

## オブジェクト指向ヒューマンコンピューティングによる 知識ナビゲーションの一考察

木本 陽介      鴨宮 淳      川畑 豊      服部 進実

金沢工業大学 工学部 情報工学科  
〒921 石川県金沢南局区内野々市町扇が丘7-1  
E-mail:hattori@infor.kanazawa-it.ac.jp

コンピュータのパーソナル化は、ユーザ層の拡大につながり、コンピュータに対するユーザの要望も多様化してくる。例えば、アプリケーション間でのデータ共有や作業の共有といった作業間の連携である。コンピュータはそのような環境に適応し、人に対して有益なアシスタントとしての役割を果たさなければならない。このような問題を解決するためにユーザの作業サイクルから、作業ナビゲーションを行い、さらにデータナビゲーションにつなげユーザに対しての知識を効率良く提供するナビゲーション環境が必要と考えた、本稿では、この環境を実現するためのメディアブラウザ、およびメディアブラウザ用プラットフォームの試作実装を行った。

## A Consideration of Knowledge Navigation by Object Oriented Human Computing

Yousuke KIMOTO    Atsushi KAMOMIYA    Yutaka KAWABATA    Shimmi HATTORI

Department of Information and Computer Engineering  
Kanazawa Institute of Technology  
7-1, Ohgigaoka, Nonoichi-chou, Kanazawa-south area, Ishikawa, 921, Japan  
E-mail:hattori@infor.kanazawa-it.ac.jp

Current personalization of computer system is leading to enlargement of various user's demands. For example, communication among user's works and data sharing among applications are required. This means that computers are requested to support the role of convenient assistant for users. To solve these problems, knowledge navigation environment is necessary for users from the view point that work-navigation in the process of work-cycle and related data-navigation of users should be considered. In this paper, Media-Browser and it's platform are reported ,being implemented to realize such the environment.

# 1 はじめに

コンピュータの低価格化が、コンピュータのパーソナル化をもたらし、一家庭に一台はコンピュータが存在する時代になりつつある。今後、この傾向はさらに強まり、一人一台の時代へ移り変わっていくと予想される。このような流れの中、コンピュータの利用価値は平等にすべてのユーザに提供されるべきである。

しかし、現在実現されているコンピュータ上の作業環境はすべてのユーザにとって利用価値の高いものとは言えない。例えば、利用したい環境に整えるまでに様々な専門的な設定を必要とする、作成されたデータの再利用性の問題、統一されていないユーザインタフェース等が上げられる。また、このような環境でアプリケーション開発を行なう者にとっても同様な問題がある。開発の複雑化、アプリケーション間通信制御の複雑化、等がそれである。このような問題を解決すべくユーザ、アプリケーション開発者共に作業効率を向上する支援ソフトウェアとして、MS-Windows、Mac OS、X-Windowなどが既に発表されているが、その作業環境は統一されておらず、いまだ複雑な部分が多い。

以上より、ユーザ、アプリケーション開発者の両者の視点からデータの再利用性を重視した設計を行なうことで統合された作業空間の構築を行なう必要がある。これを実現する技術を従来のオブジェクト指向コンピューティングに人の使用環境要素を加えたものを、オブジェクト指向ヒューマンコンピューティングとして位置付け、その環境下で実現される知識ナビゲーション環境の提案を行なう。

## 2 作業空間の再定義と支援環境

基本的には、コンピュータ上での作業はユーザの持つデスクワーク環境とは異なる性質を持つ。作業効率の向上の観点から、この性質の相違点から可能な限り共通点を導き出し、コンピュータ上の作業空間で提供されるべき作業支援機能を定義する必要がある。本章では、このような問題を一般に行なう個人のデスクワークを分析することで、その明確化を行なう。

### 2.1 作業の流れ

一般に個人のデスクワークは図 1a に示すように資料検索フェーズ、考察フェーズ、編集フェーズの3つに分類され、それぞれのフェーズが繰り返されることにより作業が進められる。そして考察の結果それが満足のいくものであれば、その時点で作業が完成し、そうでなければ、また資料検索、編集が行なわれる。このような作業サイクルにおいて重要なことは、デスクワークの大部分を費や

して行なわれる作業が、資料検索であるという点にある。また、資料検索は考察や、編集の中から様々な形で実行され、デスクワークを3つに分類したが、ある意味でデスクワークの中心は資料検索であると考えられる。

次に、各作業におけるデータ形式について考える。まず、個人の作業サイクルにおいて、資料検索のデータ、考察中のメモ、編集中のデータとそれぞれの作業状況に合わせて図 1b に示されるようにそのデータ形式が変化する。これらのデータは初め、資料検索によって大量に集められ、集められたデータ群はそれぞれ考察によって要約が行なわれ、必要な物、不必要なものに分類される。そして、その要約結果を元に編集が行われる。このような作業状態の変化においてそれぞれのデータはその内容こそ変化はしているが、その内容に含まれているデータの部分部分は資料検索によって集められたものであり、作業サイクルに対応したデータサイクルにおいて、それぞれのデータ形式に強い依存関係を見ることができであろう。

以上より作業空間においては

- 柔軟かつ高速な資料検索機能
- 資料検索によって得られるデータの高い再利用性

の二点を実現することが必要であると考えられる。

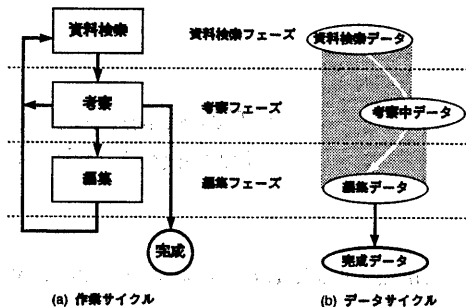


図 1: 作業サイクルと各作業状態でのデータ形式

### 2.2 データ再利用性と知識ナビゲーション

先の2点より、データ形式についてそのモデル化を行なう。まず図 1 に示されたデータ形式を以下のように定義する。

#### 資料検索データ

キーワード、検索の結果得られたデータ、参考資料のリンク情報など、ユーザの検索によって得られたデータはすべて保存される。

### 考察中データ

考察によって生まれるオリジナルなデータを保存。アイデアとしての要素が強く資料とはまた意味の違う存在である。

### 編集データ

オリジナルに対して加わった変化情報を保存。オリジナルからの変更点によって現在の状態を表現し、バージョン管理を実現する。データ共有性に強く関係する。

これらそれぞれの要素をオブジェクト化を行なうことにより、図1での各作業フェーズにデータオブジェクトという形での対応が可能になる。各作業フェーズはデータオブジェクトに対して必要な情報をメッセージを送ることで容易に得ることが可能である。しかし、このままではデータを取り出すだけで、データオブジェクトは静的な存在でしかなく、メッセージによるデータの提供しか行なえない。ユーザに対して、資料検索フェーズをより効率の良いものにしようとするならば、このデータオブジェクトに、動的機能の付加が必要である。動的機能はデータオブジェクトにある程度の自律機能やユーザからの質問に対応できるようにするものである。したがって、動的機能は以下に示される形で定義される。

### 自己復元能力

自身をウィンドウなどに張り付け、視覚化する機能である。

### 自己抽出能力

自身の構成要素の核を取り出す。ここで、構成要素の核とは、図系オブジェクト、テキストオブジェクト、動画オブジェクト等のオブジェクト本体である。

### 自己検索能力

自身のキーワードやリンク情報などから単純に検索を行ない、一致したデータオブジェクトを取り出す。また、検索は内部状態だけでなく外部データベース、ネットワークも含んだ広義な検索を行なう機能である。

これらの機能を付加することによってユーザに対してのデータオブジェクトの提供が、データオブジェクト中心にした能動的な知識提供を可能にする。知識ナビゲーションはこのようなデータオブジェクトをユーザに示し、データからそのデータの所在やどのような作業に関連していたのかといったデータ自身の履歴、また、関連した情報を知ることによって、データからデータを渡り歩く一種のデータナビゲーション環境をユーザに対して提供可能になる。そして、ユーザはデータナビゲーションによって新たなデータのつながりをデスクワークを行なっていたときより短時間で見つけ出すことができ、これが思考

支援につながると考えられる。本稿では、データオブジェクトをメディアオブジェクトとし、それに基づく知識ナビゲーション環境をメディアナビゲーション環境と位置付ける。

## 2.3 作業支援メディアブラウザ

以上より、ユーザに対してのメディア提供、知識ナビゲーションを統合して提供できる環境、作業支援メディアブラウザ（以下メディアブラウザ）を提案する。メディアブラウザは、単にユーザに対してメディアを提供するだけではない。ユーザに対しての作業支援環境も備えている。もし、この作業支援の要素が欠如していたならば、メディア提供がただ無作為に行なわれ、メディアの明確な提示が十分に行なえない。その結果、ユーザは自分のワークデスクに効率の悪い環境を提供されたことになる。もちろん、全く何も無い状態からメディアオブジェクトを集めるための自由なワークスペースは必要である。よって、メディアメディアブラウザは

- メディア探索を行なうメディア探索処理
- メディアを整理した統合環境の基でのメディア提供処理

の二つに分類される。

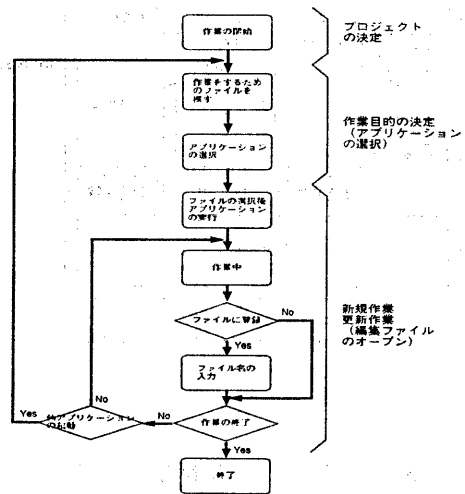


図2: 個人作業の流れに関するフロー

これら二つの機能において、一つ目のメディア探索処理はメディアオブジェクト自身に質問メッセージを送ることによって、メディアそのものが持つ関連リンク情報

を取り出し、その提供を行なうものである。二つ目はメディアオブジェクトが作成される状況を分析することによってメディアオブジェクトの履歴を明確化する。これによって整理されたメディアオブジェクトの提供を行なうことが可能になる。

ここで、二つ目にあげたメディアの整理を行なうための処理について詳しく説明する。個人作業の進められ方は図2に示すようにフロー化される。個人作業は始め、何らかのプロジェクト（計画、企画）によって大きく分類されており、そのプロジェクトの中で作業を行なう。そして、プロジェクトの中では、DTP、表計算ツール、ドローツール、等さまざまなアプリケーションを使用して作業を進めていく。この際使用したツールにおいても作業の分類が可能である。そして、作成されるデータは使用したツール内でまた、そのデータ名で分類が行なわれる。このデータが作業の最小単位である。ユーザはプロジェクト→アプリケーション名→データ名で目的とするメディアが何であるか理解できる。さらに、この機能に一つ目のメディア探索機能を持たせることで、そのメディアがどのように他に反映されているかを示すことが可能になる。ユーザは、メディアブラウザ核として様々なメディアのサービスを受けることになる。

以上、これを実現するメディアブラウザのモデル図を示す。

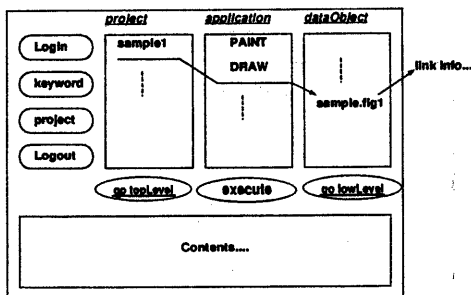


図3: メディアブラウザのモデル図

### 3 メディアブラウザ用プラットフォームの構築

メディアブラウザの機能を実現するために、データベースへの接続、1対多の通信を可能にするマルチキャスト通信機能などそなえるプラットフォームの構築を行なった。本章では、そのシステム構成について説明を行なう。

### 3.1 システムの全体構成

本システムは、メディアオブジェクトの再利用性の向上、アプリケーション間通信の処理の簡素化、を行なうために疑似オブジェクト指向コンピュータが存在するものとして、Smalltalk-80のVM（バーチャルマシン）空間を利用する。これによって、オブジェクト指向の持つ、クラスライブラリの統一が行なえ、その環境下で実現されるアプリケーション開発に必要な機能、メディアオブジェクトの体系化を考慮することが可能になる。また、分散オブジェクト環境への対応も容易に行なえる。

図4にローカル環境におけるシステムの全体構成を示す。

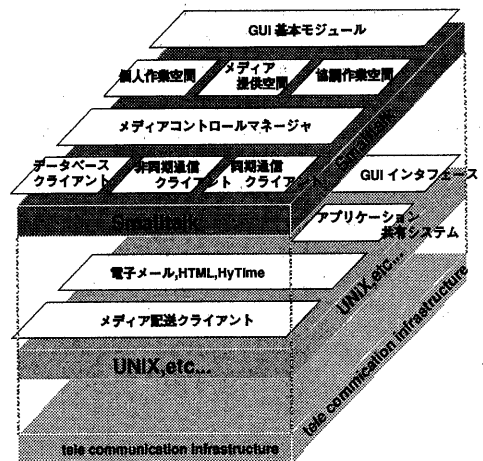


図4: システムの全体構成

以下にその各部の機能を説明する

#### 個人、協調作業空間

個人作業空間は個人作業を、協調作業空間は分散環境において協調作業を実現する環境を提供する空間である。ただ、この空間はそれぞれの作業空間の性質をその作業空間で提供するのではなく、アプリケーション側でその性質の定義を行なっている。つまりアプリケーションに個人、協調の空間的な差は基本的にはデータの共有性を除いて大きな定義は無い。

#### メディア提供空間

個人の作業情報を逐次保存していき、専用の知識ベースを構成することで、ユーザに必要な様々なデータを提供する。また、メディアオブジェクトに関するすべてのサービスを管理しており、作業の新規開始や更新処理など、処理の半自動化も実現している。個人作業空間、協調作業空間には、このメディアブラウ

ザからの要求によって専用の作業空間が生成される。

#### メディアコントロールマネージャ

ネットワークを介したアプリケーション間通信、会話、データベースへのアクセス、またローカルな環境においてのアプリケーション間通信をメディアコントロールマネージャにおいて一元管理を行なうことにより、アプリケーションはそのメッセージを送信したい相手がローカル、分散環境を問わず実行可能にする。

#### データベースクライアント

様々なデータベースサーバとのアクセスを行なうことが可能である。例えば、辞書サーバへのアクセス等が含まれる。

#### 非同期通信クライアント

時間がずれても問題がないメッセージの送受信機能を管理している。送受信は下位層に位置するメッセージ配送クライアントと通信している。

#### 同期通信クライアント

時間的な管理が必要なメッセージの送受信機能を管理している。これも、非同期通信クライアントと同様、下位層に位置するメッセージ配送クライアントと通信している。

### 3.2 メディア間コミュニケーション

ローカル環境、分散環境のどちらにおいても、メディア間コミュニケーションの実現は重要である。ローカル環境の場合はアプリケーション間でのメッセージが容易に行なえるが、分散環境においては、この問題にさらにオブジェクトの状態の一貫性を管理する必要がある。よって、ネットワークを利用した分散作業環境において、メディア間コミュニケーションをとる方法を定義し、オブジェクトの一貫性を考慮した、分散オブジェクト環境を実現する必要がある。本システムでは、柔軟なメディア間コミュニケーションを実現するために、そのプロトコルの定義において、アプリケーションに柔軟に対応でき、またユーザの通信環境にも十分に対応できることの二点を同時に満たす必要があると考えた。そこで、メディアオブジェクトの概念をデータから、オブジェクト空間内に存在するすべてのオブジェクトに拡張を行なう。よって、2章でのデータオブジェクトは内部オブジェクトに包含され、自分の環境外に存在するデータオブジェクトは外部オブジェクトに包含される。また、それぞれの空間で生成されるアプリケーションもまたメディアオブジェクトとして包含される。以下にその分類を示す。

- 内部オブジェクト（ローカル環境で生成される全てのオブジェクト）
- 外部オブジェクト（外部環境で生成される全てのオブジェクト）
- 作業オブジェクト

メディア間コミュニケーションにおいては、以上の3つのメディアそれぞれが自由にメッセージを送受信できなければならない。しかし、内部、外部オブジェクトにおいては、アプリケーションの存在する空間、つまり、協調作業空間、個人作業空間の両者の区別をする必要がある。また、そのどちらにも属さない作業オブジェクトも考慮する必要がある。なぜなら、作業のみが実空間とバーチャル空間の両空間に存在し、その存在を別に保存する必要があると考えたためである。このような全く異なる空間でメッセージの送受信の一般化を行なうために筆者らは、ObjectScriptの実装を行なった。

ObjectScriptはメッセージ制御の複雑さを逆に解釈し、その複雑な制御そのものを、メッセージオブジェクトとして各オブジェクトとのコミュニケーションを実現するものである。図5にObjectScriptの表記例を示す。

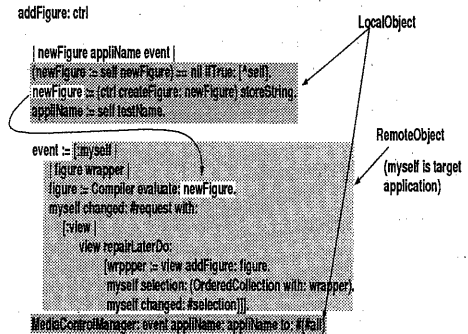


図 5: ObjectScript の表記例

このように、Smalltalkのブロックプログラム形式で記述し、その内部には必要なメッセージ、オブジェクトなど、ユーザが行ないたい動作を全てオブジェクトで自由に記述することが可能であり、その自由度は、ユーザがクラスを作成していくことに相当する。また、ObjectScriptはメディア内部環境、外部環境を問わず、すべてのメディアに対して、メッセージを一般化された形で送ることができる。これによって、アプリケーション、ユーザ共に内部、外部を意識しないで、メディアとコミュニケーションをとることが可能である。また、イベント、イメージと

全く異なる性質のオブジェクトもすべて ObjectScript によって一つに統合が行なえる。また、ObjectScript によって従来のオブジェクト指向システムに見られた、メディア間の依存度を低下させることが可能であり、各メディアに独立性が保証される。メディアの独立性はメディアの再利用性に大きく関係する。

図 6 に ObjectScript の送受信イメージを示す。

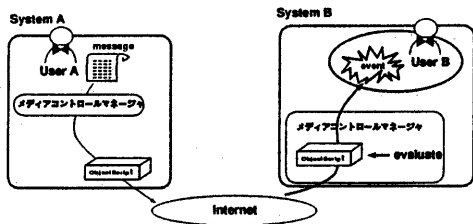


図 6: メッセージの送受信

ObjectScript の生成から評価までが、いわゆる郵便物の配送システムを基にしている。ObjectScript はイベントオブジェクト本体と宛先オブジェクト、宛先の 3 つで構成され、その配送が行なわれる。受信側はそのイベントオブジェクト本体を切りだし、その宛先オブジェクトが存在すれば評価を行なう。本システムは、この仕組みをとりいれ、Internet を利用することで、メッセージの送受信の一般化を行なっている。

#### 4 考察とまとめ

本システムは、ユーザに対して広域なサービスの獲得及び、提供を行なうために、Internet の利用は必要不可欠である。ただ、問題なのは Internet の通信速度である。待時式メッセージにおいてはそのスピードはさほど問題にならないが、同期要素を必要とする動画や音声などにおいては、即時性が要求されるため、Internet 上での実現は非常に困難である。しかし、同期メディアの実装は必須であり、この問題を解決するためには、動画などの即時性を求めるメディア専用の FDDI、ATM などの高速ネットワークを構築することが必要である。

本稿では、メディアの存在意義とその提供方法を重視して、ユーザへの環境提供問題、それに必要な基盤技術の二点から、メディアブラウザ及び、プラットフォームの提案を行なった。本システムで動作するアプリケーションの実装を行ない、その機能は一部ではあるが、ObjectScript の有用性や、メディアの独立性など、その可能性を確認を行なうことができた。特に、協調作業空間におけるイベントの発生においては、その制御にアプリケーション

自身を大幅に変更することなく、その実装を行なえたこと、また、イベントとオブジェクトの複合型においてもその動作は保証される点を確認した。今後は、ObjectScript の機能充実をはかりつつ、

- 共有データの明確化
- メディアオブジェクトのクラス体系の具体化
- 時間の概念の導入、及びその位置付け

などを充実し、システムの拡張とユーザ環境の両視点からの開発を行なっていく考えである。

#### 謝辞

本研究に助成をいただいた(財)国際メディア財団殿、及び株式会社 PFU 殿に感謝する。

#### 参考文献

- [1] 川村 湯真:「オブジェクト指向コンピュータを作る」、アスキー。
- [2] 湯浅 敬, プラディープ K. シンハ:「ネットワークマルチメディアアプリケーションのためのオブジェクトモデル」, WOOC'92 オブジェクト指向コンピューティング I, 近代科学社。
- [3] 千葉 滋 他:「Object Community:自己反映計算を用いたグループウェアのためのデータ共有機構」, WOOC'92 オブジェクト指向コンピューティング I, 近代科学社。
- [4] 山元 永他:「グループウェア向け通信関数の開発と評価」, 情報処理学会研究会 GW-8-6.1994。
- [5] 田中 哲男, 神野 俊昭:「分散オブジェクト環境におけるメディアブラウザの開発」, 情報処理学会研究会 FI-31-2.1993
- [6] ParcPlace Systems, Inc.:「ObjectWorks Smalltalk User's Guide」
- [7] Adele GoldBerg, David Robindon, 及川 一成他訳:「Smalltalk-80 一言語詳解」, オーム社