

音楽理論 GTTM に基づく 議論タイムスパン木の生成方式とその評価

三浦 寛也^{1,a)} 森 理美^{2,b)} 長尾 確^{3,c)} 平田 圭二^{2,d)}

概要: ディスカッションマイニングとは、会議における活動を複数メディアで記録し、そこから再利用可能な知識を抽出するための技術である。音楽理論とは、音の時系列を構文解析する技術である。本研究の目的は、音楽理論 GTTM(Generative Theory of Tonal Music) の楽曲分析アプローチに基づき、会議記録の各発言の重要度を階層的に表現する議論タイムスパン木の自動獲得である。本稿では、議論タイムスパン木の生成方式について計算機上に実装する手法について述べる。議論タイムスパン木の生成は、会議構造に含まれるグループ獲得と重要発言の選定の2段階の処理によって構成される。我々は議論タイムスパン木の自動生成に向けて、これらの処理を実行するルール群を提案した。また議論タイムスパン木生成の実装では、階層構造の獲得やルールの競合などの問題がある。こうした問題に対処するには適切なルール実行管理が求められる。上記の課題を解決する手法を提案し、その有効性を評価するため、議論タイムスパン木生成システムのプロトタイプングを行った。

1. はじめに

実世界の重要な活動のひとつである会議において、議論の流れや結論を記録する議事録は、内容の共有や振り返りに有効である。組織における意思決定型の会議では、この議事録の編集は書記が担当することが多い。会議記録の主たる再利用法は議事録であるが、会議の参加者・欠席者に同一のドキュメントを配布することが一般的である [1]。また従来のスタイルでは、会議記録が整理されないまま作成し、配布されるため、決定事項や次回までの課題についての共通認識が弱くなる。予備知識も人脈も異なる関係者にとって、その会議について本当に記録しておくべき・知るべき情報は異なる。

これらの問題に対処し、会議記録の再利用性を高めるためには、それぞれのニーズに応じた要約や議事録が必要になる。そこで本研究の目的は、議論の「構文解析」による展開の把握や重要発言の同定である。会議における活動を複数メディア、例えば映像・音声情報やテキスト情報、メ

タデータ等で記録し、そこから再利用可能な知識を抽出するこの処理はディスカッションマイニング (DM) と呼ばれる [2]。DM によって提供される機能として自動要約や Q&A 型議事録を考えている。Q&A 型議事録とは、会議記録データに対する検索エンジンのようなインタラクティブシステムのことであり、以下のような質問を受け付けることを想定している: 「この話題はどういう結論だったのか?」「この結論に至ったプロセスを教えてください」「私は何を聞いた上で次の会議に臨めばいいか?」 [3]。しかし従来の DM では、議論の意味を理解し、議事録を読む人にとって必要な情報を抽出することは難しい。これは時系列のまとまりである会議において、発言どうしのまとまりや関係性を分析する適切な手法が提案されていないためである。

ここで、楽曲構造と会議構造を対比する。楽曲においては音イベントが、会議においては発言が時間の進行とともに発生しグループ (ゲシュタルト) を生成する点に着目すると、会議記録における時系列データの分析手法として音楽理論の応用が考えられる。そこで我々は、音の時系列イベントを構文解析する技術である音楽理論 GTTM(Generative Theory of Tonal Music)[4] の楽曲分析アプローチに基づき、会議記録における各発言の構造的な重要度を階層的に表現する議論タイムスパン木を提案した [5]。その自動生成は会議の深層構造の分析を可能とするだけでなく、過去の会議コンテンツの柔軟な検索や加工、議論タイムスパン木に含まれる様々な情報をユーザの意図に沿った変換や抽象

¹ 公立はこだて未来大学大学院
Graduate School of Future University Hakodate

² 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

³ 名古屋大学
Nagoya University

a) g2113031@fun.ac.jp

b) b1010187@fun.ac.jp

c) nagao@nuie.nagoya-u.ac.jp

d) hirata@fun.ac.jp

化することにより、Q&A型議事録への応用が期待できる。

本稿では、議論タイムスパン木の生成方式の計算機上への実装手法について述べる。議論タイムスパン木はDMシステムから得られたデータを基に、グルーピング獲得、重要発言の選定の2段階の処理によって生成される。我々は議論タイムスパン木の自動生成に向けて、これらの処理を実行するルール群を提案した。また議論タイムスパン木生成の実装では、階層構造の獲得やルールの競合などの問題がある。こうした問題に対処するには適切なルール実行管理が求められる。上記の課題を解決する手法を提案し、その有効性を評価するため、議論タイムスパン木生成システムのプロトタイプを行った。

本稿の構成を以下に示す。第2章ではDMシステム(2.1節)と音楽理論GTTMの概要(2.2節)について述べる。第3章では議論タイムスパン木の概要と自動獲得のためのルール群を提案する。第4章では議論タイムスパン木生成の実装上での問題点とその解決手法について、第5章ではケーススタディとその評価について結果を考察する。第6章では本稿で得られた成果と課題を要約し、結論とする。

2. 背景

2.1 ディスカッションマイニングシステム

DMシステム[6]では、会議記録から映像・音声情報やテキスト情報、メタデータ、アノテーションなどの実世界情報を獲得し、それらから半自動的に構造化した会議コンテンツを作成することで、議論の内容を効率的に閲覧させる[7]。このシステムが取り扱う会議は限定的であり、会議参加者自ら議論の要素にタグ付けを行うことに関して若干のオーバーヘッドを強要する。そのトレードオフとして、構造化された議論データが取得できる。会議参加者は議論札と呼ばれる専用デバイスを用いることで、発言者のIDと発言タイプを自ら申告し、議論の構造化を補助する。発言タイプは議事録構造化の視点から導入発言と継続発言の2つに分類される。先行する発言が無いものを導入発言と呼び、そうでないものを継続発言と呼ぶ。これを議論の構造化の主要な手がかりとしている。このようにして各発言間の関係を木構造として表現したものをディスカッションマイニング木(DM木)と呼ぶ。DM木の根は導入発言であり、先行する発言の後に続く発言はすべて継続発言である。ある1つの発言に対して、同時に複数の継続発言が付くとDM木の分岐が増える。先行発言に継続発言が付く、さらにそれを先行発言として継続発言が付くとDM木の枝が伸び、木が深くなる。

また記録された会議の再利用性を向上させるため、閲覧の目的に応じた重要性の高い発言を選別するシステムをWeb上に実現した。具体的には、各発言を活性値とし、発言メタデータを利用した活性拡散アルゴリズムを用いて各発言の重要度を算出して順位付けさせた。これにより、議

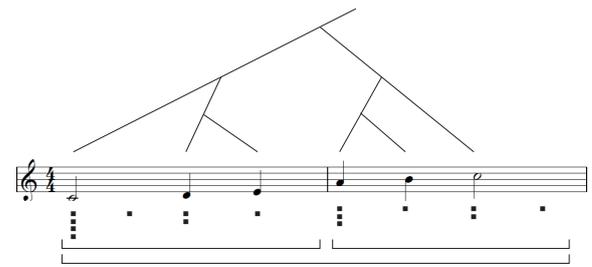


図1 タイムスパン木

論セグメントの要約として、発言全体から多くの賛成を得た発言群の取得が可能となった。

しかし現在の技術では、議論の意味を理解し、ユーザの要求に柔軟に対応し、情報を抽出することは一般に困難であった。これは会議において、発言どうしの集合や関係といった議論構造の発見や、分析を行うための適切な手法が提案されていないためである。この問題に対処すべく、時系列データである会議記録から議論の意味を十分に理解し、より柔軟で正確な知識抽出を行う手法が必要である。

2.2 音楽理論 GTTM

音楽理論とは、音イベントの時系列を「構文解析」する技術である。GTTM (Generative Theory of Tonal Music) は、音楽に関して専門知識のある聴衆者の直感を形式的に記述するための理論として、1983年 Fred Lerdahl と Ray Jackendoff によって提案された[4]。GTTMの特徴には、楽曲を簡約(reduction)するという概念があること、楽曲中に現れる音楽的な構造や関係を詳細に検討し得られた知識や手順をルールとして記述していることなどが挙げられる[8]。GTTMは基本構造分析(グルーピング構造分析・拍節構造分析)と簡約木の生成(タイムスパン木・延長木)から構成される。これら各々の構造分析や簡約は以下の2種類のルールから構成される。

- 構成ルール(well-formedness rules): 基本的な構造特性を明らかにするルール

- 選好ルール(preference rules): 複数の構造が構成ルールを満たす場合、好ましい構造を示すためのルール

グルーピング構造分析と拍節構造分析の結果を用いてタイムスパン簡約を行い、その次に延長的簡約を行う。タイムスパン簡約では重要でない音を削除し、重要な音を残す。この結果はタイムスパン木(図1)として表現され、楽曲中に存在するまとまりや重要音といった階層構造を木構造として表現する。そのため、タイムスパン木をボトムアップに辿ると、重要でない音から削除されていく様子が分かる。

GTTMの分析結果から得られるタイムスパン木は、時間的なまとまりを構成するもので、楽曲形式に対応するような階層構造を表現する。グルーピング構造分析と拍節構造分析の結果に基づき、部分を併せて全体をまとめ上げるという意味でボトムアップに行われる。タイムスパン木の生

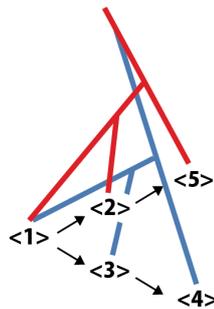


図 2 ディスカッションマイニング木, 議論タイムスパン木

成は、以下の 2 段階の処理によって行われる。(1) グルーピング構造分析：楽曲に含まれるグループ (ゲシュタルト) の発見, (2) 拍節構造分析：あるグループ全体の時間幅 (タイムスパン) を代表する重要音の選定。

グルーピング構造分析には、2 つ以上の音が 1 つのグループを作るかどうか、2 つの音の間にグループ境界が生じるかどうかを判定するルール等が含まれる。またタイムスパンはそれぞれ内部に最も重要な音を持ち、厳密な階層構造により再帰的に構成される。タイムスパン木の構造では、枝 (branch) が幹 (stem) の従属部となっており、幹が枝より構造的に重要な音であることを階層的に示している。

3. 議論を表現するタイムスパン木

GTTM の楽曲分析のアプローチに基づき会議記録の分析への応用を行うと、発言の重要度を階層的に表現する木構造 (議論タイムスパン木) が生成できるだろう。議論タイムスパン木は、DM で得られる情報に基づき、以下 2 段階の処理によってボトムアップに生成することとする。(1) グルーピング獲得：会議構造に含まれるグループ (ゲシュタルト) の発見, (2) 重要発言の選定：あるグループ全体の時間幅 (タイムスパン) を代表する重要発言の選定。各々は従来アプローチと同様、構成ルールと選好ルールの 2 種類のルールから成立する。グルーピング獲得の選好ルールには「発言間の間隔で境界が生じやすい」などが、重要発言の選定の選好ルールには「重要発言は重要単語を含む場合が多い」などが考えられる。

議論タイムスパン木は DM 木の情報に基づき生成される。図 2 の DM 木は、導入発言 <1> から継続発言 <2>, <3> が生じ、さらなる継続発言が生じていることを表しており、<1> → <2> → <5> と <1> → <3> → <4> の 2 つの仮想的な時間軸が存在していることが分かる。また図 2 の議論タイムスパン木では各時間軸ごとにタイムスパン木が作成され、最終的に 1 つのタイムスパン木に統合されることがわかる。各発言の重要度は高い方から順に <5>, <1>, <2> 及び <5>, <4>, <1>, <3> であることが分かる。木の付け根からも分かるようにタイムスパン木では、隣接する 2 つの発言のいずれが重要なかが枝と幹の従属関係によって表現される。

議論タイムスパン木の生成は議論の「構文解析」によっ

表 1 音楽理論 GTTM GPR/MPR ルール群一覧

GPR1	Alternative Form	MPR4	Stress
GPR2	Proximity	MPR5	Length
GPR3	Change	MPR6	Bass
GPR4	Intensification	MPR7	Cadence
MPR1	Parallelism	MPR8	Suspension
MPR2	Strong Beat Early	MPR9	Time-Span Interaction
MPR3	Event	MPR10	Binary Regularity

て、展開の把握や重要発言の同定が期待できる。また過去の会議コンテンツの柔軟な検索や加工、議論タイムスパン木に含まれる様々な情報をユーザの意図に沿った変換や抽象化することにより、Q&A 型議事録への応用が期待される。

3.1 議論タイムスパン木生成のルール提案

議論タイムスパン木生成のルール提案は、重複や漏れが生まれないよう以下の 2 点を考慮した上で行った。(1) 抽象的な表現の回避, (2) 正確かつ簡潔な記述法のトレードオフへの対処。上記の課題に対し、GTTM の体系的なルール群 (表 1)[4] に倣い、グルーピング構造分析の選好ルール (Grouping Preference Rule ; GPR) と拍節構造分析の選好ルール (Metrical Preference Rules ; MPR) を提案した。

グルーピング選好ルール (GPR)

GPR1(Alternative form)：小さなグループの解析は避ける。
 GPR2(Proximity), GPR3(Change)：連続した 4 つの発言をそれぞれ n_1, n_2, n_3, n_4 とすると、以下の条件が成立するとき n_2, n_3 間でグループの境界と認識される場合が多い。
 - GPR2a：発言の間に間隔がある。
 - GPR2b：オンセット時間の間隔が変化した。
 - GPR2c：発言予約時間の間隔が変化した。
 - GPR3a：発言者のパターンが変化した。
 - GPR3b：発言が含む情報量が変化した。
 - GPR3c：発言の賛同数が変化した。
 - GPR3b：発言時間が変化した。
 - GPR3d：新しく概念を表す発言が出現した。

なお、以下 1~3 の発言を意味する。

- 1：発話量の多い発言
- 2：モデレータの発言
- 3：社会的ステータスの高い人物の発言

GPR4(Intensification)：GPR2,3 で示される効果が比較的明白なところは大きなレベルにおいても境界が生じやすい。
 GPR5(Parallelism)：グループ間で並行した部分を形成することができる 2 つ以上のグルーピングは、平行性のあるグルーピングを行う。

拍節選好ルール (MPR)

MPR1(Parallelism)：複数のグループやグループの各部分を平行的と解釈できる場合、並行的な拍節構造を優先する。

MPR2(New)：新しく概念を表す発言は重要度が高い。

なお、以下 1~2 の発言を意味する。

1：導入発言

2：新しく概念を表す単語の出現

MPR3(Volume)：情報の大きい発言は重要度が高い。

なお、以下 1~3 の発言を意味する。

1：発話時間の長い発言

2：発話量の多い発言

3：後続数・分岐数の多い発言

MPR4(Metadata)：発言が内包する情報が大きい場合は重要度が高い。

なお、以下 1~4 の発言を意味する。

1：賛同を多く得た発言

2：社会的地位の高い人物の発言

3：モデレータの発言

4：重要単語を含む発言

MPR5(Cadence)：カデンツでは拍節的に安定した構造を優先し、局所的な GPR の違反は避けなければならない。

3.2 ルール適用における問題点

前節で提案したルール群に基づき議論タイムスパン木の自動生成を目指す。実装において様々な問題が想定される。例えば階層構造の獲得に関して、提案した選好ルールは、局所的/大局的な観点からボトムアップ/トップダウンに生成するルールが混在している。このため、両者をどのように組み合わせて適切な階層構造を生成するかを判断することは難しい。

また選好ルールに関して、適用順序が決まっていなため、ルール間に競合が生じる場合が考えられる。発話量は短い多くの賛同数を得られた発言の場合、「GPR3b：発話量の多い発言」「GPR3c：発言の賛同数」の2つのルールが競合し、両者を正しく境界することは難しい。これらの問題に対処するためには、適切なルール実行管理が必要である。

4. 議論タイムスパン木生成のアルゴリズムとその実装

本章では、議論タイムスパン木生成について 3.1 節で提案した GPR と MPR の各ルールを実装する上での問題とその解決方針について述べる。

4.1 アプローチ

GPR は大局的な構造に関するルールと局所的な構造に関するルールが混在しているため、両者のルールを適切に実行することは難しい [9][10]。我々はこの問題に対処する

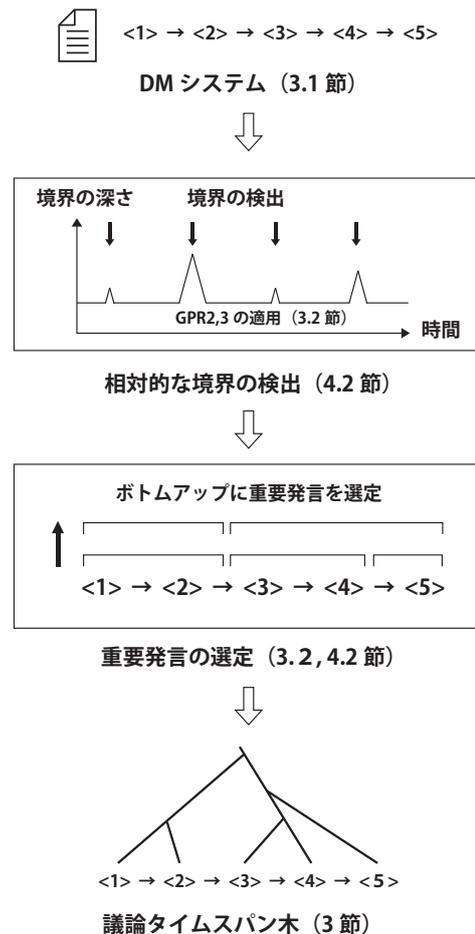


図 3 議論タイムスパン木の生成方式

ため、大局的・局所的な処理を適切に組み合わせるアルゴリズムを構築した。以下のステップで議論タイムスパン木を生成していく (図 3)。

- (1) DM システムにより DM 木を取得する。
- (2) 1 セクションを 1 つのグループにする。
- (3) 局所的な構造に関するルール (GPR2,3) を適用する。
- (4) 相対的な観点から高次の境界の強さを算出する。
- (5) 最も強い境界でグループを 2 つに分類する。
- (6) 局所的境界がある場合、(3)(4)(5) を繰り返す。
- (7) 重要発言を選定するルール (MPR1-4) を適用する。
- (8) グループ内での重要発言をボトムアップに選定する。

ここでは、ある導入発言から次の導入発言までの継続した発言群を 1 セクションと呼んでいる。階層的なグルーピング構造は、ボトムアップ処理により求めた局所的境界を用いて、トップダウンに獲得する必要がある。そのため、グループ全体に局所的な構造に関するルール (GPR2,3) を適用し、境界判定によって高次の境界の強さを算出していく。この結果から最も強い境界でグループを 2 つに分類し、そのグループがその内部に局所的境界を含んでいる場合、この処理を繰り返す。このアプローチによって、局所的/大局的な階層構造を取得できると考える。

また議論タイムスパン木は、上記の手順で得た局所的/大

局的な階層構造と、重要発言を選定するルール (MPR1-4) をグループ全体に適用して得られる各発言の重要度合からボトムアップに生成していく。

4.2 各ルールの実行管理

前節で述べたアプローチでは、グルーピング獲得や重要発言の選定において問題が起こってしまう。その具体的な原因として、GPR と MPR のルール間での優先度が明確に決まっていなかったことや、グルーピング境界の判定基準が曖昧であることが上げられる。これらの問題に対処するためには、適切なルール実行管理が必要である。

そこで我々は、ルールの優先順位を重み付けによって管理する。また、判定基準の曖昧性に関しては、以下2つの評価項目に関する選好ルールを与えて、さらにその選好ルールがどの程度成立しているかを定量的に定義する：(a) 発言間に生じる境界、(b) 発言の重要度合。3.2節で提案したGPRを発言間に生じる境界の選定、MPRを発言における重要度合の選定を行うための評価項目として導入する。

4.3 発言における重要単語の同定

MPR4「重要発言は重要単語を含む場合が多い」の定義には、発言内容の意味を考慮する必要がある。そのままでは実装が難しい。そこで時系列データである会議記録に対し、適切な手法を用いて重要単語の同定を行う必要がある。

会議記録には、1つの話題から複数の話題が派生する [11] など構造上の特徴が存在する。そのため、1つの話題に対する発言数が少なかったり、発言の中にはさして重要でないものも存在する。発言数が少ないと、含まれる単語も少なくなるので重要度が変化する場合もある。そのため、発言における重要単語の同定は、会議記録の特徴を踏まえた上で有効適用範囲の検証を行う必要がある。ここで単語の重要度は、情報検索分野において一般的に用いられているTF-IDF法 [12] を利用して求める。

4.3.1 TF-IDF法の適用範囲の検証

会議記録の特徴を踏まえた重要度の算出には、TF-IDF法の適用範囲の検証が必要である。そこで以下3点を適用範囲として設定し、比較した。(1) 会議記録全体：1つの議題に対する議論全体、(2) セクション導入発言から次の導入発言までの継続した発言群、(3) 仮想スレッド：導入発言から各末端までの継続発言の連鎖であり、意味的な繋がりも考慮した仮想的な時間軸のまとまり。

f_t 値を各単語の出現頻度、 f_d 値を該当単語を含む発言の出現頻度、 N を範囲内に含まれる全発言数として以下の式を用いて各範囲での単語の重要度を求める。また単語は、あらかじめ lucene-gosen を用いて形態素解析を行い、名詞のみを抽出する。

$$TF-IDF = f_t * \log \frac{N}{f_d} \quad (1)$$

4.3.2 重要単語の応用

前節で算出した単語の重要度から各発言の重要度を求める。平均値と標準偏差値がともに大きければ、 F' 値が大きくなり、該当する発言の重要度が高くなると考え、各発言に含まれる単語の重要度の平均値と標準偏差値を求め、以下の式で発言の重要度を示す F' 値を求めた。式中では、発言に含まれる単語の重要度の平均値を μ 、標準偏差を δ として計算している。

$$F' = \frac{2 * \mu * \delta}{\mu + \delta} \quad (2)$$

5. 実験と評価

本章では、現在プロトタイプを進めているシステムについて述べる。これまで我々は、議論タイムスパン木生成の実装における問題とその解決手法について述べた。その有効性を評価するため、DMシステムでの議論データを分析対象とし、製作中のシステムに対する実験を行った。

5.1 ケーススタディ

議論セクションは話題の派生の仕方によって、直線的なもの、途中から二股に分岐するもの、根元から分岐するものの3タイプに分類できる。本章では直線的な議論のセクションである例1を分析対象とする。例1の発言要旨を表2、DM木を図4に示す。表2の各発言要旨の左側は、左上が発言番号(例：(1))、右上が発言者(例：O)、左下が賛成ボタンが押された回数(例：1)、右下が発言に要した時間(例：0:33 (33秒の意))である。発言者Oによる導入発言(1)を聞いて、発言者Wによる継続発言(2)が生じ、さらなる継続発言が生じたことを表している。

発言番号(1)から(8)までの1セクションを1グループとする。このグループ全体に局所的な構造に関係するルール(GPR2,3)を適用すると、GPR2a, GPR2c, GPR3a, GPR3bが各所に実行されたことが分かる。例えば(4)-(5)の間には、GPR3a:「発言者のパターンが変化した場所で境界が生じやすい」や、GPR2a, GPR2cが適用され、境界の深さが3となる。GPRの各発言への適用結果から(4)-(5)の間に最も深い境界が生じ、それを境界とした(1)-(4)と(5)-(8)のサブグループが検出される。また(2)-(3)、(6)-(7)の間にも境界が生じていることがわかる(図5)。この一連の処理をサブグループ内で繰り返すと、最終的に(1)-(4)のグループでは、(1)-(2)、(3)-(4)と細かく分類され、局所的/大局的な階層構造が得られる。

同様に重要発言の選定に関するルール(MPR1-4)をグループ全体に適用する。例えば(5)では、MPR4.1:「賛同を多く得た発言は重要である」と、MPR4.2:「社会的地位の高い人物の発言は重要である」のルールが適用される。

表 2 例 1 の各発言要旨

(1), O 1, 0:33	危険ではない状況というのは、目と目があっている状 のことはないか。
(2), W 0, 0:30	お互いに目が合っていないでも大丈夫。目が合うとい うか、認識できているかどうかだと思ふ。
(3), O 0, 0:26	ずっと認識している必要はないが、一度は相手が何処 にいてどの方向に動いているかわからないといけない。
(4), W 0, 0:34	その人が次にとる行動を予測するところまで考えない と「認識して回避する」と言えないのではないか。
(5), N 1, 0:40	相手がこちらを認識していないときはその行動を予測 できないと思うが、そこは従来研究に譲る。
(6), W 0, 0:32	相手が人間だと認識したら、AT がやるべきは回避で はなくして人間に AT の存在を知らせることである。
(7), N 2, 1:05	人間に乗り物の存在を気づいてもらえるクラクション などの何らかのアクションをしなくてはならない。
(8), W 0, 0:16	安全走行のためには、そういうことに気をつけること も必要だと思う。

<1> → <2> → <3> → <4> → <5> → <6> → <7> → <8>

図 4 例 1 の DM 木

この処理によって各発言の重要度合が分かる。以上より得られた局所的/大局的な階層構造と各発言の重要度合を基に、議論タイムスパン木をボトムアップに生成していく。(1)-(4)のグループにおいては、(1)-(2)と(3)-(4)のそれぞれで重要発言の選定を行う。この処理を繰り返す、最終的には(1)-(4)と(5)-(8)でトーナメント式に得られた重要発言の比較を行い、このセクションでの最重要発言が決定する。このようにして議論タイムスパン木が得られる(図5)。

5.2 階層構造の獲得

階層構造獲得の問題に対処するため、大局的・局所的な処理を適切に組み合わせるアルゴリズムを構築した(4.1節)。本稿では、階層的なグルーピング構造が適切に獲得できているか検討する。図5はGPRが各発言に適用された結果、境界の深さを検出し、そこから大局的なグルーピング構造を獲得していることを表している。今回の実験結果では、発言間に正しく境界を検出された場合、提案した手法により階層構造を適切に獲得できることがわかる。

しかしながら、今回の評価実験で適用された局所的な構造に関するルール(GPR2,3)は、3箇所のみであり、ルールの適用結果自体が単純であったと考えられる。仮に境界の深さが同一である箇所が複数あった場合、適切な階層構造の獲得が難しい場合も考えられる。また議論が枝分かれするセクションにおいては、直線的なものよりも階層構造の獲得が複雑になると考えられる。今回提案したアルゴリズムによって、大局的な階層構造の獲得は可能となったが、上記のケースに対処するためには、局所的な階層構造を獲得するためのアルゴリズムを強化する必要がある。

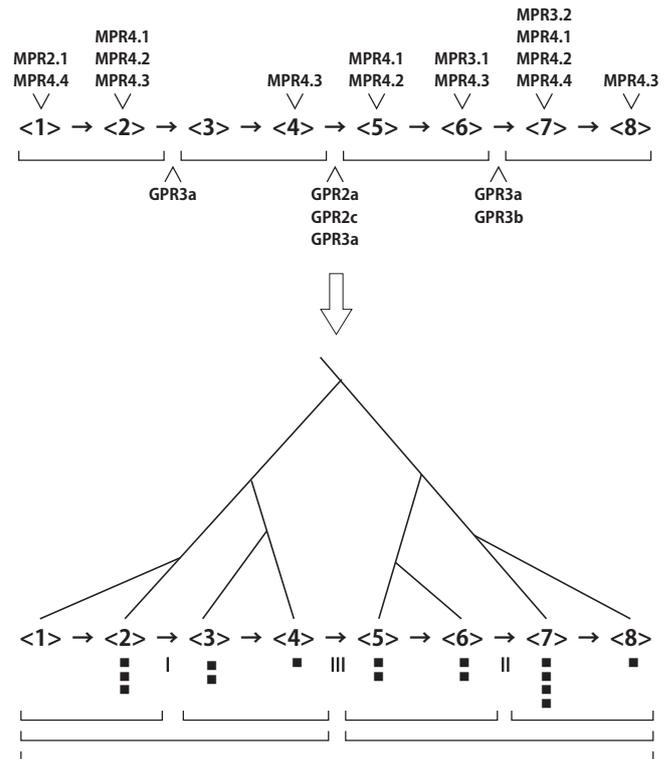


図 5 GPR・MPR 適用結果と得られる議論タイムスパン木

5.3 ルール競合の解消

ルール競合の解消に対する評価は、議論タイムスパン木の正解データとの比較によって間接的にその手法を吟味する(図5)。ここで正解データとは、予め手動で生成したものであり、事前実験により、議論タイムスパン木の品質と要約としての妥当性がともに高いと証明されたものを選定している。

本稿ではルールの重み付けによる優先順位の管理と、評価値導入による境界および重要度合の選定を行った(4.2節)が、グルーピング獲得が正確に行われていないことが実験結果から分かった。その理由として、今回の実験では、GPR3a:「発言者のパターンが変化した場所で境界が生じやすい」といった形式的なルールの比重を重くしたためだと考えられる。この問題に対処するためには、発言内容を理解したルール提案や、ルール優先順位の管理に関して新しい手法を提案する必要があると考える。

5.4 重要単語の同定

本節では、4.3節で提案した発言中の重要単語を同定するプログラムの動作結果の検証を行う。会議記録における重要単語同定の評価として、議論セクションを3タイプ(直線的/途中で分岐/根元から分岐)に分類し、それぞれ5セクション選定した。また各セクションの中から全単語の5%程度である2-4単語を正解データとして選定した。正解データは発言間の関係や意味を踏まえ、そのセクションでの特徴的な単語とした。会議記録全体、セクション毎、仮

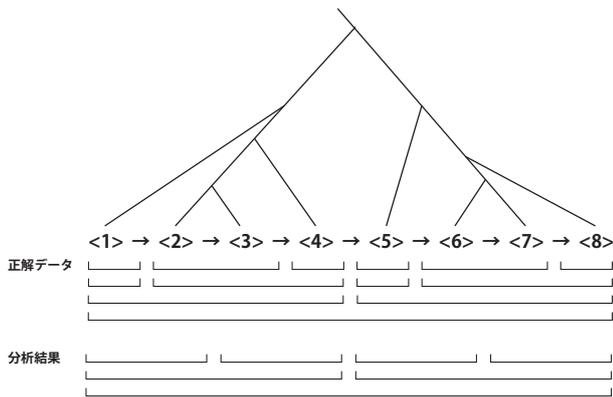


図 6 GPR 適用における正解データとの比較

想スレッド毎の3つの適用範囲で、範囲内に出現する全単語の TF-IDF 値を計算し、各タイプでの正解データの重要度を比較した。ただし直線的な議論のセクションでは、途中または根元から議論が分岐しないため、セクションと仮想スレッドを同じ範囲としている。結果の一部を表3に示す。表中の各値は、算出された TF-IDF 値である。表中*印を記した単語が正解データであり、下線を引いた箇所が各範囲全体における上位5単語である。

表 3 各適用範囲での TF-IDF 値算出結果

単語	会議全体	セクション	仮想スレッド
状況	0.043	0.089	0.089
目	0.021	0.079	0.079
アクション*	0.015	0.059	0.059
人	0.027	0.056	0.056
行動*	0.016	0.040	0.040
認識*	0.043	0.040	0.040

表3では、正解データである「アクション」「行動」に対して、セクションの値が会議全体より上回っている。しかし「認識」のみ会議全体での値が最高であることが分かる。これは「認識」という単語が会議記録内の複数のセクションに出現するため、セクションのみならず会議全体の特徴となる単語として認識されていると考えられる。また仮想スレッドのみに制限した場合、範囲内に出現しない単語があるため、適切な範囲ではないと考えられる。これは、議論の分岐により、仮想スレッド内で存在しない単語が出現したためだと考えられる。以上の結果から、セクション毎に範囲を制限すると有効であると考え、今後は議論構造と DM システムで得られる情報との柔軟な組み合わせによって精度の向上を目指す。

6. おわりに

本稿では、GTTM の楽曲分析アプローチに基づき、会議記録の各発言の構造的な重要度を階層的に表現する議論タイムスパン木の生成方式について述べた。議論タイムスパン木生成の実装では、階層構造の獲得とルール競合が問

題であった。これらの問題に対処するため、局所的/大局的な階層構造を獲得するためのアルゴリズム提案と適切なルール実行管理を行った。今後は議論タイムスパン木の階層構造を自動獲得するアルゴリズムをプログラム化をしていく。またこの手法の有効性を評価した結果、ルール競合が完全に解消されていないことが分かった。そこで今後は、外部から変更可能なパラメータを複数用意することにより、ルールの優先順位を管理できる外部パラメータの導入を検討している。

また今後の展望として Q&A 型議事録の実現を考えている。現在、議論タイムスパン木生成により、重要発言の同定や発言間の関係性を明らかにすることが可能となったが、今後はユーザの意図通りに変換したり抽象化することが必要となる。その第一歩として、議論タイムスパン木に含まれる様々な情報を起承転結のような型に当てはめコンテンツとして提供するための木構造の生成を試みている。

参考文献

- [1] 鈴木 健, 究極の会議, ソフトバンク クリエイティブ (2007).
- [2] 長尾研究室: ディスカッションマイニングプロジェクト, <http://dm.nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp/>
- [3] 平田圭二, 長尾確, 東条敏, 浜中雅俊, 音楽理論を会議記録の分析に応用したディスカッションマイニング, 情報処理学会 デジタルコンテンツクリエイション研究会, 2012-DCC-1, No.16 (May 2012).
- [4] Lerdahl, F. and Jackendoff, R.: A Generative Theory of Tonal Music, The MIT Press (1983).
- [5] 三浦寛也, 富樫健太, 浜中雅俊, 長尾確, 東条敏, 平田圭二, 音楽理論を応用したディスカッションマイニングにおけるタイムスパン木と延長木の自動生成について, 情報処理学会 デジタルコンテンツクリエイション研究会, 2013-DCC-3, No.9 (2013).
- [6] 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾確, 対面式会議コンテンツの作成と議論中におけるメタデータの可視化, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.2, pp.404-416 (2010).
- [7] Nagao, K., Kaji, K., Yamamoto, D. and Tomobe, H.: Discussion Mining: Annotation-Based Knowledge Discovery from RealWorld Activities, Proc. of the Fifth PacificRim Conference on Multimedia (PCM2004), pp.522-531 (2004).
- [8] 平田圭二, 東条敏, 浜中雅俊, 平賀譲, 計算論的音楽理論について, 情報処理学会誌, 道しるべ: 計算の視点から音楽の構造を眺めてみると (1), Vol.49, No.7, pp.824-830 (2008).
- [9] 浜中雅俊, 平田圭二, 東条敏, 音楽理論 GTTM に基づくグルーピング構造獲得システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 1, pp. 284-299 (2007).
- [10] 浜中雅俊, 平田圭二, 東条敏, GTTM グルーピング構造分析の実装: ルールを制御するパラメータの導入, 情報処理学会 音楽情報科学研究会, 2004-MUS-55, pp.1-8 (2004).
- [11] 松村真宏, 三浦麻子, 人文・社会科学のためのテキストマイニング, 誠信書房 (2009).
- [12] 天野真家, 石崎俊, 宇津呂武仁, 成田真澄, 福本淳一, IT Text 自然言語処理, オーム社 (2007).