

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
〒230-8510 横浜市鶴見区江ヶ崎町4-1

広域に分散した情報にオブジェクト指向デスクトップが接続され、それらを柔軟な水平分散形態で統合化し、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を支援す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リンクの一貫性・ビュー表示の一貫性のための協調、サービスの一体化のための協調機能を持つプロトタイプを、分散オブジェクトCORBA2.2仕様準拠の分散Smalltalkを用いて開発した。

A Study on distributed object-oriented collaborative desktop

NORIMITSU KUBONO

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

We research distributed object-oriented collaborative desktop, which are connected to network with flexible horizontal distributed system architecture. Through this new type of desktop, we can make easy of distributed transparent access to many kinds of documentation and hyperlink among documentation, also documentation management and sharing/distribution. This system realize collaborative function such as integrity constraints for hyperlink, view display and grouping of function. We develop a prototype system using Distributed Smalltalk is based on distributed object technology CORBA(Common Object Request Broker Architecture) specification version 2.2.

1. はじめに (問題意識)

大容量クライアント時代におけるネットワーク型情報メディアと情報活用技術にむけて、広域に分散した情報にオブジェクト指向デスクトップが接続され、それらを柔軟な水平分散形態で統合化し、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、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。文書情報へのアクセスに注目し、文書ファイル資源をオブジェクト指向ファイル化し、リンク操作が出来るGUIとを協調連係する「Wrapper型ハイパー情報モデル」を考案し、動的

オブジェクト指向言語Smalltalkにより実用化開発を進めてきた[1]。メディア情報とリンク情報との陽な分離、リンクの一貫性管理、ビュー表示の一貫性という特徴を有する本方式を分散環境下でも透過的に実現するための分散オブジェクト化、情報ネットワークを容易に活用できるようなエージェント技術の応用に伴う新たな問題の発見と解決を目的としてプロトタイプ開発をした。システム評価と、電子化文書の標準化動向、オブジェクト指向システム開発におけるデザインパターン手法の適用性検討に基づき、この応用領域におけるソフトウェアエージェント実用化の主要な課題について述べる。

2. システム構成

2.1 本システムの目的と要件

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、広域に分散した情報に対して、個人的な文書キャビネットでありながら同時に全体的な文書キャビネットを実現する。ある利用者のデスクトップから他の利用者のデスクトップへのアクセスにより、他の利用者の体系的に整理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が期待できる。プロジェクト/コミュニティ活動の情報スペースでは、全員が情報発信者であり受信者であり、更に、情報仲介者としても貢献する。これを支援するデータベース機能とコミュニケーション機能の実現を目的とする。

本システムにおける、分散協調の意味と要件は以下の通りである。

- ① リンクの一貫性管理のための協調
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
- ② ビュー表示の一貫性のための協調
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、データ編集結果を、参照している他の全てのGUIに即時反映
- ③ サービスの一体化のための協調
検索、リンク付け等の間接代理一貫処理

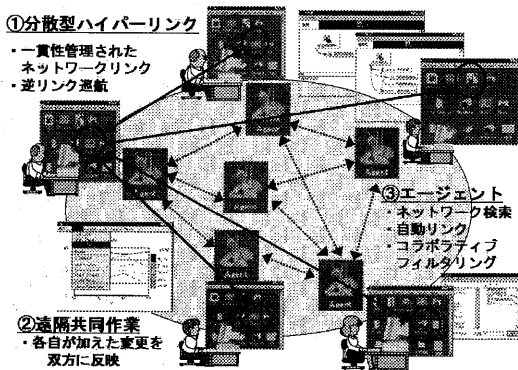


図1. 個人的かつ組織的な文書キャビネット

2.2 Wrapper型ハイパー情報モデル

情報の付加価値化を効果的に行なうために規格化した属性を持つオブジェクトで文書をカプセル化する(属性にはメモ、文書リンク、キーワード等があり拡張可能)。HTML文書のように文書ファイル本体の中にパス名などの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問題があり、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(双方向・多対多リンク)を表現できる。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、リンク状態の視覚化、双方向リンク巡航により、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[2]を支援できる。

キーワードリンク(キーワードと文書との参照関係)は、内部的には、文書リンク(文書同士の参照関係)と同じであり、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種類の付与方法がある。

- 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 重要なキーワードの自動抽出

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。

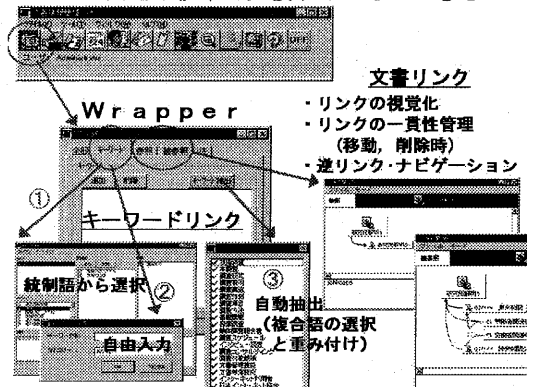


図2. Wrapperとキーワード/文書リンク

2.3 CORBA化に際しての問題点

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 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、CORBA(Common Object Request Broker Architecture)2.2仕様準拠の分散機能を提供する拡張をした分散Smalltalk[3]に移行して分散化を進めている。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。

2.5 分散型MVCフレームワーク

MVCフレームワークは、対話型グラフィックス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。VisualWorksでは、よりプラグブルなMVCとするための拡張がされており、データの格納と処理を行う情報モデルを、ドメインに関係するデータの定義と処理を行うドメインモデルと、UIオブジェクトとドメインモデル間の情報とサービスの提供をするアプリケーションモデルとに層別化される。

分散Smalltalkでは、VisualWorksの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コンピュータ上にある場合もサポートするための拡張MVCフレームワークを既に備えている。具体的には、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。

分散Smalltalkの基本的なクラスは以下の通り

である。

2.5.1 ORBObject

分散Smalltalk用のORBであり、分散サービスを提供するクラスである。クライアントが発行するリクエストを目的のオブジェクトに届け、その応答をクライアントに返却する。アプリケーション開発で、ネットワーク関連が見える所に相当し、ブラックボックスのままでもプログラミングできるが、エラー解析時には中まで見る必要がある。

2.5.2 分散SmalltalkRepository

分散Smalltalk用のインタフェース定義を提供するクラスである。IDLの定義は、分散SmalltalkRepositoryのメソッドに記述する。

2.5.3 分散SmalltalkSemantic(SO)

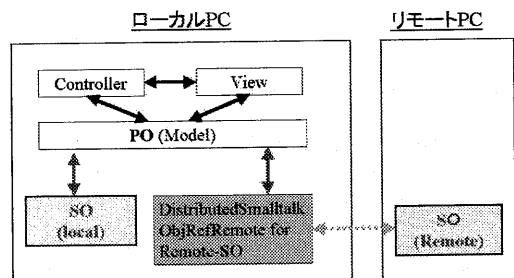
ドメインモデルのサブクラスでDB上のオブジェクトに相当する。オブジェクトはローカル、リモートの何処にあっても構わない。SOオブジェクトの表示は、対となるPOオブジェクトで行う。

2.5.4 分散SmalltalkPresenter(PO)

アプリケーションモデルのサブクラスで、SOオブジェクトを表示するクラスである。ローカル上にオブジェクトが生成され、SOオブジェクトとコミュニケーションを取りながら表示される。

2.5.5 分散SmalltalkObjRef

分散環境でのORBのRPCメカニズムを提供するクラスである。このオブジェクトはローカルPCにあり、メッセージを受信すると、参照しているリモートPCのオブジェクトへメッセージを送信する仕組みをもつ。



・PO(Presenter Object)は必ずリモートPCにある

・SO(Semantic Object)は、ローカルPC・リモートPCのどちらにあっても構わない

図3. 分散型MVCフレームワーク(概観)

3. システム機能

3.1 一貫性管理されたネットワークリンク

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。

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、複数のマシン間でのリンク付け、リンクの一貫性管理を実現できた。

3.2 協調型エージェントを用いた検索と組織化

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。これを情報検索と組織化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)[4]を開発した。

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、中身はプログラム)の2種類を定義した。

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を評価し、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の自動抽出された重要なキーワード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。

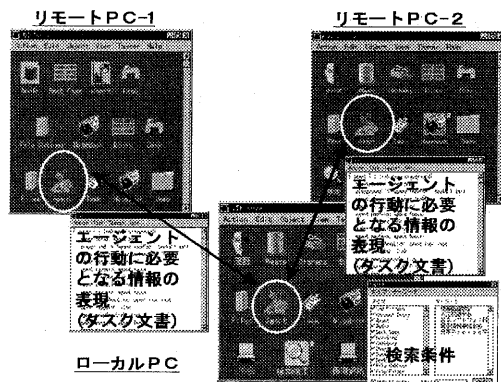


図4. 協調型エージェントを用いた大域検索

3.3 文書マップ/キーワード関連マップ

ベクトル空間モデルにより特徴表現された文書/キーワード集合を、サモンの情報次元圧縮[5]とニューラルネットを利用して、多次元特徴空間から2次元空間へ非線形写像を行い、インタラクションを重視した視覚的クラスタリングマップ(写像、地図の両方の意味)を開発した。また、コホネンSOM[5]を重ね合わせ、異なる手法の相補的利用も行える。(図5を参照)

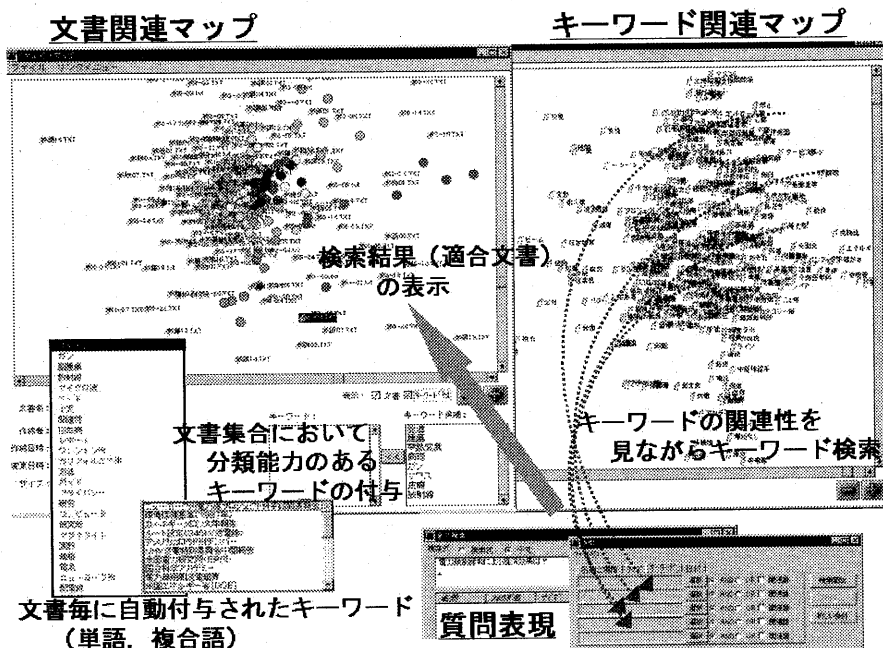


図5. インタクションを重視した 文書/キーワード関連マップ

4. 関連研究(分散デスクトップ)

Linux上の次世代デスクトップ環境として注目されているGNOME(GNU Network Object Managemnt Environment)[6]は、CORBAによる分散オブジェクト技術を採用し、ネットワーク透過性に優れたデスクトップ環境を目指している。デスクトップ間をシームレスに橋渡しすることに主眼がおかれており、データ・プログラムの共有、ビュー表示の一貫性管理はサポートされていない。

分散UI[7]は、MVCモデルの伝搬機構の性能向上を主たる目的として非同期通信で実装していることが特徴であり、分散ハイパーリンクの一貫性管理は実現されていない。

5. 今後の課題と展開(応用開発者からの視点)

5.1 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[8]。

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でモデル化すると共に、XML~XSLを用いたMVCフレームワークを検討する。

5.1.2 Wrapperの半構造化データ

現状は、文書:Wrapper=1:1であるが、分散環境下で個人情報に基づいた組織情報管理を実現するためには、柔軟性のある、文書:Wrapper=1:Nモデルを実装する必要があり、半構造化データである。情報編集の段階ではリンクの柔軟なネットワーク構造で扱い、最終段階では木構造に基づく論理構造を扱えるようにするための変換手法を確立する必要がある。

5.2 エージェント

5.2.1 分散オブジェクト間の連携フレームワーク

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

エース指向の枠組みが求められ、特に、Web、CORBA、DCOMの3種類の分散オブジェクトのインターオペラビリティを可能とする分散オブジェクト技術（特別なゲートウェイソフトを必要としない）を、3種類のインタフェースをオブジェクトレベルで持つ本システム[1]で検討する。

また、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[9][10]、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。

5.2.2 開発手法・ツールの構築

エージェント同士の相互作用を設計するための体系的な手法は未だ確立されていないが、エージェント=行動するオブジェクトと見たて、活用が注目されているデザインパターン適用の必要性を感じている。現状は静的な構造面のみ重きが置かれているが、現状のユースケース分析では不足している部分（振る舞いの正規化[11]、形式仕様等）を補い、動的な側面を支援するデザインパターンの抽出・整理をしていきたい。

パーソナライズなエージェントの実現では、その構築や操作を支援する利用者向けのツール化・記述言語が望まれる。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 アプリケーション

5.3.1 ネットワークリンクの探査

状況依存を考慮した検索では、リンクを単純に辿るだけでは不十分であり、前の評価結果を保持しながら、次のリンク先の評価と組み合わせ探査を続行する効率的な手法が必要である。これは、電力流通設備におけるケーブルルート探査問題（機械的接続と電気的接続の区別）と類似しており、先に提案した手法[12]の適用を検討する。

5.3.2 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）をソーシャル情報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、自律的に情報を追い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]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
- [2]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
- [3]:Terry Montlick:The Distributed Smalltalk Survival Guide, Cambridge University Press,1999
- [4]Special issue on Intelligent Agent,Communications of the ACM,Vol.37,No.7,1994
- [5]G.Deboeck,T.Kohonen(Eds):Visual Explorations in Finance with Self-Organizing Maps,Springer,1998
- [6]GNOME <http://www.gnome.org>
- [7]羽根, 齋藤, 河村, 新, 横田：分散UIの実現方式, 日本ソフトウェア科学会第1回プログラミングおよび応用のシステムに関するワークショップ, 1998
- [8]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
- [9]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 De Coupling, 情処学会第57回全国大会, 1998
- [10]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
- [11]羽生田：役割場とその合成によるOOADとパターンの見直し, 日本ソフトウェア科学会第14回大会
- [12]春木, 窪野：電力設備マッピングシステムへのオブジェクト指向技術の適用に基づく知見, 日本ソフトウェア科学会ソフトウェア工学基礎研究会, 1994