

検索可能な樹状ヒストリ機能を備えた ホワイトボードシステム“S. W. ボード”の提案と実装

野田 潤 倉本 到 藤本 典幸 萩原 兼一
大阪大学 大学院基礎工学研究科

560-8531 大阪府豊中市待兼山町1-3
06-6850-6597
[noda, kuramoto, fujimoto, hagi하라]@ics.es.osaka-u.ac.jp

あらまし

会合においてホワイトボードを用いる際に、議論においてしばしば過去の描画状況が必要となる。しかし現状では必ずしも必要な情報が得られない場合が多い。その原因として、必要とされる描画状況を参照できる形式で記録していないということが挙げられる。

そこで、本報告では過去の任意の時点における描画状況を木構造を用いて記録し、参照することができる樹状ヒストリ機能を提案する。更に、この機能を備えた電子ホワイトボードシステム“S. W. ボード”の実装について述べる。

キーワード ホワイトボード, 会合, 履歴, ReSPoM, S. W. ボード, グループウェア

A Searchable Whiteboard System with Tree-History Mechanism

JUN NODA, ITARU KURAMOTO, NORIYUKI FUJIMOTO, KENICHI HAGIHARA
Graduate School of Engineering Science, Osaka University

1-3 Matikaneyama, Toyonaka, Osaka 560-8531 JAPAN
+81-6-6850-6587
[noda, kuramoto, fujimoto, hagi하라]@ics.es.osaka-u.ac.jp

Abstract

When we use a whiteboard in a meeting, we often need past drawings of the whiteboard which contains important informations for the argument. However, there are many cases that we can not always get them. This is caused that these past drawings aren't recorded in the form such that we can immediately refer to.

In this report, we propose Tree-History Mechanism which records automatically past drawings of the whiteboard by using a tree structure. Moreover, we show the implementation of the electronic whiteboard system "S.W. board" with Tree-History Mechanism.

key words

whiteboard, meeting, history, ReSPoM, S.W.Board, groupware

1. はじめに

近年、複数の人間による協調作業を計算機によって支援する研究が多く、側面から行われている^{1)~8)}。この協調作業の1つに会合がある。会合中にホワイトボード(以下 W. B. と略す)を利用する場合、議論内容の確認のために W. B. に描かれた内容をたびたび参照する。しかし、W. B. に描画できる領域は限られているため、必要とされる描画内容が消去され残されていないことがある。この場合、必要な W. B. 描画内容を参照するために、会合参加者は会合中において残した記録を用いる。これに対し、会合中に詳細な内容を記録として残すことは難しく、W. B. 描画内容を知りたいという要求に対して不十分な情報しか得られない場合が少なくない。また、後日の会合でその内容に関して議論を繰り返す場合、再度 W. B. に同じ描画内容を書き直す作業が必要となる。会合後により詳細な情報を得るために、ビデオなどで会合の様子を録画し、その映像記録を検索参照することが行われているが、その膨大なデータ量から必要部分を的確に抜き出すことが容易ではない等の問題がある。

そこでこれらの問題を解決するために、コンピュータネットワーク上で稼働する電子的なホワイトボードシステムである S. W. ボードを提案し、ペンタブレット上に実装する。S. W. ボードは既存の電子ホワイトボードシステムが実現している共有画面に描画を行う機能のほかに、過去の時点における描画内容を個人的に参照できる機能を持つ。描画の履歴は木構造を用いて記録している。参照した描画内容を共有画面上に反映しその内容に関する議論を繰り返すこともできる。この機能の実現により W. B. を用いた会合の進行の支援を目指す。また、会合情報記録検索システム ReSPoM⁹⁾において実現している by-参照の概念を用いた検索参照方法を導入し、会合後における W. B. の描画内容に関する簡便な検索参照の実現を目指す。

以後、2章では W. B. を用いた会合に関する要求とその対応に関して述べる。3章では2章で述べた対応法を実際に実現した電子ホワイトボードシステムである S. W. ボードについて述べ、4章でまとめと今後の課題について述べる。

2. W. B. に関する要求とその対応

2. 1 会合と W. B.

会合は参加者数や形態が様々であるが、本シス

テムでは、紙に印刷した配布資料を用いて、2~8人程度の人(会合参加者)が資料上にメモをとり W. B. を用いながら議論を進める研究打ち合わせ等を想定する。会合の状況を逐一記録した音声・映像情報等からなる記録(一次記録)をとることもある。

以下、会合で用いる W. B. として、描画領域を複数枚持ち、複写ボタンを押すと紙にその内容を印刷する機能(印刷機能)をもつ W. B. を想定する。

2. 2 会合中に生じる要求

会合中に話しただけではわかりにくい内容を図等を描いて説明する際や、議論内容を一時的にまとめるために W. B. を利用する。特に発想系の会合などにおいて W. B. の利用頻度が高い場合に次の要求が生じることがある。

R1: 物理的にある一定の面積に定められた描画領域を越えてさらに描画を行いたい。

R2: W. B. の描画内容に個人的な注釈をつけたい。

R3: 配布資料に記載されている図などを W. B. に複写して、それをもとに議論したい。

要求 R1 には、描画内容の一部を白板消しで消去し、描画領域を確保することで対応している。このため、W. B. の描画内容は常に変更されつづけることになり、ある時点で存在した描画内容が、後に存在しているとは限らない。そのため次の要求が生じる。

R4: W. B. から消去された描画内容を参照したい。

具体的には、以下の要求が生じると考えられる。

R4': 過去の描画内容を、W. B. 上に再現し、その内容に関する議論を行いたい。

R4'': 過去に描画した複数の描画内容を見比べたい。

2. 3 会合終了後に生じる要求

会合後に、会合中に描かれた W. B. の描画内容を知りたいという要求がある。そのために、現状では W. B. の描画内容をなんらかの手段を用いて記録に残す。しかし、これを参照するだけでは、知りたい情報が得られないことがある。具体的には、以下のような要求がある。

R5: ある時刻に行われた描画に関して、誰が描画を行っていたのかを知りたい。

R6: ある描画者による描画がどのような内容であるかを知りたい。

R7: ある議論に関連する W. B. 上の描画内容を知りたい。

R8: 議論とともに描画されていく様子を知りたい。

2. 4 要求の分析とその対応

2. 4. 1 R1~R4' に関する分析と対応

要求 R1 は, W. B. の物理的大きさの制限上, 避けられない問題である。そこで, 以下による対応が考えられる。

C1: W. B. を計算機上に実装し, 仮想的に無限の描画領域を実現する。

現実の W. B. は部屋に備え付けてある 1 台を用いて描き込みを行う使用法が一般的である。計算機上に実装する場合, ネットワークを介して W. B. 描画領域にあたる領域を共有し, 会合参加者が手元にある環境から描き込みを行うという手法^[4]がある。本研究ではこの手法を採用する。

この場合, 現実の W. B. で行える作業が違和感なく行える必要がある。そのためには, 以下の C1' が重要とされる^[4]。

C1' : 描画を行った時点においてその描画が即座に共有領域に反映されること(リアルタイム性)と, 描画者の状態を知ること(アウェアネス性)を満足する機構を実現する。

要求 R2 は, 一般には W. B. のもつ印刷機能を利用し, W. B. の描画内容を印刷し, その紙に注釈を書くことにより対応している。しかし, W. B. の描画内容に対して注釈をつけたいと思うときは会合参加者によって様々であり, そのたびに議論を中断し, 印刷のための時間を取る必要がある。この場合, 以下の問題点が生じる。

P1: 複写による中断が, 議論の円滑な進行の妨げになる。

会合参加者によっては議論を中断させることに遠慮を感じ, 手元の資料などに手書きで書き写して済ませてしまうことも多い。この場合, 記入漏れ等の理由により, 完全な情報として記録できない問題がある。また, 要求 R3 のように配布資料の内容を W. B. 上に写す場合は, それを W. B. 上に人手で書き写す以外の方法はない。この場合も P1 が生じる。以上を考慮すると, 要求 R2, R3 に対して次の対応が効果的であると考ええる。

C2-3: W. B. 描画内容の個人的に利用できるような形での複写, および配布資料内容の W. B. 上への複写を即座に, かつ, 議論の進行の妨げにならないよう個人的に行う機構を実現する。

要求 R4 は, 変更した描画内容によって議論を行った後に, 変更前の描画内容 A を必要とする場合などに生じる。現状では W. B. の印刷機能を用いて印刷した内容等をもとに, A を人手で W. B. 上に再

現することで応えている。しかし, この手法は P1 と次の問題点 P2 のため容易ではない。

P2: 印刷機能を用いて W. B. 描画内容を記録に残す場合, 完全な形で描画内容を残せるが, 印刷時期によっては, いつも R4 で要求された描画内容を印刷しているとは限らない。印刷していない場合, 必要な情報はまったく得られないことになる。

したがって, 以下の対応 C4 が必要である。

C4: 会合中, W. B. の描画内容を自動的に計算機上に記録し, その記録内容を個人的に参照できる機構を実現する。

さらに, R4', R4'' の要求を考慮すると, 以下の対応 C4' の実現が望ましい。

C4': C4 で参照した描画内容を即座に参加者が共有している W. B. 上に再現する機構を実現する。

2. 4. 2 R5~R8 に関する分析と対応

文献 [3] や [6] の手法を用いると, R5 は「描画時刻」, R6 は「描画者」をキーとする検索参照要求である。これらの検索キーをシステムが自動的に記録し, それを元に一次記録を検索参照することは容易である。これに対して R7 は, 複数の内容の関連性に基づいた検索参照要求である。しかし, W. B. への描画がどのような内容の議論を行っていたときになされていたものかをシステムが分析して記録するのは一般に容易ではない。これは, その内容の受け取りかたが各会合参加者によって一般に異なり, それらの間にある関連性を人間でさえ判別することが難しいからである。この関連性を各会合参加者の指示により記録するためのシステムとして, 我々が開発している会合情報記録検索システム ReSPoM^[8]がある。ReSPoM では会合中に, 各会合参加者の指示で関連させたいメモと会合参加者の発言間の関連性をリンクという形で記録できる。会合後に, そのリンクを用いて議論中の着目する発言をメモからたどるという検索参照手法 (by-参照) を実現している。ReSPoM では, メモとリンク可能な対象を, 会合参加者による発言や電子化配布資料としている。主に発言が重要な役割を果たす議論の場合は, メモから発言を by-参照ですぐに検索参照できる機能は有効である。同様に R7 の要求を満たすのに, W. B. の描画に対する by-参照は有効な方法であると考ええる。ReSPoM では, W. B. に関する機能や W. B. 描画内容に対するリンク記録およびそれを用いた by-

参照には対応していなかった。そこで、R7 に対して、以下の C7 による対応を行う。

C7 : W. B. の描画と、会合参加者の発言等の間に存在する関連性をリンクとして記録し、by-参照による検索参照機構を実現する。

C7 により、ある議論と W. B. 描画内容との関連を記録できた場合、by-参照により一方から他方を検索参照できるようにする。

会合で描画者は指示語などを用いた発言とともに描画を行うことが多く、発言内容と W. B. の描画内容が密接に関連しあう場合がある。この場合、議論内容を把握するために要求 R8 が生じると考えられる。そこで、以下の対応 C8 が必要とされる。

C8 : W. B. に描画される様子をその描画と関連のある発言と同期して参照できる機構を実現する。

3. 検索可能な樹状履歴機能を備えた W. B. システム S. W. ボード

本節では、2 節で挙げた C1~C8 の実現を目指したシステム S. W. ボードについて述べる。

3. 1 利用環境及び ReSPoM の機能について

S. W. ボード (図 1) は、by-参照手法を実現するために ReSPoM 上に実装する。ReSPoM は以下の機構を持つ。

- ・ 会合時…会合情報の記録のために用いる機構⁷⁾ (以下記録 IF)
- ・ 会合終了時…記録の検索参照を行う機構 (以下検索 IF)

会合時に会合参加者は一人につき一台のネットワーク接続された計算機を使う。計算機の表示機

器はペン入力可能なものであり、ペンデバイスとマイクを入力装置として用いる。記録 IF はこれらの入出力装置を用いて実装し、1) 電子化した配布資料の資料ページによる閲覧、2) ペン装置による資料上へのメモの書き込み、3) 一次記録 (各参加者の発言) の視覚化および記録、4) メモ、配布資料と一次記録とのリンク記録、が可能である。資料ページは図 1 の内容を切り替えるタブを用いて表示する。各発言は発言者アイコンや発言履歴部に視覚化され、視覚化された発言に対してリンクを記録できる。また、検索 IF ではリンクをたどることでメモに関連した発言を即座に検索参照 (再生) できる。S. W. ボードの各機能は、会合時においては記録 IF に、会合後においては検索 IF に機能を付加する形をとる。

3. 2 S. W. ボードの各機能について

S. W. ボード (図 1) は、次の 4 つからなる。

- **描画部**: 会合時に行う W. B. への描画を実現する機構
- **樹状履歴機能部**: 会合時に W. B. の描画履歴を履歴木の形で視覚化し、過去の描画内容の参照を実現する機構
- **リンク部**: 会合時における W. B. の描画へのリンク記録機構
- **検索部**: 会合後における記録検索機構

描画部は、Microsoft 社の NetMeeting¹⁰⁾ に代表される電子ホワイトボードシステムと同等の機能を実現している。また、リンク部および検索部は ReSPoM における記録 IF および検索 IF を踏襲している。以下では、本システムにおいて独自の機能である樹状履歴機能部を中心に述べる。

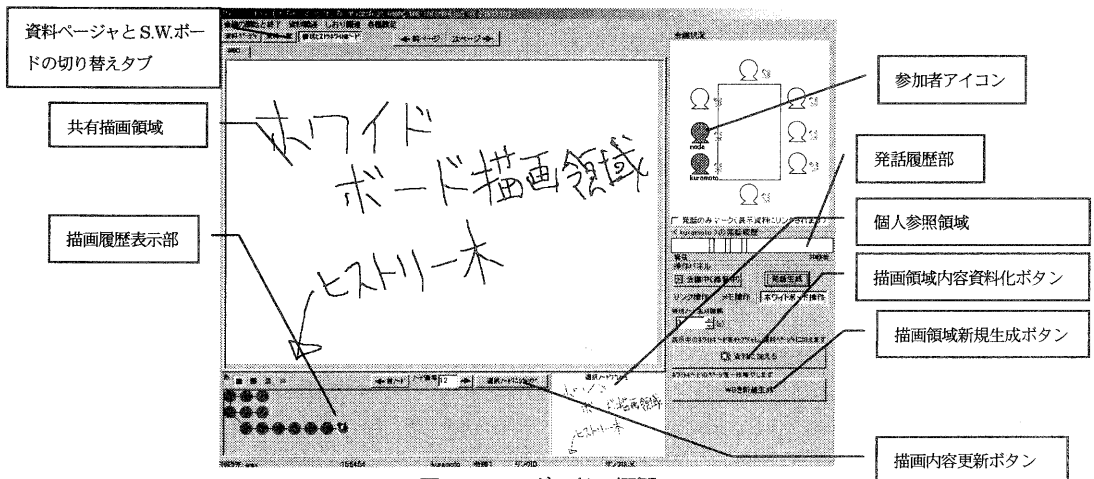


図 1 S.W.ボードの概観

3. 2. 1 描画部

描画部は W. B. への書き込み機能を実現する部である。ペン装置を用いて描画可能な領域（共有描画領域）をもつ。この領域に書き込むための道具としては、赤、青、黒の三色のペンと消去する際に利用する白板消しがある。描画部は以下の機能をもつ。

- A) あるユーザの共有描画領域への描画と同期して全ユーザの共有描画領域を変更する機能。
- B) 共有描画領域を複数生成することができる機能 (C1 の実現)。
- C) S. W. ボード上の指示箇所を表示する機能と描画しているユーザを知らせる機能 (C1' の実現)。
- D) 電子資料を共有描画領域に複写する機能と共有描画領域内容を電子資料化する機能 (C2-3 の実現)。
- E) 描画領域に描きこんだ時刻や描画者などの情報を自動的に記録する機能。

共有描画領域への描画はユーザの任意のタイミングで行うことが可能である。D) により生成された資料は、資料ページに管理され他の資料と同等に扱える。また、E) で記録された情報は会合後における検索に用いる。

3. 2. 2 樹状ヒストリ機能部

樹状ヒストリ機能部は、共有描画領域上の過去の描画状態を会合中に知るために用意した部である、以下の機能をもつ。

- a) 描画によって変化する描画内容の遷移を、ある時点における共有描画領域の描画内容を節点としてアイコン化した履歴木の形で視覚化する機能。
- b) 節点に対応する描画内容を個人参照領域とよぶ画面で個人的に参照できる機能。
- c) b) で個人的に参照した描画内容を、全ユーザの共有描画領域上に表示する機能。
- a) で、描画があるごとに生じる描画内容の変化を、細かく履歴木の節点として扱うことは、記憶すべきデータ量の問題および b) において目的の描画内容に対応する節点を検索する際に節点の数が多すぎて煩雑になるなどの問題が生じ現実的でない。そこで、履歴として保存する単位を以下の論理的に意味のある時点により定義する。

- I. 会合参加者によって描画内容を記録するよう指示がでた時点

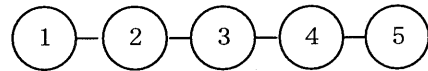
II. 描画者が変わった時点

III. 描画に用いる道具が変わった時点

履歴木の節点は、以上の時点において生成され、次の節点が生成される直前の時点における描画内容に対応する。ただし II, III に関しては、同じ会合参加者が同じ道具を用いて続けて描きこみを行う時でも、前回描画を行った時からある時間 α が経過している場合は、新しい描画が開始されたとしてその時点で節点を生成し、その時点の描画内容に対応させる。

例：初期状態の描画領域に X 氏によって時刻 T1 と T2 に描画が行われ、その後、その内容を一部消去し、Y 氏によって描画が行われた場合、履歴木は図 2 のようになる。図中 α はある描画とその次に起こる描画が連続したものであるかを決定する閾値であり、描画間隔が α 以上のとき、それらの描画は別の描画とみなす。 α はユーザが指定可能なパラメータである。

T2-T1 > α の場合、つまり X 氏による 2 回の描画の間隔が α 以上の場合、②と③は別の節点となる。



- ①：根。初期状態。
- ②：X 氏の T2 における描画開始直前までの描画内容 (T1 までの描画内容) に対応する節点
- ③：消去作業が行われる直前までの描画内容 (T2 までの描画内容) に対応する節点。
- ④：Y 氏の描画開始直前までの描画内容 (消去作業後における描画内容) に対応する節点。
- ⑤：Y 氏の描画終了時における描画内容に対応する節点。

図 2 履歴木

b) の個人参照領域は、ユーザが個人的に共有画面領域の内容を変更することなしに、節点に対応する描画内容を参照するための領域である。ユーザは会合中において個人的に b) をいつでも自由に行うことができる (C4 の実現)。また、c) の機能を用いて、全ユーザの共有描画領域の内容を個人参照領域の描画内容に置き換え、共有描画領域上で自由にその内容に対して描画を行うことが可能になる (C4' の実現)。この機能を用いて共有描画領域を変更し、その描画内容を変更した場合、変

更前の描画内容に対応する節点から分岐した新たな節点が生成される。例えば、図2の履歴木があるとき、図の節点②にもどり、共有描画領域を②の描画内容に変更後、追加描画を行った場合、履歴木は図3のようなになる。節点⑥は追加変更後の描画内容に対応する。

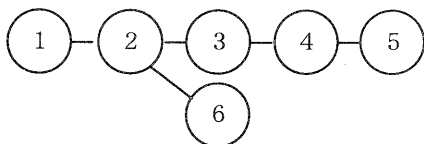


図3 分岐後の履歴木

その後続けて描画を行う場合、節点⑥から枝が伸びていくことになる。

また、この機能を用いてある時点の描画内容を共有描画領域上に表示し、別の時点の描画内容を個人参照領域に表示することで要求 R4” のような比較を行うことも可能である。

3. 2. 3 リンク部

リンク部は以下の機能をもつ。

- ・ 履歴木の任意の節点に対応する描画内容と、電子配布資料やその資料上のメモもしくは会合参加者による発言間の関連をリンクとして記録することができる機能

記録したリンクは3.2.4の検索部によって会合後の検索参照に用いられる。

3. 2. 4 検索部

S. W. ボードによって記録した情報を、会合後に検索参照する部である。検索時にも、樹状ヒストリ機能部により履歴木として視覚化された S. W. ボードの描画履歴を参照することができる。具体的に以下の機能をもつ。

- (ア) 3. 2. 2におけるa)の機能。
- (イ) リンクの対象となった描画内容に対応する節点を強調表示する機能。
- (ウ) リンクを用いてby-参照を行う機能 (C7の実現)。
- (エ) 描画部によって記録された描画時刻や描画者をキーとした検索参照を行う機能。
- (オ) 親子関係にある任意の2節点間の描画を時系列順に自動的に参照する機能。
- (イ), (ウ)により、発言やメモ等と関連のある S. W. ボードの描画内容を参照できる。この描画内容と発言との関連をリンクとして記録に残していた場

合、リンクの対象である発言を再生し、もう一方のリンク対象である描画内容を保持する節点から(オ)の機能を併用することで、W. B. に描画される様子とそれに関連した発言を同時に参照することができる (C8の実現)。

4. まとめと今後の課題

本報告では、W. B. を用いた会合中における要求とその対応を挙げ、S. W. ボードの各機能として実装した。また、会合後における要求を挙げ、それを実現する手法として W. B. の描画内容に対するby-参照を導入した。今後は、S. W. ボードを実際の会合に適用し評価を行っていく予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたって、有益なコメントを多数頂いた萩原研究室の諸氏に心から感謝します。

本研究は一部平成 11~12 年度文部省科学研究費補助金・基盤研究(C) (11680357) および PDC (並列・分散処理研究推進機構) の補助による。

参考文献

- [1] Ellis, C. A., Gibbs, S. J., MCC, Austin, Texas. *Concurrency Control in Groupware Systems*, SIGMOD, Vol. 18 (1989)
- [2] 海谷治彦: ハイパー議事録システムに関する研究 東京工業大学修士論文 (1994)
- [3] 片山薫, 香川修見, 新谷泰宏, 對馬英樹, 吉廣卓哉, 上林彌彦: 遠隔教育のための柔軟な講義検索手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 10, pp. 2837-2845 (1998)
- [4] 中川健一, 國藤進: アウェアネス支援に基づくリアルタイムな WWW コラボレーション環境の構築, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 10, pp. 2820-2827 (1998)
- [5] Conklin, J. and Begeman, L. *gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion*, ACM TOIS, Vol. 6, No. 4 (1988)
- [6] Chiu, P., Kapuskar, A., Reitmeier, S. and Wilcox, L.: NoteLook: Taking Notes in Meetings with Digital Video and Ink. Proc. ACM MULTIMEDIA '99, pp. 149-158 (1999)
- [7] 野田潤, 倉本到, 藤本典幸, 萩原兼一: 会合における情報の関連性を記録するためのインタフェースの検討と評価, 情報処理学会 HI 研究会 99-HI-84, Vol. 99, No. 69, pp. 37-42 (1999).
- [8] 倉本到, 野田潤, 藤本典幸, 萩原兼一: 備忘録をもとに一次記録を検索参照する会合情報記録検索システム ReSPoM, 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 10, 掲載予定 (2000)
- [9] 西田知博, 林真志, 辻野嘉宏, 都倉信樹: ヒストリーグラフを用いたアンドゥ機構の提案と評価, 情報処理学会 HI 研究会 99-HI-84, Vol. 99, No. 69, pp. 67-72 (1999).
- [10] MicrosoftNetMeetingHome
<http://www.microsoft.com/japan/windows/netmeeting/>