

ディスカッションにおける データの自動周回を利用した情報共有手法

藤田 訓義^{†1} 田中 二郎^{†1}

グループでディスカッションを行う際に、様々な理由によってある個人の中で制限されてしまい、ディスカッションの場に提示されなくなってしまう発言は少なからず存在する。例えば、他者の発言を聞いている際にはそれを遮ってまで発言を行うことはためらわれてしまうことが多い。そのためふと思いついたような事柄は後の適切なタイミングで発言として提示を行おうとする。しかし、ディスカッションが進み他の事柄にも関心が向けられていく中でその一部、あるいはすべてを忘れてしまうことがある。このような発言を本研究では「失われる発言」と定義し、それを減少させディスカッションをより発展させるためのシステムとして「データサイクル」を提案、実装した。

データサイクルでは、ディスカッションの際にメンバが囲むテーブルがタッチパネルディスプレイとなっており、ふと思いついた些細な事柄などをテーブル上に即座に提示できる。またそれを自動周回させることで情報共有を行う。自動周回による情報共有は、提示されたデータを閲覧するために主体的な操作をそれほど要求しないため、メンバの注意をディスカッションから大きく逸らすことのない情報共有を可能にする。データサイクルの導入により、ディスカッションの場には様々な情報が視認できる形で存在するようになり、そこから本来生まれることのなかったかもしれない新たな考えを生み出すことが可能になると考える。

Information Sharing Method for discussion using Automatic Data Rotation

KUNIYOSHI FUJITA^{†1} and JIRO TANAKA^{†1}

When we participate in discussion, there are statements limited for a variety of reasons and not presented to the discussion. For example, when listening to the statement of others you may hesitate to make your own statements. Thus, you would present the statements after the presentation his finished. However, you may forget some or all of the statements because you are interested in other topics. In this study, we define what we call "Lost Statements". We also

develop the system called "Data Cycle" to reduce Lost Statements and help the evolving of discussion.

We replace the tables during discussions with a touch panel display. You can immediately present your statements, as soon as they come to your mind, and you can perform automatic rotation on the table to share information. Because using automatic rotation to share does not require your proactive operation to see data, it enables you not to divert the others' attention from the discussion. Introducing Data Cycle to the discussion enables you to see a variety of information, and you may be able to come up with new ideas.

1. はじめに

数人が1つのグループを作成し、作業に取り組むことが重要かつ一般的なものとなる中で、そのような作業を様々な手法で支援するグループウェアの研究が近年、多数なされている [1] [2]。ディスカッションはグループ作業を行う上で参加メンバが互いの考えを共有するために必要不可欠な行為である。また、その際に自分の考えを他のメンバへ提示するための一般的な手段として、発言を行うという手段が挙げられる。しかしながら、発言による情報共有にはいくつかの問題点が考えられる。

発言を聞く側においては、他者が発言を行っている際にそれを遮ってまで発言を行うことはためらわれてしまうことが多い。そして、その事柄については後の適切なタイミングで発言しようと思っていると、ディスカッションが進み他の事柄にも関心が向けられていく中でその一部、あるいはすべてを忘れてしまうことがある。もしくは、発言の機会が訪れる前にディスカッションの論点が別の点へと移ってしまうことで、その発言をできないままとなってしまうこともある。発言を行う側においては、発言する際に思っていることすべてを発言するとは限らず、些細な事柄やその時の論点とは異なる事柄をわざわざ発言として提示をせずに、制限してしまうことがある。本研究では、このように何らかの理由によってある個人の中で制限されてしまい、ディスカッションの場には提示されることなく個人の中にとどまったままとなってしまう発言を「失われる発言」と定義する。

そこで本研究では、ディスカッションに参加するメンバがふと思いついたことを即座に提示することを可能にするシステムであるデータサイクルを提案、実装する。データサイクルでは、提示した情報を自動周回させることで情報共有を行う。これによって例えば些細な事

^{†1} 筑波大学 システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻

柄であったり、論点とは外れているといった理由からディスカッションの場に提示しづらい情報だとしてもそれほどためらうことなく提示が可能になる。そして、このシステムによって失われる発言を減少させ、ディスカッションのさらなる発展を促すことを目的とする。

以下、本論文の構成を示す。第2章では本研究で開発したシステムであるデータサイクルの概要とそれを用いたインタラクション方法、想定される利用シナリオについて述べる。第3章ではデータサイクルの実装について述べ、第4章ではデータサイクルを開発した上での考察について述べる。第5章で関連研究について述べ、第6章で本論文をまとめる。

2. データサイクル

2.1 システム概要

本研究では、データサイクルが支援するディスカッション環境として、対面環境でテーブルを囲んで行うものであり、またディスカッションに参加するメンバがノート PC などの情報端末を所持しているというような環境を想定する。ディスカッションを行う際に、参加メンバが一堂に集まり、テーブルを囲むことは多くみられる。また近年、情報端末はますます発展し、高性能化および小型化が進んでいる。そのため情報端末を個人が普段から所持することによる負担は軽減し、所持することによってデジタルコンテンツを提示したいときにすぐに提示できたり、情報の検索が必要なときにすぐ行えるなどの利点を得ることができる。これによってディスカッションに参加するメンバがその場に情報端末を持ち込み、それを必要に応じて利用しながらディスカッションを行うことが特別なことではなくなっている。データサイクルの概観を図1に示す。

本研究で開発を行ったデータサイクルでは、ディスカッションの際にメンバが取り囲むテーブルをタッチパネルディスプレイとした。メンバは何か考えが思い浮かんだときに、即座にそれについての発言を手元の情報端末上からデータパネルとして作成することができる。作成されたデータパネルはテーブル型タッチパネルディスプレイ上に提示され、ディスプレイ中央に作成された楕円軌道上で自動周回を行う。自動周回するデータパネルはやがて他のメンバの目に留まり、情報の共有がなされる。

2.2 発言の提示

データサイクルでは、発言が失われてしまう前にそれをコメントなどの文字情報、もしくは関連する画像情報として提示することができる。発言を提示するにはまず、手元の情報端末を用いてデータパネルの用意を行う。コメントなどの文字情報を提示したい場合、文字情報をデータパネルとして生成するアプリケーションを用いて提示を行う(図2)。このアプ

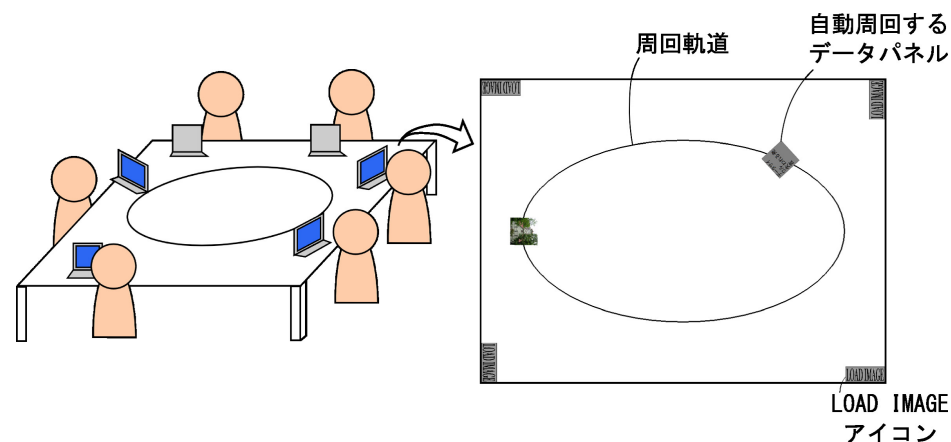


図1 データサイクルの概観

リケーションはテキストボックスに文字列を入力し、画像作成のボタンをクリックすることでテキストボックスに入力した文字列が書かれたデータパネルを生成する。生成された文字情報のデータパネルは、ネットワーク上でメンバが共有するディレクトリへ保存され、提示を行うための準備が完了する。文字情報ではなく関連する画像情報などを提示したい場合は、その画像データを縮小したものをそのままデータパネルとして使用するため、画像データそのものを共有ディレクトリへ移動すればよい。

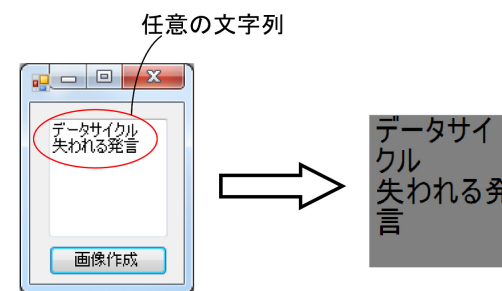


図2 文字情報をデータパネルとして生成するアプリケーション(左)と生成されるデータパネル(右)

テーブル型ディスプレイ上の四方には「LOAD IMAGE」というアイコンが表示されている。このLOAD IMAGE アイコンのいずれかをタッチすると、現在共有ディレクトリ内に存在しているデータパネルの一覧が表示されたイメージパネルが開かれる（図3）。ここに表示されているデータパネルをタッチ選択することでデータパネルがテーブル型ディスプレイ上に出現し、発言の提示となる。

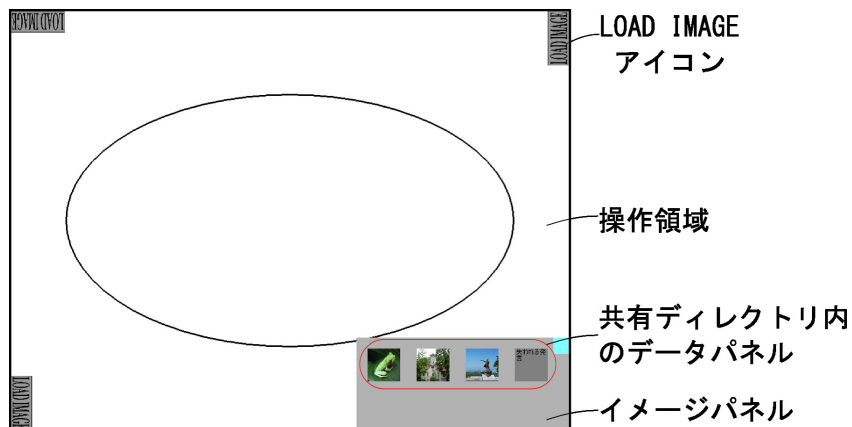


図3 データパネルの一覧を表示するイメージパネル

2.3 自動周回するデータ

テーブル上に提示されているデータパネルはドラッグ操作によって移動させることができる（ここでドラッグ操作とは、ディスプレイに指を接触させたままスライドさせる操作を指す。）ドラッグ操作によって中央の周回軌道付近へ移動させられたデータパネルは軌道に乗る、自動周回を始める。自動周回中はテーブルの中心点から見て外側の方向が下向きとなるようにデータパネルは表示される。これにより、テーブルを囲むメンバはデータパネルが提示している内容を容易に把握することができる。そして内容を把握するためにメンバの注意がディスカッションから大きく逸れてしまうことを防ぐ。

もし周回しているデータパネルの内容に興味を持ち、もう少しじっくりと見てみたいと思ったときは、ドラッグ操作によって周回中のデータパネルを軌道上から自分の手元に持ってくればよい。

2.4 利用シナリオ

データサイクルを用いたインタラクション方法をより明確にするため、具体的な想定される利用シナリオを述べる。

新商品の開発における一場面を想定する。開発担当のAさんは新商品に使用する素材についての説明を行っている。その説明を聞いていたBさんはそこからふとデザインについてのアイデアが浮かんだ。しかし、現在ディスカッションの焦点となっているのは素材として何を採用するかであり、デザインについては後ほど詳しく議論されるだろう、という思いからBさんはそのふと思い浮かんだアイデアを発言としてディスカッションの場に提示することをためらってしまう。そこでBさんはそのデザインについてのアイデアを基に手元のノートパソコンのペイントツールを用いて簡単なスケッチを作成した。その後、データサイクルを利用してデザインスケッチをテーブル上に提示し、自動周回させた。Bさんの作成したデザインのデータパネルは周回軌道に乗って自動周回していき、やがて離れた場所にいるCさんの前にたどり着いた。デザインスケッチを見たCさんはそのデザインについてのコメントをデータサイクルを利用して提示し、デザインのデータパネルの後ろにそのコメントのデータパネルを流して流した。BさんとCさんの流したデータパネルはやがてDさんの前へとたどり着く。それに気づいたDさんは、興味を持ってそれらのデータパネルを手元へと持ってくる。そしてそのデザインとそれに対するコメントを見て、現在Aさんが紹介している素材よりもさらによい素材を思い浮かべた。Dさんはそれを発言として述べ、新商品の開発に貢献した。

このシナリオにおける失われる発言は、Aさんの素材についての発言を受けてBさんが思い描いたデザインについてのアイデア、及びそのデザインに対するCさんのコメントである。もしBさんがこのデザインについてのアイデアを発言としてディスカッションの場に提示した場合、そこからそのデザインが本当に良いのか、という議論へと移ることで論点がずれてしまう恐れがある。またBさんがデザインについてのアイデアを提示しなかった場合、Cさんのコメントが生まれることはない。このようにデータサイクルはその有用性を発揮すると考える。

3. 実 装

3.1 ハードウェア構成

データサイクルの開発にあたり、本研究ではテーブル型タッチパネルディスプレイとしてHanらのFTIR方式[3]のタッチパネルを作成、使用した（図4）。

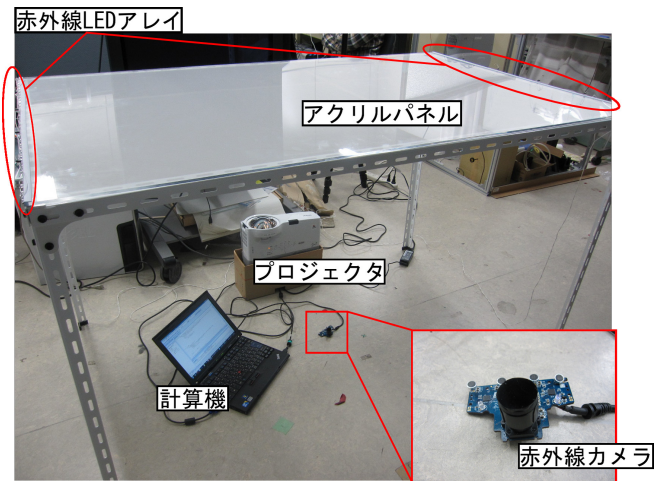


図 4 作成したテーブルトップ型タッチパネルディスプレイ

使用したアクリルパネルは 90cm × 150cm × 0.5cm の板状のもので、その 2 つの短辺には赤外線 LED である東芝製 TLN231(F) をコの字型塩ビ部品に 3cm 間隔で配置した赤外線 LED アレイ (図 5) が装着されている。赤外線 LED を発光させるための回路には 12V、1.5A 以上の出力が可能な電源、47 Ω の抵抗を使用した。なお、赤外線 LED を発光させるための回路は内藤 [4] のものを参考とした。



図 5 作成した赤外線 LED アレイ

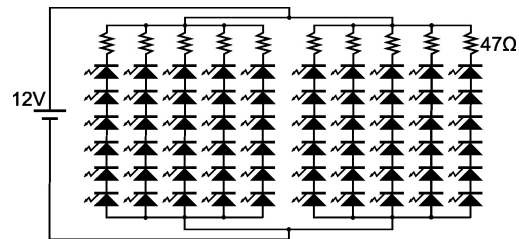


図 6 赤外線 LED アレイを発行させる回路図

テーブル下方には赤外線を検出するために 30fps のカメラ PLAYSTATION Eye が設置されている。このカメラは、赤外線のみを検出できるようにするために元々装着されていた赤外線除去フィルタを取り除き、新たに可視光除去フィルタが装着されている。また、ディスプレイ部の映像は焦点距離 $f=6.48$ 、解像度 WXGA(1280 × 800) である EPSON 製単焦点プロジェクタ EB410W を使用し、テーブル下方から投影を行った。なお、プロジェクタとアクリルパネル間距離は 59cm、ディスプレイ部の大きさは 113.5cm × 69cm となっている。

3.2 ソフトウェア構成

3.2.1 ファイルの読み込み

LOAD IMAGE アイコンがタッチされると、共有ディレクトリ内の特定の拡張子を持ったファイルの検索が行われる。データパネルは画像ファイルとして共有ディレクトリに保存されており、データサイクルでは .jpg ファイル及び .png ファイルの検索を行う。まず最初に共有ディレクトリ内において .jpg をもつファイルを検索する。ファイルが見つかったそのファイル名を一度バッファにコピーする。そしてそのファイル名をもとに画像ファイルをテキストオブジェクトとして格納する。このとき、テキストオブジェクトとして格納した画像データのファイル名も記録しておく。検索によって取得したファイル名は記録されているファイル名と文字列比較が行われ、そのファイルがすでにテキストオブジェクトとして格納されているかどうかを確認される。ファイル名が一致し、検索によって見つかったファイルがすでにテキストオブジェクトとして格納されている場合、そのファイルはテキストオブジェクトとして格納されない。このようにして拡張子 .jpg について共有ディレクトリ内のファイル検索が終了すると、次に拡張子 .png をもつファイルについても同様の操作を行う。

共有ディレクトリのファイル検索が終了すると、テキストオブジェクトとして格納されている画像データを描画したイメージパネルが作成され、タッチした LOAD IMAGE アイコンの近くに開く。イメージパネル上でタッチにより選択された画像は中心座標、中心点との角度、識別のためのラベル、移動用のフラグ、自動周回用パラメータなどの値が割り当てられ、操作領域へ描画される。このとき同時にイメージパネルは閉じられる。LOAD IMAGE アイコンがタッチされてから、画像データが操作領域に描画されるまでのフローを図 7 に示す。

3.2.2 データパネルの向きの決定

操作領域に提示されたデータパネルはそれぞれがもつ中心座標を用いてテキストチャマッピ

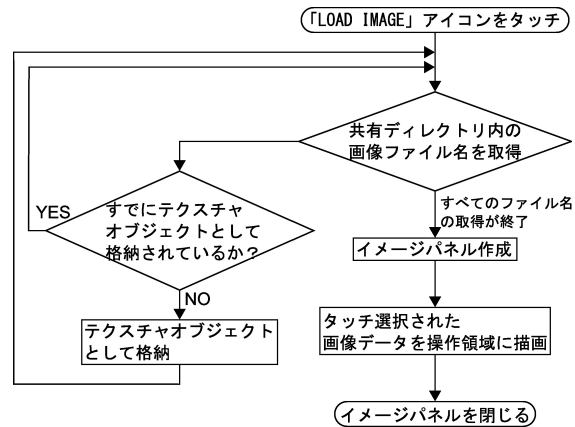


図7 データパネル読み込み時のフロー

ングにより描画される。また、データパネルの向きはその中心座標がどのような領域に存在するかによって決定される。

データの中心座標が楕円軌道付近以外にあるとき

中心座標が楕円軌道付近以外に存在するとき、操作領域を四分割し、その内のどの領域に存在しているかによってデータパネルの向きを決定する。データパネルの位置とその向きの関係を図8に示す。また、このとき同時に中心点との角度 θ を常に算出しておき、次に述べる楕円軌道付近にデータパネルが存在するときの向きの決定に用いる。

データの中心座標が楕円軌道付近にあるとき

データパネルが楕円軌道付近に存在するとき、楕円軌道に乗り自動周回を始める。描画されている楕円軌道に対してある値 α の分だけ内側のところから α だけ外側までの領域内にデータパネルの中心座標が存在するとき、データパネルが楕円付近にあるとみなす。すなわちデータパネルの中心座標 (x, y) が、

$$\frac{x^2}{(a+\alpha)^2} + \frac{y^2}{(b+\alpha)^2} \leq 1 \quad \text{かつ} \quad \frac{x^2}{(a-\alpha)^2} + \frac{y^2}{(b-\alpha)^2} \geq 1 \quad (1)$$

を満たす場合に、楕円軌道付近にあるとみなす。軌道上では、操作領域の中心点との角度を基に描画位置を決定する。また、楕円軌道上にあるデータパネルの向きは、操作領域の中心点からデータパネルの中心座標へ向かう方向が下になるよう描画される。データパネルの位置とその向きの関係を図9に示す。

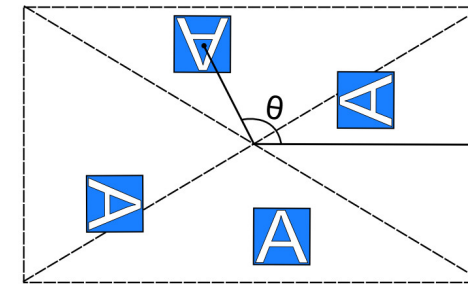


図8 データの向きの例

楕円軌道に乗ったデータはそれぞれの自動周回用パラメータを用いて中心点との角度を右回りに徐々に増加させ、自動周回を行う。

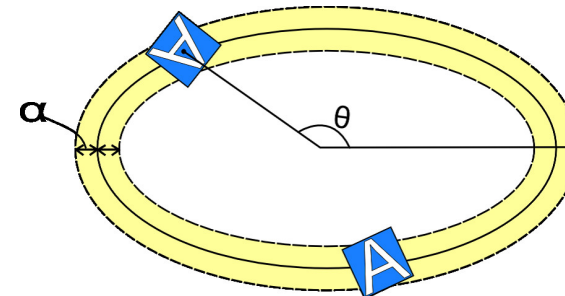


図9 楕円軌道上にあるデータ

4. 考 察

本研究で提案したシステムであるデータサイクルを実装し、動作確認をする中で得られたいくつかの考察・検討すべき点について述べる。

本研究では想定するディスカッション環境として参加する全メンバが情報端末を所持してディスカッションを行うという環境を想定したが、メンバの内の誰かが情報端末を所持して

いない場合も十分に考えられる．そのため手元のデバイスを使わずともテーブル上でデータパネルの作成が可能になればさらにシステムの応用性は向上する．これに関しては、仮想的なキーボードをテーブル型ディスプレイ上に実現することや、手書きペイントツールにより簡単なスケッチの作成を可能とするなど入力方法の検討が必要である．

また、画像情報あるいは文字情報単独よりもそれらを併せた提示はよりイメージの伝達が容易となる．これはデータパネルに対して付加的に書き込みを行えるようにすることで実現可能である．例えば、これから提示しようとしている画像情報にその詳細を説明した文字情報などを付加すれば、そのデータパネルによって提示したい事柄をより明確かつ理解しやすいものとするができるだろう．他者が提示したデータパネルが自分のもとへやってきたとき、そこから受けたインスピレーションについてのコメントを付けておくことも可能となる．

最後に、ディスカッションが続いていくにつれ、当然ながら提示されるデータパネルの数は多くなっていく．そして、ある程度ディスカッションが進んだところでテーブル上はデータパネルで埋め尽くされてしまい、情報共有がしづらくなってしまふ恐れがある．これに関しては、提示されているデータパネルの描画方法に変化をつける必要があると考える．一つとして、複数のデータパネルの関係性を示すことが考えられる．例えば、関連するデータパネル同士を線で結び、近い距離関係を保つようにして関連したデータパネルがまとまって表示されるようにするなどである．もう一つの案として、データパネルの中で最近提示されたものや注目されているものがわかるようにすることが考えられる．例えば、選択されなくなってから一定時間経過したデータパネルの表示サイズを小さくしていくことや、次第に楕円軌道の内側に向かっていくようにすること、もしくは注目されているデータパネルにハイライトをつけるなどである．

5. 関連研究

ディスカッション支援

平島らはプレゼンテーション形式の会議において、聴衆が付箋をスライドに張るようにして即座にメモを行えるシステムを提案した [5]．このシステムではプレゼンテーションが行われているときに聴衆が抱いた疑問や質問事項、コメントを即座に残すことができ、それによってより多くの有益なコメントを収集することを可能とした．

この研究は、ある瞬間に抱いたコメントを即座に付箋を貼るようにして残すという点が、本研究のデータパネルによって発言を提示し、失われる発言を減少させようという点と類似

している．しかしながら、本研究では支援するディスカッションの形態としてスライドが聴衆に配布されるプレゼンテーション形式のディスカッションに限らないという点で異なる．また、平島らはコメントの収集は会議中に行い、そのコメントを会議後の非同期な場で効率的に解消することを目的としているが、本研究では、あくまでも会議中の同期的なコメントの収集とその解消を目的としている．

テーブル型ディスプレイで行う協調作業支援

複数人が1つのディスプレイを囲んで作業を行う際に問題となる、表示データの向きに着目した研究が多くなされている．

Chia らはマルチタッチを用いて複数ユーザが同時にドキュメントを任意に移動、または回転させる操作を可能とする Diamondspin [6] を提案した．また、それを拡張したアプリケーションとして UbiTable [7] などがある．このアプリケーションは各ユーザが自分の情報端末を持ち寄り、その中に保存しているデータをテーブルトップ上に出現させ、注釈や印をつけたり、交換する操作を実現している．

吉原らはアプリケーションウィンドウをユーザが必要に応じて容易に移動、回転、複製などを操作を行うことのできるトレイに乗せて操作することを可能にし、協調作業を行うユーザ間での情報共有支援を行った [8] ．

北原らはテーブルトップの外側にルールを作成し、ユーザの操作によって動かすことでルールに乗っているデータを動かすことができるようにし、ユーザ間でのデータ共有を支援した [9] ．この手法では、移動させるときにルール上のデータがすべて移動するため、複数のデータを一括で渡すことができることや、あるデータを渡す際にそれが第三者の目にとまることでそのユーザにも有用な情報を与えることができる可能性が向上する利点が得られる．

これらの研究では、ユーザ間で効率よく情報共有を行うために、ユーザが主体的に表示データの操作を行わなければならない．本研究ではユーザの注意が表示データの操作に向けられてしまうことでディスカッションからそれてしまうことを防ぐために、データの位置によってシステムがその向きを決定し、また情報共有のためのデータの周回を自動で行っている．これにより、ユーザが主体的に表示データに対して操作を行うことをシステムがあまり要求しない点で異なる．

6. まとめと今後の課題

本研究ではディスカッションを進める上で、何らかの理由により個人の中で制限されてし

まい, ディスカッションの場に現れなくなってしまう発言を失われる発言と定義し, それを減少させることでディスカッションの支援を目的とした. そのために, ふと思いついたような些細な事柄であっても即座に提示を行うことができ, それを他のメンバと共有するためのシステムとしてデータサイクルを開発した.

データサイクルを用いた情報共有手法として, テーブル型ディスプレイ上に発言をデータパネルとして提示し自動周回させること, また, データパネルの向きをその位置によってメンバにとって見やすい向きとすることで, 情報共有を行う行為によってディスカッションから注意が大きくなりすぎてしまうことなく共有が可能になると考える.

今後の課題として, データパネルの作成方法をさらに検討し, 発言の提示をすばやく, 効果的に行えるようにすることや, 提示されたデータパネルの表示方法を検討し, ユーザが情報を閲覧・理解することを容易にする必要がある. また, 実際にディスカッションへシステムを導入し, 客観的な有効性の評価を行うことが必要であると考え.

参 考 文 献

- 1) 松下温. グループウェアの実現のために. 情報処理学会論文誌, Vol.34, No.8, pp. 984-993, 1993-08-15.
- 2) 緒方広明. グループウェア・CSCW の研究動向. 教育システム情報学会誌, Vol.15, No.2, pp. 102-104, 1998-07-01.
- 3) Jefferson Y. Han. Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. In *Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '05, pp. 115-118, 2005.
- 4) 内藤真樹. 円筒型マルチタッチインタフェース. 卒業論文, 筑波大学, 2007.
- 5) 平島大志郎, 土井健司, 勅使河原可海. プレゼンテーション形式の会議のための効率的なディスカッション支援システムの提案. 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, Vol.6, No.4, pp. 171-172, 2007-08-22.
- 6) Chia Shen, Frédéric D. Vernier, Clifton Forlines, and Meredith Ringel. Diamond-spin: an extensible toolkit for around-the-table interaction. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, CHI '04, pp. 167-174, 2004.
- 7) Chia. Shen, Katherine. Everitt, and Kathleen. Ryall. UbiTable: Impromptu face-to-face collaboration on horizontal interactive surfaces. In *UbiComp 2003: Ubiquitous Computing*, pp. 281-288. Springer, 2003.
- 8) 吉原正樹, 荒木博文, 中島誠, 伊藤哲郎. テーブル型ディスプレイ上での協調作業を支援するためのユーザの離合集散に対応できるトレイの実現. 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, Vol.6, No.3, pp. 403-406, 2007.

- 9) 北原圭吾, 井上智雄, 重野寛, 岡田謙一. 協調学習支援を目的としたテーブルトップインタフェース. 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.11, pp. 3054-3062, 2006-11-15.