

電子メールシステムの3次元可視化インタフェース

中村 崇志† 後藤 文太郎‡

インターネットの普及による電子メールの利用規模や利用形態の拡大に伴い、日々蓄積される電子メールの把握や分類にかかるコストが大きくなってきた。そこで、電子メールの利用支援を目的として、電子メール及びそれに関連する情報の3次元可視化を試みた。システムのプロトタイプVT-MailシステムをLooking Glass上に作成し、電子メールの利用における様々な情報を3次元空間上で把握し、操作できる3次元可視化インタフェースを構築した。可視化された情報を3次元空間上に配置し、外観や位置、動作といった情報を利用することで、空間的な制約を小さくし、情報の一覧性を高め、情報へのより直接的なアクセスを可能にすることができた。

A 3D visualizing interface of an E-mail system

Takashi NAKAMURA† and Fumitaro GOTO‡

As the spread of the scale and form of the use of e-mails by the popularization of the Internet, the cost of understanding and classifying e-mails daily accumulated in user's mail boxes is increasing. We attempted the visualization of information about e-mails by use of the 3D technology for the purpose of supporting the use of e-mails. We developed the prototype system VT-Mail System on the Looking Glass. In VT-Mail System, we could understand and operate much of information about the use of e-mails in three-dimensional space by the 3D visualizing interface. Distributing visualized information in 3D spaces and using information of object's appearances, positions, and actions lessened spatial restrictions and raised visibility of information and enabled us to access to information more directly.

1. はじめに

近年のインターネットの普及により、電子メールの利用者数は増大し、その用途や目的も多岐に渡っている。友人や知人とのプライベートな連絡やメッセージ交換、ビジネスにおける同僚や上司などへの業務連絡、企業から個人への商品やサービスの宣伝など、電子メールは実に様々な目的で利用されており、社会生活において必要不可欠なものになってきている。

ガートナー・ジャパンの報告書^[1]によると、ビジネスマンがパソコンで受信する電子メールは、2003年では一人当たり一日平均65.8通となっており、年々増加傾向にある。その処理時間も1日平均3.1時間に達している。このように、電子メールは必要不可欠なツールとなってきている一方で、受信する量が増加してきており、その処理にかかる時間も大きくなっている。

電子メールの処理は大別すると次のように分けられる。

- a. 電子メールの本文の読み書きといった本質的処理
- b. 上記本質的処理に至るまで、あるいはその後の閲覧・分類・整理・検索

我々は、bの項目に関する電子メールの利用支援を目的として、電子メールとそれに関連する情報の3次元可視化、および、電子メールの時間に関する情報の利用の拡張を試みたシステムVT-Mailシステムを提案する。

一般的に利用されている電子メールクライアントは、送信時刻、受信時刻、件名、差出人といった欄で整列をした

り、スレッドごとに表示するといった機能を持っている。検索キーワードを指定することで特定のテキストを含む電子メールのみを抽出する機能も提供されている。しかし、現状の一般的な表示デバイスではそれらの機能を使った結果に対してのテキストでの一覧表示には限界がある。

受信メール数を増やしている一因には、スパムメール等の迷惑メールがある^[2]。これに対しては、ベイズ推定を用いたフィルタリング^[3]等の「スパムメール対策ソフトウェア」がある。これらのソフトウェアにおいては、誤認識の問題がある。「スパムメールではないメールがスパムと判断される」という誤認識がゼロでない限りは、安全を期するためには、スパムメールだと判断されたメールのチェックが必要になってしまう。そのチェックの際には、前述の電子メールクライアントの機能を使うこととなり、その一覧表示での問題が依然として残る。

VT-Mailシステムにおけるメールクライアントは、Sun Microsystemsにより提供されている3次元デスクトップシステムLooking Glass^[4]を利用して構築した。VT-Mailerでは、従来通りの2次元インタフェースと3次元インタフェースを用途によって使い分ける。例えば、電子メール作成時のコンテンツ入力や、電子メールに含まれるテキスト情報の表示などを行う際には、従来通りの2次元ウィンドウが利用される。一方、電子メールやメールボックス、ユーザ、ユーザグループといったオブジェクトは、3次元空間上の立体的なオブジェクトとして表示される。また、色や形、透明度といった情報の利用、奥行きを利用したオブジェクトの配置、そしてオブジェクトのアニメーション等の機能の実現が行われている。

電子メールに対するより柔軟なフィルタリングや整列という観点から、我々は電子メールの利用に関する時間情報に注目し、それらの積極的な利用を試みた。VT-Mailシステムでは、電子メールに一般的に含まれている「送受信時刻」の他に、「読んで欲しい時間帯」や「返信期限」などの時間情報を利用可能にした。また、従来は時間情報とし

† 北見工業大学 情報システム工学専攻
Course of Computer Sciences, Master's Program,
Kitami Institute of Technology
‡ 北見工業大学 情報システム工学科
Department of Computer Sciences,
Kitami Institute of Technology

でシステムで認識可能な情報が、電子メールのヘッダ情報としてのみ提供されていた。そこで、ユーザが電子メールコンテンツ内の任意のテキストに、上記の時間情報を関連づけるための仕組みを構築した。これにより、電子メールのヘッダ情報だけでなく、コンテンツに含まれる情報を利用したフィルタリング処理や整列処理が可能になった。

本稿の構成は次の通りである。第2章では本システムの概要について説明する。第3章では本システムで導入した電子メールの利用に関する時間情報とその扱いについて述べる。第4章では3D技術を用いて実装した情報可視化機能について述べる。第5章ではVT-Mailシステムの実装について述べる。第6章では作成したシステムに対する考察を述べる。第7章では情報可視化における関連研究について述べる。そして第8章で本研究のまとめを述べる。

2: VT-Mailシステムの概要

VT-Mailシステムでは、電子メールとそれに関連する情報の3次元可視化、および、電子メールの時間に関する情報の利用の拡張を試みている。具体例を通して、これらの概要を説明する。

次のような利用状況を考える。

- ・メールボックス中にさまざまなユーザから送信された大量の電子メールが蓄積されている。
- ・このメールボックス中から「ある特定の人から送信されており、返信期限が設定されているもの」だけを抽出したい。
- ・さらにそれらのメールの受信日時、返信期限等についてチェックしたい。

VT-Mailerでは、送信者を表す送信者オブジェクト(図1中の(a)で示される部分)を参照することで、その送信者からの電子メールを一覧することができる。図1では、mcs03005が送信者である電子メールを表す電子メールオブジェクトが、その送信者オブジェクトの下側にU字型に整列して配置されている。

次に、それらの電子メールの中から、「返信期限が設定されている」ものを抽出するためには、磁石オブジェクトというものをを用いる。「送信者がmcs03005で、返信期限が設定されている」という条件を設定した磁石オブジェクト(図2における(a)により示されるもの)を生成して配置することで、その条件を満たす電子メールオブジェクトがその磁石オブジェクトに引きつけられるように表示される(図2における(b)により示されるもの)。

このように抽出された「ある特定の人から送信された返信期限が設定されている」電子メールについて、受信に知事、返信期限等を視覚的に把握するために、3次元グラフ

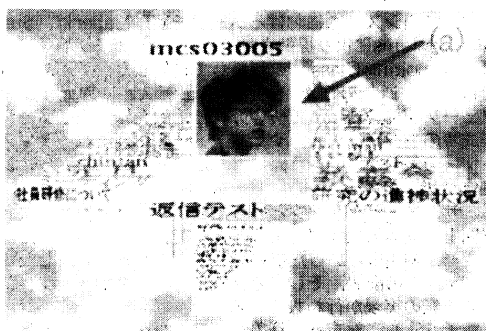


図1 電子メールと送信者の可視化

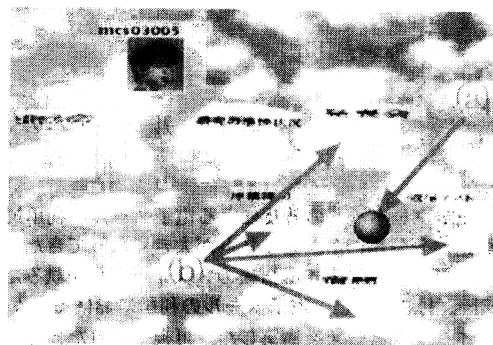


図2 磁石オブジェクトの利用

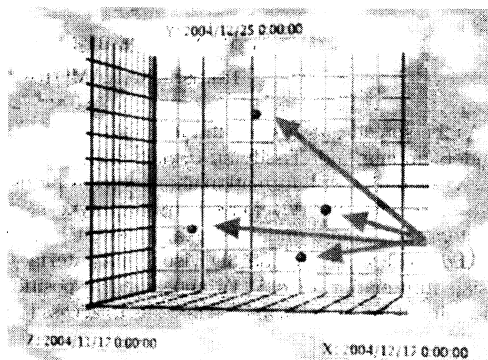


図3 3次元グラフの利用

を用いることができる(図3)。図3では、受信時刻がX軸、「送信者が設定した返信期限」がY軸、「送信者が設定した読んでほしい時間」がZ軸となっており、電子メールが緑色の球(図3における(a)で示されるもの)として表示されている。

これまでの説明において、「送信者が設定した返信期限」や「送信者が設定した読んでほしい時間」というものが出てきているが、これらはものが電子メールの時間に関する情報の利用の拡張である。送信者側もVT-Mail死すエムを用いることで、このようなことが可能となる。メール作成時に返信期限を設定するダイアログを図4に示す。

以上のように、VT-Mailシステムでは情報の表示やアクセスの3次元空間上での実現、および電子メールの利用に関する時間情報の利用に重点を置いている。それぞれの詳細については、以降の章にて説明していく。

3. 時間情報の利用

本研究では電子メールの利用に関連する情報として、主に時間情報に注目する^[6]。時間情報は我々の日常生活と深く関連し、場合によってはその重要性がきわめて高い。我々は活動予定を組み立てる際にも、期日や所要時間などの時間情報を常に考慮に入れる。そのため、ある情報の集合が与えられた場合にそれらを時間的な側面から把握することは、人間の活動において有益であると考えられる。

本システムにおいては主に電子メールとユーザに対して、時間情報との関連づけを行う。本章では、本システムに導入する時間情報の定義およびその利用について詳しく

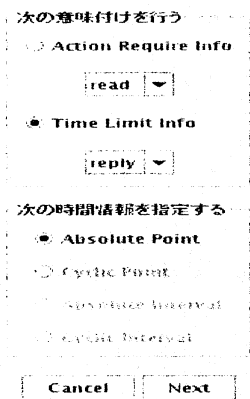


図4 時間情報の種類選択ダイアログ

述べる。時間情報に対しては形式的な分類と意味的な分類がそれぞれ必要であるため、まずは時間情報の分類について説明し、その後でそれらの利用について説明する。

3.1 時間情報の形式

我々は日常の中で、時間を様々な言い方で表現している。例えば「2004年12月1日の午後10時」、「毎週水曜日」そして「明日からの2週間」などは、どれも時間情報の表現である。VT-Mailシステムでは絶対時刻、絶対時区間、周期的時刻、周期的時区間4つの時間情報を利用する。それぞれの時間情報の説明は以下の通りである。

- ・絶対時刻
年、月、日、時、分、秒の6つの属性から構成される。時間軸上の時刻を表す時間情報である。
- ・絶対時区間
視点と終点を絶対時刻によって指定される、時間軸上の時区間を表す時間情報である。
- ・周期的時刻
時間軸上に繰り返し現れる時刻を表す時間情報であり、曜日時刻と日付時刻に分けられる。曜日時刻は曜日、時、分、秒の4つの属性から構成され、日付時刻は月、日、時、分、秒の5つの属性から構成される。
- ・周期的時区間
始点と終点を周期的時刻によって指定される、時間軸上に繰り返し現れる時区間を表す時間情報である。始点と終点をともに曜日時刻で指定される曜日時区間と、ともに日付時刻で指定される日付時区間に分けられる。

3.2 電子メールに設定可能な時間情報の種類

VT-Mailシステムにおいて、電子メール全体あるいはそのコンテンツの一部に対して設定可能な時間情報としては、タイムスタンプ情報、タイムリミット情報、アクション要求情報がある。これらの説明は以下の通りである。

- ・タイムスタンプ情報
電子メールに対して何らかのアクションが実行された時刻を記録するために利用する情報である。従来の電子メールがヘッダ情報の中に保持する受信時刻や送信時刻もこの情報に該当する。時間情報の形式は絶対時刻であり、アクションは「送

信」「受信」「閲覧」「返信」が利用できる。

- ・タイムリミット情報
アクションを指定し、電子メールを受信したユーザにおける、そのアクション実行のタイムリミット時刻を設定するために利用する情報である。時間情報の形式は絶対時刻であり、アクションは「返信」「閲覧」「その他」が利用できる。例えばアクションとして「返信」を指定した場合、この情報はいわゆる「返信期限」を表す情報として利用することができる。また、電子メールのコンテンツの一部に時間情報を設定する場合、相手に要求するアクションは「電話」や「訪問」など、様々なものが考えられる。そのため、それらのアクションは全て「その他」として取り扱う。
- ・アクション要求情報
アクションを指定し、電子メールを受信したユーザにそのアクションを実行して欲しい時間を設定するために利用する情報である。時間情報の形式は任意であり、アクションはタイムリミット情報と同じく「返信」「閲覧」「その他」が利用できる。例えば時間情報の形式に絶対時区間を、アクションに「閲覧」を指定すれば、この情報はいわゆる「読んで欲しい時間帯」を表す情報として利用することができる。

3.3 ユーザに関連する時間情報の種類

VT-Mailシステムでは、特定のユーザ間で互いの同意のもとに、個人に特有の時間情報として習慣的狀態情報を公開し、送受信時にそれらの情報を利用することができる。習慣的狀態情報は次のようなものである。

- ・習慣的狀態情報
状態を指定し、ユーザに関する習慣的な状態を設定するために利用する情報である。対応する時間情報の形式は曜日時区間と日付時区間であり、状態は「電子メールをよく読む」「電子メールを受け取りたい」「電子メールを送受信可能である」が利用できる。例えば、時間情報の形式に曜日時区間を、状態に「電子メールを受け取りたい」を指定すると、そのユーザが毎週どのような時間帯に電子メールを受け取りたいと思っているのか、ということを表すことができる。

3.4 時間情報を用いた条件の記述

VT-Mailシステムでは、これまで述べたプリミティブな時間情報に加えて、時間情報に関する演算規則が用意されており、それらを利用することができる。絶対時刻や絶対時区間を用いた演算に関してはAllenによる定義^{[12]~[14])}を利用している。周期的時刻や周期的時区間を用いた演算に関してはDistanceIn, Contained, Intersect, Before, After, Equalというものを利用できるようにした。絶対時刻の集合をP, 絶対時区間の集合をI, 周期的時刻の集合をCP, 周期的時区間の集合をCIと表記すると、それらの定義は次のようになる。

- ・DistanceIn(p,q,t) p,q∈P
絶対時刻pから絶対時刻qまでの時間長がt以下であれば真となる。
- ・Contained(p,i) p∈PUCP,i∈IUCI
時刻pが、時区間iの中に含まれていれば真となる。ただし、曜日時刻と日付時区間の組み合わせ、および日付時刻と曜日時区間の組み合わせは考慮しない。
- ・Intersect(i,j) i,j∈IUCI
時区間i,jが時間軸上で共通部分を持っていれば真となる。ただし、曜日時区間と日付時区間の組み

合わせは考慮しない。

- *Before(t,r)* $t,r \in PUI$
時刻または時区間 t が、時刻または時区間 r よりも時間軸上で前にあれば真となる。
- *After(t,r)* $t,r \in PUI$
*Before(r,t)*と等価である。
- *Equal(t,r)* $t,r \in PUIUCPUCI$
時間情報 t, r が同値であれば真となる。

4. 3D技術を利用した情報可視化機能

VT-Mailシステムにおける、3D技術を利用して実装した情報可視化機能について説明する。まず、本研究における3次元空間の利用方法について説明し、その後、情報可視化機能について順に説明していく。

4.1 仮想画面

デスクトップシステムにおいて用いられている仮想画面機能をVT-Mailシステム専用を用意した。

VT-Mailシステムでは、3次元表示を行うためのウィンドウはデスクトップ上にただ一つだけ存在し、これを3D表示ウィンドウと呼ぶ。3D表示ウィンドウの左上には、3次元空間の利用状況が表示可能な仮想画面切り替えパネルが表示される。これらのパネルは3次元空間全体の縮小マップとして機能し、各パネルには分割された3次元領域が一つずつ関連づけられる(図5)。それぞれのパネルには白、緑、赤の3色のいずれかの色がついており、色の違いにより利用状況が把握できる(表1)。緑色のパネルをクリックすると、そのパネルに対応する3次元領域が3D表示ウィンドウに表示される。

4.2 2次元ウィンドウの3次元アイコン化

VT-Mailerでは電子メールの作成や閲覧などにおけるテキスト情報の入出力、そしてボタンやスライダなどのコンポーネントを必要とするような処理においては、従来通りの2次元のウィンドウを利用する。しかし、従来のウィンドウはデスクトップ領域内に占める面積の割合が大きい。そのため、表示するウィンドウの数が多くなるとウィンドウの重なりが増え、デスクトップ上が混雑してしまう。

VT-Mailerでは、他のウィンドウへの入力をブロックするようなウィンドウ(モーダルなウィンドウ)を除く任意

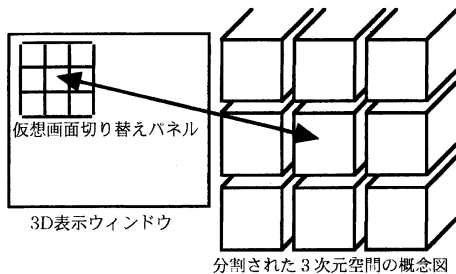


図5 分割された3次元空間とパネルの対応

表1 パネルの色と意味

色	意味
白	未使用の領域である
赤	現在ウィンドウに表示されている領域である
緑	何らかのオブジェクトが表示されているが、現在ウィンドウに表示されている領域ではない

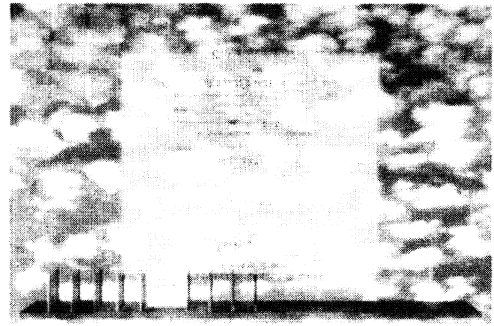


図6 ウィンドウオブジェクトの配置

のウィンドウを、3次元空間上に小さな立体オブジェクトとして退避させる機能を有している。このとき生成される立体オブジェクトをウィンドウオブジェクトと呼ぶ。

ユーザが退避させるウィンドウを指定すると、そのウィンドウは非表示になる。そして、そのウィンドウのスナップショット画像を貼付けられたウィンドウオブジェクトが、3D表示ウィンドウの下部のトレイ上に配置される(図6-下部)。マウスカーソルがウィンドウオブジェクトに重なると、そのオブジェクトに貼付けられた画像が3D表示ウィンドウの中央部に半透明の状態に表示される(図6-中央部)。ユーザはこれを見ることで、退避させたウィンドウを判別する。そしてウィンドウオブジェクトをクリックすると、そのオブジェクトは破棄され、退避させたウィンドウが再び表示される。

また、仮想画面切り替えパネルをクリックすることで3D表示ウィンドウに現在表示されている3次元領域が切り替わっても、ウィンドウオブジェクトは常に、3D表示ウィンドウ上の同じ位置に表示される。つまり、ウィンドウオブジェクトは、常にユーザの目の前にあるオブジェクトとして扱われる。

4.3 メールボックス内の情報の表示

メールボックスに関する情報を可視化する機能について説明する。この機能は、メールボックス、およびそれに含まれる電子メールを、それぞれ立体的なオブジェクトであるメールボックスオブジェクト、メールオブジェクトとして3次元空間上で可視化する(図7)。

メールオブジェクトには、対応する電子メールの件名などの情報やコンテンツの一部が画像として貼付けられて表示される。

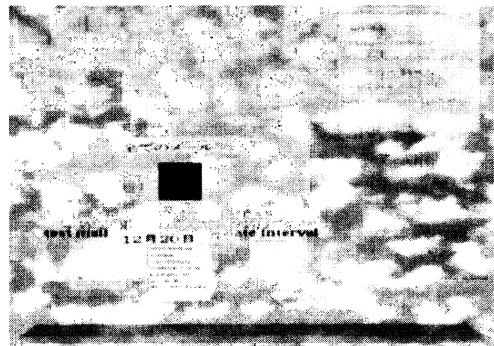


図7 メールボックスと電子メールの可視化

メールボックスオブジェクトやメールオブジェクトの上にはテキストラベルが配置され、コメントや件名など、ユーザによって指定された情報が表示される。

デフォルトとしてメールボックスオブジェクトが一つ用意され、受信した電子メールは全てこのオブジェクトに格納される。メールボックスオブジェクトの下部には、それに含まれる複数のメールオブジェクトがU字型に整列されて表示される。マウスカーソルがメールオブジェクトに重なると、画面の右上にそのオブジェクトの拡大図が表示される(図7-右上)。整列したメールオブジェクトをスライドさせるためには、列中の任意のメールオブジェクトにマウスカーソルを合わせた状態で、マウスホイールを回す。そしてメールオブジェクトをクリックすると、テキスト情報表示用のウィンドウに、対応する電子メールの情報が表示される。

次に、メールボックス単位での、メールオブジェクトのフィルタリング処理、抽出処理について説明する。

1つ以上のメールボックスオブジェクトを指定し、それらの中から時間的な条件をはじめとする特定の条件を満たすメールオブジェクトのみを選択し、それらに対応する電子メールの情報から新たなメールボックスオブジェクトを作成することが可能である。また、2つ以上のメールボックスオブジェクトを指定し、それらに共通に含まれているメールオブジェクトを選択して同様のことを行うことも可能である。これらの操作を繰り返すことで、ユーザは電子メールを階層的に分類、抽出することが可能になる。

メールボックスオブジェクト間に親子関係を持たせることで、複数のメールボックスオブジェクトの関係を視覚的に把握可能にしている。メールボックスオブジェクトの集合Sを指定することにより、新たなメールボックスオブジェクトmが生成されたとき、Sの全要素はmの親であると定義する。メールボックスオブジェクトを選択すると、その親オブジェクトと子オブジェクトが、それぞれ球状に色付けされて表示される(図8)。

メールボックスオブジェクトはマウス操作によって自在に移動させることができ、その下部に配置されているメールオブジェクトはその動きに追従する。

4.4 送信者情報の表示

電子メールの送信者に関する情報を可視化する機能について説明する。この機能は、電子メール、送信者、ユーザグループの3種類の情報を可視化する(図9)。オブジェクトの配置は以下になっている。

メールオブジェクトは、その電子メールの送信者を表す送信者オブジェクトの下部にU字型に配置される。

送信者オブジェクトは、その送信者が所属するユーザグ

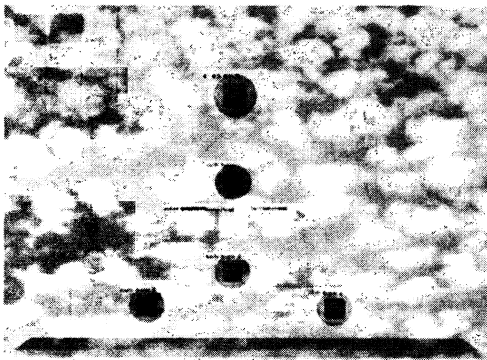


図8 メールボックスの階層表示

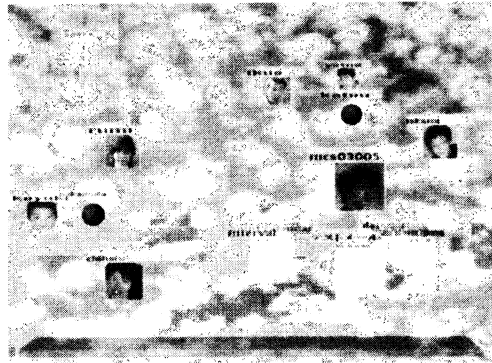


図9 送信者情報の可視化

ループを表すユーザグループオブジェクト(図9における球状のオブジェクト)の周囲に環状に配置される。

送信者オブジェクトは、対応する送信者のユーザ名とメールアドレス、そして所属するユーザグループの情報を保持する。VT-Mailerのユーザは各自ユーザ名を持ち、電子メールを作成して送信する際には、自動的にそのユーザ名が電子メールに付加される。電子メールを受信した際には、それに含まれるユーザ名と送信元メールアドレスを調べ、それらを持つ送信者オブジェクトがまだ生成されていなければ自動的に生成する。ユーザは、送信者ごとに顔画像などの画像を用意しておけば、送信者オブジェクトはその画像を貼付けたパネルとして表示される。

ユーザグループオブジェクトは、ユーザグループ名および、所属する送信者の情報を保持する。

マウス操作により、ユーザグループオブジェクトと送信者オブジェクトを任意に移動させることができる。ユーザグループオブジェクトを選択して移動させた場合、その周囲にある送信者オブジェクト、および送信者オブジェクトの下部にあるメールオブジェクトもその動きに追従する。送信者オブジェクトを選択して移動させた場合、同じユーザグループに所属する他の全ての送信者オブジェクトが、ユーザグループオブジェクトを中心とした環状の配置を保つように同調して移動する。

この機能により、これまで受信した電子メールをそれぞれの送信者ごとに把握し、同時に、各送信者情報をグループ単位で管理することが可能になる。

4.5 3Dグラフ

VT-Mailシステムでは、利用する電子メールは様々な時間情報を保持することができる。特定の電子メールの集合を、それらが持つ時間情報をもとにして3次元グラフ上にプロットする機能を有している。

この機能は、3次元空間上にX、Y、Zの3軸により構成される3次元グラフを表示し、各軸には第2章で述べた、電子メールに関連する時間情報を設定する。ユーザはそれぞれの軸にどの時間情報を設定するか、そしてグラフの目盛りをどの単位にするかなどを、専用のウィンドウで設定する。ユーザは一度に3軸全ての設定をする必要はない。例えば、まずX軸に「受信時刻」を表すタイムスタンプ情報を設定して受信時刻順にメールオブジェクトを横一列に表示し、その後でY軸に「返信期限」を表すタイムリミット情報を設定してそれらの表示位置を縦方向に変化させるなど、段階的な利用が可能である。

このグラフ上には、各軸に指定された時間情報を持つ一つ以上の電子メールが、球形のオブジェクトとしてプロッ

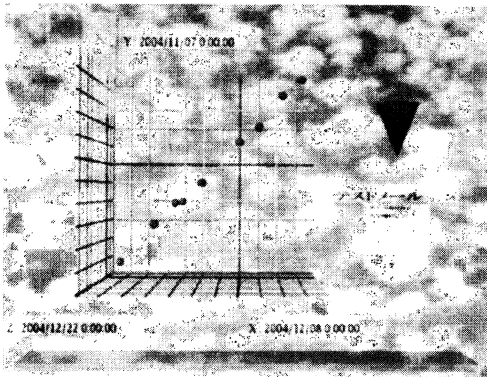


図10 電子メールの3次元グラフへのプロット

トされる(図10)。グラフ上の同一の点に2つ以上の電子メール情報がプロットされる可能性があるため、それらをまとめて一つのオブジェクトとして表示する。球形オブジェクトをクリックすると、そのオブジェクトに対応する全てのメールオブジェクトが表示される(図10の右側)。

この機能により可能なことは、電子メールの、時間的な側面における分布状況を把握することである。電子メールに対して特定の時間情報を基準としたフィルタリング処理、整列処理を行った結果に対し、更に別の時間情報を基準とした同様の操作を行うことで、より段階的なフィルタリング処理が可能となる。

4.6 磁石オブジェクト

VT-Mailerでは、特定の条件を満たすオブジェクトのみを引きつけるための磁石オブジェクトを、3D表示ウィンドウに現在表示されている領域内に任意のタイミングで表示可能である。

ユーザは磁石オブジェクトに、メールオブジェクトや送信者オブジェクトに対する、主に時間情報を利用して記述された抽出条件を設定する。そして磁石オブジェクトをクリックすると、同じ領域内にある、設定された抽出条件を満たすオブジェクトが磁石オブジェクトの周囲に移動する(図11の右側)。

磁石に設定する抽出条件は、AND指定またはOR指定で複数指定することができる。磁石オブジェクトに引きつけ

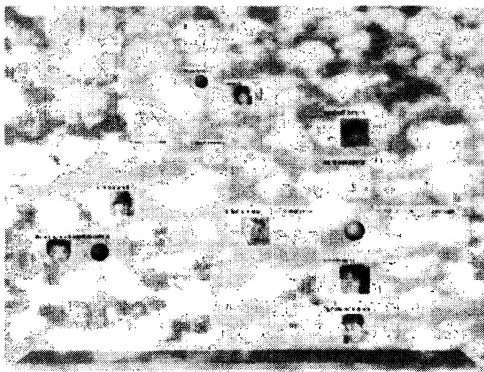


図11 磁石オブジェクトによる抽出

られるオブジェクトは、より多くの抽出条件を満たしているものほど、磁石オブジェクトに近い位置に配置される。

磁石オブジェクトに引きつけられたオブジェクトに対するマウス操作は、ユーザグループオブジェクトの周囲に配置された送信者オブジェクトに対する操作と同様である。磁石オブジェクトを再びクリックすると、周囲のオブジェクトは引きつけられる前に配置されていた位置へ戻る。

磁石オブジェクトは同時に複数個利用することも可能である。あるオブジェクトが複数の磁石オブジェクトの抽出条件を満たしている場合には、一時的にそのオブジェクトの複製が生成され、それぞれ別々の磁石オブジェクトのもとに移動する。また、複数の磁石オブジェクトを合成することも可能である。複数の磁石オブジェクトを選択して合成する場合、選択された複数のオブジェクトは、新たに生成された一つの磁石オブジェクトに置き換えられる。そしてそれぞれの磁石オブジェクトに設定されていた抽出条件はAND指定またはOR指定でまとめられ、新たな磁石オブジェクトに設定される。

磁石オブジェクトを利用することで、個々のオブジェクトを自分で調べることなく、特定の条件を満たすオブジェクトだけをひとかたまりにして獲得可能になる。

4.7 アニメーション

3次元空間を利用することにより、情報には形や色、奥行きを利用した配置だけでなく、動きによって特徴を持たせることも可能になる。

磁石オブジェクトの利用によるオブジェクトの抽出以外にも、物体の動き、すなわちアニメーションには様々な用途が考えられる。例えば、あるオブジェクトが何らかの条件を満たしていることを、ユーザが能動的に確認するのではなく、オブジェクトの方からそれを動きによって通知してくれるような仕組みがあれば便利である。

VT-Mailerでは、3D表示ウィンドウに表示されるオブジェクトの種類ごとに、アニメーション実行条件とそれに対応する実行アニメーションを設定可能にした。アニメーション実行条件はおもに時間情報をもとに構成されている。例えばメールオブジェクトに対しては、第2章で述べたタイムリミット情報とDistanceIn条件を利用することで、「返信期限があと一週間以内に迫っている」といった条件を指定可能である。また、送信者オブジェクトに対しては現在時刻と習慣的な状態情報、そしてContained条件を利用することで、「現在時刻が、この送信者が電子メールをよく読む時間帯に含まれている」といった条件を指定可能である。

実行アニメーションの種類としては、上下左右に反復的な移動を繰り返すようなもの、四角形あるいは三角形の軌道上を周回し続けるようなものなどがある(図12)。

アニメーションの実行を自動化するため、本システムではオブジェクトに対するアニメーション実行条件の検査

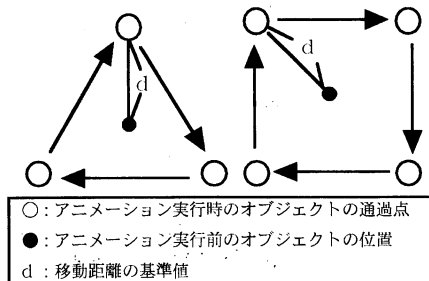


図12 アニメーションの例

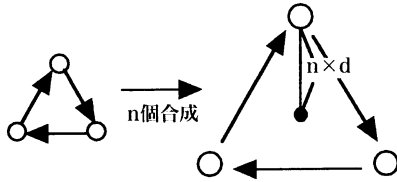


図 1.3 同種のアニメーションの合成例

は、一定時間ごとに自動的に行われる。現在 3D 表示ウィンドウ内に表示されているメールオブジェクトやユーザオブジェクトに対して、アニメーション実行条件を満たしているかどうかを検査する。そしてオブジェクトごとに、満たされた実行条件に対応するアニメーションを実行する。

各オブジェクトは、それが満たすアニメーション実行条件により、複数のアニメーションの実行が必要になる場合がある。一つのオブジェクトに対して複数のアニメーションを実行させる場合、その実行のさせ方は二通り考えられる。一つは、複数のアニメーションを逐次実行する方法であり、本稿ではこれを直列実行と呼ぶ。もう一つは、複数のアニメーションを合成して一つのアニメーションにして実行する方法であり、本稿ではこれを合成実行と呼ぶ。本システムでは、あるオブジェクトが満たす複数の実行条件が、同じ種類のアニメーションに対応している場合、その種類のアニメーションを合成実行する。一方、複数の実行条件が、異なる種類のアニメーションに対応している場合、それぞれの種類のアニメーションを逐次実行する。

アニメーションの合成方法は単純なものであり、同じ種類のアニメーションに対応する実行条件が n 個満たされていれば、合成されてきたアニメーションは、合成元のアニメーションと同じ種類で、その移動距離は基準値の n 倍となる (図 1.3)。

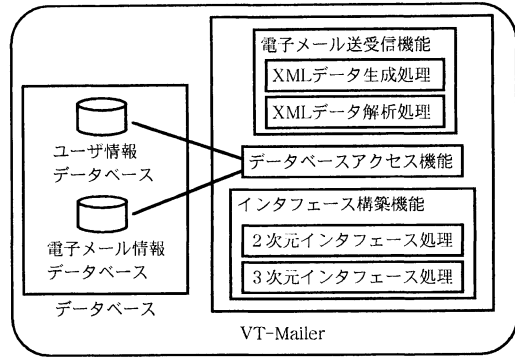
このように、アニメーションによってオブジェクトの状態をユーザに通知することにより、そのオブジェクトが視界に入ってさえいれればすぐにその状態を確認することが可能になる。また、時間情報をもとにした実行条件を一定時間ごとに自動検査するため、ユーザのうっかり忘れなどを防止する為のアラームのような仕組みとしての利用が効果的であると考えられる。

5. VT-Mailシステムの実装

作成したシステムの構成を図 1.4 に示す。VT-Mail システムはメーカーである VT-Mailer とデータベースによって構成される。VT-Mailer においては、電子メールの送受信処理、データベースアクセス、そして各種情報の表示処理を行う。データベースには、ユーザ情報を格納するものと、電子メール情報を格納するものがある。

ユーザが電子メールを作成して、それに本研究で新たに導入した時間情報を設定して送信する際には、電子メール送信処理の中で、その時間情報が図 1.5 に示すような XML データに変換される。作成された XML ファイルは送信する電子メールの添付ファイルとして組み込まれ、SMTP サーバによって送信される。そしてそのような電子メールを POP サーバから受信した際には、含まれている XML ファイルを解析し、設定された時間情報を抽出する。時間情報ははじめとする。受信した電子メールから抽出した情報は電子メール情報データベースに格納される。

第 2 章で述べた「メールを受け取りたい時間帯」などの、ユーザの習慣的状態情報のデータベースへの登録を行う際には、VT-Mailer において入力された情報が、ユーザ情報データベースに格納される。



VT-Mailシステム

図 1.4 VT-Mailシステムのアーキテクチャ

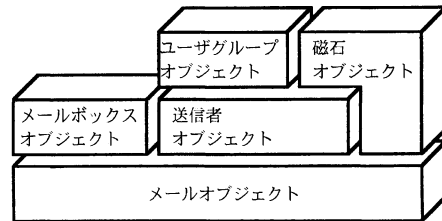


図 1.6 可視化されるオブジェクトの関係

次に、3次元空間上に配置されるオブジェクト間の関係について説明する。各種オブジェクトの階層図を図 1.6 に示す。メールオブジェクトの表示位置は、可視化に用いる機能に応じてメールボックスオブジェクト、送信者オブジェクト、そして磁石オブジェクトのいずれかの位置に依存する。そのため、メールオブジェクトは、他の 3 種類のオブジェクトに包含される関係にある。また、送信者オブジェクトも、その表示位置はユーザグループオブジェクトまたは磁石オブジェクトの位置に依存する。そのため、送信者オブジェクトは、この 2 種類のオブジェクトに包含される関係にある。

なお、可視化されたオブジェクトの配置状態が変更されても、そのオブジェクトに対応する、可視化の対象となる情報には何の変更も行われぬ。例えばメールオブジェクトは、メールボックスオブジェクト単位で表示されても、送信者オブジェクト単位で表示されても、あるいは磁石オブジェクトに引きつけられる状態になっても、対応する電子メールの保存場所などの情報は何も変更されない。

6. 関連研究

ファイルシステム内、あるいは Web 空間内における特定の情報空間の可視化や、時間情報の利用に注目したインタフェースの研究がいくつか発表されている。

文献[7]で紹介されている Navigational View Builder では、ノードオブジェクトとリンクオブジェクトを利用した情報空間の可視化を行っている。このシステムでは、ノードのサイズで対応するファイルのサイズを表現したり、ノードの形で作成者のカテゴリを表現するなどの工夫がなされている。オブジェクトのフィルタリング処理やクラスターリング処理においては、オブジェクトの構造的な種類に注目した方法や、コンテンツの内容に注目した方法などに分けて述べられている。また、情報を 3 次元空間上で階層

化して表示する機能についても述べられている。

文献[8]で紹介されているシステムでは、Webページの管理を行うためのワークスペースを3次元空間上に構築し、その空間を用途別に3つの階層に分けて利用している。このシステムではウェブページをWebBookという立体的な本オブジェクトに格納し、閲覧できるようになっているため、現実世界における本の扱いに近い操作性を実現している。例えば、本オブジェクト内のページの表示を切り替える際に、本のページをめくるアニメーションを実行し、めくっている最中にもそれぞれのページ内容が視覚的に把握できるようになっている。

文献[9]では時間情報の利用に注目した、デスクトップのインタフェースの構築について述べられている。この研究では、特定のタイミングでデスクトップの状態を記録しておき、指定された時刻におけるデスクトップの状態を復元できるようなシステムについて述べられている。このシステムではファイルの生成時刻や破棄時刻などの時間情報に注目することで、ファイルシステムの階層ではなく時間軸に沿った情報アクセスを実現している。また、異なる種類のファイルを時間情報を利用して関連づけることによる、複数のアプリケーションを介したシームレスな情報アクセスの可能性についても述べられている。

2次元インタフェースと3次元インタフェースに対してそれぞれの利便性や煩雑さなどに関する比較検証を行った結果についても発表されている。

文献[10]で述べられている実験では、ドキュメントのカテゴリ別の格納や抽出といった作業を、2次元インタフェースと3次元インタフェースのそれぞれを用いて行っている。そして、ドキュメントの配置のしやすさや配置状況の把握のしやすさなど、それぞれのインタフェースに対して複数の項目で評価をし、検証している。

文献[11]では、比較するインタフェースを現実世界における物理インタフェースと、コンピュータのディスプレイ上における仮想インタフェースとに分類し、文献[10]と同様の実験を行った結果について示されている。

7. 終わりに

本論文では電子メールシステムへの3次元技術を利用したインタフェースの導入について述べた。従来の2次元インタフェースと新たに作成した3次元インタフェースを用途に応じて使い分けるというスタイルを電子メールシステムに導入した。電子メールに関連する情報をメールボックス単位、送信者単位、そして時間単位で可視化する機能を

```
<content_time_info>
<content_text>
  来週の月曜日までにご返事ください。
</content_text>
<time_info>
  <time_limit_info>
    <action>reply</action>
    <limit_point>
      <point_calendar>
        <year>2004</year>
        <month>12</month>
        <date>27</date>
        <hour>23</hour>
        <minute>59</minute>
        <second>59</second>
      </point_calendar>
    </limit_point>
  </time_limit_info>
</time_info>
</content_time_info>
```

図15 XMLにより構造化した時間情報

実装し、それぞれに個別の3次元空間を割り当てて利用する方式を提案した。また、システムで利用可能な情報として新たに時間情報を導入し、表示されたオブジェクトへのフィルタリング処理や整列処理、アニメーションの実行などに利用した。これにより、オブジェクトに対してより多面的な演算を施し、その結果を表示に反映させることができた。

参考文献

- [1] ガートナージャパン : Gartner News Release, <http://www.gartner.co.jp/press/pr20030909-01.pdf>
- [2] Japan.internet.com : デイリーリサーチ, <http://japan.internet.com/research/20010726/1.html>
- [3] CNET News.com : Technology news and business reports, <http://news.com.com/2100-7355-5190209.html>
- [4] 宮下一博, 後藤文太郎 : 時間軸を考慮した知的情報配信システムのモデル化と実装, 情報処理学会研究報告, 2003-GN-46, Vol.2003, No.01
- [5] Sun Microsystems Inc. Project Looking Glass http://www.sun.com/software/looking_glass/
- [6] Sun Microsystems Inc. Java3D <http://java.sun.com/products/java-media/3D/>
- [7] Sougata Mukherjea, James D. Foley, "Visualizing the World-Wide Web with the Navigational View Builder", Computer Networks and ISDN Systems, Vol. 27, No. 6 (Proc. of WWW3), pp. 1075-1087, 1995.
- [8] Stuart K. Card, George G. Robertson, William York, "The WebBook and the Web Forager : An Information Workspace for the World-Wide Web", in Proceedings of CHI'96 (Vancouver BC, April 1996), ACM Press, 111-117.
- [9] Jun Rekimoto, "Time-Machine Computing : A Time-centric Approach for the Information Environment", Proc. of 12th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST'99), Asheville (November 1999), NC, ACM Press, New York, pp. 450-454, 1999.
- [10] Andy Cockburn, Bruce McKenzie, "3D or not 3D ? Evaluating the Effect of the Third Dimension in a Document Management System", In Proceedings of CHI'2001, Seattle, April 2001, ACM Press, 434-441.
- [11] Andy Cockburn, Bruce McKenzie, "Evaluating the Effectiveness of Spatial Memory in 2D and 3D Physical and Virtual Environments", Proceedings of the 1997 Symposium on Interactive 3D Graphics, 35-38
- [12] James F. Allen, "Maintaining Knowledge about Temporal Intervals", Communications of the ACM, Vol. 26, No. 11, pp. 832-843
- [13] James F. Allen, George Ferguson, "Actions and Events in Interval Temporal Logic", in Spatial Temporal Reasoning, Kluwer Academic, pp. 205-245, 1997.
- [14] James F. Allen, Patrick J. Hayes, "A Common-Sense Theory of Time", in IJCAL 1985: 528-531.
- [15] James F. Allen, Patrick J. Hayes, "SHORT TIME PERIODS", in IJCAL 1987: 981-983.