

LK-009

実世界指向型回転卓における情報提示手法と対話手法 Information Layout and Interaction Technics on Real World Oriented Rotation Table

梶原 慎太郎[†] 小池 英樹[†] 福地 健太郎[†] 岡 兼司[‡] 佐藤 洋一[‡]
Shintaro Kajiwara Hideki Koike Kentaro Fukuchi Kenji Oka Yoichi Sato

1. はじめに

話し合いの場では、ノート PC を持ち込んで電子情報を参照することがしばしばある。しかし、複数人で見ようとすると、ノート PC のディスプレイは小さいため非常に見づらく、表示される情報の向きも一方向であるため、逆の方向から覗き込むことができない。そこで通常はプロジェクタでスクリーン等に投影するが、遠くに表示されてしまうために、指差し等の直接的な指示が難しい。また、情報を操作したい場合も、基本的にはその情報の所有者しか操作することができない。

こうした状況に対処するため、複数人での閲覧や操作を可能とする、様々な円形情報提示システムの研究 [2][4][5] がされている。これらのシステムでは、表示される情報の向きが変更できるため、どの方向からでも見ることができ、情報表示面を囲んで複数人で閲覧することができる。また、表示される場所がユーザに近いので、直接指差して他のユーザに知らせることもできる。さらに、表示されている情報は手指で操作することができ、周りにいる人なら誰でも操作できる。

しかし、これらの円形情報提示システムでは、限られた数の情報を扱う場合は問題ないが、大量の情報を扱うための検索や提示方法については考慮されていない。

そこで、本研究の目的は、円形テーブル上における大量情報の提示手法と対話手法を提案することである。また、そのプロトタイプとして、特に画像ファイルを対象としたいくつかの情報提示手法を実装した。

2. 回転卓における情報提示手法の提案

通常、限られた領域に多くのファイルを表示するには、表示サイズを小さくしたり、画面を切り替えるのが一般的な方法である。しかし、表示サイズを小さくし過ぎると見づらくなってしまふ。また、画面を切り替えてしまうと、参照が断続的になってしまう。一般的な PC で使われているウィンドウシステムでは、表示部分をスクロールさせることで、ウィンドウに収まりきれない量のファイルを連続的に参照できる。

この手法を円形テーブルに用いることで、同様の効果が得られると考えられる。円形テーブル上でのスクロールを考えると、回転卓のように円周方向に移動させるのが自然である。しかし、通常の PC は一方向から見る事が想定されており、あらゆる向きからの参照が想定される回転卓にそのまま用いることはできない。そこで、ファイルを常に回転卓の中心に向かせ、周りにいる人に対して正対するように表示させる。

また、回転卓でスクロールをさせる場合、どの部分からファイルを出現させるかという問題がある。通常のウィンドウシステムでは上下または左右にスクロールするため、それぞれの方向に表示・非表示の境界が存在している(図1)。回転卓の場合は、円周方向に移動するので、回転卓上の一部分を境界として、そこからファイルを出現

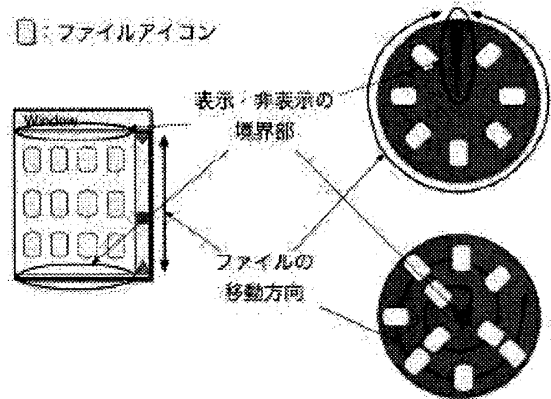


図1: 左:従来のウィンドウシステムでのスクロール, 右:回転卓のスクロール例

させるのが自然である。しかし、回転卓上に境界があると、ユーザの位置によっては邪魔になることがある。そのため、ファイルを回転卓の中心から出現させれば、どの位置から見ても邪魔にならないと考えられる。

さらに、ファイルが大量にあると、着目しているファイルが、全ファイルのどこに位置するかが分かりづらくなる。そこで、ユーザが選択した特徴でファイルを整理できるようにする。この際、整理させたファイルを順番に敷き詰めるとより多くのファイルを表示できるが、ファイルの特徴を手掛かりに検索する場合もあるので、特徴の値にしたがって分類できるようにする。

3. システム概要

図2にシステム構成を示す。投影面となるテーブル1台と、その真上に取り付けられたプロジェクタ1台、CCDカメラ (SONY DFW-VF500)2台、そしてそれらが繋がれた計算機3台から構成される。CCDカメラはテーブル上を撮影し、認識用計算機 (Linux) で手指の認識を行なう。手指の認識には画像処理ライブラリ OpenCV[1]を用いた指先追跡プログラム [3] を使用している。1台の認識処理用計算機で手を2本まで認識することができ、Pentium4 2.8GHz のマシンで約 10fps の速度で認識される。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。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と投影される。投影範囲は、現在の実装で 67cm×84cm となっている。

テーブル上は、中央に仮想の回転卓が存在し、それ以外の部分は作業領域となる。テーブル上に投影されたファイルは常にテーブルの中心を向くように表示される。システムは二人のユーザが対面しての操作が可能となっている。

[†]電気通信大学情報システム学研究所

[‡]東京大学生産技術研究所

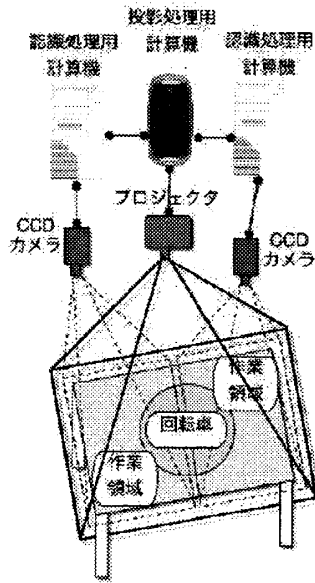


図 2: システム構成

4. 回転卓上における情報提示手法

4.1 特徴量によるソート

回転卓上のファイルは、ユーザの選択した特徴によってソートされる。ソートに使用する特徴は、一般的なファイルの特徴である「ファイル名」「作成日時」「ファイルサイズ」を基本とする。また、各ファイルに固有のキーを使用することで、最適なソートを行なうことができ、今回は画像ファイルを対象とするので、画像の「色相」「彩度」「明度」それぞれの平均値(0~255)を使用する。

4.2 配置方法

ソートされたファイルは、「連続配置」「分類配置」「螺旋配置」の3つの配置方法のうち、ユーザが選択したもので配置される。これら3つの配置は、2章で行なった提案を踏まえたもので、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、螺旋配置はファイルの出現位置を中心にした配置、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となっている。また、表示されるファイルの個数は、試験的に定めた仮のものである。

4.2.1 連続配置

連続配置では、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3, 4)。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、一度に約23個表示される。

4.2.2 分類配置

連続配置がファイルを単純に敷き詰めているのに対し、分類配置では、ソートに使用した特徴でクラス化をして、

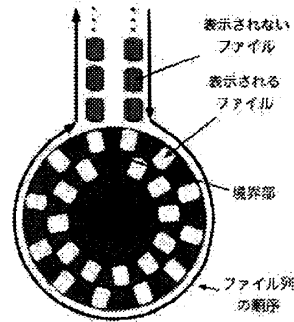


図 3: 連続配置



図 4: 配置と順序

回転卓上に配置する(図5)。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える事ができる。各クラスに属するファイルは、図6のような順番で配置される。表示されるファイル数は1クラスにつき最大6個、回転卓全体では最大36個となっている。

クラス化の方法は、各特徴においていくつかの分類方法の中から選択できる。今回は後述するメニューの構成から、各特徴で4つの分類方法を実装した。ファイル名の場合、1文字、3文字、5文字、7文字の中から選択した文字数だけファイル名の頭から比較し、分類する。作成日時の場合、年、月、日、時間の中から選択した単位で分類する。ファイルサイズの場合、対象が画像ファイルなので、1MB、100KB、10KB、1KBの中から選択した値で分類する。色相・彩度・明度の場合、値に従って、4、8、16、32グループの中から選択したグループ数に分類する。

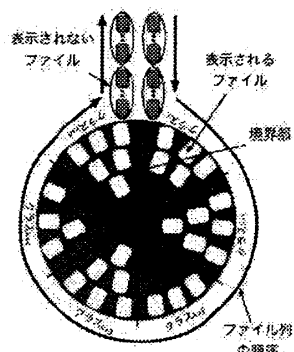


図 5: 分類配置

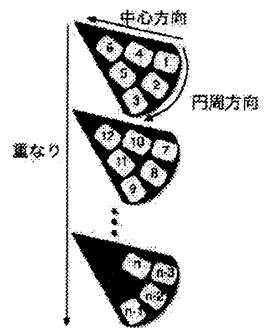


図 6: 配置と順序

4.2.3 螺旋配置

螺旋配置では、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、3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る。回転卓中心を極座標系の原点としたときの、偏角と表示される大きさの関係は図8のようになる。これは、どの位置にいるユーザも最も大きい状態の画像を閲覧できるように、最大サイズのファイルが1回転分巡るようになっている。一度に表示されるファイル数は約13個であり、そのうち最大サ

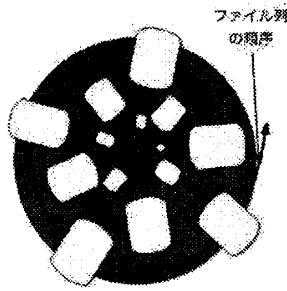


図 7: 螺旋配置

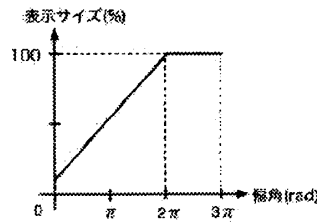


図 8: 角度と大きさの関係

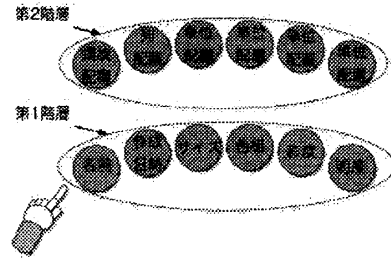


図 13: メニューの構成

イズで表示されるファイルは約4個となっている。

5. 回転卓における対話手法

5.1 基本操作

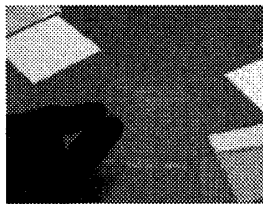


図 9: 移動

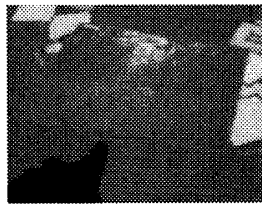


図 10: 拡大

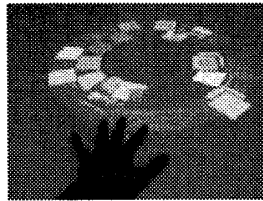


図 11: 回転

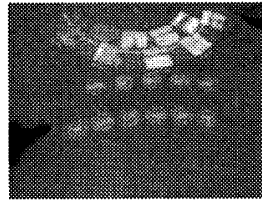


図 12: メニュー

- ファイルの移動・コピー
ファイル上でつまむ動作を行うと、ファイルが選択状態になり、手の移動に従って移動させることができる(図9)。また、回転卓上のファイルを作業領域へ移動させたり、逆に作業領域上のファイルを回転卓上へ移動させると、ファイルがコピーされる。
- 画像の拡大
連続配置と分類配置においてファイルを指差すと、ファイルが拡大表示される(図10)。
- 回転卓の回転
回転卓の縁で手を広げて移動させると、回転卓を回転できる(図11)。また、回転卓の中心付近では、ダイヤルを回すように指先で回転卓を回せる。
- メニューの呼び出し・選択
テーブルの背景部分を指差すことで、メニューを呼び出すことができる(図12)。左手で呼び出すことが想定されており、指差し位置の右側に出現する。各項目は、右手で指差すことで選択できる。

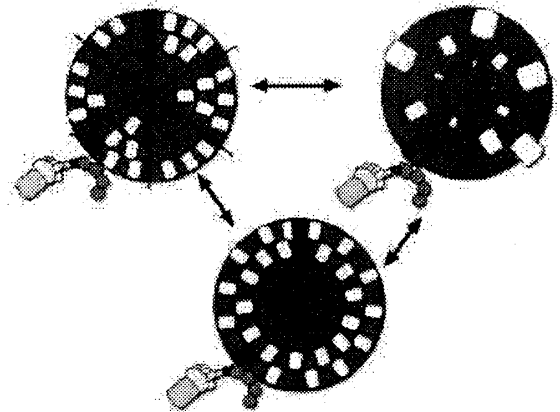


図 14: メニュー呼び出し位置と、配置変更後のファイルの位置の関係

5.2 ソート特徴、及び配置の変更

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、第1階層をソートの特徴の選択、第2階層を配置方法の選択に割り当て、2階層から構成する(図13)。第2階層では螺旋配置と連続配置、そして4つの分類配置の計6つから選択できる。

メニューを呼び出す際、第1階層で前と同じ特徴を選択すると、メニューを呼び出した角度にあるファイル(螺旋の場合は、一番外側のファイル)が、目の前に来る様に配置される(図14)。これにより、配置変更後にファイル列を始めから辿る手間がなくなる。

6. 考察

6.1 配置方法の比較

6.1.1 連続配置と螺旋配置

通常、ファイルの表示サイズと表示数はトレードオフの関係にあり、そのバランスをうまく取って、視認性と閲覧性の両方を上げることが求められる。連続配置はその一例であり、配置できるファイルの数とファイルの表示サイズが固定されている。

これに対し螺旋配置は、ファイルの表示サイズを固定せず、回転卓中心からの距離によって変化させることで、視認性と閲覧性を両立させている。

どちらの配置方法も、ある程度の視認性と閲覧性を有するが、連続配置の方が一度に表示できるファイル数が多いので、閲覧性の面では連続配置の方が優れている。ま

た、螺旋配置では回す操作だけで連続的にファイルを増大することができるので、視認性においては螺旋配置が有効であると言える。

6.1.2 連続配置と分類配置

連続配置は、スクロールを回転卓に適用させた、一番基本的な配置方法である。ソートされたファイルの順序を保ったまま、できる限り多くのファイルが配置されるため、一貫性が高く、端から順番に見て行く場合に有効である。

これに対して分類配置では、単純にファイルを敷き詰めるのではなく、特徴の値によって、ファイルの位置を決定するため、「日付の分かっているファイル」や「ファイル名が分かっているファイル」等、特徴を元にファイルを探す場合に有効である。しかし、図6で示したように、ファイルは一定の領域に重ねて配置されるため、各クラスのファイル全てを一度に見ることはできず、連続配置よりは一貫性に欠ける。

6.2 複数人での利用

本システムでは対面した状態で、2人で操作ができる。また、各ファイルは周りにいる人に正対するように表示されるため、3人以上であっても、一緒にファイルを見ることが出来る。

しかし、連続配置と分類配置では、ファイルが出現する境界部が回転卓上にあるため、その近くにいる人に取っては邪魔になる。

螺旋配置ではファイルが回転卓の中心から出現するため、どの位置からでも見てもファイルの出現位置が邪魔にならず、平等に見ることができる。

6.3 関連研究

円形情報表示システムについての研究には次のような物がある。

MediaTable[4]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、少数の情報を扱う場合には問題無いが、大量な情報の検索や表示は考慮されていない。また、入力デバイスが多点同時入力できないため、一度に操作出来るユーザは1人だけである。

PDH[5]では、注釈付けされた「時」や「場所」「人」等の情報に従って、それらに適したレイアウトを行なう共同作業用テーブルトップシステムである。各レイアウト間は自由に移動することができ、ユーザが把握している情報から検索することができる。また、HyperbolicTree表示[6]を使ってフォルダの階層構造の視覚化を行なう事ができる。しかし、フォルダ内を参照する際には個々のフォルダを開かなくてはならない。

これらのシステムに対し、本システムでは多点同時入力が可能であり、複数人での操作ができる。また、大量のファイルも、3つの配置方法を用いて提示することができる。さらに、ファイルを閲覧する際には、回転卓を回して連続的に見ることができる。

7. まとめ

本研究では、回転卓における大量の情報を対象とした情報提示手法、及び対話手法を提案し、画像ファイルを対象とした実世界指向型回転卓システムを実装した。これにより、大量の情報を連続的に参照できるようになった。

今後は、画像以外の情報も扱えるようにして行く。また、現在の手指認識では、カメラ画像において下から入った手しか認識できないため、1つのカメラで認識出来る人数が制限されている。そのため、どこから手を入れても認識できるようにして、より多く人数でも使えるようにする。さらに、個人の計算機にあるファイルを回転卓上に持ってくる方法についても考え、実用に近づけて行く。

参考文献

- [1] Intel Open Computer Vision Library
<http://www.intel.com/research/mrl/research/opencv/>
- [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] 岡兼司, 陳欣蕾, 中西泰人, 佐藤洋一, 小池英樹, 拡張机型インタフェースのための複数指先の追跡とその応用, 情報処理学会論文誌 コンピュータビジョンとイメージメディア, Vol.44, No. 5, pp. 74-84, 2003.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.