自体を削除する．また，発言は，強調等のために同じ内容を繰り返すことがある．文章は読み返すことができ，内容を繰り返すことは冗長である場合が多いため削除する．このリライトにより，冗長な発言かどうか，または冗長な部分を含む発言かどうかがわかる．

3. 接続詞の不足

(a) 階段を厳密に認識するのは難しい。
(b) 自律走行で階段に近づきすぎると危険であり、対策が必要である。

↓

リライト結果 : 階段を厳密に認識するのは難しい。しかし、自律走行で階段に近づきすぎると危険であり、対策が必要である。

発言の意味や流れは，話し方やその場の雰囲気から大きく影響を受ける．接続詞が無くとも，話し方等により流れの切り替わりが表現される場合が多い．文章には話し方等の情報を付加することはできないため，接続詞などを適切に用い表現する．接続詞の種類は限られているため，付加された接続詞を分析することで議論の流れ・発言のつながりを、比較的正確に機械的に判断することができる．

4. 内容の不足

(a) データを取ることができない。

↓

リライト結果 : 天井の高さの データを取ることができない ため、天井を生成することができない。

話し方やその場の雰囲気から影響を受けた発言は，字面以上の意味内容を持つ場合がある．また，発言中に強調された部分を優先させることにより，文脈的な意味が欠落する場合がある．もともとの発言が持っている，発言テキストには含まれていない内容を補完することで，リライト後の文章から論理的に整合な内容を取得できるようになる．リライトにより、情報が不足している発言かどうかがわかる．

5. 言い合い

(a)後から壁などのデータを手動で追加したりできるようにしたい。
(b) 変更されたデータを とるためにもう一度 自動で取り直すなどはしないのか。
(c) いすや机など良く動かすようなものに対してそのつどすべての地図を生成するのは冗長である。動的に経路を変更できると良い。
(d)自動で 地図との差分を認識し、変更箇所のみデータを取得するようにしたい。

↓

リライト結果 : 変更されたデータを自動で取り直す必要がある。いすや机など良く動かすようなものに対してそのつどすべての地図を生成するのは冗長であるため、地図との差分を認識し、変更箇所のみデータを取得するようにしたい。

表 1: リライトが必要な議事録特徴とリライト処理の方法

	リライトが必要な議事録特徴	リライト処理
1	質問と回答	質問発言の主語を残し、回答発言と結合
2	重複・冗長	重複・冗長発言/箇所の削除
3	接続詞の不足	発言同士の辻褄が合うよう補完
4	内容の不足	リライト文だけを見て内容がわかるように補完
5	言い合い	経緯と結論を残しまとめる

会議では，複数人の言い合いにより内容が掘り下げられ，最終的な合意や決定に至るような議論が起こる場合がある．どのように結論に至ったかは重要であるが，最終的な結論とは関係がない発言や，意見に対して賛成や反対を表明するだけの発言は要約に含めるには不適切である．言い合いに発展した議論は，最終的な結論とその決定に至る経緯を残してまとめ，不必要な発言や内容は削除する．この例では，結論として自動でデータを再取得することになった．手動で変更するという内容の発言 (a) は却下されたため，リライトでは削除する．リライト結果は，発言 (b) から発言 (d) をまとめたものになる．リライトにより，最終的に必要がなくなった発言や，議論の流れ、結論発言を得ることができる．

3.3 リライト用ツール

構造化議事録の持つ情報を保存しつつ，テキストのリライトを可能にするために専用の編集ツールを開発した．この編集ツール (以下，エディタ) は Web アプリケーションとして動作する．このエディタは以下の機能を持つ．

- 閲覧システムの議論内容詳細ビューで選択された議論セグメントに含まれる発言テキストをインポートする
- 編集中のテキストがどの発言に含まれているかを内部的に保持する
- 閲覧システムと連携し，編集中のテキストから構造化議事録の発言テキスト (オリジナル) を参照する (同時に関連するビデオやスライドも参照する)

図 2 の右側にエディタのスクリーン画像を示す．エディタの初期状態では，構造化議事録の議論セグメントごとの全ての発言が図のように表示されており、ユーザーは、これらの全発言の編集・リライトを行う．

このエディタにおいて，テキストの編集は一般的なプレーンテキストの編集と同様に，タイピング，カーソル操作などの簡単なキーボード操作のみで行い，複雑な操作は一切必要としない．

その一方で，エディタ中のテキストが構造化議事録のどの発言テキストが元になっているかを HTML のタグを用いてマークアップすることで内部的に保持している．さらに，この内部情報は，編集の最中で頻繁に行われると予想される，元々のテキストには含まれない文字列の追記，不要な文字列の削除，あるいは文字列のコピー&ペーストといった行為がなされても，1 文字でも残っていれば保持される．

このように，編集中のテキストが構造化議事録のどの発言であるかが常に保持されているため，ユーザーは容易に，編集中のテキストから，会議コンテンツの発言テキスト・スライド・映像を参照することが可能である．具体的には，ユーザーがエディタ上部に存在する「元の発言を見る」ボタンを押すことで，編集中のテキストが，図の右下部分のように内部の情報が分かるように表示され，テキストをクリックすると，そのテキストの元となった書記テキストの部分が閲覧中の会議内容閲覧システムの中でハイライトされる．

そのため，ユーザーが，編集されたテキストが元々はどのような文章であったか分からなくなってしまった場合にも，編集中のテキストの元になったテキスト・スライド・映像を閲覧することで，容易に編集中のテキストの内容を思い出すことが可能である．

以上の機能に加え，本エディタは，編集履歴をブラウザ内部で記録するように設計されており，基本的な UNDO/REDO の機能を持つ．最終的に、得られたリライト結果はそのリライト結果に至るまでの編集履歴とともにサーバーに送信される．

以上のツールを用いて，リライト作業の詳細なログを収集し，それらを分析することで構造化議事録に対

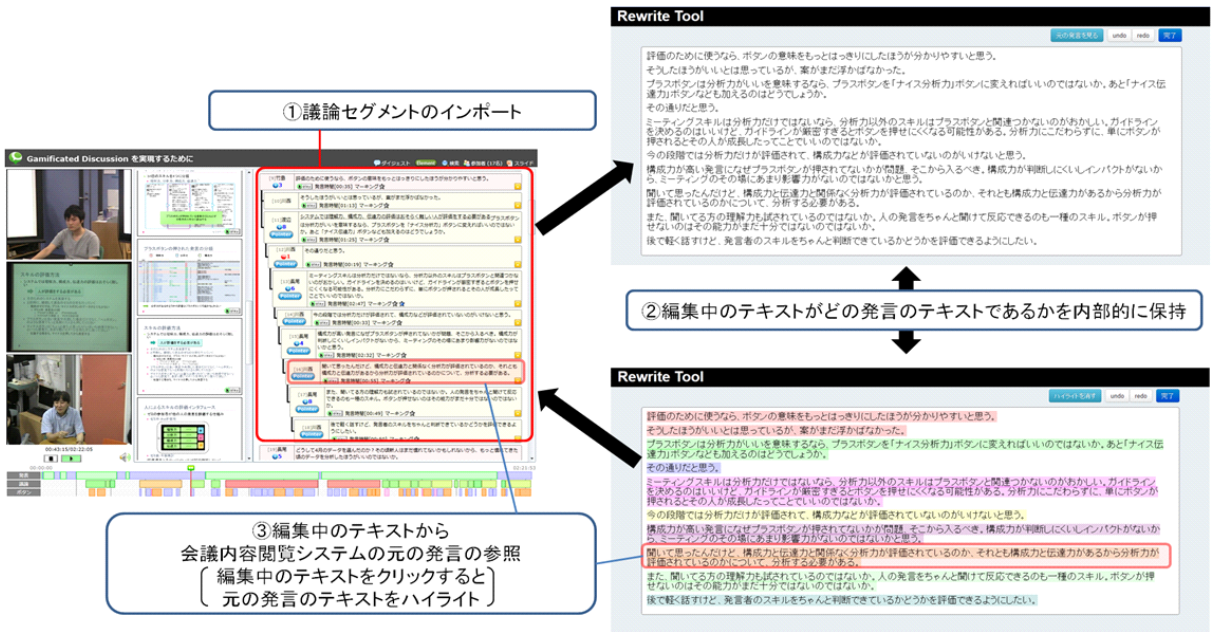

図 2: 会議内容閲覧システム (左) と連動するリライトエディタ (右)

する意味的アノテーションを獲得する．

4　実験計画

実験計画は次のようになる．

これまでに作成した会議コンテンツ 430 件のうち，300 件程度に含まれるテキストを 6 名の学生アルバイトにリライトしてもらう．期間は半年間である．リライトの個人差を分析するために，6 名のうち 2 名に同じコンテンツをリライトしてもらい，その共通部分を自動抽出する．リライトには前述の専用エディタを用いる．

リライト結果は，月ごとにレビューし，作業の問題点などを指摘する．リライト結果から意味的アノテーション (主に，発言間の意味的関係と各発言の重要性) を抽出する作業は，構造化議事録の属性とリライトのログから統計的処理に基づいて意味的属性を決定する専用のプログラムを用いて行う。これによる抽出の妥当性も統計的検定手法を用いて検証する．

5　おわりに

会議における発言間の関係を，新しい主題の導入か以前の主題の継続か，という観点で分類し構造化を施した議事録に対して，議論を要約し意味の通る文書に書き直すという作業を通じて，発言間の詳細な意味的関係を抽出するためのプロジェクトを提案した．

議事録のリライトはその内容に詳しくない一般の人にも可能な作業であり，人手と時間はかかるが着実にデータを蓄積することができる．ロジスティック回帰分析など，統計的手法はさまざまなものが考えられるが，同じデータから複数のモデルを構築して最適なものを選択する．

プロジェクトが採択された場合は，会議の内容を記録し，議論構造を形成する手法に加えて，議論の意味構造を解析する一般的な手法とその手法によって解析されたコーパスが構築できると思われる．

意味構造が解析されれば議論構造やテキストの表層的な属性などから意味構造を統計的に推定することができるだろう．それによって，議事録からの知識発見などの高度な応用が，かなり高い精度で実現できると思われる．

参考文献

[1] Nagao, K., Kaji, K., Yamamoto, D. and Tomobe, H.: Discussion Mining: Annotation-Based Knowledge Discovery from Real World Activities, *Proc. of the Fifth Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM 2004)*, pp.522-531 (2004).

[2] 長尾　確, 竹島　亮, 棚瀬 達央, 大平 茂輝, 松原 茂樹: 会議内容に対する構造化アノテーションとその評価, テキストアノテーションワークショップ・コンテスト (2012).