

分散オブジェクト協調デスクトップの検討

窪野 哲光

東京電力株式会社 システム研究所 マルチメディアデータベースG
〒230-8510 横浜市鶴見区江ヶ崎町4-1

大容量高性能PC時代の情報活用技術にむけて、プロジェクト／コミュニティ活動の情報スペースにおける体系的な情報整理と共有／分配を支援する、サーバ機能を併せ持つデスクトップ環境である分散オブジェクト協調デスクトップの検討を進めている。分散環境下における多種多様な文書情報と関連情報への分散透過アクセス、個人情報管理を基にする組織情報管理という特徴を有するプロトタイプを、分散オブジェクト技術CORBA2.2仕様準拠の分散Smalltalkを用いて開発したので、分散文書ファイル資源への情報アクセス方式、分散オブジェクト間のコミュニケーション方式について報告する。

A Study on distributed object-oriented collaborative desktop

NORIMITSU KUBONO

MulitiMedia DataBase Group Computer And Communications R&D Center
Tokyo Electric Power CO.,LTD.
4-1,Egasaki-Cho,Tsurumi-Ku,Yokohama,230-8510

To make good use of information, we research a distributed object-oriented collaborative desktop, which has both client and server functions. Through this new type of desktop, we can make easy of transparent access to distributed many kinds of documentation and hyperlink among documentation, documentation management and sharing / distribution at information space of project or community activities. We deelop a prototype system using Distributed Smalltalk which is based on distributed object technology CORBA(Common Obejct Requist Broker Architecture) specification version 2.2. Also we research new typed infomation retrieval software-agent using dynamic OOPL(Object Oriented Programming Language) of Smalltalk. Then we describe information accessing to distributed documentation and communication among distributed objects.

1. はじめに (問題意識)

PCの大容量高性能化・低価格化とイントラネットの普及に伴い、目的別、事業所・部門毎にローカルなデータベースを構築・運用し、必要に応じてそれらデータベースを相互利用して問題解決

を図る時代になりつつあるが、更に、個人もまた自分なりのデータベースを持ち、自分本意の情報管理をすると共に、対等に情報を共有／分配、交換する組織情報管理の関係が出来ると予想される。

分散オブジェクト協調デスクトップは、個人情報管理に基づく組織情報管理を指向しており、分

散した文書情報に対して、個人的な文書キャビネットでありながら同時に組織的な文書キャビネットも実現する。あるデスクトップから他の利用者のデスクトップへの情報アクセスにより、他の利用者の体系的に整理された情報や提供された情報と結びつくことで新たな価値を生み出すこと[1]が期待できる。また、プロジェクト／コミュニティ活動の情報スペースの特徴として、全員が情報作成者であり、発信者、受信者であり、更に、情報仲介者としても活躍できること[2]である。

そこで、大容量高性能PC時代のプロジェクト／コミュニティ活動の情報スペースを支援する情報活用技術にむけて、サーバ機能を有するデスクトップ環境である分散オブジェクト協調デスクトップの検討を進めている。

2. システム構成

2.1 Wrapper型ハイパー情報モデル

Wrapperは既存システムからのデータ変換・エミュレーションを意味するデザインパターンの一手法であるが、本モデルでは、既存のファイルシステム利用形態を包含しつつ、情報の付加価値化をより効果的に行なうための規格化された属性を持つオブジェクトでカプセル化したオブジェクト指向ファイルシステムとして利用している。

Wrapperの属性には、文書名、メモ、文書リンク(多対多, 双方向)、キーワード等があり(属性は拡張可能)、文書ファイル本体とリンク情報の陽な分離方式を実現している。文書情報の共有化を図るためには、単にデータという素材だけを対象とするだけでは不十分であり、そのデータを評価した情報も表現し共有化することが重要であり、リンク情報もこの拡張属性の一つとして捉えるべきである。HTML文書のように、文書ファイル本体の中にパス名などの物理的な情報で静的リンク情報を直接に埋め込む方式は情報管理の観点からは大きな問題があるが[3]、文書ファイル本体とは別にリンク情報を管理することで、自由度の高いリンクを実現出来る。また、リンク元／先文書の

削除・分類階層の移動に伴うリンク情報の一貫性管理、リンク状態の可視化、逆リンク巡航により、ハイパーテキスト文書の意味的なまとまりを製作者自身が定義し、製作者の意図どおりに利用者を閲覧させること[4]を支援できる。

キーワードリンクは、同一のキーワードが文書に付与される度に自動設定される。以下の3種類のキーワード付与方法がある(図1を参照)。

- ①登録済み統制キーワード一覧からの選択指示
- ②任意のキーワードの自由入力
- ③文書出現重要語集の自動抽出

複合語の自動抽出と重み付けにより複合語も重要なキーワードとして扱うことが可能である。また、付与したキーワード群に対して任意の関連語のグループ化を与えることにより、利用者側の視点からの関連語検索を支援することができる。また、動的キーワード変更機能により、文書に付与したキーワードの改訂管理、最新版への置換と提示が出来る。

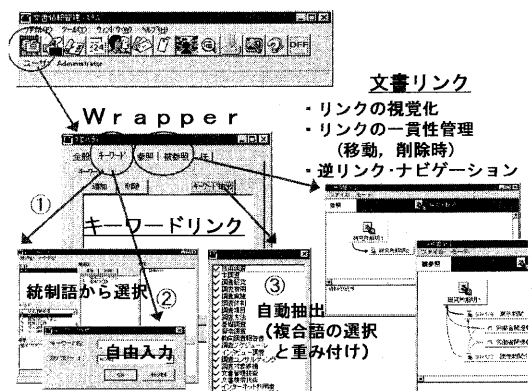


図1. Wrapperと文書／キーワードリンク

このWrapper型ハイパー情報モデルに基づくハイパーリンク型情報管理システムを動的オブジェクト指向言語Smalltalkにより開発してきた(スタンドアロン型, オブジェクト指向技術を一貫適用した3階層クライアント／サーバ型, イントラネット型)[5]。

2.2 非定形文書のデータ構造最適化方式

情報の管理や伝達において型を導入することが有効であるため、文書に型を導入し、情報管理単位を全て文書として表現をしている。例えば、キーワードをキーワード文書、キーワードを包含するカテゴリをカテゴリ文書として定義し、必要なデータ構造、メソッド、制約を持つ（そのため、キーワードリンクは、文書リンクと同じ）。

オブジェクト指向システム開発では、クラスライブラリ化・インヘリタンスによる差分プログラミングが大きな特徴であるが、データ構造は無条件に継承されてしまうので、注意深い設計が必要となる。特に、マルチメディア情報を持つ非定形な文書に対しては予めデータ構造を決めることが出来ないため、データ構造を如何にフレキシビリティに保持するかが重要となる。

そこで、Smalltalk システムが提供するクラス階層に基づくインスタンス変数の継承ではなく、メタクラスに自分達が与えたインスタンス変数の継承を使うことで、個々のクラス毎に同じ名前でも異なる領域をクラス変数で持つことが出来るようになり、集合型オブジェクトを利用して文書毎に最適なデータ構造を与えることが出来る。

2.3 開発言語環境

VisualWorks(米国PPD社製Smalltalk)を利用して先ずスタンドアロン型での開発を行い、その後、CORBA2.2仕様準拠の分散機能を提供する拡張をした分散Smalltalk[6]に移行して分散化対応を進めている。各PCにはCORBAサーバ機能を搭載して柔軟な水平分散型形態を実現している。

分散オブジェクト化に際しての問題点として、スタンドアロン型のWrapper型ハイパー情報モデルを複数のマシン間でも実現をするために、分散オブジェクトを用いて再設計し実装する必要がある。また、ネットワーク分散環境下で検索を行う際の拡張性・柔軟性を持つ新たな方式も検討する必要がある。

2.4 分散型MVCフレームワーク[6]

MVCフレームワークは、対話型グラフィックシステムを構築する際の規範的モデルとして、Smalltalkで提案されたものであり、Model-View-Controllerの3つ組から構成される仮想型複合オブジェクトであるが、その後、よりプラグブルなMVCとするための拡張がされ、データの格納と処理を行う情報モデル(Model)が、ドメインモデルとアプリケーションモデルに層別化された。

分散Smalltalkでは、MVCフレームワークを構成する2つのモデル(ドメインモデルとアプリケーションモデル)が分散オブジェクトとして別々のPC上にある場合もサポートするための分散型MVCフレームワークを備えており、ドメインモデルに対応するSO(Semantic Object)、アプリケーションモデルに対応するPO(Presenter Object)を分散オブジェクト環境下で分離した構造を採用している。また、分散Smalltalkにはオブジェクト同士をリンクさせるための機構を4種類(ContainmentLink, ReferenceLink, DesignationLink, WeakLink)予め持っている。2.1で上述したWrapper型ハイパー情報モデルでは、文書間には双方向リンクが設定され、リンクの一貫性管理が行われるが、ContainmentLink機構が双方向モデルであり、オブジェクトの動的な移動や削除にも対応していることに注目し、Wrapper型ハイパー情報モデルをこのサブクラスとして設計し実装をした。これにより、複数のPC間でのリンク付け、リンクの一貫性管理を実現できた。

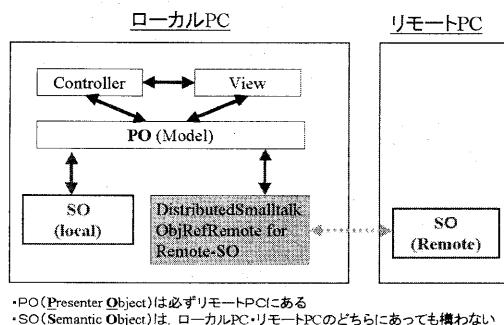


図2. 分散型MVCフレームワーク（概観）

3. 情報共有・分配機構

3.1 文書情報と関連情報への分散透過アクセス

LANに接続された複数のPC上の分散文書ファイル資源に対して、分散オブジェクト化されたWrapper型ハイパー情報モデルにより、文書情報管理のための拡張属性を任意に付与できる（2.1を参照）。

文書の作成者は情報提供者であり、分散デスクトップを介してネットワーク越しに、文書ファイルのプレゼンテーション（MVCモデルのView）をdrag&drop操作で渡すことが出来る。情報の受取側では、受け取った文書ファイルのプレゼンテーションを介して、他のデスクトップにある文書ファイルへ分散透過にアクセスできる。

また、複数のPC上の分散文書ファイル資源に対して、分散オブジェクト化されたWrapper型ハイパー情報モデルにより、分散型ハイパーリンク（文書リンク、キーワードリンク）を設定できるので、リンク状態の可視化、逆リンク巡航により、分散した文書情報と関連情報に次々と分散透過にアクセスできる。2.4で上述したように、この分散型ハイパーリンクはリンク元／先文書の削除・分類階層の移動に伴うリンク情報の一貫性管理が実現されているので、個人的な文書キャビネットでありながら、同時に組織的な文書キャビネット（自律と協調）を実現できる。

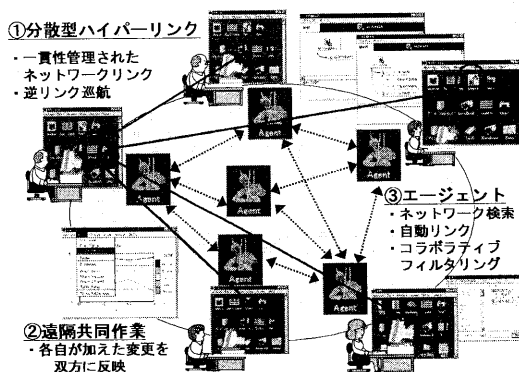


図3. 個人的かつ組織的な文書キャビネット

3.2 分散型共有オブジェクト

同一の文書情報を複数のマシン上のGUIから共有して共同作業を行い、その編集結果を参照している他の全てのGUIに即時反映する機能である。分散Smalltalkでは様々なマルチメディアオブジェクトをサポートしているが、依存性を利用していないオブジェクトがあるため、Modelへの新たなViewの登録、ModelからViewへの表示の要求方法が統一化されておらず、ハイパーメディア型操作インタフェースを統一的に開発するのが難しいという問題点があり、現時点ではキャンバス文書（画像文書）のみ実現している。

3.3 協調型エージェントを用いた検索とリンク

システムの拡張性・柔軟性を高めるために言語の動的性が注目されているが、Smalltalkでは、ブロック式と呼ばれる、関数閉包と遅延評価が可能なオブジェクトを定義でき、データとプログラムを同等に扱うことができる。これを情報検索とリンクに利用した協調型エージェント（メッセージ中心の常駐型）[7]を開発した。

2.2で上述したように、本システムでは、文書に型を導入し、情報管理単位を全て文書として表現をしている。検索では、検索文書とタスク文書（エージェントが仕事を行うための指示文書、自身はプログラム）の2種類を新しく定義した。

利用者は単一操作で簡単に情報収集できる。

- ・検索条件パネルの起動（文書型、文書名、キーワード等の検索条件の指定）

この裏で以下の処理が間接代理一貫実行される。

- ・検索条件からタスク文書を自動生成
- ・タスク文書をエージェント〔ローカル〕に投入、検索するサーバを自動選択
- ・エージェント〔ローカル〕は、エージェント〔リモート〕を遠隔起動し、タスク文書を送信・処理委譲（検索の並列化）
- ・エージェント〔リモート〕は、送信されたタスク文書进行评估し、エージェント〔ローカル〕へ処理結果を転送（非同期通信）
- ・エージェント〔ローカル〕は処理結果を集約

して検索文書に格納し、分散型MVCフレームワークに基づき、PO〔ローカル〕、SO〔リモート〕を作成、依存性の設定

検索条件の指定、タスク文書の自動作成、エージェントへの処理依頼、検索結果の表示一覧等は、検索文書が持つべき機能としてまとめることが望ましく、文書にオブジェクト型を導入することの利点がある。

また、2.2の文書出現重要語彙の自動抽出等に基づくキーワードリンクを、上記の大域検索方式と組み合わせることで、分散環境下へ透過的に拡大した自動リンクを実現できる。

分散オブジェクト間のコミュニケーション方式は、遠隔メッセージパッシング方式を基本に、分散オブジェクト間の集団的振る舞いを宣言的にタスク文書として記述する方式である。

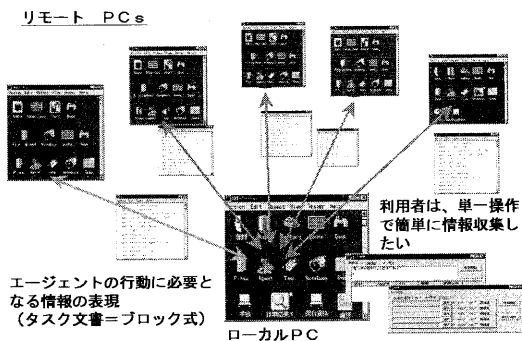


図4. 協調型エージェントを用いた大域検索

4. 情報組織化・可視化機構

ハイパーリンクのナビゲーションを大規模な文書集合に対して行えるためには、文書集合に対する概略的な情報構造の把握が必要になるが、予めトップダウン的に決めることは難しい。そこで、従来のテキスト処理や記号処理等を用いずに情報検索する手法として、ニューラルネットワーク技術の情報検索への適用が試みられている[8][9]。

本検討では、関連研究にない特徴として、自然

言語処理を適用して日本語特有の複合語を考慮し、コホネンマップとサモンマップを相補的に応用して、ボトムアップ的に文書集合から動的にその内容全体を概覧する複数の自己組織化マップ（文書分類マップ、文書関連マップ、キーワード関連マップ）を有機的に連携し巡航する機能を持つ、インタラクションを重視した可視化情報検索インタフェースを、先ずスタンドアロン型で開発を行い[10]、分散オブジェクト対応化を図っている。

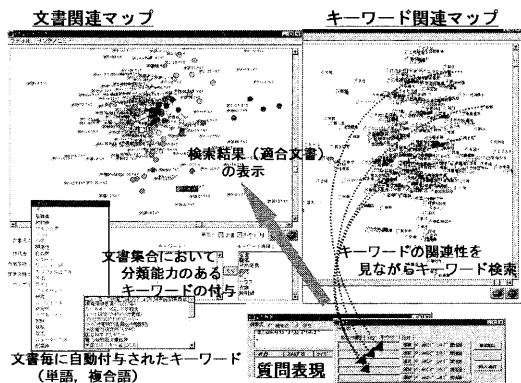


図5. 可視化情報探索インタフェース

5 今後の課題と展開

5.1 ネットワーク型データベース

5.1.1 Wrapper型ハイパー情報モデルのXML化

今後コンテンツやメタデータがXML化されることにより、文脈を意識した情報管理／検索と共有／分配を支援するシステムが期待される[11]。多対多リンク、双方向リンク、文書外リンクという特徴を有するWrapper型ハイパー情報モデルをXMLでモデル化する。2.2で上述した、メタクラスを利用した不定形文書のデータ構造最適化方式を集合型から木構造へ発展させて、各文書型に応じたメタ情報をXMLでモデル化表現し、DOMインタフェースを用いた木構造で管理する。

また、2.1で上述した動的キーワード変更機構をメタ情報管理へ適用することで、メタ情報の動的拡張とデータベース間での整合性管理を行える

ようにする。

5.1.2 XMLに基づく分散MVCフレームワーク

新しい世代のオブジェクト分析設計方法論では、モデル（サービス集合）とプレゼンテーション（外界とのつながり）を分離することの重要性が指摘されている[12]。2.4で上述した分散型MVCフレームワークはこれを実現する一形態であるが、XSL[10]がXMLからXML/HTMLへの構造変換を行うことに着目して、現状のSmalltalkベースのMVCフレームワークをXML～XSLを用いた分散文書オブジェクト方式で実現することを検討する。

5.2 分散オブジェクト間の連携フレームワーク

分散オブジェクト指向モデルにおけるオブジェクト間のコミュニケーションでは、遠隔メッセージによる遠隔的なサービスリクエスト上に多彩なコミュニケーション方式が実現されつつある（分散イベント通知モデル、共有データ空間等）[12]。動的な依存関係による分散オブジェクトの協調設計が必要であり[13][14]、MVCフレームワークの依存性に基づくイベント通知伝搬機構を拡張した能動的な機能を検討していきたい。

また、分散してデザインされたシステムを統合化する場合には、プラグ&プレイ方式のようなインタフェース指向の枠組みが求められている[15]。分化した幾つかのソフトウェアモジュールを一定のまとまった仕事として再構成しエージェントに委託するという観点からも、部品の組立とインタフェース指向に基づく、コンポーネントとワイヤリングを用いた視覚的なツール化を検討したい。

5.3 コラボラティブ・フィルタリング

コミュニティ／プロジェクトの中で文書を作成し、その文書と作成者を関連づけ、その関係を編集および利用することは、人が実際に情報を処理および管理する様子をうまく表現している。文書に付与したキーワードを利用者のプロファイル情報と見立てることで、文書／キーワード関連マップ（図5）をコラボラティブ・フィルタリングに

応用することを検討する。利用者に関連する情報を持つサーバを検索し、その更新を監視したり関連リンクを追いかけるなど、自律的に情報を追求めるエージェントを利用者毎に実現することを検討していきたい。

参考文献

- [1]野島：データベースとしてのWWW，データベースとしての社会，ComputerToday，Mar.1998
- [2]館村：<http://www.media.iis.u-tokyo.ac.jp/~tatemura/Misc/ieej.html>
- [3]田中：マルチメディアとネットワークがもたらす新しい情報共有基盤，情報処理学会ADBS'96論文集，1996
- [4]清光，田中：Webグラフにおける意味的情報単位に基づく状況依存リンク，情処学会DBS118-6，1999
- [5]窪野：ハイパーリンク型情報管理システムのWeb化およびCORBA化の方式検討，情処学会DBS研115-13，1998
- [6]Terry Montlick:The Distributed Smalltalk Survival Guide，Cambridge University Press，1999
- [7]Special issue on Intelligent Agent,Communications of the ACM,Vol.37,No.7,1994
- [8]仁木，田中：ニューラルネットワーク技術の情報検索への応用，人工知能学会誌，Vol.10，No.1，pp.45-51，1995
- [9]G.Deboeck,T.Kohonen(Eds):Visual Explorations in Finance with Self-Organizing Maps,Springer,1998
- [10]窪野：自己組織化マップ型情報検索インタフェースの検討，第15回ファジィシンポジウム，1999
- [11]萩野，村田，浦本：「次世代WWW情報システム」チュートリアル資料，日本ソフトウェア科学会，Jan.1999
- [12]河込，中村，大野，飯島：分散オブジェクトコンピューティング，共立出版，1999
- [13]岡田，岩尾，牛嶋，高田：緩やかなオブジェクト連携モデルにおけるMessage-Action Decoupling，情処学会第57回全国大会，1998
- [14]大木，坂本：動的な依存関係による分散オブジェクトの協調機構，情処学会オブジェクト指向シンポジウム98
- [15]芦野：ネットワークと知識と情報の共有，第5回人工物工学国内シンポジウム，Sep.1999