

M-018

GIGABOARD: リアルタイムな資料提示による会議進行支援システム

GIGABOARD: A Meeting Support System with Continuous Contents Presentation

西村圭亮[†] 池谷直紀[†] 岡本昌之[†] 坪井創吾[†] 長健太[†] 服部正典[†]

1. はじめに

近年、インターネット回線を利用した Web 会議 [1] や専用の電子ホワイトボード [2] を利用した会議支援システムの開発がなされている。これらの会議支援システムは、ビジュアルなコミュニケーションや情報共有を容易に行えることを実現している。一方、人と環境の協調作業支援のアプローチとして、Brooks らの Intelligent Room がある [3]。Intelligent Room では、部屋の空間内に、ビデオカメラ、マイク、電子タグなどの様々なセンサを複数配置することで、人が今どのような動作をしており、次に何を行いたいのか、人の実世界行動の推定を試みている。同様に長尾らのディスカッションマイニングでは、会議を対象とした実世界行動と議論内容との意味関係の半自動的な構造化を試みている [4]。

前述のアプローチに対して、我々は会議進行を阻害する要因に着目した。例えば、過去の議論内容や話題を会議進行中に再び議論したいときに、容易に必要な情報にアクセスできないため、議論の停滞や先送りが発生するなどの課題があった。そこで我々は過去の議論の内容に合った情報をリアルタイムに提示することでスムーズな会議進行を実現する会議支援システム GIGABOARD を提案する。

2. GIGABOARD 概要

GIGABOARD は、電子ホワイトボード上に表示したスライドやホワイトボードに書き込んだ内容など (以下、表示資料) を頁単位に蓄積し、後の会議進行中にユーザが再活用したい表示資料を推定し提示するシステムである。

ユーザが必要とする表示資料を推定するために、本システムは、まずスライドの切り替えや発話などのイベントを検出する。それらのイベントを表示資料毎に分割・処理したものをアノテーションと呼ぶ。本システムは、表示資料に対してそれがどのように活用されていたかを知るためのアノテーションを関連付けることで、アノテーションに基づいて過去の多数の表示資料の中から再活用される可能性が高いものを選出し、ダイジェストとして提示する。

これにより、ユーザはダイジェストから所望の表示資料を選択することで、即座にその表示資料を参照することができるため、議論を阻害せず、円滑な会議進行が可能となると考える。

2.1 システム構成

図 1 に本システムの構成図を示す。本システムは、大きく分けて 3 つの部分から構成される。最初にクライアントである複数の会議参加者の PC があり、次にネットワークを介して各クライアントから得られた様々な会

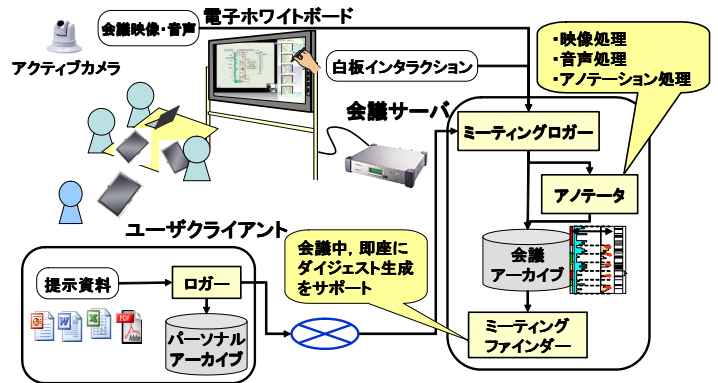


図 1: システム構成図

議情報とアクティブカメラ、マイクによって得られた画像、音声を蓄積する会議サーバがある。そして最後に会議サーバから会議資料やダイジェストを表示する電子ホワイトボードからなる。

各ユーザクライアント PC では、会議中にどのような資料を開いたか、どのような操作を行ったかが、常駐型のソフトウェアであるログによって記録される。また、会議映像・音声および各クライアント PC の操作情報は、会議サーバのミーティングログへ集約される。ミーティングログに集約された情報は、アノテータによって映像処理、音声処理、アノテーションが行われる。アノテートされた情報は、会議アーカイブへと蓄積される。その会議アーカイブからミーティングファインダーは、ダイジェストとなる表示資料を推定し、提示する。また電子ホワイトボードは、タッチパネルを採用することで、画面に対して直接操作することができ、ペン入力による図や文字の書き込みも行うことができる。

2.2 UI と利用方法

会議資料にアクセスする UI は、図 2 のように、左側に会議で用いる資料を表示する資料表示画面と、右側に表示資料のダイジェストと時系列バーを備えている。右側のバーが時間を表しており、会議時間の経過とともに、サムネイル化された表示資料のダイジェストが表示される。ユーザは、そのダイジェストから任意の表示資料を選択することで、その表示資料が即座に左の資料表示画面に拡大表示され、議論時の資料の活用が可能になる。本システムは会議 1 回分だけでなく、週・月単位のダイジェストを表示することができる。

利用時の様子を、図 3 に示す。実際の利用例では、例えば、前回会議の資料を用意せずとも、会議の最初に必要な、前回会議のアクションアイテムや前回課題について議論していた表示資料のダイジェストを選択すること

[†](株) 東芝 研究開発センター 知識メディアラボトリー

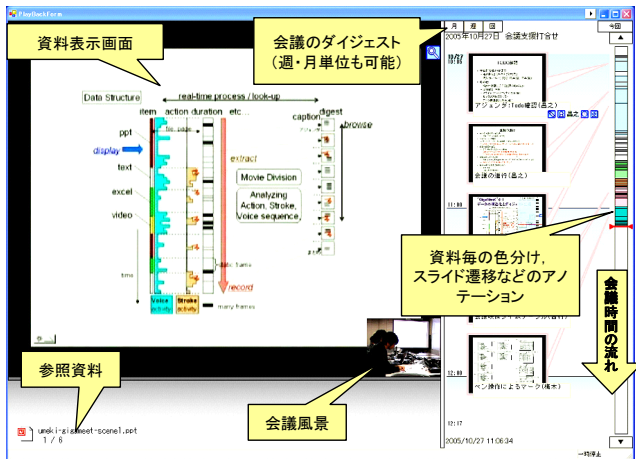


図 2: GIGABOARD の UI



図 3: 利用時の様子

で、その進捗確認や議論を再度行うことができる。また、その他の利用例としては、初参加の会議参加者には、これまでの経緯を説明するためにダイジェストで提示されている表示資料を順に追うことで効率的な説明が行えるなどの活用法がある。

2.3 アノテーションと資料の関連付け

アノテーションと表示資料の関連付けを図 4 に示し、処理の流れを説明する。

1. ロガーやマイクなどから表示資料に対する操作や発話などの種々のイベントを時系列に検出する。
2. 検出された種々のイベントを表示資料毎に分割し、アノテーション生成処理を行う。例えば発話であれば、一定の音量が検出された開始時刻から終了時刻までを発話時間と見なす処理を行うことで、発話に関するアノテーションを生成する。
3. 表示資料に対してアノテーションを関連付ける。

具体的には、図 4 の枠内に示されるように、“slideA-2”というスライドを提示していた時間内に、話者の交替イベントが複数回発生した場合、そのスライドに対し、例えば“発話交替数 12 回”などのアノテーションが付与される。同様に、“slideA-3”から切り替わったなどのスライドの切り替わりイベントが発生した場合、それまでの提示していた時間である“表示時間 5 分”がアノテーションとして“slideA-3”に付与される。

以上の処理を、アノテータが会議中に提示した表示資料毎に継続して行う。その後、ミーティングファインダーが、表示資料に付与されたアノテーションを用いて、後述する推定式に基づいてダイジェストを生成する。

3. 提示資料の推定方式

資料提示による会議進行支援を行うためには、各資料を活用した頻度や回数、また資料を表示している際に行ったコミュニケーションの量や質に基づいて以後の会議で再度使用したい表示資料を推定することが、ダイジェストを生成する際に有効であると我々は考えた。

本節では、上述のダイジェストの提示を実現する上で有効と考えられるアノテーションの種類を述べ、さらに、そのアノテーションを用いて、表示資料を抽出する際の手法を述べる。

3.1 有効なアノテーションの分析

有効なアノテーションを検討する際、音声の発話内容認識と言った高度な処理を必要としない範囲で、どのようなものが有効か、以下の項目を検討した。

1. スライド資料の表示時間
標準的に使用される PowerPoint などのスライドの切り替わりイベントを検出することで、資料の提示開始時刻と終了時刻から表示資料の表示し続けた時間をアノテーションする。
2. 各話者の発話時間
各話者のマイクから入力される音量が一定の閾値を超え続けた時間を発話時間とみなし、表示資料毎にアノテーションを行う。
3. 資料頁の振り返り回数
スライドの切り替わりイベントを検出することにより、以前提示していた表示資料も検出できるため、その表示資料に対して振り返りのアノテーションを行う。
4. 話者の交替回数
発話時間のアノテーションと同様に、各話者のマイクから入力される音量の切り替わりを検出することで、表示資料毎に何回の話者交替が発生したかアノテーションする。

以上、4 種のアノテーションが有効であると考え、次節以降、これらのアノテーションを用いる。

3.2 アノテーションを利用した表示資料の抽出手法

ミーティングファインダーは、各表示資料の再活用の有効性を示す値である重要度 S_{page} を、それぞれの表示資料毎に付与されたアノテーションから算出する。

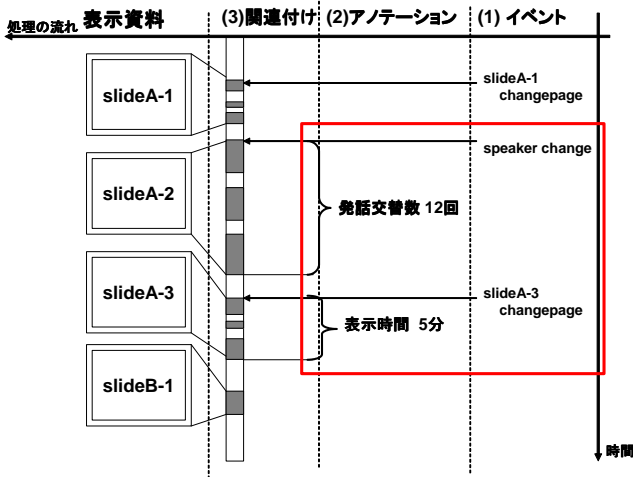


図 4: アノテーションと資料の関連付け

以下に、各アノテーションの値をアノテーションの種類毎に平均 0、標準偏差 1 に正規化し、単純総和した値を、1 場面あたりの重要度として算出した。

$$S_{page} = \sum_{i=1}^N annotation_i \quad (1)$$

ここで、N はアノテーション種別の総数である。1 場面あたりの重要度 S_{page} は、数値が高いほど優先的にダイジェストに活用されることを表す。

4. 実験および評価

実際の会議データを用いて、上記手法と、主観による表示資料抽出の比較を行い、どれだけ一致するか評価した。

4.1 対象とする会議

会議には異なる種別の会議があるため、本実験では、2 種類の異なる形式を持つ会議を対象にアノテーションおよび主観による表示資料抽出を行った。対象とする会議を、表 1 に示す。各会議とも、会議時間は 2 時間程度であり、参加者は 5 人以上、表示スライド数は 30 から 40 程度である。アノテーションの作成方法は、あらかじめ録画した会議映像を見ながら、人が目視で付与した。

表 1: 対象とする会議

会議形式	会議内容
発表	1 人を中心とした発表形式
議論	2 グループ間の技術紹介

4.2 主観による表示資料抽出

実際の会議に参加した 5 人を対象に、再活用したい表示資料を 1 人 10 枚抽出した。抽出する際に、選択理由として 1 枚につき以下の 5 つの観点を含めて集計した。なお、選択理由は複数選択することができる。

会議後の活用

- 要約に利用したい
主に、会議の経緯を見て行く上で重要だと思われる表示資料がダイジェストとして表示されてほしいもの
- 議事録に利用したい
テキストとして、議事録に残ってほしいもの

会議中の活用

- リアルタイムに参照したい
その会議中に再度参照したい表示資料
- 将来の会議に再利用したい
次回以降の会議で再度使用したい表示資料

別資料作成時の活用

- 資料材料として再活用したい
スライド単位ではなく、テキスト、図表レベルで再活用したい表示資料

4.3 評価

本節では、表 1 の発表形式および議論形式を、それぞれ 3.2 節の (1) 式を適用して得られた表示資料抽出の結果と 4.2 節の選択理由の観点を含めて人手によって表示資料を抽出した結果を比較する。

抽出結果の比較を容易にするため、3.2 節と 4.2 節の各観点について、どの程度一致していたか両者の相関分析したものを表 2 に示す。

発表形式では、“会議後の活用”について、要約および議事録の相関が高い。これは、3.2 節の (1) 式が、要約および議事録において比較的有効であることを示す。一方、議論形式の会議では、議事録との相関が低く、主観で選択された表示資料を個別に見て行くと、アジェンダやスケジュールのスライドなど表示時間が極端に短いにも関わらず選択されており、今回検討したアノテーションでは抽出が困難であることが分かった。

リアルタイム参照については、発表形式の会議のほうが議論形式より 0.78 と高い相関を示している。これは発表形式のため、会議後に参照するより、会議中に参照するニーズのほうが高いためと考えられる。一方、議論形式の会議では、相関値は 0.57 に留まっており有意な関係はあるものの、会議中のリアルタイムな資料参照は、単純にアノテーション値を総和するだけでは充分でないことが分かった。

5. アノテーションと各観点に関する考察

本章では、前節の要因がどのアノテーションに影響されるか、アノテーションと各観点との関係について有効性を考察する。表 3、表 4 は、それぞれ 4.2 節の集計結果と表 1 のそれぞれの会議に対してアノテーションとの相関分析を行ったものである。

表 3、表 4 において、表示時間と発話時間のアノテーションは、振り返り、話者交替数に比べ、各観点との相関

表 2: 表示資料抽出比較結果の相関

	会議後の活用		会議中の活用		別資料作成時の活用
	要約	議事録	リアルタイム参照	将来再利用	資料再活用
発表形式	0.71	0.74	0.78	0.46	0.59
議論形式	0.73	0.36	0.57	0.39	0.60

が高い。これは、再活用したい資料において、表示資料の表示時間および発話時間の多寡が重要であると言える。

表 3 のリアルタイム参照は、表 4 と比較すると、各アノテーションとも相関が高い。前者の相関が高いのは、会議中に参照するニーズのほうが高いことが考えられ、これは 4.3 節で述べたことと一致することが確認できた。また表 4 の話者交替数は、各観点において相関が低い。これは、常に議論が活発化しているような、議論形式では、話者交替数のアノテーションは必ずしも有効ではないことが理由として考えられる。

以上から、各アノテーションは、会議の形式によって有効性が異なることが確認できた。特に、発表形式の会議では、リアルタイムに資料を参照したい場合に、表示時間、発話時間、話者交替数を単純総和しただけでも比較的有效であることが分かった。一方で議論形式の会議については、要約に利用したい観点において表示時間、発話時間は有効であるものの、その他の観点において各アノテーションは発表形式ほど有効でないことが分かった。

表 3: 発表形式における各観点とアノテーションの相関

		表示時間	発話時間	振り返り	話者交替数
会議後の活用	要約	0.76	0.71	0.55	0.74
	議事録	0.79	0.74	0.59	0.72
会議中の活用	リアルタイム参照	0.80	0.81	0.62	0.77
	将来再利用	0.51	0.53	0.31	0.43
別資料作成時の活用	資料再活用	0.65	0.67	0.41	0.55

表 4: 議論形式における各観点とアノテーションの相関

		表示時間	発話時間	振り返り	話者交替数
会議後の活用	要約	0.71	0.72	0.46	0.17
	議事録	0.44	0.45	0.37	0.12
会議中の活用	リアルタイム参照	0.49	0.52	0.48	0.30
	将来再利用	0.32	0.34	0.46	0.32
別資料作成時の活用	資料再活用	0.55	0.58	0.47	0.38

6. おわりに

本稿では、表示時間、発話時間、話者交替回数、振り返り回数の 4 種のアノテーションを用いることで、表示資料を推定し、ダイジェストを提示する会議支援システム GIGABOARD を提案した。また実際の会議を対象にアノテーションを行い、アノテーションを利用した提案方式と会議参加者が再活用したい表示資料との対応について調査した。

その結果、会議形式によって各アノテーションの有効性が異なることが確認できた。中でも発表形式の会議においてリアルタイムに資料を参照したい場合に、表示時間、発話時間、話者交替数が有効なアノテーションであることが確認できた。一方で、議論形式の会議の場合、提案方式は、発表形式ほど有効でないことが分かった。

課題としては、前述の議論形式の会議におけるアジェンダなどがうまく取れない問題があり、それらは資料の属性や活用形態など一歩踏み込んだ検討が必要であると考えられる。また、表示資料毎にアノテーションを分割したため、議論内容と資料内容とが直接結び付かないことがあった。これは話題単位による分割等が実現すれば、発表形式の会議の質疑応答部分のミスマッチが防げると考えられる。

今後は、会議の中に閉じるだけでなく、会議外で行われるコミュニケーションや資料のやりとりも考えられるので、会議および会議外の繋がりを意識した支援も検討していきたい。

参考文献

- [1] WebEx, <http://www.webex.co.jp/jp/index.html>.
- [2] SmartBoard, <http://www.smartboard.co.jp/>.
- [3] Rodney Brooks, The intelligent room project, In Proceedings of the Second International Cognitive Technology Conference (CT'97), Aizu, Japan, 1997.
- [4] Nagao, K., Kaji, K., Yamamoto, D. and Tomobe, H., Discussion Mining: Annotation-Based Knowledge Discovery from RealWorld Activities, Proc. of the Fifth Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM 2004), Part 1, pp.522-531, 2004.