

EnhancedLazySusan: 回転テーブルを用いた情報共有システム

EnhancedLazySusan: Information Sharing System Using Lazy Susan

梶原 慎太郎 小池 英樹 福地 健太郎 佐藤 洋一*

Summary.

In this paper, we describe the implementation of a information sharing system using lazy susan. This system achieved high operability compared with the information presentation system with a virtual rotary table. And using a real rotary table made sharing not only digital information but also real object possible. Moreover, to evaluate the utility of this system, we conducted the simple experiment that used the three operation methods to rotate table.

1 はじめに

家庭や学校、職場等ではしばしば少人数での話し合いが行われる。各参加者がテーブルを囲んでコミュニケーションを取り、紙の資料やホワイトボードを利用したり、時にはノート PC を持ち込んで電子情報を利用しながら話し合いを進める。このような場では円滑に話を進めるため、手軽かつスムーズに情報を共有できることが望ましい。紙の資料の場合渡されたらすぐに内容が見れるが、電子情報の場合にはいくつか問題がある。ノート PC のディスプレイはそれほど大きくないため複数人で見るのには適していない。プロジェクタや大画面ディスプレイを使用しても、表示された方向に目を向けなくてはならないため、他の参加者とのコミュニケーションが取り辛くなってしまう。また、基本的にデバイスの所有者しか情報を操作することができない。

これらの問題を解決するために、様々なテーブル型インタラクティブシステムが開発されてきた。これらのシステムではプロジェクタなどでテーブル上に情報を表示させることで、コミュニケーションを取りながら電子情報を閲覧できる。また、タッチパネルなどの特殊なデバイスを利用することで、全参加者が電子情報を操作できる。本研究室においても少人数会議システム EnhancedTable[2] が開発された。このシステムでは仮想の回転卓を用いて電子情報の共有を可能にしている。しかし、このシステムでは次のような問題がある。1つは回転卓の操作に画像認識を用いているため安定して動作しないという点である。画像認識は照明の変化に弱く、また速い動作が認識できないためスムーズに回転卓を操作できない。これには画像認識以外の方法で回転卓を操作する必要がある。2つ目に実物体の共有法が考

慮されていない点である。電子情報が利用されるようになった今も紙の資料は携帯性や配布の容易さ、メモの取り易さ等から利用されている。また、会議では何らかの模型やサンプル等が持ち込まれることもある。これらの実物体は参加者全員分用意されている場合もあるが、必要な人が自由に取って行く場合や1つだけしか用意されていない場合もある。このような場合、皆がその物体にアクセスし閲覧できなくてはならない。

そこで、本研究では実物の回転卓を利用した情報共有システムを構築した。このシステムは本物の回転卓を使って実物体と電子情報の両方を共有可能にし、画像認識に比べてロバストに操作できるシステムである。また、仮想の回転卓との比較をするため簡単な評価実験を行った。

2 システム構成

2.1 ハードウェア構成

図1にハードウェア構成を示す。本システムは、情報表示面として通常のテーブルと回転テーブルを使用する。テーブルの真上にはプロジェクタ1台とCCDカメラ (SONY DFW-VF500)2台が取り付けられ、それぞれ計算機に接続されている。

回転テーブルは転がり軸受けとその上に乗せる円形のアクリル板から成り、アクリル板の裏には回転量を取得するために光学式マウスが取り付けられている (図3)。回転に高い精度を求めるならエンコーダなどが必要だが、今回はプロトタイプのため光学式マウスを使用した。

2.2 ソフトウェア構成

図2にソフトウェア構成を示す。CCDカメラからテーブル上の映像が認識用計算機 (Linux) に送られ手指の認識を行なわれる。認識された手指の情報は描画用計算機 (WindowsXP) へ送られ、ファイルの操作等の処理を行なう。また、光学式マウスから

Copyright is held by the author(s).

* Shintaro Kajiwar, Hideki Koike and Kentaro Fukuchi, 電気通信大学 情報システム学研究科 情報システム運用学専攻, Yoichi Sato, 東京大学 生産技術研究所

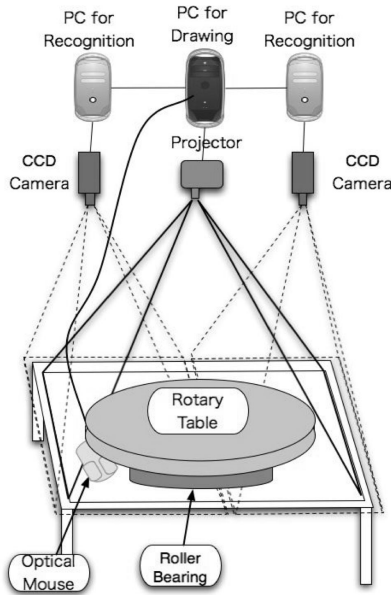


図 1. ハードウェア構成

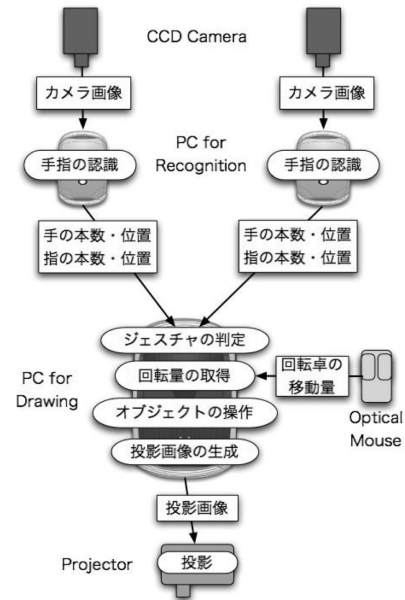


図 2. ソフトウェア構成

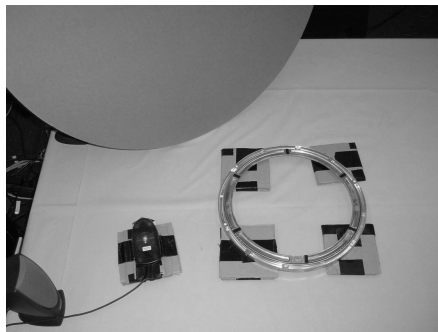


図 3. 回転卓と光学式マウス

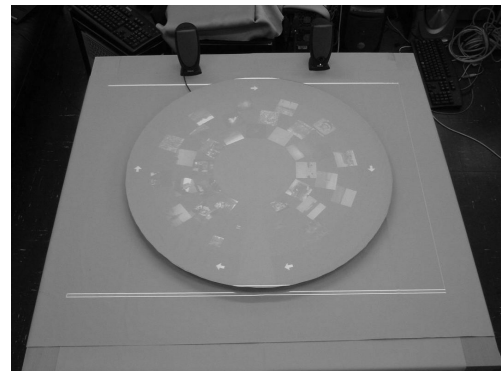


図 4. EnhancedLazySusan

送られた移動量をもとに回転卓上のオブジェクトの移動を行う。現在の構成では、マウスの移動量に対する回転卓の回転量の比は経験的に決められている。最後に投影画像が生成されプロジェクタからテーブル上へ投影される。

手指の認識は、CCD カメラで撮影されたテーブル上の画像から肌色の領域を見つけ出し、その領域にテンプレートマッチングを適用することで行われる [3]。これにより手の本数と重心、指の本数と位置が検出される。現在の構成では 1 つのカメラセットで手を 2 本まで認識される。

投影画像の生成や音声・動画の再生、マウスからの移動量取得には DirectX を用いた。

3 EnhancedLazySusan

3.1 基本構成

EnhancedLazySusan の概観を図 4 に示す。回転卓上にはファイルが表示され、各ファイルは回転卓の中心が上になるように配置される。現在は画像、音声、動画ファイルを扱うことができる。回転卓を回すとそれに従い回転卓上のファイルが移動する。

3.2 情報提示

我々はこれまでに回転卓上での情報提示手法を提案してきた [1]。これは、大量の情報を縮小させたり重ねたりせず、回転操作によって連続的に参照するための方法である。

回転卓上のファイルは、「ファイル名」「作成日時」「ファイルサイズ」等の特徴によってソートさ

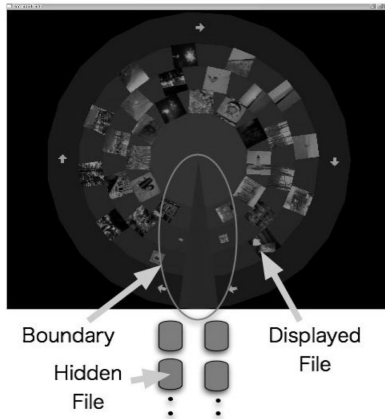


図 5. 連続配置

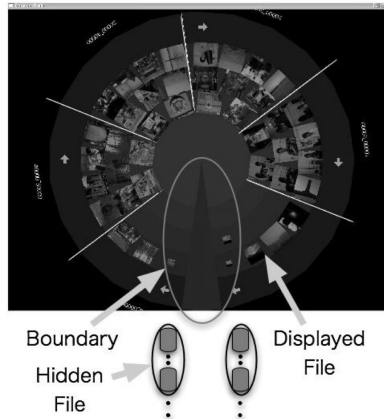


図 6. 分類配置

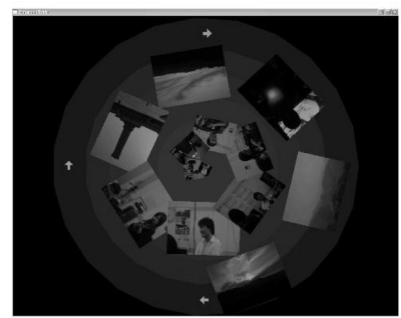


図 7. 螺旋配置

れ、「連続配置」「分類配置」「螺旋配置」のいずれかを用いて配置される。

連続配置はスクロールを回転卓に適用させた基本的な配置で、ソートされたファイルが仮想的な列を形成し、回転卓を取り囲む様にシーケンシャルに配置される(図5)。ファイル列は回転卓上の一部分を境界として表示・非表示が切り替わり、回転卓上にあるファイルのみ表示される。回転卓を回転させるとファイルの列は移動し、表示させるファイルを変えることができる。ファイルは全て同じ大きさで表示される。

分類配置はファイルの特徴を手掛かりにする場合の配置で、分類配置ではソートに使用した特徴でクラス化して回転卓上に配置する(図6)。連続配置同様、回転卓上の一部分が表示・非表示の境界となり、回転によって表示させるファイルを変更できる。

螺旋配置はファイルの出現位置を中心にした配置で、ファイルが回転卓上で螺旋の軌跡を描くように配置される(図7)。螺旋は回転卓中央から始まり、2回転分の軌跡を描いて回転卓の縁まで続く。ファイルは外側に行く程大きく表示され、回転操作のみで拡大して見ることができる。

ソートに使用する特徴や配置方法の選択はメニューを用いて行なう。メニューは2階層から構成され、第1階層で変更する項目(ソートの特徴、配置方法)を選択し、第2階層でそれぞれの詳細を選択する(図8)。第1階層でソートを選択すると第2階層ではソートに使用する特徴である「ファイル名」「作成日時」「ファイルサイズ」の項目が出現し、第1階層でレイアウトを選択すると第2階層では「連続配置」「分類配置」「螺旋配置」の項目が出現する。

3.3 操作

回転卓上のファイルに対して、以下の操作ができる。

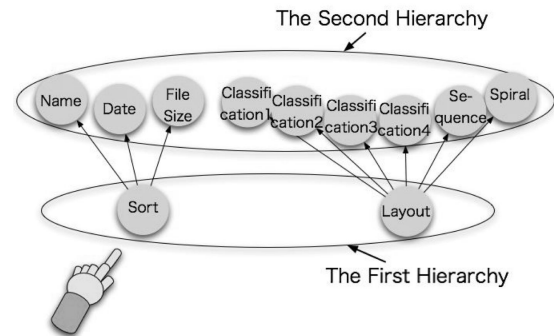


図 8. メニューの構成

- ファイルの移動
ファイル上で指でつまむ動作を行うとファイルが選択状態になり、手の動きに従って移動する(図9)。
- ファイルの実行
ファイルを指差すとそのファイルの実行処理が行われ、実行中のファイルを指差すと実行終了となる(図10)。画像ファイルを実行させると画像が拡大し、音声・動画ファイルを実行させると再生される。
また、ファイルを回転卓の中央に移動させることでも実行処理となり、そこからファイルを移動させると実行終了となる。
画像ファイルの場合は同時にいくつでも拡大できるが、音声・動画ファイルについては複数再生すると音声混ざるため、同時に再生できるファイルは1つとなっている。
- 回転卓の回転
回転卓を回すと、それによって回転卓上に表

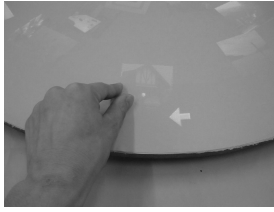


図 9. 移動

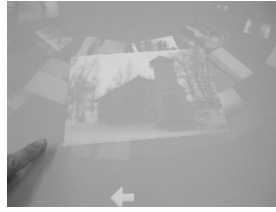


図 10. 実行



図 11. 回転

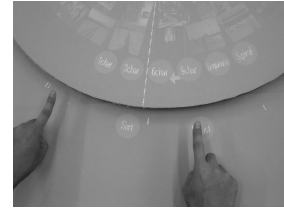


図 12. メニュー

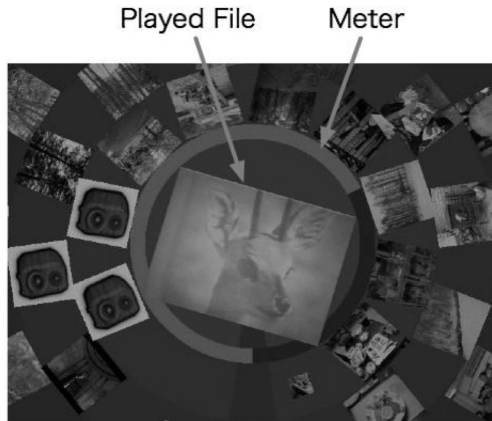


図 13. 音声・動画の早送り・巻き戻し

示されているファイルが移動する (図 11).

- メニューの呼び出し・選択
回転卓やテーブル上の何もない場所を指差すとメニューが現れる (図 12). 左手で呼び出すことが想定されており, 指差した位置の右側に現れる. 各項目は右手で指差して選択する.
- 音声・動画の早送り・巻き戻し

音声ファイルや動画ファイルを回転卓中央で実行させた場合, 回転卓を回すことで早送りと巻き戻しができる. この時ファイルの周りには円状のメータが現れる (図 13). メータ全体は再生中のファイルの長さを表しており, 色の薄い部分が再生済みの部分である. ファイルを回転卓中央から移動させると終了する.

4 評価

本システムの有効性を評価するため簡単な評価実験を行った.

4.1 方法

計算機の使用経験のある大学院生 6 人に, 下記の三つの方法でタスクを行ってもらい, 所要時間を測定した.

- 手のジェスチャによる仮想回転卓の操作
本研究室において提案された回転卓を用いた



図 14. 手のジェスチャによる仮想回転卓操作



図 15. ペン型デバイスによる仮想回転卓操作

システム EnhancedTable[2] では画像認識によって手の認識を行い, 手のジェスチャによって仮想の回転卓を操作していた. この方法との比較を行うため, 手のジェスチャを用いた仮想回転卓の操作を行う. この方式では仮想回転卓上で手を開いて移動させるとそれによって回転卓が回転する (図 14). 手は投影面に接触しなくても操作できる.

- ペン型デバイスによる仮想回転卓の操作
仮想回転卓を用いたその他の研究ではペン型入力デバイスやタッチパネルを用い, 投影面に接触した状態で回転卓を操作するものがある. この方式との比較を行うため, ペン型入力デバイス mimio[10] を用いた回転卓の操作を行う. この方式では仮想回転卓をペンでドラッグするとそれによって回転卓が移動する (図 15).

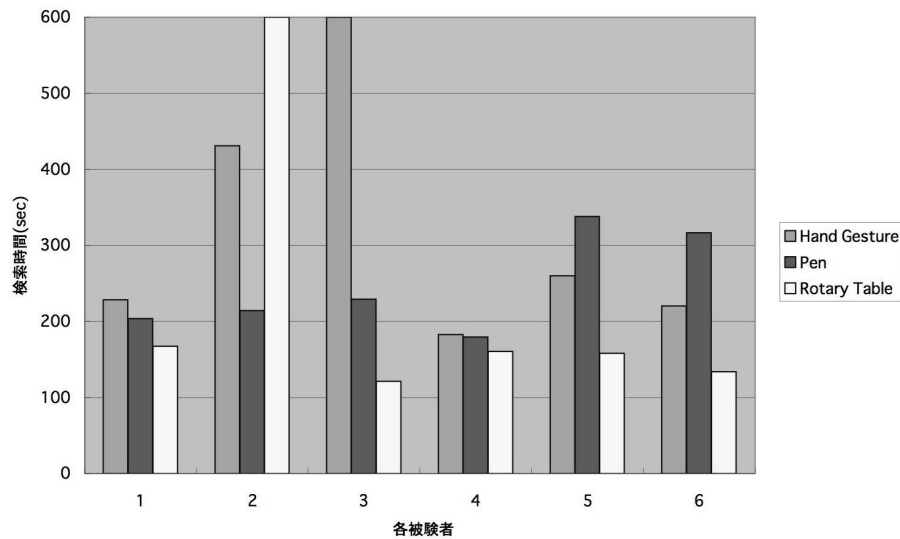


図 16. 各被験者の検索時間

- 実回転卓を用いた操作
今回提案した実回転卓を用いた操作方法.

4.2 タスク

500 枚の画像の中から指定した 3 枚の画像を見つけ出す。各画像は実験結果に影響しない程度にランダムに配置した。一度にテーブル上に表示される画像は約 30 枚で、約 16 回転で全て見終えることになる。なお制限時間を 10 分とし、制限時間を超えた場合はそこで実験終了とした。

4.3 結果

図 16 に各被験者の検索所要時間を示す。左から手のジェスチャによる操作、ペンによる操作、実回転卓による操作の結果となっている。殆どの被験者において実回転卓での操作が一番早いという結果が出た。

4.4 考察

今回の実験では制限時間を超えたケースが手のジェスチャを用いた場合と実回転卓を用いた場合に見られた。実験の様子を観察していたが、前者では映像が操作している手に被ったため見逃してしまい、後者では速く回し過ぎたため見逃していた。

実験後に各操作法についての感想と 5 段階評価のアンケートを取った。一番評価の高いものは実回転卓で、2 番目がペン、3 番目が手のジェスチャによる操作だった。感想としては、手のジェスチャよりも使用経験のあるペンや実回転卓の方が分かり易いという意見があった。また、ペンや手のジェスチャでは手を大きく動かさないといけませんが、実回転卓の場合はある程度惰性で回転するので回し易いという

意見があった。さらに、いずれの操作法でも速度によって回転量が変わると良いという意見があった。

5 関連研究

Lumisight Table[4] は Lumisty フィルムという特定の方向から入射した光だけ拡散させるフィルムを使い、ユーザの位置に従って情報を正しい向きで提示するテーブルシステムである。我々のシステムのように情報の向きを変える必要はないが、ユーザの座るべき位置が制限されてしまう。

MediaTable[5] は円形のタッチパネルにオブジェクトを投影し、テーブルを取り囲んでコミュニケーションを取りながら閲覧・操作できるシステムである。テーブル上では情報が自由に移動し、ユーザがテーブルに触れることで情報を引き寄せることができる。しかし、入力デバイスが多点同時入力できないため、一度に操作できるユーザは 1 人だけである。

Interface Currents[8] は共同作業のためのテーブル型情報共有システムで、ユーザの操作によって自由に形状や移動速度を変更できる仮想のベルトコンベアや回転卓を実現している。だが、ペン型デバイスを用いているため直感的な操作とは言えない。

PDH(Personal Digital Historian)[6] は DiamondTouch と呼ばれる多点入力デバイスを使った、共同作業用テーブルトップシステムである。タグ付けされた「時」や「場所」「人」などの情報に従い、それらに適したレイアウトを行う。また、Hyperbolic Tree 表示 [7] を使い、フォルダの階層構造の視覚化を行っている。しかし、フォルダ内の情報を参照するためには個々のフォルダを開かなくてはならない。

Kyung Sakiong らは実回転卓と HMD

(Head Mounted Display) を利用した遠隔共同作業システムを提案した [9]。離れている共同作業者の存在を感じさせるために、遠隔地のユーザの影をテーブル上に投影させたり、遠隔地の回転卓の操作をローカルに反映させている。本システム同様、実回転卓を利用することで分かり易い操作を実現しているが、少数の電子情報しか対象としておらず、さらにユーザに HMD を付けなくてはならない。

これらのシステムに対し、本システムではユーザに特別なデバイスを装着する必要なく多点同時入力が可能である。また、回転卓を用いることで実物体と電子情報の両方を共有することができる。さらに、大量の情報を回転操作によって連続的に見ることができる。一方、今現在の構成では回転量を取得するために光学式マウスを使用しているため、あまりに速く回転させると移動量が取れなくなる。正確に回転角を取得するにはエンコーダなどを使う必要がある。また、実行操作等には現在も画像認識を用いているため、照明の変化等に弱い。

6 まとめ

本研究では、実回転卓を利用したテーブル型インタラクティブシステムを構築した。本システムは、実回転卓を用いたことで既存の回転卓システムより操作性の高いシステムとなった。

今後の課題として、電子情報の持ち運びが挙げられる。今現在はあらかじめ電子情報を計算機内に持っているため、外から電子情報を持ち込む方法について考慮されていない。記憶デバイスを計算機に接続するといった手間が無く、より簡単に情報を移動させる方法が求められる。

参考文献

- [1] S. Kajiware, H. Koike, K. Fukuchi, K. Oka, and Y. Sato, Information Layout and Interaction Techniques on Augmented Round Table, Proc. IEEE Int. Workshop on Human-Computer Interaction (HCI 2005), October 2005.
- [2] H. Koike, S. Nagashima, Y. Nakanishi, Y. Sato, EnhancedTable: Supporting a Small Meeting in Ubiquitous and Augmented Environment, Proc. of 5th Pacific Rim Conference on Multimedia (PCM2004), Part I, pp. 97-104, 2004.
- [3] K. Oka, Y. Sato and H. Koike, Real-time tracking of multiple fingertips and gesture recognition for augmented desk interface systems, Proc. IEEE Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition (FG 2002), pp.429-434, May 2002.
- [4] 笥康明, 飯田誠, 苗村健, 白井良成, 松下光範, 大黒毅, Lumisight Table: 天地問題を解消した対面協調支援システム, The 11th Workshop on Interactive Systems and Software (WISS2003), pp.109-114, 2003.
- [5] 三澤 純子, 土屋 健一, 吉川 健一, MediaTable: 方向性を持たない円形の情報表示システム, 日本ソフトウェア科学会 WISS 2001, pp. 173-178, 2001.
- [6] C. Shen, N. Lesh, F. Vernier, Personal Digital Historian: Story Sharing Around the Table, ACM Interactions, Vol. 10, Issue 2, pp. 15-22, March/April, 2003.
- [7] J. Lamping, R. Rao, Laying out and visualizing large trees using a hyperbolic space, Proceeding of the 7th annual ACM symposium on User interface software and technology, November, 1994.
- [8] U. Hinrichs, S. Carpendale, S. D. Scott, and E. Pattison, Interface Currents: Supporting Fluent Collaboration on Tabletop Displays, In Proceedings of the 5th Symposium on Smart Graphics, August 22-24, pp. 185-197.
- [9] K. Sakong, T. Nam, Supporting Telepresence by Visual and Physical Cues in Distributed 3D Collaborative Design Environments, Conference on Human Factors in Computing Systems CHI'06 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp. 1283-1288, April, 2006.
- [10] mimio <http://www.mimioxi.net/>