

検索と管理を統合したビジュアルインタフェース

平田 真章 野瀬 康弘 浦野 直樹

シャープ (株) 技術本部 マルチメディア推進本部 システム開発センター

〒 632-8567 奈良県天理市櫛本町 2613 番地の 1

Tel: 0743-65-0987 Fax: 0743-65-1841

{hirata,nose,urano}@slab.tnr.sharp.co.jp

個人で扱うデータが増えるにしたがって、それをどのように管理するかが重要になってくる。コンピュータはそれらのデータを保存したり、必要な時に引き出してくるものとして大変便利である。そのためにデータを効果的に分類しておくことは有効な手段であるが、データを適切に分類することは非常に難しい。現在の GUI では多角的にデータを分類することが困難であり、これが分類を難しくしている理由のひとつである。また、検索した分類に対話的にデータを追加・削除できないような欠点もあった。本稿では、多角的にデータを分類でき、データ検索と管理を統合したビジュアルインターフェースを提案する。また、その性質および問題点について考察する。

Visual Interface for Integrated Data Management and Search

Masafumi Hirata Yasuhiro Nose Naoki Urano

System Technology Development Center, Multimedia Systems Research And
Development Center, Corporate Research And Development Group, SHARP Corp.

2613-1, Ichinomoto-Cho, Tenri-City, Nara 632-8567, Japan

Tel: +81-743-65-0987 Fax: +81-743-65-1841

{hirata,nose,urano}@slab.tnr.sharp.co.jp

It becomes difficult to manage personal data as the amount of data is getting large. A computer is a powerful tool for storing and retrieving those data. Classifying the data into appropriate categories is useful for retrieving. However, it is quite difficult to classify a piece of data into a specific category. The current GUI forces a user to store it into a specific directory or folder and makes it difficult. Also it has a problem that the user cannot add the data to the searched category. This paper proposes a new visual interface, with integral searching and managing functionality, that allows the user to classify the data into multiple categories.

1 はじめに

情報のデジタル化によって、個人が扱うデジタルデータの量は飛躍的に増加している。これらのデータを必要な時にすぐに取り出して使えることはコンピュータの重要な機能のひとつであり、そのためにデータを効果的に分類しておくことは有効な手段である。コンピュータでは、データはファイルという単位で保存され、フォルダやディレクトリといったものに階層的に分類されていることが多い。しかし、従来のデスクトップインタフェースでは、ファイルの分類と検索において次のような問題があった。

- 分類と検索が同じインタフェースで実現できていない。
- 分類が多角的に行えない。

一般に、実世界においてキャビネット等を用いて書類を分類管理するのは、後にそれが必要となる時に探し易くするためである。つまり、分類することと検索することは表裏一体の行動である。

しかし、従来コンピュータにおいては、一般的にデータの分類を行うインタフェースとデータの検索を行うインタフェースが独立して存在した。

また、分類は多角的にできることが好ましい。例えば、ある書類が土地と税に関係するものならば、「土地」というキャビネットにその書類を入れるか、「税」というキャビネットにその書類を入れるか、またはコピーしてどちらのキャビネットにも入れておくか迷うはずである。

実世界においては、書類を収めるキャビネットは物理的なモノであるため、例えば「土地」および「税」に関する書類を収納するキャビネットがあり、その両方に関係する書類が存在する場合に、図 1 に示すように2つのキャビネットを重ね、重なり部分に「土地」であり、かつ「税」である書類を入れるような引き出しを作ることは現実的に不可能である。

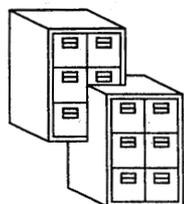


図 1: キャビネットの重ねあわせ

一方、コンピュータの世界では、1つのデータに対して容易に複数の属性を与えることができるにもかかわらず、依然この問題は解決できていない。

なぜなら、従来のコンピュータにおけるデータ管理インタフェースでは、コンピュータ内部における階層構造を用いたデータ管理形態をそのまま視覚化するものが一般的であったため、データがいくら多くの属性を持っていようと、階層構造中でのデータの存在位置に従った一面的な分類表示しか行えなかったのである。

そこで、本稿ではデータの検索と分類管理を効果的に視覚化することによってこれらの問題を解決するビジュアルインタフェースを提案する。

2 検索と管理の統合と多角的分類表示

MacOS の Sherlock に代表される従来一般的なデータ検索インタフェースでは、検索ダイアログに検索条件を入力し、検索実行ボタンを押すことで検索が実行され、結果として検索条件を満足したデータのリストがウィンドウに一覧表示される。ユーザは検索結果が表示されたウィンドウから、見つかったデータを開いたり、データの名前や階層構造中での存在位置の変更等を行うことができる。

ここで、検索結果を表示するウィンドウは、あくまで検索結果のデータリストを表示するために機能するものであり、データを分類管理するためのツールではない。すなわち、検索結果を表示するウィンドウをフォルダと見立て、そこに他のデータを収納する、といった操作は行えない。

ところが、例えば検索条件が「ラベルが“必須”であるデータ」といった自由に変更することが可能な属性値を扱っていれば、検索結果を表示するウィンドウを“必須”であるデータの入るべき分類箱とみなし、他の新たに“必須”にしたいデータをそこに放り込む、という使い方も考えられる。

すなわち、検索を行うことによって自動的に分類箱ができるのであり、このようなインタフェースではデータの検索とデータの管理とが統合されていると言える。

また、MS-Windows の Explorer に代表される、従来一般的なデータ管理インタフェースでは、前述したようにデータの分類を階層構造中での存在位置によって行うため、“必須”にしたいデータを“必須”であるフォルダに放り込めば、それが“必須”

になる以前に持っていた属性値はクリアされる。そのためデータは一面的にのみ分類され、データの多角的な分類を行うことが難しかった。

もちろん、データのエイリアスを作成し、複数のフォルダにコピーすることで、従来のインタフェースでも多角的なデータ分類を行うことが可能ではあった。しかし、この方法では分類数が多くなるとエイリアスの数も多くなり、エイリアス自体を管理することが難しくなる。

従って、データ管理インタフェースにおいてデータの多角的な分類表示を可能にするには、従来の階層構造によるデータ分類表示に置き換わるデータ表示法を採用する必要がある。

そこで、本稿で提案するインタフェースではデータの管理と検索を統合し、コンピュータ内部での階層構造によるデータ管理をそのまま表示するのではなく、データの持つある属性に対する属性値による非階層的な分類を各属性に対して切り替える形のデータ表示法を用いることにより、データの多角的分類表示を実現する。

3 関連研究

ビジュアルにデータを検索または管理するインタフェースについては、従来より多くの研究成果が報告されている。

文献 [4] における検索インタフェースでは、データセットの表示された領域における任意の部分に、マジックレンズ [3] と呼ばれる任意形状のフィルタを重ねることで、そのフィルタに重なるデータのみを対象とした検索を行うことができる。複数のフィルタを重ねて使用することで、複雑な検索式による検索も実現できる。

マジックレンズは検索のみでなく、レンズの真下に重なる情報に対して追加情報を付加したりエフェクトをかける等、さまざまな用途に用いることができる非常に優れた特性を持つ [11]。しかし、マジックレンズではレンズを通すことにより、それまで見えていなかった情報を見るという使い方を主眼としているため、レンズを使って情報を変更するという用途には適していない。

Silicon Graphics 社の FSN [10] では、ファイルシステムの階層構造を 2次元平面にレイアウトし、ディレクトリに対応するノードには、そのディレクトリに存在するファイル数に比例した面積、および

ディレクトリの容量に比例した高さを持った 3次元オブジェクトとして描画され、ファイルに対応するノードは、そのファイルのサイズに比例した高さおよびファイルタイプに応じた色を持った 3次元オブジェクトとして描画される。ユーザは、3次元空間を自由に移動し、ファイルを開いたり、移動、削除等を行うことが可能である。また、検索条件を入力すると、それを満たすファイルにスポットライトが当てられる。

その他 [9] 等、階層構造によるデータ管理を 3次元視覚化する手法は数多くあるが、3次元空間内では視点移動が難しいという問題がある。

本稿で提案するビジュアルインタフェースでは階層構造によるデータ分類を扱わないため、データの表示は 2次元空間で行う。

4 検索と管理を統合したビジュアルインタフェース

本稿で提案するインタフェースは、次に挙げる機能を有する。

- データの多角的分類表示機能。
- 動的データ検索機能。
- データに対する新たな属性の追加機能。
- ドラッグ&ドロップによるデータの持つ属性値の追加・変更機能。
- データのサムネイル表示機能。

本節では、WWW のブックマーク、メール文書、画像、および音声の 4種類のデータを管理対象として、本インタフェースの有する各機能について説明する。ここで、各データには初期状態において次の 4つの属性と、それらに対する属性値が与えられているものとする。

- Name (データの名前を表す文字列)
- Type (データのタイプを表す文字列で “Bookmark”, “Mail”, “Image”, “Sound” の何れかをとる)
- Size (データの大きさを表す整数値)
- Date (データの更新日を表す整数値で 19990304 のような値をとる)

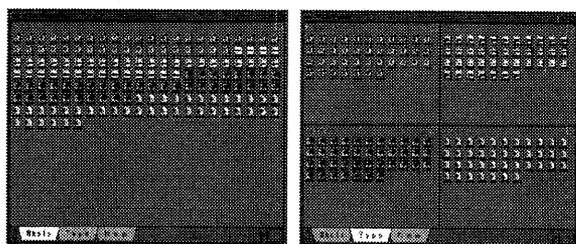
なお、データに与える属性・属性値はインタフェースにおいて管理しており、コンピュータシステムにおけるデータ管理の方法自体を変更するものではない。

4.1 データの多角的分類表示機能

本インタフェースでは、データの持つある属性に対する属性値によってデータをいくつかのグループに分類し、それぞれのグループに領域を割り付けてデータの分類表示を行う。ここでは、グループに割り付けられる領域をタイル領域と呼ぶ。タイル領域は Elastic Windows [6] に習い、互いに重ならず、かつ空き領域ができないようにレイアウトされる。データはアイコンによって表示され、アイコンの表示位置・サイズは、タイル領域の形状・面積、およびタイル領域に表示されるデータの個数から自動的に決定される。

データの分類はユーザによって自由に追加・変更することが可能であるため(4.3節)、さまざまな属性によるデータの多角的な分類表示を行うことができる。なお、インタフェースの下側には分類表示を切り替えたり、新たな分類を作成するためのボタンが表示される。

図2(a)は、分類表示を行わず、管理する全てのデータを一面的に表示した例である。図2(b)は、属性 Type によるデータの分類表示であり、Type の取る4つの属性値それぞれに対応付けられたタイル領域が作成され、各タイル領域内には対応した属性値を持つデータが表示されている。



(a) データの非分類表示 (b) データタイプによる分類表示

図2: データの分類表示

4.2 動的データ検索機能

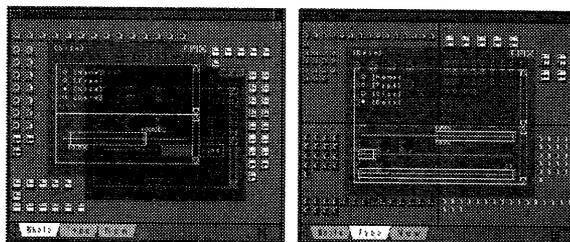
筆者らは、[5]において“集合フィルタを用いたビジュアルな動的データ検索”手法を提案している。集合フィルタは、フィルタに与えられた検索条件を満足するデータをフィルタ内部に集め、満足しないデータをフィルタ外に押し出して表示する。

集合フィルタの検索条件を変更すると即座に再検索が実行され、常に検索条件を満たすデータがフィルタ内に表示されている状態を保つ。また、複数の

集合フィルタを重ねることによりAND検索を行うことができる。

図3(a)は、2枚の集合フィルタを用いた検索の例である。1枚のフィルタには、検索条件を「Sizeが10KB～100KBまでのデータ」と設定し、もう1枚のフィルタには、検索条件を「Typeが“Image”であるデータ」と設定している。2枚の集合フィルタが重なった領域に両方の検索条件を満たすデータが表示され、1枚のみ集合フィルタが存在する領域には、片方の検索条件のみを満たすデータが表示されている。どちらの検索条件も満たさないデータは、フィルタの外側に表示されている。

また、図3(b)は、属性 Type によるデータの分類表示を行った状態で、検索条件を「Dateが19990101～19990131までのデータ」と設定した集合フィルタを重ねた場合の表示である。各タイル領域に表示されたデータは、そこからはみ出すこと無く、検索条件を満たすものはフィルタ内に、満たさないものはフィルタ外に移動している。



(a) 2枚の集合フィルタによる検索 (b) 分類表示からの検索

図3: 集合フィルタによるデータ検索

4.3 分類の作成とデータの属性追加機能

データの新たな分類を作成する際、分類に用いる属性として、従来有る属性を使うか、新たに属性を追加してそれを使うかを選択することができる。

新たな分類を作成するには、インタフェース下側に表示された“New”ボタンを選択する。すると、図4(a)に示すダイアログが表示される。

このダイアログでは、新たに作成する分類の名前を設定し、その分類に用いる属性を選択する。ここで従来ある属性の代わりに“New Attribute (新たに追加する属性)”を選んだ場合、追加する属性に関する設定を以下のような手順で行う。

まず、新たな属性の名前を入力し、次に、新たな属性のタイプを選択する。属性のタイプとは、その属性に対する属性値が取る値の型であり、整数値や

文字列等が設定できる。そして、新たな属性に対する属性値をいくつか入力する。

以上の設定が終了すると、データには新たな属性が追加され、追加した属性に対する属性値によりタイトル領域が自動的に作成される。なお、新たに作成した属性に対する属性値の追加は、同様のインターフェースを用いていつでも行うことができる。

図 4(b) は、データに対して、新たな属性を追加した例である。追加した属性に対する設定は、属性の名前が Rank で、属性のタイプが文字列であり、属性値として “*” “**” “***” を与えた。属性値が “*” “**” “***” であるデータを表示するためのタイトル領域が自動的に作成されている。しかし、それらのタイトル領域にはまだデータは表示されず、全てのデータは “No Value” と書かれたタイトル領域に表示されている。これは、まだ各データが属性 Rank に対する属性値を与えられていないことを意味する。

また、属性を追加すると、集合フィルタには新たに追加した属性による検索メニューが自動的に追加される。図 4(c) は、属性 Rank を追加した後の集合フィルタである。検索メニューに Rank が追加され、その属性値による検索が可能となっている。

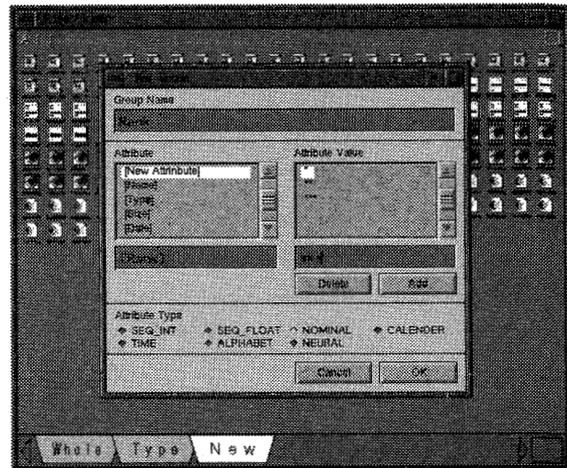
4.4 ドラッグ&ドロップによる属性値の追加・変更機能

本インターフェースでは、データのある属性に対する属性値を追加・変更する方法としてドラッグ&ドロップを用いる。

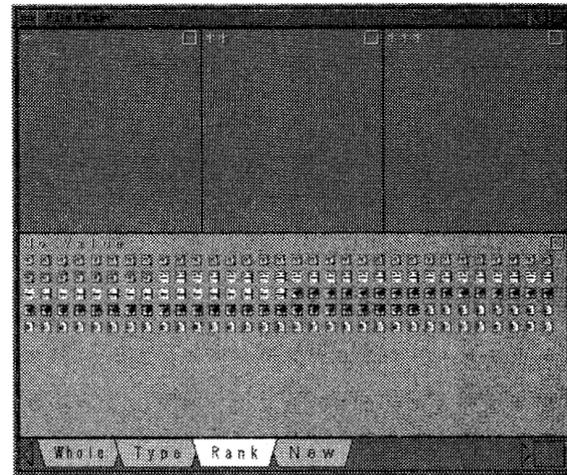
データをドラッグし、所望の属性値に関連したタイトル領域、もしくは集合フィルタ内にドロップすることで、データにはドロップされたタイトル領域、集合フィルタに対応付けられた属性値が与えられる。

図 5 は、追加した属性 Rank に対する属性値をデータに設定する例である。図 5(a) において “No Value” であるタイトル領域からデータをドラッグし “***” であるタイトル領域にドロップしている。この操作により、データの属性 Rank に対する属性値には “***” がセットされる。

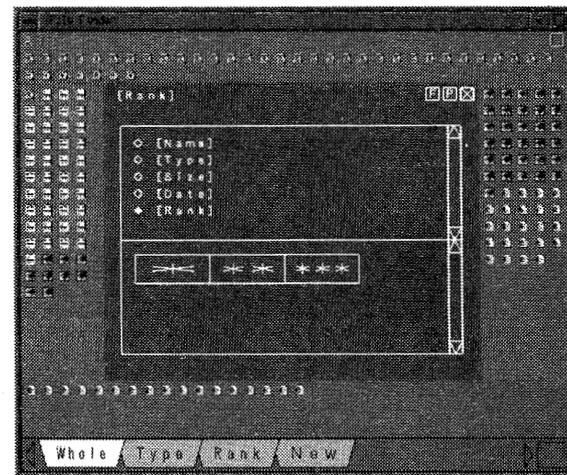
図 5(b) では、分類表示を行わず、全てのデータを表示した状態で集合フィルタを作成し、検索条件として「Rank が “***” であるデータ」を与えた後、集合フィルタの外側に表示されたデータをドラッグし集合フィルタの内側へとドロップしている。この操作により、ドロップされたデータの属性 Rank



(a) 追加する属性 Rank の設定



(b) タイトル領域の自動作成



(c) 追加した属性による集合フィルタ検索

図 4: 分類の作成と属性の追加

に対する属性値には“***”がセットされる。

集合フィルタが複数枚重なった部分にデータをドロップすることで、複数の属性に対する属性値を一括して変更することも可能である。図 5(c) では、更に属性値として文字列を取る属性 Place を追加した後、検索条件が「Rank が“***”であるデータ」の集合フィルタと「Place が“Tenri”であるデータ」の集合フィルタの 2 枚が重なった部分にデータをドロップしている。この操作により、ドロップされたデータには属性 Rank に対する属性値“***”属性 Place に対する属性値“Tenri”が同時に与えられる。

なお、データのサイズのように変更できない属性に関連したタイル領域や集合フィルタは、データのドロップを受け付けない。

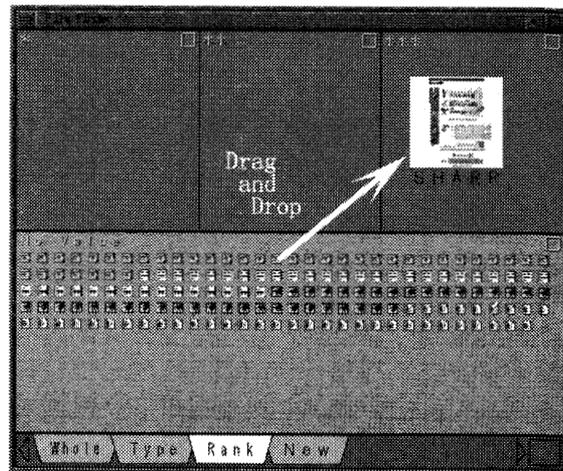
4.5 データのサムネイル表示機能

本インタフェースでは、管理するデータを全て表示するため、分類表示において各タイル領域に存在するデータ数の多少や、検索条件を満たすデータと満たさないデータの比率等を直感的に把握することが可能である。

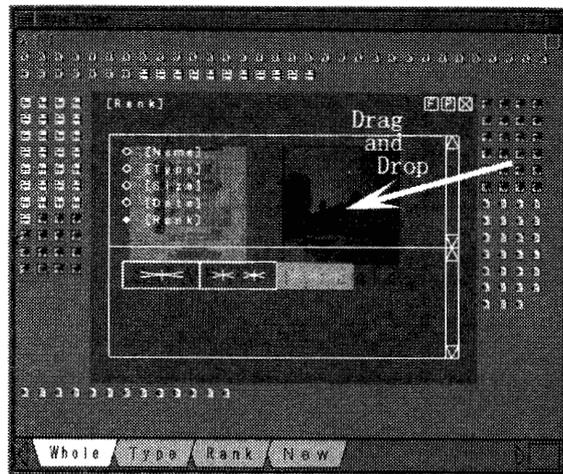
しかし、全てのデータを表示するために、表示部分の面積によりデータの表示サイズを変更するので、非常に狭い部分に多くのデータを表示したり、非常に広い部分に1つのデータを表示する場合が起こる。従って、従来のアイコンによるデータ表示法は本インタフェースには適さない。

ズーム可能なインタフェースにおけるインタラクション手法に関しては、Bederson らの Pad++ [1] [2]、増井らのなめらかなユーザインタフェース [7] [8] 等、数多くの研究成果が報告されているが、本インタフェースにおいてもタイル領域および集合フィルタにより区切られた任意の部分拡大・縮小表示することが可能であるため、表示サイズによりデータの見せ方を変更するような表示法を適用することができる。

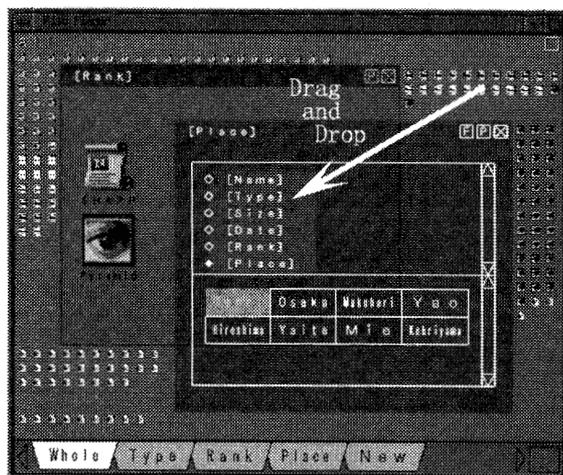
現在、本インタフェースでは図 6 に示す 2 段階のデータ表示が行われている。すなわち、データの表示サイズが小さいときには図 6(a) に示すデータのタイプを表すアイコン表示を行い、データの表示サイズがあるしきい値を超えると、図 6(b) に示すデータのサムネイル表示が行われる。また、表示されたデータをダブルクリックすることで、関連したアプリケーションが起動される。



(a) タイル領域間で Drag and Drop



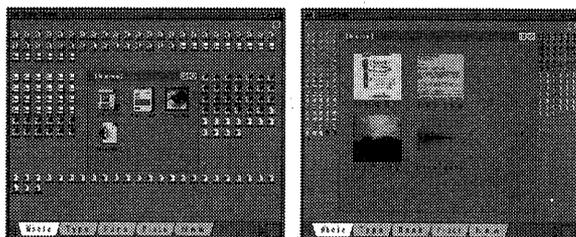
(b) 集合フィルタに Drag and Drop



(c) 集合フィルタの重なりで Drag and Drop

図 5: ドラッグ&ドロップによる属性値の追加・変更

なお、この例で扱ったデータのサムネイル表示は、ブックマークの場合はリンク先のページの画像、メール文書の場合は文書レイアウトの画像、画像の場合はそれ自体の縮小画像、音声の場合は波形の画像をあらかじめ用意することで実現している。



(a) データのアイコン表示 (b) データのサムネイル表示

図 6: データの 2 段階表示

5 考察

従来一般的に用いられているデータ管理インタフェースでは、コンピュータシステムにおける階層構造によるデータ管理状態を、ファイル、フォルダという概念を用いてそのまま視覚化する。従って、コンピュータのシステムファイル等ユーザが日常的に扱わない情報の管理を行うには非常に使いやすく、システム寄りのインタフェースであると言える。

一方、本稿で提案するインタフェースでは、データが実際にはシステム内のどこに存在するかということは視覚化しないため、コンピュータのシステム管理に用いることには適していない。しかし、実世界では実現できない、データに与えられた複数の属性による多角的な分類を視覚化することができ、またデータに対する属性の追加、属性値の変更等を対話的に行うことができるため、ユーザが自ら作成したり集めたりした、ユーザが日常的に扱う情報の管理には有効であると考えられる。すなわち、従来のインタフェースに比べ、よりユーザ寄りのインタフェースであると言える。

現段階では、本インタフェースの利用評価を行っていないため、上記用途における本インタフェースの従来インタフェースに対する優位性を客観的に評価できていない。しかし、本インタフェースの長所は次の点にあると我々は考えている。

柔軟な分類と検索が可能である

前節の例であれば、従来のインタフェースでは Bookmark, Image といったフォルダを作ってデー

タタイプのみで分類するところを、本インタフェースでは重要度による分類、場所に関連した分類等を簡単に作成・表示でき、また分類表示した上に集合フィルタを重ねて動的検索を行うなど、複数のデータ属性を柔軟に利用したデータ管理が行える。

分類と検索の操作と表示が直感的である

ドラッグ&ドロップなどのデータに対する操作、集合フィルタによる検索、表示の拡大等の操作がすべて直接的であり視覚化されているため、操作の意味が直感的に分かりやすい。

管理と検索が統合された環境で使用できる

実世界において、情報の分類管理と検索とは表裏一体の行動であるにもかかわらず、コンピュータにおいては、従来これらを異なるインタフェースを用いて行ってきた。本稿において提案したビジュアルインタフェースでは、データの検索と管理が統合されたことにより、書類を入れておいたキャビネット自体を開けて書類を探すという、より実世界に近い直感的なデータ管理が可能になったと考える。

5.1 本インタフェースの問題点

現在、本インタフェースに関して以下のような問題点を認識している。

タイル領域による分類が排他的である

本インタフェースでは、多角的な分類表示を切り替えることができるが、各々の分類表示においては一つの属性に関する分類しか行えない。また、データは一つの属性に対して複数の属性値を持つことができないため、一つのデータを複数のタイル領域に同時に表示させることはできない。従って、ある分類において表示されるタイル領域間では、それぞれに関連した属性値が排他的でなくてはならず、ユーザがタイル領域に関連させる属性値を設定する際の足かせとなる。

属性値として連続値を取る属性の取り扱いが不明確

ドラッグ&ドロップでデータに対して属性値を与える場合、ドロップされた部分に対応した属性値が幅を持った値である場合の扱いが十分に考慮されていない。方法としては、次の3つが考えられる。1. あらかじめ設定されたデフォルト値を属性値とする。2. 属性値が幅を持つことを警告しダイアログを表示してユーザに適切な値を設定させる。3. 属性値の幅をそのままデータの属性値とする。

現段階では、3.の方法を採用しているが、これが

最善であるかは不明である。

ドラッグ&ドロップによる属性値設定が面倒

新たな属性を追加し、その属性に対する属性値の設定をタイル領域へのドラッグ&ドロップで行うが、データ個数が多いと人手で分類するのが面倒になる。ある程度の自動分類機能が必要となるだろう。

表示できるデータの個数が限られる

本インタフェースでは階層構造を扱わないため、管理する全てのデータを一度に表示するが、コンピュータディスプレイの解像度には限りがある。

例えばアイコン上に描かれた絵柄を判別できる最小の表示サイズを余白を含め 30x30 ピクセルとすると、SXGA(1280x1024 ピクセル)のスクリーンには1500個弱のアイコンを表示できる。しかし、その他インタフェースを描画する領域が必要であり、アイコンの配置アルゴリズムも完全でなく描画に使われない領域も生じるため、上記の条件で表示できるアイコン数はせいぜい1000個が限度であろう。従って、各分類表示毎にユーザにとって不必要なデータを画面から隠す、といった表示法を考慮する必要があるかもしれない。

しかし、本インタフェースでは、タイル領域および集合フィルタによって区切られる任意の部分を拡大することができるため、検索によりある程度までデータを絞り込んだ後、必要なデータが入った部分を拡大する、という使い方もできる。従って、データの表示サイズに合わせた効果的な視覚化を行うことが非常に重要であると考えている。前節で述べたように、現在データは大小二段階の表示を行い、データを使うにはダブルクリックを用いるが、今後はそのような操作を行うことなく、テキストデータであれば表示サイズが大きくなるとそのままエディットできたり、音声データであればそのまま波形編集できるような、インタフェース上でデータをそのまま扱うことができる環境を目指している。

6 おわりに

本稿では、データの多角的分類表示を行い、検索と管理を統合したビジュアルインタフェースを提案し、その性質および問題点について考察した。

今後の展開としては、5.1節で挙げた問題点の解決を進めることに加え、集合フィルタによる検索結果表示法の工夫により、データの持つ属性値の意味を視覚化する手法の提案等を考えている。

参考文献

- [1] Benjamin B. Bederson, James D. Hollan, "Pad++: A Zooming Graphical Interface for Exploring Alternate Interface Physics," *Proceedings of UIST '94*, ACM Press, pp. 17-26, November (1994).
- [2] Benjamin B. Bederson, James D. Hollan, Ken Perlin, Jonathan Meyer, David Bacon, George Furnas, "Pad++: A Zoomable Graphical Sketchpad For Exploring Alternate Interface Physics," *Journal of Visual Languages and Computing*, Vol. 7, No. 1, pp. 3-31, March (1996).
- [3] Eric A. Bier, Maureen C. Stone, Ken Fishkin, William Buxton, Thomas Baudel, "A Taxonomy of See-Through Tools," *Proceedings of CHI '94*, ACM Press, pp. 358-364, April (1994).
- [4] Ken Fishkin, Maureen C. Stone, "Enhanced Dynamic Queries via Movable Filters," *Proceedings of CHI '95*, ACM Press, pp. 415-420, May (1995).
- [5] 平田真章, 浦野直樹, "集合フィルタを用いたビジュアルな動的データ検索," インタラクシオン'98 論文集, 情報処理学会, pp. 129-130, March (1998).
- [6] Eser Kandogan, Ben Shneiderman, "Elastic Windows: Evaluation of Multi-Window Operations," *Proceedings of CHI '97*, ACM Press, pp. 250-257, March (1997).
- [7] Toshiyuki Masui, Mitsuru Minakuchi, George R. Borden IV, "Multiple-View Approach for Smooth Information Retrieval," *Proceedings of UIST '95*, ACM Press, pp. 199-206, November (1995).
- [8] 水口 充, ジョージ ボーデン, 柏木 宏一, 増井 俊之, "なめらかなユーザインタフェースによる地図情報検索システム," コンピュータソフトウェア, 岩波書店, Vol.14, No.5, pp.267-276, May (1996).
- [9] C. G. Robertson, J. D. Mackinlay, and S.K. Card, "Cone Trees: Animated 3D Visualizations of Hierarchical Information," *Proceedings of CHI '91*, ACM Press, pp. 189-194, April (1991).
- [10] *3D File System Navigator*, Silicon Graphics Inc., Mtn. View, CA.
- [11] Maureen C. Stone, Ken Fishkin, Eric A. Bier, "The Movable Filter as a User Interface Tool," *Proceedings of CHI '94*, ACM Press, pp. 306-312, April (1994).