JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	描画イベントに着目した会議履歴の構造化に関する研究
Author(s)	川上，直木
Citation	
Issue Date	1997-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1023
Rights	
Description	Supervisor:篠田 陽一，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

修 士 論 文

描画イベントに着目した
会議履歴の構造化に関する研究

指導教官　篠田 陽一 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報システム学専攻

川上 直木

1997 年 2 月 14 日

Copyright © 1997 by Naoki KAWAKAMI

要 旨

何らかの生産物を生産することが目的である会議を行ない、その会議履歴を作成することは広く行なわれていることである。会議履歴の作成時における会議中の発話の重要性は十分に認識されているが、現在の計算機技術では発話を自動的に認識することは困難であり、特に連続発話の処理は難しい。それに対して、会議中の描画の認識は、ペンコンピュータを利用すれば容易でありそのコストは小さい。本研究では、生産物が図である会議を対象とし、その会議中に発生する描画の情報に着目することにより、発話と描画の情報に基づく会議履歴の構成要素を小さいコストで抽出することが可能な手法を提案し、その手法の有効性を検証するための実験を行なった。

目 次

1 はじめに **1**

1.1 本研究の背景 1

1.2 本研究の目的 2

1.3 関連研究 2

2 手法の提案 **3**

2.1 本章の目的 3

2.2 用語の定義 3

2.2.1 FCM 3

2.2.2 描画イベント 4

2.2.3 discussion 5

2.3 予備実験の目的 5

2.4 予備実験の設定 5

2.5 予備実験の分析方法 8

2.6 予備実験の結果と考察 8

2.6.1 描画イベントの抽出にかかるコスト 9

2.6.2 描画イベントと discussionとの間の関係 9

2.6.3 display, change と discussionとの間の関係 10

2.6.4 block と discussionとの間の関係 11

2.6.5 描画イベントと発話中の指示語との間の関係 13

2.7 手法の提案 14

2.8 議論の抽出例 14

3 手法の検証 **17**

3.1 本章の目的 17

3.2 実験の目的 17

3.3 実験の設定 18

3.4 実験の分析方法 21

3.5 実験の結果と考察 21

3.5.1 描画イベントを用いることの妥当性 23

3.5.2 人間による区切りの間違い 23

3.5.3 display による機械的な区切りと意味的な区切りとの間の関係 . . . 24

3.5.4 change による機械的な区切りと意味的な区切りとの間の関係 27

3.5.5 block による機械的な区切りと意味的な区切りとの間の関係 27

3.5.6 block から discussion を抽出する手法の改良 28

3.5.7 改良した手法の適用例 31

4 結論 **39**

5 おわりに **41**

図 目 次

2.1 予備実験の設定 7
2.2 FCM 中における display, change, discussion の発生時刻と図の遷移のパターン 10
2.3 FCM 中における block, discussion の発生時間帯と発生した図中の部分の遷移のパターン 12
2.4 会議 1 から検出した議論の流れ（前半） 15
2.5 会議 1 から検出した議論の流れ（後半） 16

3.1 実験 3 の設定 20
3.2 会議 3 における display 1 の近傍 25
3.3 会議 3 における display 2 の近傍 25
3.4 本手法の第 2 番目の改良案 1(a) 29
3.5 本手法の第 2 番目の改良案 1(b) 29
3.6 本手法の第 2 番目の改良案 2(a) 30
3.7 本手法の第 2 番目の改良案 2(b) 30
3.8 1 個の block と 1 個の discussion 31
3.9 discussion 20 の発生場所 32
3.10 discussion 21 の発生場所 32
3.11 対応する block が存在しない discussion 33
3.12 複数個の block と 1 個の discussion. 34
3.13 discussion 17 の発生場所 (1) 35
3.14 discussion 17 の発生場所 (2) 35
3.15 1 個の block と複数個の discussion. 36
3.16 discussion 18 の発生場所 (1) 37

3.17 discussion 18 の発生場所 (2) 37
3.18 discussion 19 の発生場所 (1) 38
3.19 discussion 19 の発生場所 (2) 38

表 目 次

2.1 実験 1, 2 における被験者・ペア・会議の呼称 8
2.2 会議 1, 2 の概要 8

3.1 実験 3 における被験者・ペア・会議の呼称 21
3.2 会議 3 の概要 21
3.3 会議 3 の描画イベントの概要 (1) 22
3.4 会議 3 の描画イベントの概要 (2) 22
3.5 会議 3 の block の概要 22
3.6 会議 3 の discussionother の概要 23

第 1 章

はじめに

1.1 本研究の背景

何らかの生産物を生産することが目的である会議を行ない、その会議履歴を作成することは広く行なわれていることである。会議履歴を作成する目的は、会議で行なわれた議論や用いられたロジックの流れを会議後に辿ることができるようにすることである。この目的を達成することによって初めて、同じ議論の繰り返しを避けたり、決定事項の導出過程を再利用したりすることが可能となる。例えば、Design Rationale 技術は、ソフトウェアの開発過程において行なわれた議論をある構造的な枠組を用いて獲得・整理・表現・保存することにより、前述の目的を達成することを可能とする [1] [2] [3] 。

さて、議論やロジックの流れを辿るためには何らかの手掛かりが必要であることを考えると、会議から何らかの構造を獲得する必要がある。そのためには、まず初めに会議内容を何らかの要素に分割しなければならない。本研究では、そのような会議履歴の構成要素を「単一の話題を議論している連続した発話や行為の発生時間帯」とし、discussion [4] [5] と呼ぶことにする。そして、会議履歴を作成する手順として、最初に時間軸上において会議を discussion の列に区切り、次にその discussion 列を基に何らかの構造化を行うことにより会議履歴を作成する、という手順を想定する。

実世界で一般的に行なわている形態の会議[1] の内容から discussion を抽出する場合、人間による discussion の抽出においては、その抽出のコストが大きいという問題点がある [4] 。

[1] 会議の参加者が同一の場所・時間に集合し、紙に印刷された配布物・OHP・ホワイトボードなどを使用して行なわれる形態の会議。計算機による支援はない。

これは、会議の様子を録音・録画したビデオテープを基に人間が discussion を抽出するという作業を想定した場合、その作業中においてテープの再生・巻き戻し・早送りなどの作業を何度も繰り返し行う必要があるためである。一方、計算機による disucussion の抽出においては、会議中の発話の情報は重要であるが、現在の計算機技術では発話の自動認識は困難であり、特に連続発話の処理は難しい。それに対して、会議中に何らかの描画行為が発生していた場合、その描画の情報はペンコンピュータを利用すれば容易に抽出が可能であり、その抽出のコストは小さい。

1.2 本研究の目的

本研究の目的は、

> 生産物が図である会議を対象とし、その会議中に発生する描画の情報に着目することにより、小さいコストで discussion の抽出が可能な手法を提案・検証すること。

である。

1.3 関連研究

ソフトウェアの設計時において行なわれた議論の内容や問題解決に至る過程を Design Rationale (DR) として獲得・整理・表現・保存する技術の研究がなされている [1] [2] [3]。また、仕様作成会議の発話履歴を用いて仕様書を作成するための方法論の研究がなされている [4][6][5][7]。また、意志決定会議中に参加者の発言を構造化して表現するための方法論の研究が行なわれている [8][9] [10] [11] [12] [13]。また、プロトコル分析 [14] において、分析手法のコスト低下と高度化に役立ち、分析作業をより容易にするシステムの構築を目指している研究が行われている [15]。また、複数人の作業者による作図を利用した摺合せ作業において、外部から観測可能な作業者の活動を基に作業者間の認識の不一致を検出する手法に関する研究がなされている [16]。

第 2 章

手法の提案

2.1 本章の目的

本章の目的は、生産物が図である会議を対象とし、その会議中に発生する描画の情報に着目することにより、小さいコストで discussion の抽出が可能な手法を提案することである。

以降本章では、まず、本研究において用いられる用語である “FCM (Figure Centered Meeting)”“描画イベント (Drawing Event)”“discussion” を定義する。次に、FCM 中の描画イベントが discussion の抽出にどのように有効であるかを見当づけるための予備実験を行ない、その結果と考察に基づいて手法を提案する。

2.2 用語の定義

2.2.1 FCM

FCM (Figure Centered Meeting) を以下のように定義する:

定義: FCM (Figure Centered Meeting) とは、

1. 生産物が図である会議。
2. 図の構文が明確である。

という特徴を持つ会議である。

FCM の例としては、ソフトウェア開発において行なわれる会議のうち、

- OMT 方法論 [17] を用いて作成したソフトウェアの設計書について議論する会議。
- GUI (Graphical User Interface) について議論する会議。

などが挙げられる。

2.2.2 描画イベント

描画イベント (Drawing Event) を以下のように定義する:

定義: 描画イベント (Drawing Event) とは、

1. FCM 中に発生する描画にまつわる行為。
2. 外部から容易に観測可能な事象。

である。

本研究においては、以下のように分類・定義した 6 個の描画イベントを用いる。

1. 図全体に関するもの。

   display: 新しい図を提示する。

   change: 図を切り替える。

2. 図の変更に関するもの。

   add: 図へ描き加える。

   delete: 図のある部分を削除する。

3. 図のある部分への注目に関するもの。

   point: 図のある部分を指差す。

   trace: 図のある部分をなぞる。

2.2.3 discussion

discussion を以下のように定義する:

定義: discussion は、

1. 単一の話題を議論している連続した発話や行為の発生時間帯。
2. 会議履歴の構成要素。

である。

2.3 予備実験の目的

予備実験の目的は、FCM 中の描画イベントと discussion の関係を見当づけることである。そして予備実験の結果と考察に基づき、描画イベントによる discussion の抽出手法を提案する。

2.4 予備実験の設定

予備実験用の FCM として、「2 人の被験者が OMT 法 [17] によって作成した 2 つの図を摺り合わせる会議」を設定した。予備実験は 2 個独立に行なった。以後これらの予備実験を実験 1, 2 と呼ぶことにする。1 個の予備実験における具体的な実験の設定および手順は以下の通りである:

1. 被験者は本学の OMT 講義の合格者から 2 人選び 1 組のペアとする。以後この 2 人の被験者を被験者 A, B と呼ぶことにする。
2. 被験者 A, B 両者に同一の input として、
   (a) 酒問屋問題の仕様書:
   文献 [18] を基に作成した仕様書であり、20 文程度の自然言語で記述してある。これには曖昧な部分が多く含まれている。
   (b) 2a の仕様書を基に作成した簡単な OD (Object Diagram [17]))

を与える。そして、被験者 A, B それぞれに対し、これらの input を基にした以下の作業を互いに連絡や相談することなく各自が独立に行なうように指示する。

- 被験者 A:

  DFD (Data Flow Diagram [17]) の作成。

- 被験者 B:

  STD (State Transition Diagram [17]) の作成。

さらに、後日 2 人に集まってもらい、各自が作成した DFD と STD とを摺り合わせるための会議を行なってもらうことを告知する。

3. 会議当日は、被験者 A, B に DFD と STD との摺り合わせ会議を行なってもらう。会議の output として、摺り合わせた結果の DFD および STD を作成するよう指示する。会議中に被験者が利用できる道具はホワイトボードとペンのみとする。被験者は、自分が準備してきた図、仕様書 (2a)、OD (2b)、文献 [17] などを会議中に適宜参照してよいが、自分が準備してきた図を直接相手に見せることはせず、ホワイトボードに写して説明を行なうように指示する。また、摺り合わせの基準として、自分が描いた図の修正が最小となるように指示する。

   なお、摺り合わせ会議の様子は実験者がビデオカメラで録音・録画する。

この予備実験の設定を図 2.1 にまとめる。

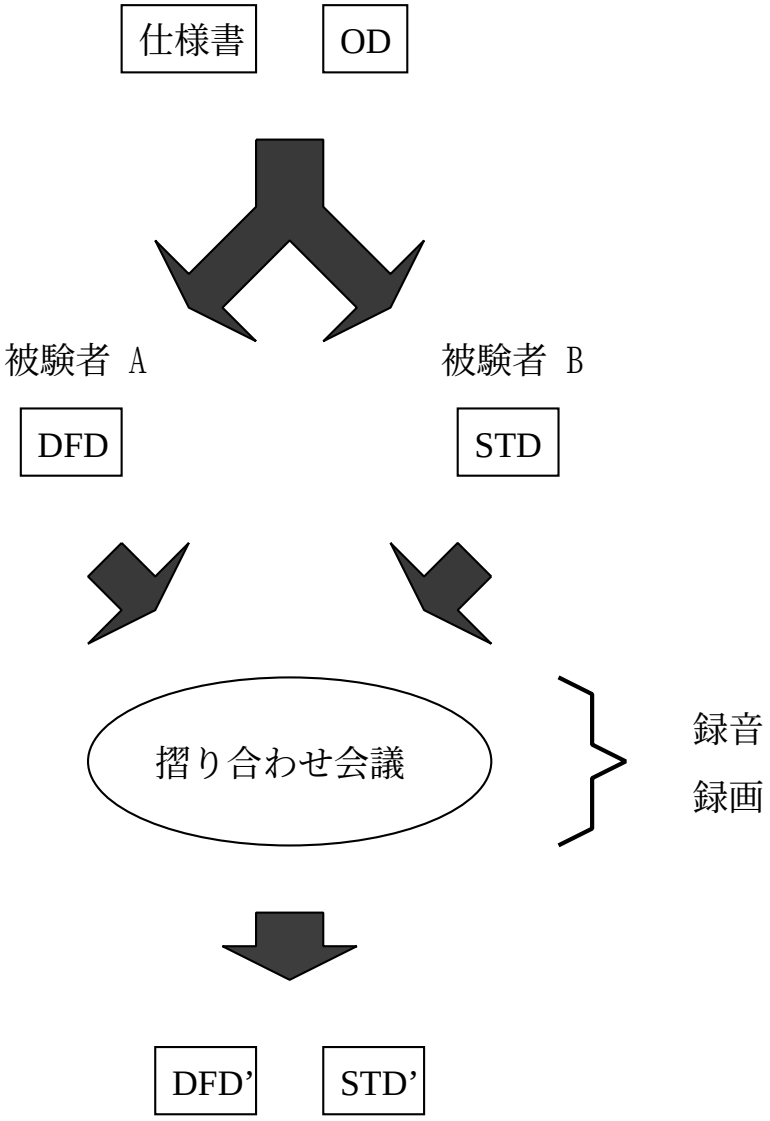

図 2.1: 予備実験の設定

2.5　予備実験の分析方法

予備実験において行った摺り合わせ会議の様子はビデオカメラで録音・録画してある。このビデオテープの映像情報から、会議中に発生する描画イベントの発生時刻・種類・行為者・発生場所を分析者が手動で抽出する。また、このビデオテープの音声情報には会議中の発話が記録されている。以上の各種データを分析・比較などすることにより、FCM 中の描画イベントと discussion との関係を見当づけることにした。

2.6　予備実験の結果と考察

予備実験の設定（第 2.4 節）に基づいて実験 1, 2 を行なった。なお、実験 1, 2 における被験者・ペア・会議の呼称を表 2.1 のように定める。

表 2.1: 実験 1, 2 における被験者・ペア・会議の呼称

実験	実験 1	実験 2
被験者名	被験者 A_1, B_1	被験者 A_2, B_2
ペア名	ペア 1	ペア 2
会議名	会議 1	会議 2

会議 1, 2 の概要を表 2.2 に示す。

表 2.2: 会議 1, 2 の概要

会議	会議 1	会議 2
会議時間（分）	140	110
会議中に描かれた図の個数（個）	9	5

実験 1, 2 から得られたデータを分析することによって、以下の事柄を発見した。

2.6.1 描画イベントの抽出にかかるコスト

分析者は、摺り合わせ会議の様子を録音・録画したビデオテープから、会議中に発生した描画イベントを手動で抽出した。具体的な手順は、「分析者はビデオテープを再生し、描画イベントが発生していたらその発生時刻・種類・行為者・発生場所を手動で書き留める」というものである。

描画イベントの定義（第 2.2.2節）にあるように、描画イベントは外部から容易に観測可能な事象であるので、ビデオテープの再生中に描画イベントを発見することは容易であり、その発見の作業は単純作業であると言える。発見の作業は通常の再生速度の下でリアルタイムに行なうことができた。

発見した描画イベントの発生時刻・種類・行為者・発生場所を手動で書き留めるという作業は、書き留める要素が全て容易に判断・抽出可能なものであるので、これもまた単純作業であると言える。ただし、書き留める要素が多いので、通常の再生速度で人間がリアルタイムに行なうことは難しい。しかし、本研究では計算機による会議履歴の構造化の支援を想定しており、さらに、描画イベントの抽出はそれを行う計算機にとってコストが小さいものを想定している。すなわち、人間が手動で行う discussion の抽出の支援を目的とはしていないため、それは特に問題にはならない。なお、仮に人間が手動で抽出する場合でも、ビデオテープの再生速度を適宜調節することによりある程度克服できる。

2.6.2 描画イベントと discussion との間の関係

FCM の進行に伴い、被験者によって多数の描画イベントおよび discussion が発生した。これらの描画イベントと discussion を時間軸上で比較することにより、以下のことがわかった:

> 描画イベントは、その発生時刻の近傍で発生している discussion の内容と意味的な相関がある傾向がある。そして、discussion の内容とは意味的に全く関係ない描画イベントというものはほとんど発生しない。

このことについては、以下に続く 2 節においてより詳しく述べる。

2.6.3 display, change と discussion との間の関係

会議 1, 2 においてよく現れる「FCM 中における display, change, discussion の発生時刻と図の遷移のパターン」を表現したグラフを図 2.2 に示す。

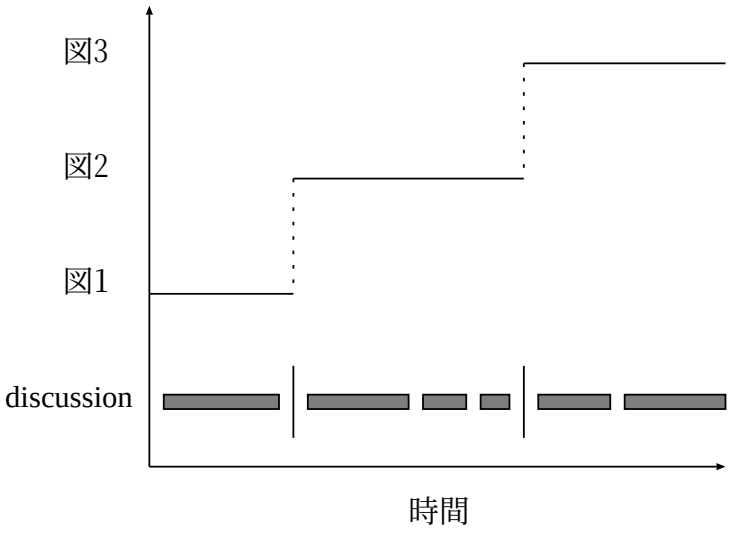

図 2.2: FCM 中における display, change, discussion の発生時刻と図の遷移のパターン

グラフの意味は以下の通りである:

- 横軸:

  FCM 中の時間の流れを表したもの。

- 縦軸:

  FCM 中に発生した discussion および描かれた図を並べたもの。

- 横軸方向の実線:

  display, change によって切り替わった図。

- 縦軸方向の点線:

  display, change の発生時刻および切り替わる前後の図。

- 黒い矩形:

  FCM 中に発生した discussion の発生時間帯。

- 縦軸方向の実線:

  display, change による discussion 列の区切り。

図 2.2 における display, change の発生時刻と discussion の発生時刻とを比較すると、「display, change の発生時刻の近傍において discussion の切り替わりが発生していた」ということがわかった。このことと第 2.6.2 節から、

> display, change は、
>
> 1. それらの発生時刻の近傍において切り替わる discussion
> 2. discussion の対象となる図。
>
> の検出に有効である。つまり display, change は、会議内容を時系列上で区切るための目安として有効である。

ということが言える。

2.6.4 block と discussion との間の関係

まず、block を以下のように定義する:

定義: block とは、

> 1. add, delete, point, trace の発生が集中している時間帯。
> 2. 20 秒未満の間隔で隣接して発生した add, delete, point, trace は 1 個の block に含まれる。
>
> である（“20 秒未満” と定めた理由は後述）。

会議 1, 2 においてよく現れる「FCM 中における block, discussion の発生時間帯と発生した図中の部分の遷移のパターン」を表現したグラフを図 2.3 に示す。

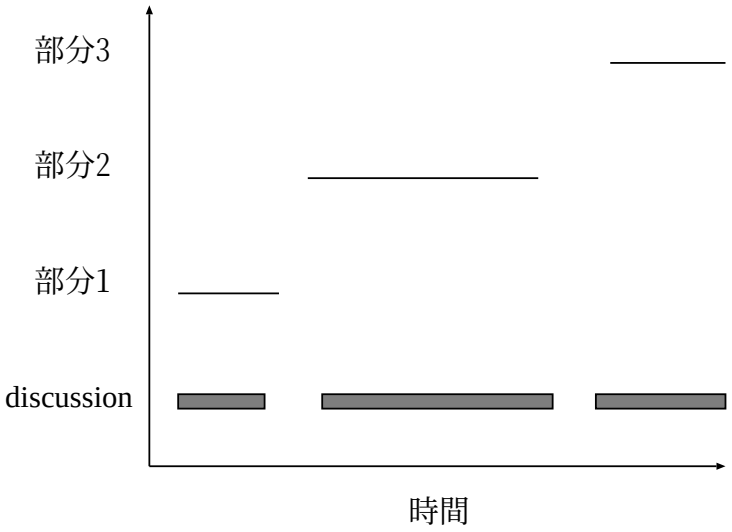

図 2.3: FCM 中における block, discussion の発生時間帯と発生した図中の部分の遷移のパターン

グラフの意味は以下の通りである:

- 横軸:

  FCM 中の時間の流れを表したもの。

- 縦軸:

  FCM 中に発生した discussion および block が発生した図中の部分を並べたもの。

- 横軸方向の実線:

  FCM 中に発生した block の発生時間帯。

- 黒い矩形:

  FCM 中に発生した discussion の発生時間帯。

図 2.3 における block の発生時間帯と discussion の発生時間帯とを比較すると、「block の発生時間帯の近傍において discussion が発生する傾向があった」ということがわかった。なお、block の定義において “20 秒未満” と定めた理由は、実験 1, 2 から得られたデータにおいて block と discussion とがおおよそ 1 対 1 で対応する値が “20 秒未満” であったためである。このことと第 2.6.2 節から、

block は、

1. block に対応する discussion
2. discussion の対象となる図中の部分。

の検出に有効である。つまり block は、会議内容を時系列上で区切るための目安として有効である。

ということが言える。

2.6.5 描画イベントと発話中の指示語との間の関係

FCM 中に発生する発話の中には、“これが…”・“その辺で…”・“あっちへ…” などのように指示語が多く含まれていた。その原因は以下のように推測できる:

> FCM では図が議論の中心となっているため、図中の特定の部分を言葉で表現する必要のある場面が頻繁に発生する。その際、表現したい部分を指示語を用いて表現することにより、具体的に表現する場合よりも短い言葉で表現することが可能である。そのため、指示語が多用される。

また、ある発話者の話す指示語を聞いている他の参加者は、前後の文脈や発話者の身振りなどから指示語が指し示す対象を容易かつ自然にリアルタイムに類推することが可能であり、理解の混乱が生じることはほとんどなかった。[1] 。

そして、上の推測で述べた「発話者が指示語を用いる際の身振り」により、add, delete, point, trace(block の構成要素) が発生するという傾向があった。

[1] ただし、発話者が必要以上に指示語を乱発する場合には、それを聞いている他の参加者の理解を妨げることになる。

2.7 手法の提案

これまでに行なった予備実験の結果と考察から、「小さいコストで FCM 中の discussion の抽出が可能な手法」を以下のように提案する:

1. FCM 中に発生する描画イベント display, change を抽出することにより、

   (a) それらの発生時刻の近傍において切り替わる discussion

   (b) discussion の対象となる図。

   を抽出する。

2. FCM 中に発生する block を抽出することにより、

   (a) block に対応する discussion

   (b) discussion の対象となる図中の部分。

   を抽出する。

2.8 議論の抽出例

第 2.7 節において提案した手法に基づいて会議 1 から抽出したある議論の流れを、図 2.4,2.5 に例として示す。

これら 2 枚の図の中に描かれた 6 枚の図は、会議 1 において議論された DFD の同一部分（以降、部分 1 と呼ぶ）の遷移を抜き出したものである。そして、部分 1 の 6 個の遷移状態を順に部分 1-1, 1-2, $\cdots$, 1-6 と呼ぶことにする。部分 1-n の左側に振られている n に等しい番号は、会議 1 における時間の経過に対応しており、この番号順に部分 1 が遷移したことを表す。部分 1-n の右側に書かれている文は、そのときの被験者 A_1, A_2 の発言や行為を表す。

部分 1 に関する一連の議論は 2 つの時間帯に分かれて行なわれた。具体的には、議論の前半は番号 1, 2, 3 から構成されており、議論の後半は番号 4, 5, 6 から構成されていた。そして、番号 1 よりも前・番号 3, 4 の間・番号 6 よりも後には、別の議論が行なわれていた。

会議 1 において最初に部分 1 が提示されたときには部分 1-1 のようになっていて、最終的には部分 1- 6 に落ち着いた。

分析者は、番号 1, 2, · · ·, 6 に沿ってビデオテープを再生しその議論を追うことにより、最終的に部分 1- 6 に落ち着くまでの議論の流れおよび決定理由を知ることができた。

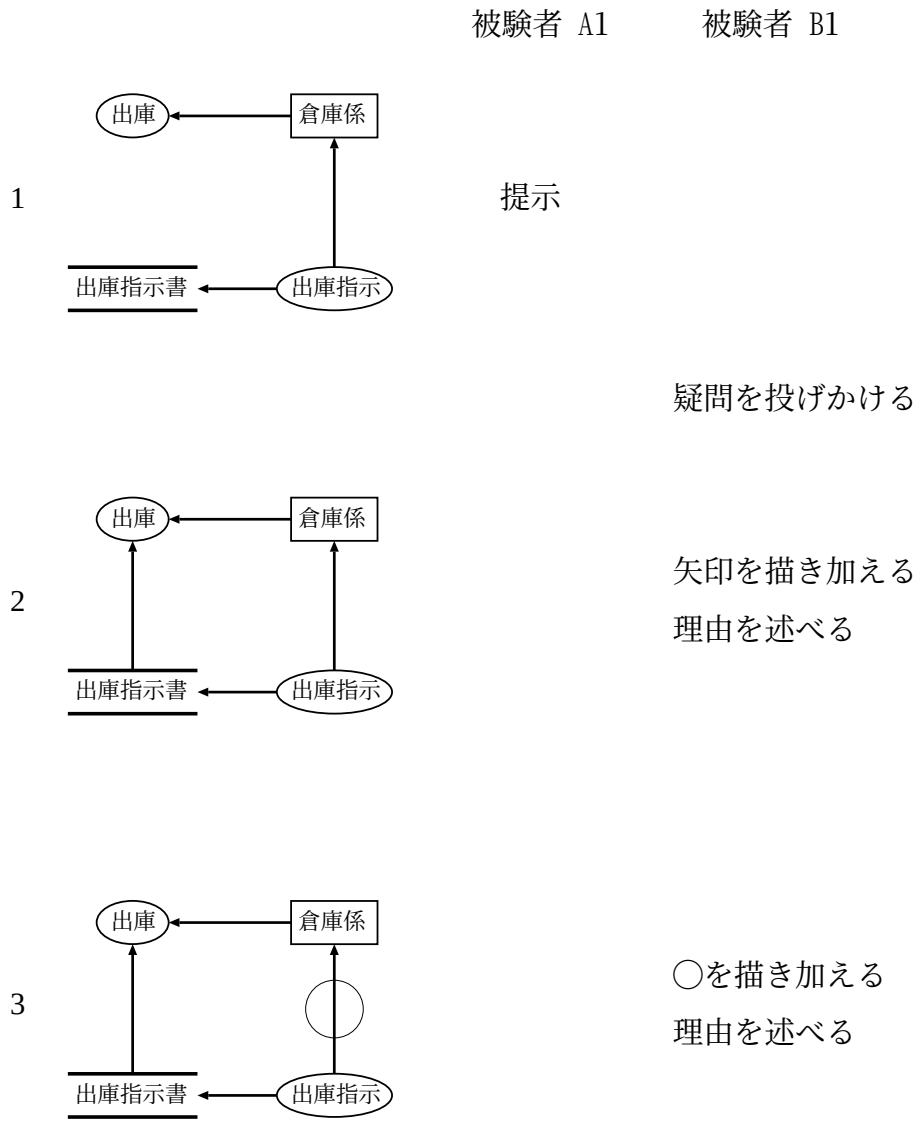

図 2.4: 会議 1 から検出した議論の流れ（前半）

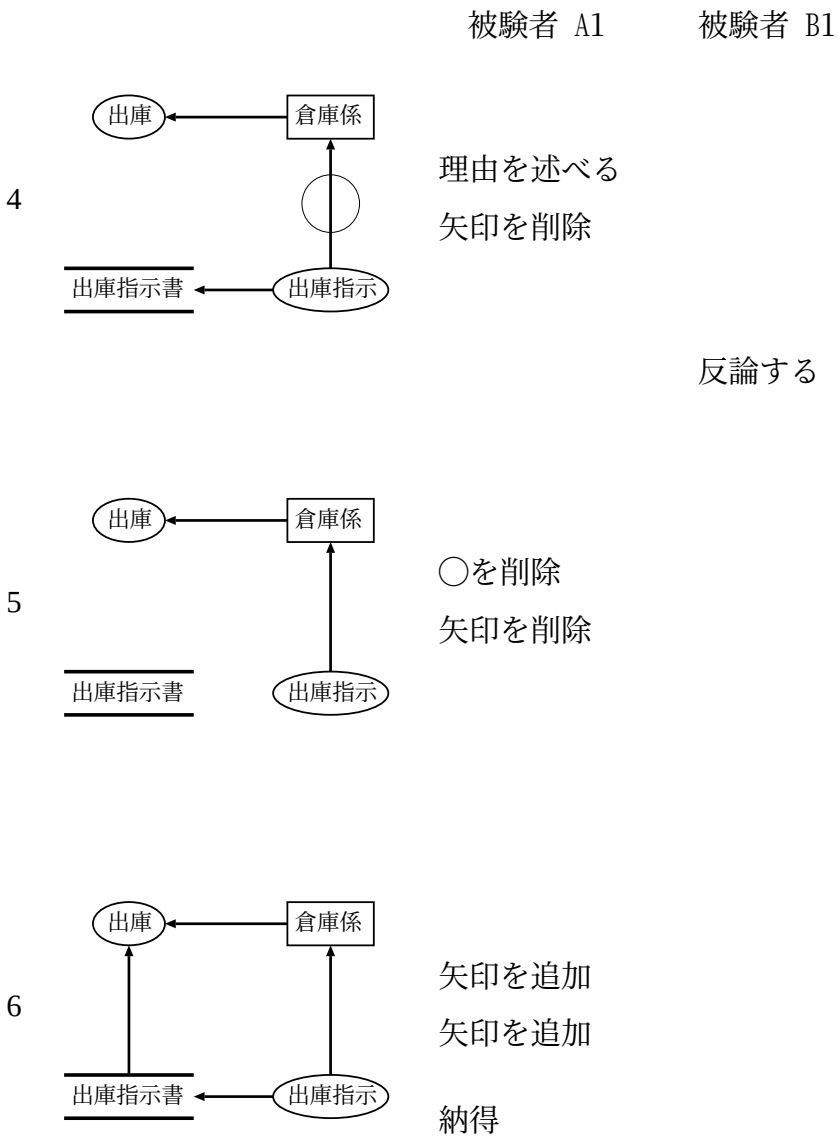

図 2.5: 会議 1 から検出した議論の流れ（後半）

第 3 章

手法の検証

3.1　本章の目的

第 2 章では、FCM 中に発生する描画イベントに着目することにより、「小さいコストで FCM 中の discussion の抽出が可能な手法」を提案した。

本章の目的は、本手法の検証を行なうことである。具体的には、実験を行い、

1. 機械的な区切り:

   display change, block（本手法を用いて抽出された区切り）。

2. 意味的な区切り:

   display（人間が会議内容を理解し意味的に抽出した区切り）。

を比較することにより、本手法の有効性を検証する。

3.2　実験の目的

本節では、提案した手法の検証を行なうために、機械的な区切りと意味的な区切りとを比較するための実験を行う。

3.3 実験の設定

実験の目的（第 3.2 節）を達成するために、1 個の実験を設定した。以降それを実験 3 と呼ぶことにする。なお、実験 3 の被験者は、実験 1, 2 の被験者とは異なる人物から選ぶこととする。実験 3 の設定は、基本的には第 2.4節で設定した予備実験（実験 1, 2）の設定と同一である。すなわち、「2 人の被験者が OMT 法 [17] によって作成した 2 つの図を摺り合わせる会議」と設定した。ただし、擦り合わせ会議の様子を録音・録画したビデオテープのデータを処理する工程が予備実験とは異なる。予備実験では、分析者が 1 人でビデオテープのデータから描画イベントと discussion の両方を抽出した。実験 3 では、分析者は本手法を用いてビデオテープのデータから機械的な区切り（block, change, block）を抽出する。それとは独立に、1 人の被験者 C_3 （実験 3 の擦り合わせ会議に参加した 2 人の被験者とは異なる人物）に依頼し、ビデオテープのデータから意味的な区切り（discussion, other）を抽出してもらう。ここで、other を以下のように定義する:

定義: other とは、

1. 意味的な区切りを抽出する被験者が discussion 以外に認識した何らかの区切り。
2. その意味や内容については被験者に任せたもの。

である。

被験者 C_3 に依頼する作業の具体的な設定および手順を一般的に記述したものは以下の通りである:

1. 被験者は本学の OMT 講義の合格者から 1 人選ぶ。以後この被験者を被験者 C と呼ぶことにする。被験者 C には、作業日の前にあらかじめ作業の概要を説明しておく。ただし、FCM および描画イベントの定義（第 2.2.1節・第 2.2.2節）は作業が終了するまで教えないこととする。これは、被験者 C が作業中に描画イベントを意識することを防ぐためである。

2. 作業当日は、作業室において作業を行なう。作業室に準備しておく設備は、机・椅子・ビデオデッキ・ビデオモニタである。

   最初に分析者は、被験者に対して discussion の定義（第 2.2.3節）を説明する。また、実験 3 の摺り合わせ会議について説明する。そして、被験者 C に対し、実験 3

の摺り合わせ会議を記録したビデオテープを観て、その会議内容から discussion を全て抽出し、会議内容を区切るよう指示する。

被験者は作業中いつでも自由にビデオテープを観てよいものとする。早送り・巻き戻し・スローなどの操作も自由に使ってよいものとする。また、作業中に文献 [17] を適宜参照してよいものとする。

被験者には、作業開始時に A4 サイズで統一した以下の用紙:

- 酒問屋問題の仕様書（第 2.4 節）。
- OD（第 2. 4節）。
- 実験 3 の会議前に実験 3 の被験者が準備した DFD と STD のコピー（それぞれ複数枚）。
- 白紙（複数枚）。

を渡し、作業中のメモを書き込むよう指示する。メモの書き方は自由であるものとするが、以下のものが最低限含まれるよう指示する:

抽出した各 discussion について

- 開始時間。
- 終了時間。
- 話題の内容。
- 話題の対象となっている図の部分（存在する場合のみ）。

作業に要する時間には特に制限を定めないものとする。被験者自身が会議中の discussion を全て抽出し、会議内容を区切り終わったと判断したら、そこで作業を終了する。

実験 3 の設定を図 3. 1にまとめる。

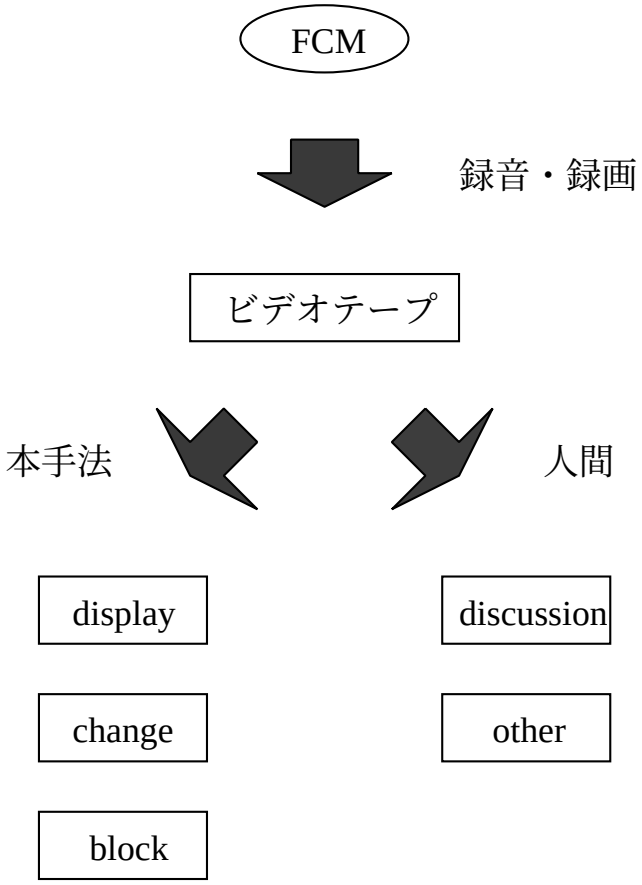
FCM
録音・録画
ビデオテープ
本手法
人間
display
change
block
discussion
other

図 3.1: 実験 3 の設定

3.4 実験の分析方法

実験 3 では、実験者は本手法を用いてビデオテープのデータから機械的な区切り（block, change, block）を抽出する。それとは独立に、1 人の被験者 C_3（実験 3 の擦り合わせ会議に参加した 2 人の被験者とは異なる人物）に依頼し、ビデオテープのデータから意味的な区切り（discussion, other）を抽出してもらう。実験者は、これらの機械的な区切りと意味的な区切りとを比較することにより手法の検証を行なう。

3.5 実験の結果と考察

実験の設定（第 3.3 節）に基づいて実験 3 を行なった。なお、実験 3 における被験者・ペア・会議の呼称を表 3.1 のように定める。

表 3.1: 実験 3 における被験者・ペア・会議の呼称

実験	実験 3
被験者名	被験者 A_3, B_3, C_3
ペア名	ペア 3
会議名	会議 3

会議 3 の概要を表 3.2 に示す。なお、会議中に描かれた 2 個の図は、DFD が 1 枚と STD が 1 枚である。

表 3.2 会議 3 の概要

会議時間（秒）	3057
会議中に描かれた図の枚数（枚）	2

実験者が抽出した会議 3 の描画イベントの概要 (1), (2) を表 3.3, 3.4 に示す。なお、第 2 章では簡単のため描画イベントの発生時刻を描画イベントの開始時刻で代用していたが、本章では描画イベントの開始時刻と終了時刻の両方を測定した。ただし、display, change においては、それらが発生した瞬間のみを発生時刻と考えることにしたので、開

始時刻・終了時刻・持続時間は考えないこととした。また、表 3.3 における数値 3.49（秒）（「平均持続時間（秒）」の行・「合計」の列にあるセルの値）は、add, delete, trace, point の総持続時間（秒）の合計（1186（秒））をそれらの個数（個）の合計（340）で割った値である。

表 3.3: 会議 3 の描画イベントの概要 (1)

描画イベント	display	change	add	delete	point	trace	合計
個数（個）	2	18	120	7	156	57	360
総持続時間（秒）	-	-	762	22	309	93	1186
平均持続時間（秒）	-	-	6.35	3.14	1.98	1.63	3.49

表 3.4: 会議 3 の描画イベントの概要 (2)

会議時間に占める描画イベントの割合（%）	38.8
発生頻度（秒／個）	8.49

実験者が抽出した会議 3 の block の概要を表 3.5 に示す。

表 3.5: 会議 3 の block の概要

block の個数（個）	20

被験者 C_3 が抽出した会議 3 の discussion, other の概要を表 3.6 に示す。

表 3.6: 会議 3 の discussion, other の概要

分析時間（時間）	5
分析中に描かれたメモの枚数（枚）	11
discussion の個数（個）	30
other の個数（個）	2

実験 3 から得られた以上のデータを分析することによって、以下の考察を得た。

3.5.1 描画イベントを用いることの妥当性

表 3.2, 3.3, 3.4 に挙げたように、会議 3 では会議時間は 3057（秒）であり、そのうち描画イベントは 360（個）発生していた。会議時間に占める描画イベントの割合は約 38.8 (%) であり、発生頻度は約 8.49（秒／個）であった。また実験者は、そのような描画イベントが会議中にまんべんなく分散していることを確認した。以上より、FCM から何らかの情報を得る際に描画イベントを用いることは妥当であると考えられる。

3.5.2 人間による区切りの間違い

表 3.2, 3.6 に挙げたように、実験 3 において被験者 C_3 は、約 51 分間にわたって行なわれた会議 3 から、その約 6 倍である 5 時間をかけて discussion を 30 個抽出した。実験 3 の終了後、実験者はそれらの discussion が正しく抽出されているかどうかを調べた。具体的には、実際に会議 3 のビデオを再生してそれらの discussion を検証した。その結果、discussion とは考えられないものが 4 個連続して抽出されていたことがわかった。このことは、分割の手掛かりを与えられていないという条件における区切りの抽出の難しさを表していると言える。

なお、実験者は、次節以降で行なう考察に用いるデータのために、上述の誤って抽出された 4 個の discussion を除外し、代わりに実験者が抽出した discussion を 4 個補間した。その際、実験者は描画イベントの情報は一切用いていない。そして実験者は以上の変更について被験者 C_3 に説明し、その変更が妥当なものであるという被験者 C_3 の了

承を得た。このように一部訂正して新たに作成した discussion の集合を、discussion 列 (discussion sequence)と呼ぶことにする。さらに、discussion 列の先頭から順に番号を割り振り、discussion 1, discussion 2, ···, discussion 30 と呼ぶことにする。このうち、実験者が訂正したものは discussion 24, 25, 26, 27 である。

3.5.3 display による機械的な区切りと意味的な区切りとの間の関係

本節では、第 2.7 節において提案した本手法の第 1 番目:

> FCM 中に発生する描画イベント display, change を抽出することにより、
>
> 1. それらの発生時刻の近傍において切り替わる discussion
> 2. discussion の対象となる図。
>
> を抽出する。

における display に対する考察を行なう。

実験 3 において、display の発生個数は 2 個（表 3.3）である。1 番目の display（以降 display 1 と呼ぶ）は、被験者 B_3 が準備してきた STD をホワイトボードに描き写し始めたときに発生したものである。2 番目の display（以降 display 2 と呼ぶ）は、被験者 A_3 が準備してきた DFD をホワイトボードに描き写し始めたときに発生したものである。これらを表 3.6 に挙げた 2 個の other （以降 other 1, other 2 と呼ぶ）と比較したところ、display 1 は other 1 と対応しており、display 2 は other 2 と対応していることがわかった。以上の事柄を説明するためのグラフを図 3.2, 3.3 に示す。

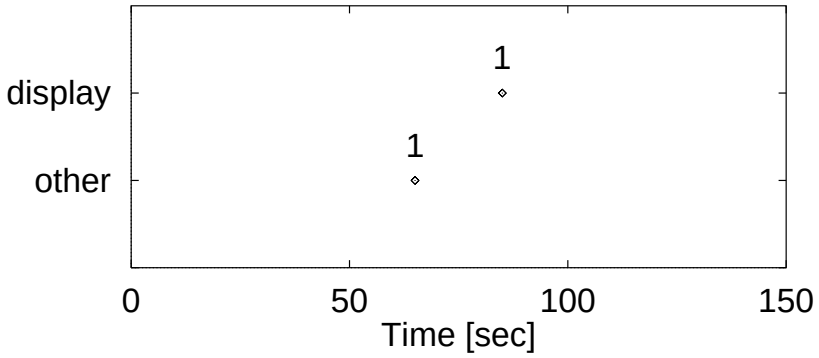

図 3.2: 会議 3 における display 1 の近傍

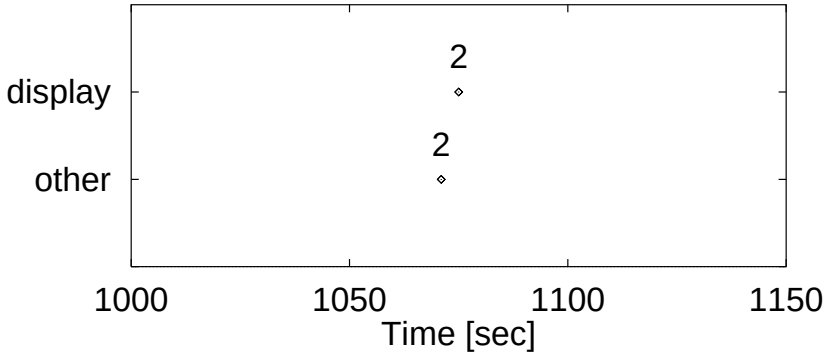

図 3. 3: 会議 3 における display 2 の近傍

これらのグラフの意味は以下の通りである:

- 横軸:

  会議 3 の開始時刻から計測した時刻（秒）を表す。

- 縦軸:

  上から順に、

  - 会議 3 中に発生した display 。これらは実験者が実験 3 から抽出したデータである。
  - 会議 3 中に発生した other。これらは被験者 C_3 が実験 3 から抽出したデータである。

- プロットされている点:

  display, other それぞれの発生時刻を表している。

図 3.2 は会議 3 の時刻 0（秒）から時刻 150（秒）までを表している。時刻 85（秒）に display 1 が発生し、それ以降 add が続いて発生していた。これは、被験者 B_3 が時刻 85（秒）から準備してきた STD をホワイトボードに描き写し始めたためである。被験者 C_3 は、discussion1（開始時刻 8（秒）、終了時刻 12（秒））・discussion2（開始時刻 29（秒）、終了時刻 43（秒））・other1（時刻 65（秒））を抽出している。display 1 の発生時刻は other 1 の 20 秒後である。また、被験者 C_3 は other 1 に対し「STD 説明開始」という説明を付けていた。以上より、display 1 は、other 1 の抽出に有効であると言える。

図 3.3 は会議 3 の時刻 1000（秒）から時刻 1150（秒）までを表している。point が複数個・trace が 1 個発生した後、時刻 1075（秒）に display 2 が発生し、それ以降 add が続いて発生していた。これは、被験者 A_3, B_3 が STD に関する議論を行なった後、被験者 B_3 が時刻 1075（秒）から準備してきた DFD をホワイトボードに描き写し始めたためである。被験者 C_3 は、discussion0（開始時刻 932（秒）、終了時刻 1047（秒））・discussion1（開始時刻 1050（秒）、終了時刻 1070（秒））・other2（時刻 1071（秒））discussion2（開始時刻 1178（秒）、終了時刻 1186（秒））を抽出している。display 2 の発生時刻は other 2 の 4 秒後である。また、被験者 C_3 は other 2 に対し「DFD 説明開

始」という説明を付けていた。以上より、display 2 は、other 2 の抽出に有効であると言える。

以上より、描画イベント display（機械的な区切り）は、other（意味的な区切り）の抽出に有効であることが確認できた。

3.5.4 change による機械的な区切りと意味的な区切りとの間の関係

本節では、第 2.7 節において提案した本手法の第 1 番目:

> FCM 中に発生する描画イベント display, change を抽出することにより、
>
> 1. それらの発生時刻の近傍において切り替わる discussion
> 2. discussion の対象となる図。
>
> を抽出する。

における change に対する考察を行なう。

実験 3 において、change の発生個数は 18 個（表 3.3）である。これらの change と被験者 C_3 によって抽出された discussion, other（表 3.6）とを時間軸上にプロットしたグラフを作成して比較したところ、特に相関は発見できなかった。このことは、描画イベント change（機械的な区切り）は discussion, other（意味的な区切り）の抽出に有効ではない可能性があることを示している。

3.5.5 block による機械的な区切りと意味的な区切りとの間の関係

本節では、第 2.7 節において提案した本手法の第 2 番目:

> FCM 中に発生する block を抽出することにより、
>
> 1. block に対応する discussion 。
> 2. discussion の対象となる図中の部分。
>
> を抽出する。

に対する考察を行なう。

なお、block の開始時刻はその block を構成する描画イベント（add, delete point, trace）の最初のものの開示時刻であるとし、block の終了時刻はその block を構成する描画イベントの最後のものの終了時刻であるとした。

今回の検証においては、第 2.6.4 節に基づき、会議 3 中に発生した add, delete, point, trace の列が、その種類に関係なく 20 秒未満の間隔で隣接して構成されていたものを 1 個の block とした。よって 2 個の block は、20 秒以上の間に渡って add, delete, point, trace が発生しなかった部分によって区切られることになる。このルールにより、会議 3 から抽出された block の個数は 20 個であった。以降はそれらを順に block 1, 2, $\cdots$, 20 と呼ぶことにする。

block によって抽出できた discussion は 7 個であった。被験者 C_3 が抽出した discussion の個数は 30 個（表 3.6）であるから、その検出率は 23.3 (%) である。この検出率では discussion の抽出には不十分である。このようになった原因は、「block と discussion とは必ずしも 1 対 1 に対応しないため」であると思われる。そこで、次節において、本手法を改良し抽出率を向上させることにより本手法の有効性を高めることにする。

3.5.6 block から discussion を抽出する手法の改良

本節では、block から discussion を抽出する手法（第 2.7節において提案した本手法の第 2 番目）を改良し discussion の抽出率を向上させることにより本手法の有効性を高めることにする。改良案は以下の通りである:

1. 隣接する block の発生場所が、
   (a) 異なる場合は、それぞれ異なる discussion に対応する。
   (b) 同じ場合は、同じ 1 個の discussion に対応する。
2. 1 個の block の発生場所が、その発生時間内で
   (a) 遷移する場合は、それぞれ異なる discussion に対応する。
   (b) 遷移しない場合は、同じ 1 個の discussion に対応する。

以上の改良案を図 3.4, 3. 5,3. 6,3. 7に図解する。図中の時間軸方向の線分は block の発生時間帯を表す。なお、「bl œk の発生場所」とは、「bl œk を構成する描画イベント（add, del ete,point , t race）の図中における発生場所をまとめた領域」を意味する。そのため、1 個の bl œk の発生場所が複数枚の図にまたがることもあり得る。

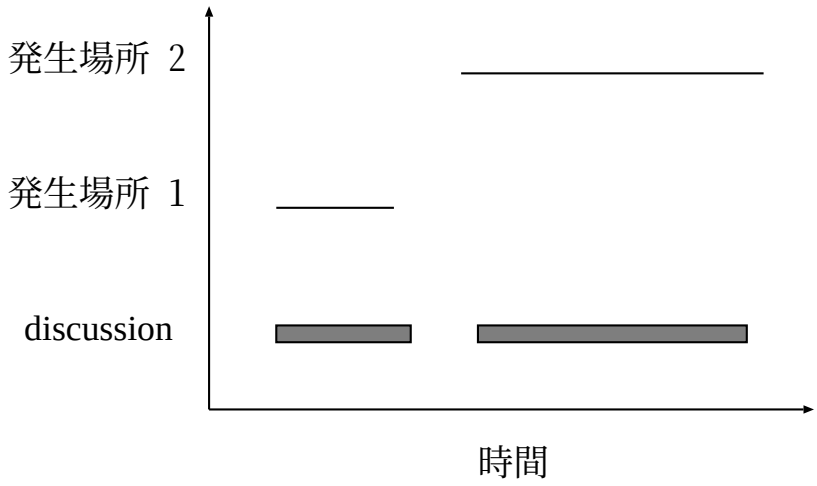

図 3. 4: 本手法の第 2 番目の改良案 1(a)

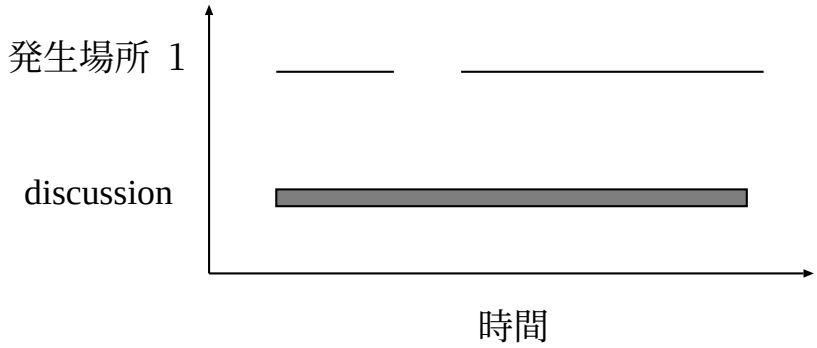

図 3. 5: 本手法の第 2 番目の改良案 1(b)

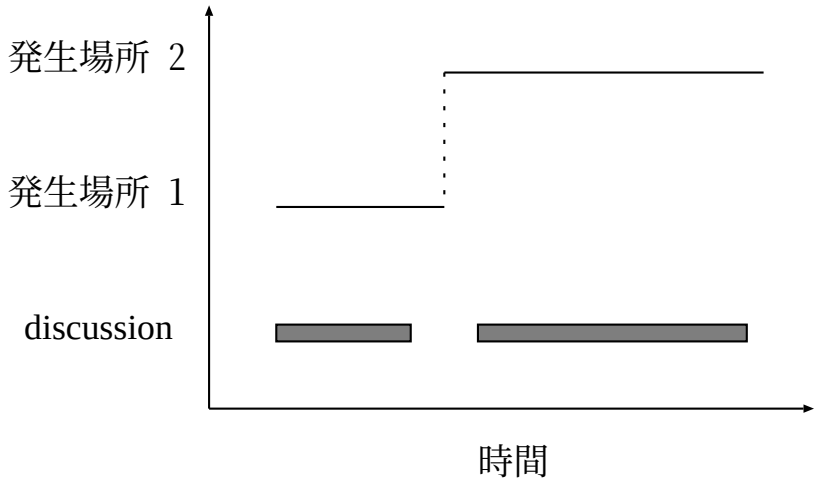

図 3.6: 本手法の第 2 番目の改良案 2(a)

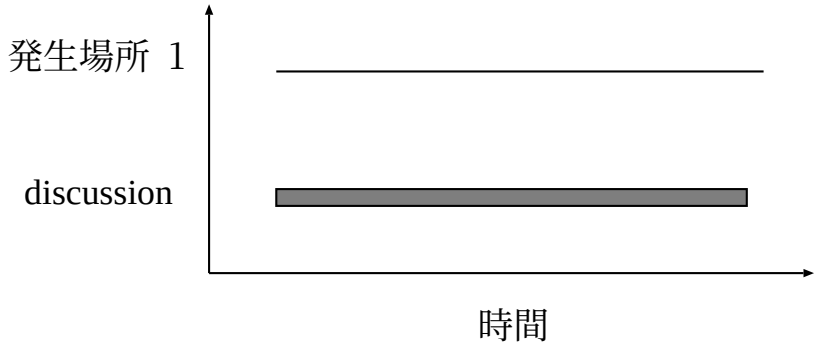

図 3. 7: 本手法の第 2 番目の改良案 2(b)

本節で述べた改良案により、20 個の block によって抽出できた discussion は 22 個であった。被験者 C_3 が抽出した discussion の個数は 30 個（表 3.6）であるから、その検出率は 73.3(%) である。すなわち、改良案により検出率は 50 (%) 向上したことになる。以上より、block（機械的な区切り）は、discussion（意味的な区切り）の抽出に有効であることが確認できた。

3.5.7 改良した手法の適用例

図 3.8 に、1 個の block から 1 個の discussion を抽出可能な場合のグラフを示す。このグラフにおいて、時刻 2230（秒）の近傍で発生しているのは discussion 20 および block 10 である。時刻 2360（秒）の近傍で発生しているのは discussion 21 および block 11 である。さらに、図 3.9,3.10 に discussion 20, discussion 21 の発生場所を示す。このような場合には、最も簡単に 1 個の block から 1 個の discussion を抽出できることが確認できた。

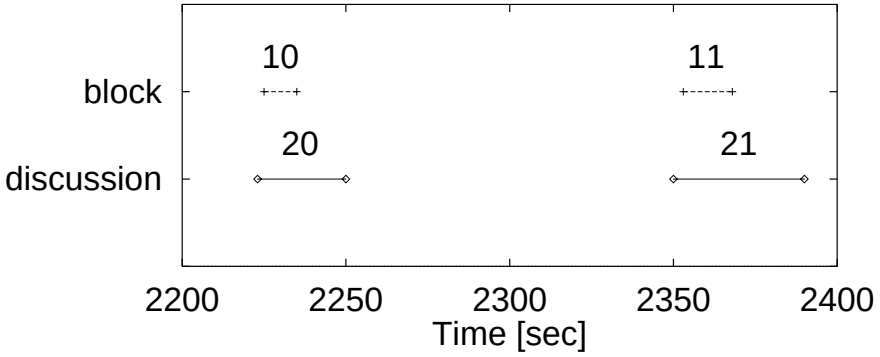

図 3.8:1 個の block と 1 個の discussion

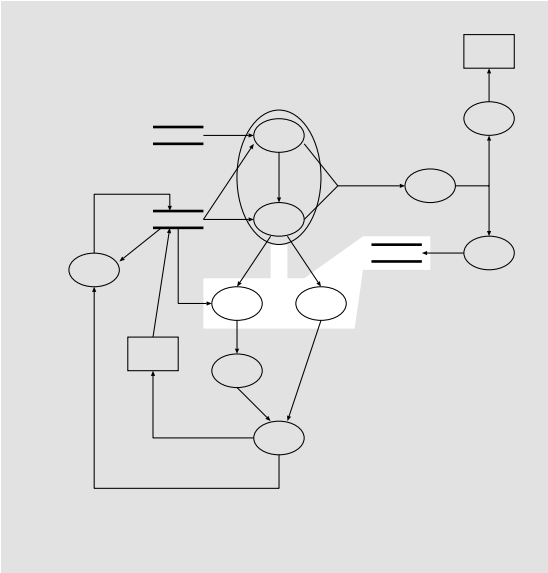

図 3.9: discussion 20 の発生場所

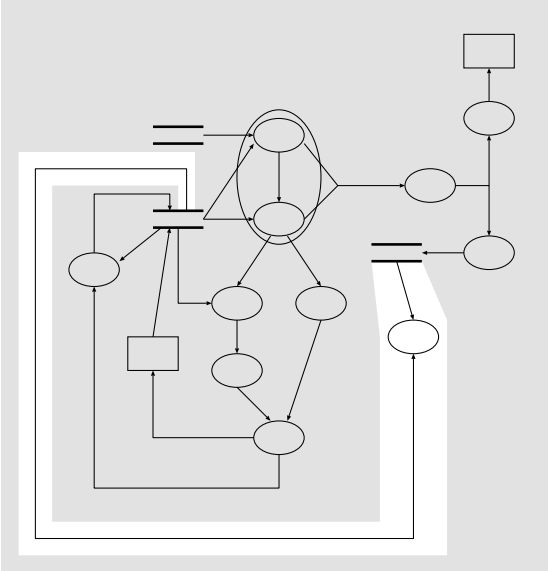

図 3.10: discussion 21 の発生場所

図 3.11 に、対応する block が存在しない discussion の場合を示す。このグラフにおいて、時刻 2950（秒）の近傍で発生しているのは discussion 28 である。時刻 3020（秒）の近傍で発生しているのは discussion 29 および block 20 であるが、これは 1 個の block から 1 個の discussion を抽出できる場合であるので、ここでは議論しない。時刻 3050（秒）の近傍で発生しているのは discussion 30 である。このような場合には、手掛かりとなる block が存在しないため discussion を抽出できないことを確認した。

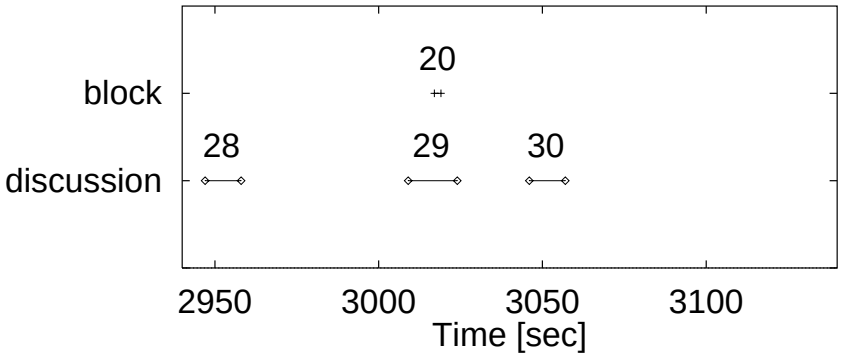

図 3.11: 対応する block が存在しない discussion

図 3.12 に、複数個の block から 1 個の discussion を抽出可能な場合のグラフを示す。このグラフにおいて、時刻 1797（秒）から時刻 1799（秒）の間に発生しているのは block 7 である。時刻 1837（秒）から時刻 1986（秒）の間に発生しているのは block 8 である。時刻 1794（秒）から時刻 1988（秒）の間に発生しているのは discussion 17 である。さらに、図 3.14,3.13 に discussion 17 の発生場所を示す。このような場合には、複数個の隣接した block が図中の同じ場所で発生しているかどうかを調べることにより、複数個の block から 1 個の discussion を抽出できることが確認できた。

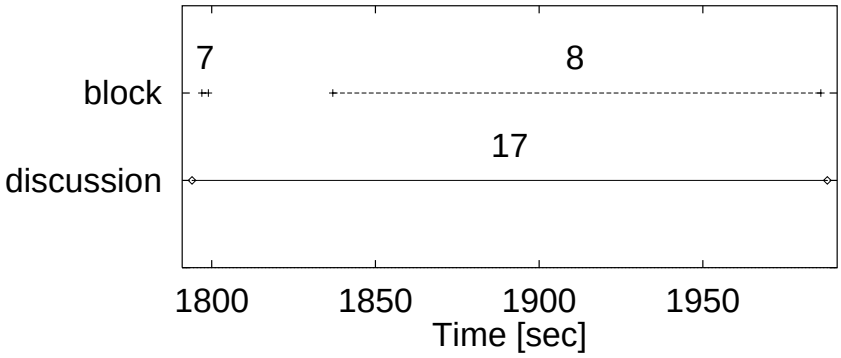

図 3.12:複数個の block と 1 個の discussion

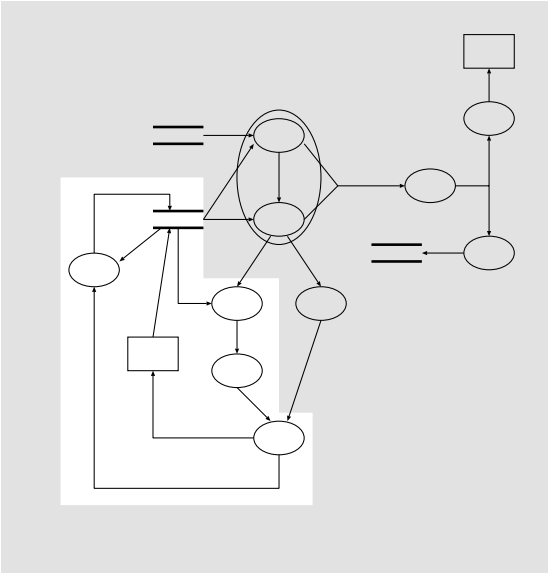

図 3.13: discussion17 の発生場所 (1)

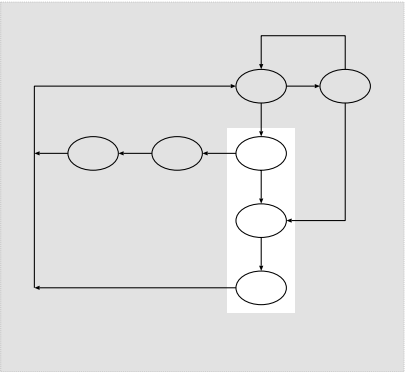

図 3. 14: discussion17 の発生場所 (2)

図 3.15 に、1 個の block から複数個の discussionを抽出可能な場合のグラフを示す。このグラフにおいて、時刻 2027（秒）から時刻 2143（秒）の間に発生しているのは block 9 である。時刻 2001（秒）から時刻 2074（秒）の間に発生しているのは discussion18 である。時刻 2086（秒）から時刻 2162（秒）の間に発生しているのは discussion19 である。さらに、図 3.16,3.17に discussion18 の発生場所を示す。同様に、図 3.18,3.19に discussion19 の発生場所を示す。このような場合には、複数個の隣接した discussion が図中の異なる場所で発生しているかどうかを調べることにより、1 個の block から複数個の discussion を抽出できることが確認できた。

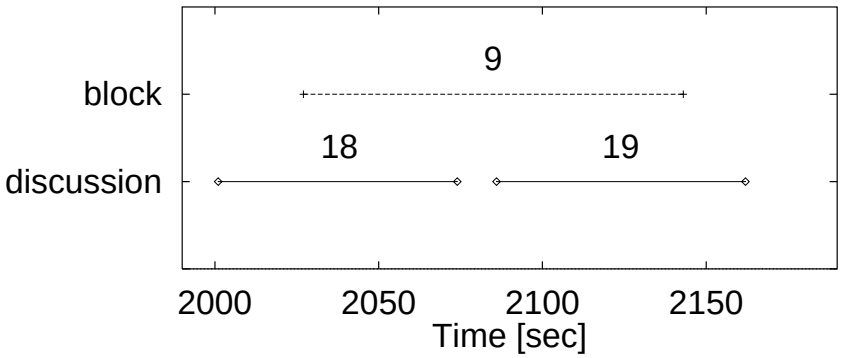

図 3.15:1 個の block と複数個の discussion

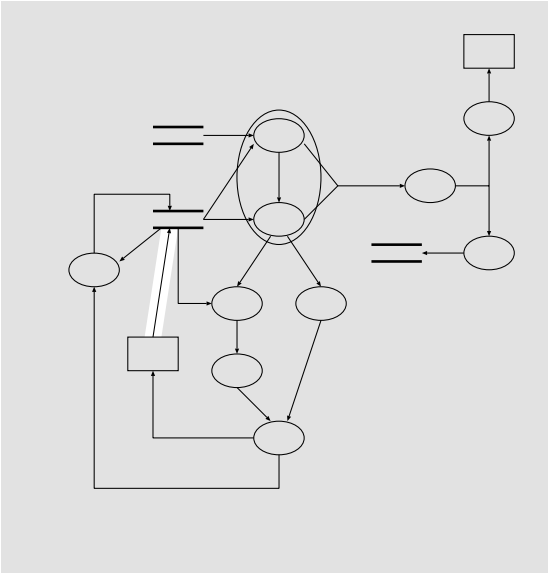

図 3.16: discussion 18 の発生場所 (1)

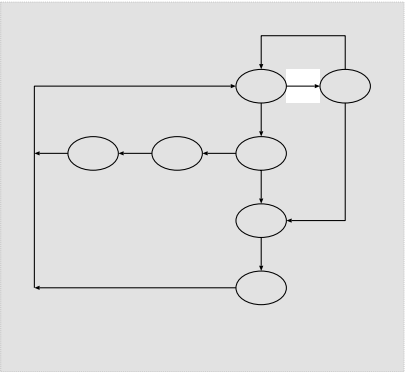

図 3.17: discussion 18 の発生場所 (2)

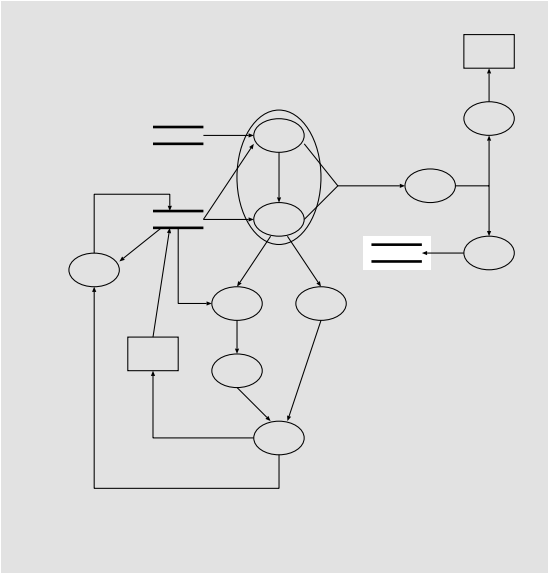

図 3.18: discussion 19 の発生場所 (1)

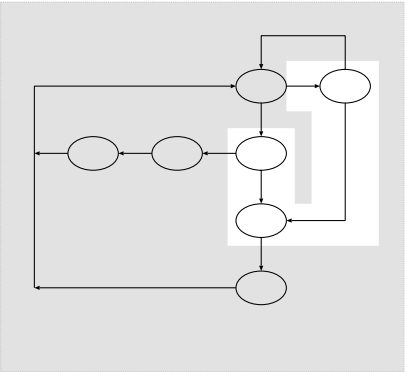

図 3. 19: discussion19 の発生場所 (2)

第 4 章

結論

何らかの生産物を生産することが目的である会議を行ない、その会議履歴を作成することは広く行なわれていることである。会議履歴の作成時における会議中の発話の重要性は十分に認識されているが、現在の計算機技術では発話を自動的に認識することは困難であり、特に連続発話の処理は難しい。それに対して、会議中の描画の認識は、ペンコンピュータを利用すれば容易でありそのコストは小さい。本研究では、FCM を対象とし、その会議中に発生する描画イベントに着目することにより、小さいコストで FCM 中の discussion の抽出が可能な手法を提案・検証した。最終的に得られた手法は以下の通りである:

1. FCM 中に発生する描画イベント display, change を抽出することにより、

   (a) それらの発生時刻の近傍において切り替わる discussion

   (b) discussion の対象となる図。

   を抽出する。

2. FCM 中に発生する block を抽出することにより、

   (a) block に対応する discussion

   (b) discussion の対象となる図中の部分。

   を抽出する。ただし、

(a) 隣接する block の発生場所が、

i. 異なる場合は、それぞれ異なる discussion に対応する。

ii. 同じ場合は、同じ 1 個の discussion に対応する。

(b) 1 個の block の発生場所が、その発生時間内で

i. 遷移する場合は、それぞれ異なる discussion に対応する。

ii. 遷移しない場合は、同じ 1 個の discussion に対応する。

本手法の有効性を検証するために行った実験から得られた結論は以下の通りである:

1. 描画イベント display（機械的な区切り）は、other（意味的な区切り）の抽出に有効であることが確認できた。

2. 描画イベント change（機械的な区切り）は discussion, other（意味的な区切り）の抽出に有効ではない可能性があることが確認できた。

3. block（機械的な区切り）は、discussion（意味的な区切り）の抽出に有効であることが確認できた。

すなわち、本手法による機械的な区切りは意味的な区切りの抽出に有効であることが確認できた。以上により、本手法の有効性を確認できた。

第 5 章

おわりに

本研究では、FCM を対象とし、その会議中に発生する描画イベントに着目することにより、小さいコストで FCM 中の discussi on の抽出が可能な手法を提案・検証した。

以下に今後の課題についてまとめる:

- 今回の研究で実験用に設定した摺り合わせ会議では、会議中に被験者が計算機を用いない条件で作業した。しかし既に述べたように、描画イベントはペンコンピュータなどによって検出可能であるので、計算機上のシステムに本手法を適用することにより、計算機による支援の可能性について調べる必要がある。具体的には、CASE ツールや描画エディタなどと本手法とを組み合わせる場合の可能性や、計算機による発話の処理が発達した場合において本手法を連携させるための可能性について調べる必要がある。

- 今回の研究で行なった実験では、実験 1, 2, 3 の 3 個であった。つまり、分析したデータは 3 種類しかなく、そこから傾向を論じることはできても、定量的な議論を行なうことは無理である。より厳密な分析を行なうためには、実験の数を増やしサンプル数を多くする必要がある。

- 今回の研究で実験用に設定した摺り合わせ会議では、会議 1, 2, 3 のいずれも 2 人 1 組の被験者によって行なわれた。しかし、一般的な会議の参加者は通常 2 人に限定されないことを考えると、3 人以上の参加者による会議を行ない、参加人数による影響を調べる必要がある。

- 会議に関する他の研究で用いられている手法と本手法とを連携させるための可能性について調べる必要がある。例えば、複数の手法の連携によってより精度の高い手法を追求するというアプローチが考えられる。

謝辞

本研究を行なうにあたり御助言を賜わりました落水浩一郎教授には心から感謝申し上げます。

本研究を進めるにあたり多方面から御指導を賜わりました篠田陽一助教授に心から感謝申し上げます。

本研究を行なうにあたり終始変わらぬ御指導を賜わりました海谷治彦助手に心から感謝申し上げます。

実験の分析方法について御助言を賜わりました佐伯元司東京工業大学助教授に深く感謝致します。

被験者として実験に参加して戴いた本大学院の学生の皆様に深く感謝致します。

多方面から御助言を賜わりました研究室の皆様に深く感謝致します。

参考文献

[1] 桑名栄二. ソフトウェア履歴情報の研究動向. 電子情報通信学会誌, Vol. 77, No. 5, pp. 531–538, May 1994.

[2] 垂水浩幸. グループウェアのソフトウェア開発への応用. 情報処理, Vol. 33, No. 1, pp. 22–31, Jan. 1992.

[3] J. Conklin and M. L. Begeman. gIBIS: A hypertext tool for exploratory policy discussion. *in CSCW'86*, Dec. 1986.

[4] 海谷治彦, 三浦信幸, 穴井豪, 江幡剛, 永岡洋樹, 佐伯元司. 対面式会議を支援する計算機システムの評価実験. 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol. J79-D-I, No. 6, pp. 341–350, Jun. 1996.

[5] 三浦信幸, 海谷治彦, 佐伯元司. 仕様作成会議の発話履歴を用いて仕様書を作成する方法. 電子情報通信学会 技術研究報告 KBSE93-41, Vol. 93, No. 408, pp. 9–16, Jan. 1994. 知能工学ソフトウェア研究会.

[6] 西正博, 海谷治彦, 佐伯元司. ソフトウェアの発注者-開発者会議における インタラクションの分析. 情報処理学会研究報告 92-HI-41, Vol. 92, No. 15, pp. 17–24, Mar. 1992. ヒューマンインターフェース研究会.

[7] 三浦信幸, 海谷治彦, 佐伯元司. 仕様作成会議の発話履歴と仕様書の構造に関する分析. 電子情報通信学会 技術研究報告 94-HI-53, Vol. 94, No. 23, pp. 71–78, Mar. 1994.

[8] 永田守男, 高木晴夫, 竹内晃一. コミュニケーション文脈の追跡システム — 開発可能性の検討 —. 日本経営情報学会誌, Vol. 1, No. 1, pp. 39–44, 1991.

[9] T. Uetake and M. Nagata. A computer supported system of meetings using a model of inter-personal communication. *IEICE Trans. on Information and Systems*, Vol. E78-D, No. 9, pp. 1127–1132, 1995.

[10] T. Uetake, M. Nagata, and H. Takagi K. Takeuchi. A meeting support system based on analysis of human communication: Using contexts and contents of meetings. In G. Salvendy, M. J. Smith, and (Eds), editors, *Human-Computer Interaction: Software and Hardware Interface*, pp. 967–972. Elsevier Science Pub., 1993.

[11] 永田守男. ソフトウェアの研究って何だろう? (1). *bit*, Vol. 28, No. 8, pp. 51–56, 1996.

[12] 永田守男. ソフトウェアの研究って何だろう? (2). *bit*, Vol. 28, No. 9, pp. 67–74, 1996.

[13] 永田守男. ソフトウェアの研究って何だろう? (3). *bit*, Vol. 28, No. 10, pp. 90–99, 1996.

[14] 海歩博之, 原田悦子. プロトコル分析入門. 新曜社, 1993.

[15] 高田敏弘, 鷲坂光一, 青柳滋己, 尾内理紀夫. プロトコル解析支援のためのインタラクティブシステム. 田中二郎（編）, インタラクティブシステムとソフトウェア III, レクチャーノート/ソフトウェア工学, 第 12 巻, pp. 211-220. 日本ソフトウェア科学会 WISS'95, 近代科学社, Dec. 1995.

[16] 海谷治彦. 作図を利用した摺合せ作業における 認識の不一致を検出する手法の提案. 田中二郎（編）, インタラクティブシステムとソフトウェア IV, レクチャーノート/ソフトウェア工学, 第 16 巻, pp. 159-168. 日本ソフトウェア科学会 WISS'96, 近代科学社, Dec. 1996.

[17] James Rumbaugh, Michael Blaha, William Premerlani, Frederick Eddy, and William Lorensen. *Object-Oriented Modeling and Design*. Prentice Hall, 1991.

[18] 山崎利治. 共通問題によるプログラム設計技法解説. 情報処理, Vol. 25, No. 9, p. 934, Sep. 1984.