

協調作業のためのチーム指向環境

松浦宣彦、市村哲、平岩真一、岡田謙一、松下温

慶應義塾大学

本稿では、データベース構築の観点から見たコンピュータ支援による協調作業環境について述べる。パーソナルな資源をインター・パーソナルな資源に進化させる目的においては、各個人のデータ保存領域はそれぞれ独立したものであるのが望ましく、更に各個人が生み出した結果はグループのメンバーの間で共有されるべきである。そこで、オブジェクト指向パラダイムを用いて各個人のデータ保存領域と共有データ保存領域が統合されたレイヤ構造を提案する。それに加え、データを個人の観点でカスタマイズし、特異なデータに対してマークをつけ、リンクを用いてデータの間をナビゲートするための機構としてのPilotCardシステムについて述べる。チームと各メンバーを双方サポートするためにPilotCardシステムをチームの生産性を向上させるために拡張する。

A Team-Oriented Environment for Cooperative Work

Norihiko Matsuura Satoshi Ichimura Shin-ichi Hiraiwa

Ken-ichi Okada Yutaka Matsushita

Keio Unibversity

3-14-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama 223, JAPAN

In this paper, we describe the computer supported cooperative work environment from the viewpoint of constructing a database. In order to make personal resources evolve into inter-personal resources, it is desirable that each personal data storage space should be independent of each other, and further, the outputs which each member has generated should be shared among the members of the group. We propose a layered architecture in which each user has his own data storage space and a shared data storage space combined by using the object-oriented paradigm. Furthermore, we describe the PilotCard system which is utilized for customizing the data personally, marking on unique data, and navigating among data by links. In order to support a team and each member, the PilotCard system is extended to enhance team's productivity.

1 はじめに

近年、パーソナルコンピュータやワークステーションの計算能力（ソフトウェア、ハードウェア）が飛躍的に向上するにつれ、それらをパーソナルに用いる形態がますます進行している。しかしながら、実際の組織における作業形態は共同作業の形態をとることがほとんどであるが、協調作業のコンピュータ支援環境はほとんど存在しないのが現状である[1,2]。そのため、協調作業の生産性を向上させるためのよりよい環境が要求されている。

本稿では、個人の生産性だけでなくグループの生産性もまた促進されるようなグループによる協調作業のための環境を、データベースを構築する観点からサポートすることを目的としている[3,4,5]。特に“非同期分散型”環境における協調作業を行うグループのメンバーのためのシステムを構築した。グループによる非同期分散型協調作業形態において、グループのメンバーは独立して個人的なデータを扱えるべきであり、更に、個人作業環境とグループの作業環境が適切に統合されるべきである。

我々は“チーム”形態とチームによる協調作業のためのコンピュータ支援環境を提案する。チーム協調作業においては、チームのメンバーは個々に高い独立性を持っており、全てのメンバー間で共有されるデータのみを参照できるだけでなく、個人的な情報や知識を有することが可能な個人作業環境を持てることが望ましい。このため、柔軟なデータ組織化のためのレイヤ構造を提案し、実現においてはデータがよりよく構成されることが要求されるため、データ管理の面からオブジェクト指向パラダイムをこのシステムでは適用している。このレイヤ構造は、チームの各メンバーのための“個人用レイヤと”、チームのための共

有データが管理される“共用レイヤ”から成り、それらが統合してチーム全体の生産性向上のための作業環境を構築する。

これまでのシステムは、ユーザがデータに対しての個人的な解釈をストアするための機能はサポートしていない[6,7,8]。データに対しての個人的興味を付加する目的でPilotCardと呼ばれる機構を構築した。これにより、関連したデータにマークをつけ、クラス、属性や、そのデータが共用か個人用レイヤのどちらに存在するかに関わらず、2つのデータを結び付けることに用いられる。また、個人用レイヤと他の個人用レイヤを結び付ける手段とも成り得る。更に、PilotCardシステムはLAN（ローカルエリアネットワーク）などのネットワークを介して他のメンバーに対してPilotCardを送ることにより、基本的には不可視の他のメンバーのレイヤ上のデータにアクセスすることを可能とするような非同期通信のための機能をも提供する。

このシステムは非同期分散環境の基盤となり得るので、グループ作業の統一、ハイパーテキストシステムの構築、情報フィルタリング、グループ共同執筆などのアプリケーションに対して有効であると考えられる[9]。

2 協調作業環境におけるデータの組織化

2.1 協調作業とグループにおける意志決

定会議

意志決定や対面型会議においては、あるメンバーによるデータの変更、作成、消去などはそれらのことが生じたときにすぐにすべてのメンバーがその変化を見ることになる。このように、対面型会議においては各メンバーによって他のメンバーの作業の進行を見ることが望ましい。このような作業形態は“WYSIWIS”（What You See Is What I See）と呼ばれ

る[10]。対面型会議におけるデータの組織化の概念図を図1に示す。

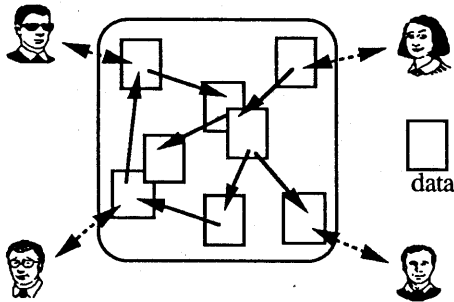


図1 対面型会議でのデータ組織

チームの構成としては、例えばプログラム、マニュアル、カタログなどのドキュメントなどを構築、作成するための協調作業を推進するために構成されているため、チームは何をすべきか、何をつくるべきかを明瞭に熟知しているメンバから成る。各メンバは、他のメンバからの高い独立性を持ち、自分の作業についての責任を持つため、他のメンバの作業の進行については関わる必要はない。各メンバが生成した結果のみがチームのすべてのメンバによって共有され、すなわちインターパーソナルな作業結果が生成される。作業結果のみをメンバによって共有される場合のデータの組織化を図2に示す。

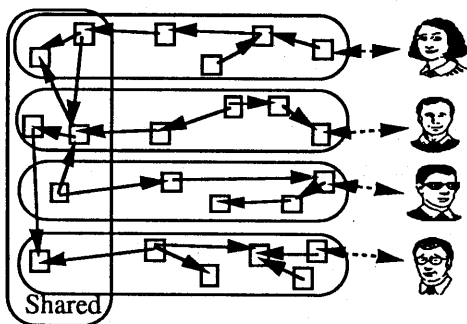


図2 協調作業でのデータ組織

分散環境においては、我々はチーム協調作

業をサポートするためにWYSIWISよりもむしろ"store and forward"タイプのサポート、特に非同期型遠隔作業のサポートを目的としている。無論機会が生じた場合、他のメンバとの打ち合わせは必要となってくるが、相手のメンバがターミナルの前に座っているとは限らないため、同期型会議のみのサポートは適切ではないと考えられる。

このような、チームにとっての目的が定まった非同期遠隔型作業をサポートするシステムを特に"チームウェア"と呼び、本稿のシステムは、このようなチーム協調作業環境の基盤となり得る。

2.2 オブジェクト指向パラダイム

オブジェクト指向パラダイムは、データやメソッドのカプセル化、メッセージパッシングに基づく計算などの特徴を持ち[11]、特にクラスやインスタンスにおける柔軟な型の概念による現実世界の抽象化、複合オブジェクトを用いた適切なデータ組織化、継承機構がこのシステムにおいてデータの組織化のために採用された。1つの属性値が他のオブジェクトへのポインタを示す複合オブジェクトの概念はマルチユーザアプリケーションへの拡張の基礎となり得る[12,13]。

このシステムにおいては、各ユーザは個人用レイヤとして各自のオブジェクトの保存領域を持ち、さらに、自分以外のレイヤ上のオブジェクトと複合オブジェクトを構成することも可能であるため、他人のレイヤ上のデータにアクセスすることが必要であり、ポインタを次々にたどることで他人のレイヤ上のデータにもアクセスすることが可能となる。

3 レイヤ構造

これまでのデータベースシステムは数人の

ユーザに対して共有データのみを扱うものであった。これに対し、チームによる協調作業環境をサポートするためのデータベースシステムは、チームのメンバがそれぞれ独立して自分のデータを扱うことができることが望ましく、更に個人的な作業環境とチーム協調作業環境が適切に統合されているべきである。そのため、共有データのみでなく、個人的データをも管理できることが必要となる。

チーム協調作業環境がそれぞれのメンバの個人的作業環境からなっているため、許可がある場合には他人のデータに対してでもあたかも自分のデータであるようにアクセスすることが可能であることが望ましい。このため、我々が提唱するレイヤ構造は、チームのメンバのための分離したレイヤから成り、更に個人的に定義したクラスやデータは各個人用レイヤ上に作成されることになる。

このシステムの全てのデータは複合オブジェクトとして扱われる。他のメンバと共同で1つの複合オブジェクトを構成する際には、自分の個人用レイヤ外の他人のデータに対するアクセス権が必要となり、この権利を有している場合にはポインタをたどることによって他人のレイヤ上のデータに対するアクセスも可能となる。図3に2人のメンバA, Bが共同で1つの複合オブジェクトを構成する例を示す。

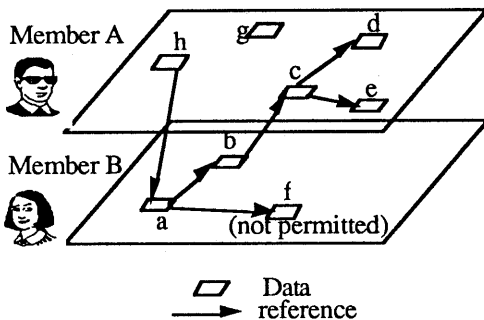


図3 複合オブジェクトの協調作成

この例において、メンバBが複合オブジェクト中のデータ a, b, f を所有しており、その株の構成要素の作成をメンバAに依頼したものとす。これにより、Aはデータ c, d, e を作成したものとす。Aがデータ c のアクセス権をBに許すことで、Bはデータ b の要素としてのポインタをデータ c にバインドすることによってポインタをたどることによってデータ d, e にもアクセスすることが可能となる。しかしデータ g についてはアクセス権を得ていないので存在についてもBは知ることではない。

メンバ間の適切なアクセス制御のために、次のようなデータ単位の3種類のパーミッションを設ける。

- (1) 他人からは読み込みも修正も不可
- (2) 他人からは読み込みのみが可能
- (3) 他人からは読み込みも修正も可能

これらのパーミッションはデータの所有者によってのみ変更が可能であり、図3においてBの全てのデータをAが参照したい場合には、データ h の要素としてアクセス権が与えられたデータ a のポインタをバインドすることにより参照が可能となる。この際、Bがデータ f に対してのみAの修正を不可能にすることも f のパーミッションを読み込みのみとすることによって可能となる。こうしてデータ f を除くBの全てのデータがAによって修正可能となる。

チーム共同作業環境においては、チームのメンバ間で共有される一般的なクラス、データが存在し、全てのメンバによって共有されるクラス、データは共用レイヤ上に置かれるべきである。個人用レイヤ上のデータは自由に読み書きできるが、共用レイヤ上のデータに対しては、書き込み、修正は基本的に不可とする。個人用レイヤ上のクラスは共用レイ

ヤ上のクラスを自由に継承可能であり、メンバはチームの一般的知識や、資源をあたかも自分のもののように用いることが可能となる(図4参照)。

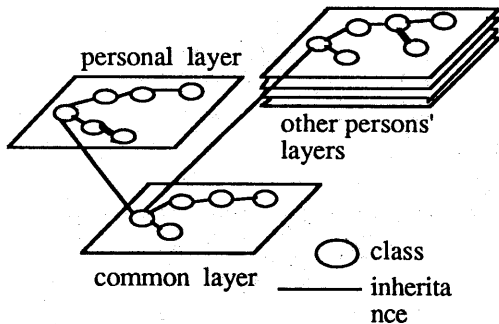


図4 レイヤ間の透過性

4 連想的アクセス機構

使いやすいデータベースを構築する上で、データ処理に対する柔軟性を与えることは非常に重要である。あるデータの属性値がユーザにとって興味ある場合には、そのデータに何らかのマークをつけることや、他のテキストデータやイメージデータに対して関連付けを行いたい場合が生じる。例えば、昨日会った人間のデータを住所録から探している際、そのときに話題になった本のことを連想したとすると、この2つのデータ(住所録と本)を個人的興味といった面から結び付けることが必要となる。今までのデータベースはこのような機構をサポートしていない。このような機構をサポートするために"PilotCard"と呼ばれる機構を関連したデータに対してマークすることや、データの属するクラス、属性に関わらず、またそのデータが共用レイヤか個人用レイヤに存在するかに関わらず関連付けるために構築した。更に、個人用レイヤ上のデータと他の個人用レイヤ上のデータを関連付けるためにも用いられる。

4.1 PilotCardの概念

PilotCardはユーザに対して、データの種類がテキストかイメージであるかに関わらずメモを含むマークを付けることを可能とすると同時に他のデータが関連付けられたリンクの始点、終点とも成り得る。このことはマルチメディアデータを扱うハイパーテキストシステムを構築するために重要であり、更にPilotCardは個人環境と共用環境、また個人環境と他の個人環境を融合することを可能にするため、チーム共同作業のためのコンピュータ支援環境を構築するための効果的なツールと成り得る(図5参照)。

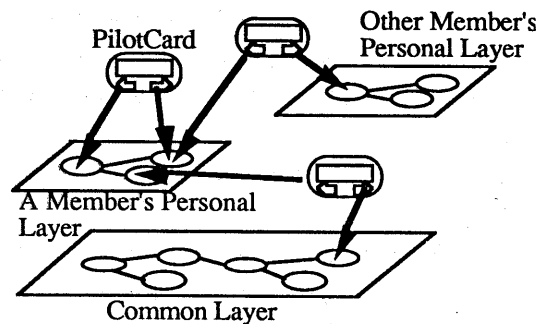


図5 PilotCardによるレイヤ間の結合

PilotCardは以前に定義された属性に付加して、データにPilotCardを付けることでデータをカスタマイズするために用いられ、リンクをたどることでデータ間をナビゲートするための機構を持つ。1枚のPilotCardはメモを書くための領域と他のデータに関連付けるための双方向リンクの2つのポイントを持つ。PilotCardは始点と終点のデータを検索するための2つのボタンを持ち、それぞれPilotCardはPilotCardクラスに属するオブジェクトとして管理される。

4.2 PilotCardの機能

従来のデータベースはデータに対する個人的解釈をストアする機能をサポートしておら

ず、このような個人的解釈を扱う観点から、PilotCardシステムを構築した。ユーザはいつでも好きなときにPilotCard上にメモを書くことができ、それに加え、関連した2つのデータを結び付けるリンクを構成することが可能となる。更に不必要なPilotCardを取り除くことが可能である。このような機能は、ユーザが後で参照したいデータにタグを付けることを可能とする。

リンクを用いることによって異なる種類のデータ同士の関連を表現することが可能であり、ユーザは自分の観点でリンクを構築することが可能であるので、共用データに対しても個人的観点を付加することが可能となる。これによって、ユーザの連想アクセスが可能となり、さらにチーム指向の観点に基づいたデータ間の関連をストアすることも可能であるのでチーム共同作業を支援することが可能となる。

ユーザはPilotCardを持つデータのみを検索でき、更にPilotCardに書かれたメモの内容によってデータ検索をすることも可能である。

PilotCardをチームの他のメンバに送ることによって受け取ったメンバはそのPilotCardによって参照された送り手のデータにアクセスすることが可能となる。このように、PilotCardを他のメンバに送ることは、他のメンバとのコミュニケーションを可能とし、更にチーム共同作業を促進するため、自分の思考や意見を他のメンバに反映することが可能となる。

5 データ管理と検索

図6にシステム構成とデータへのアクセス機構を示す。図6の下部構造はデータ保存領域を示し、中心の太線はサーバによって管理される部分とクライアントによって管理される部分を分割する。

図中の太い矢印で示される次のような3種類のデータアクセス機構、すなわちブラウジング、検索、ナビゲーションが提供される。

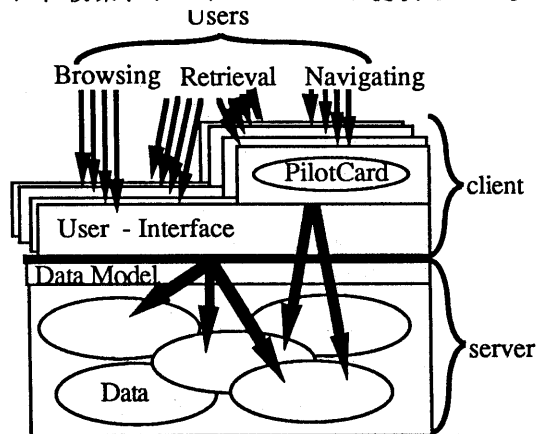


図6 システム構成とアクセス機構

- (1) ブラウジングのためのビジュアルインタフェース
- (2) データ検索
- (3) ナビゲーションのためのPilotCardによるハイパーメディアネットワーク

このシステムではビジュアルインタフェースを介してデータにアクセスでき、目的のデータに対して知識がない場合には第一にクラスをブラウズすることでデータ領域を眺めることが可能である。目的のデータに対して何らかの知識を有している場合、そのデータに対して基本的にはQBEタイプのインタフェースを採用した条件検索をサポートする。

(a) ブラウザ

ユーザがこのシステムを使用する際、クラスの木構造を示したクラスブラウザを用いてデータを眺めることになる。このブラウザを用いることで目的のデータが存在する範疇を探ることができ、目的のクラスを選択した後、そのクラスに属するデータをブラウズすることが可能となる。

スクロールバーが付いたクラスの木構造を

示すウィンドウはクラスブラウザと呼ばれ、クラスの選択、付加、変更のために用いられる(図7参照)。”Person”クラスを選択した後”Browse data”ボタンを押すと、データウィンドウがポップアップし、データの作成、変更、消去のために用いられる。データウィンドウはそのウィンドウが示すクラスに属する1つ前と後のデータをそれぞれ示す右矢印と左矢印のボタンを持つ。

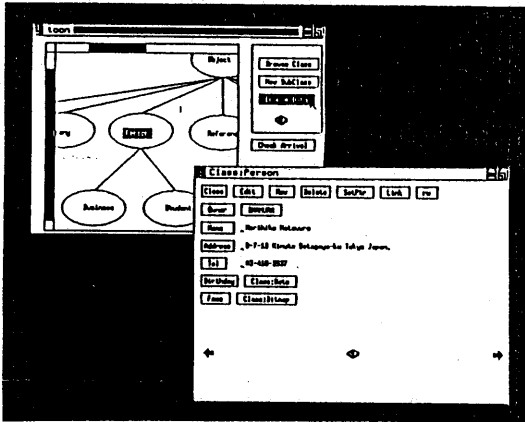


図7 クラスブラウザとデータウィンドウ (b) PilotCardを用いたマーク

図8に示されるように、データウィンドウ上の”P”のマークのPilotCardアイコンをクリックするとメニューが現れる。このメニュー上の”NewPilotCard”を選択することで、データウィンドウ上の下部にPilotCardが現れる。ユーザはこのPilotCard上に自分の主観的なメモを書くことができる。

(c) PilotCardによるリンク

PilotCardはリンクの始点と終点のデータを指す左矢印と右矢印のボタンを持つ。図8に個人的観点で結ばれた”Person”クラスに属するデータに付いたPilotCard上の右矢印ボタンを押すことで、”Bitmap”クラスに属するデータを連想的にアクセスしていることを示す。リンクを構築することで、PilotCardはデータ

間のナビゲーションに用いられる。このようにユーザの要求に基づいた、PilotCardによるリンクのネットワークを構成することで、異なるデータへの連想アクセス機構が実現される。

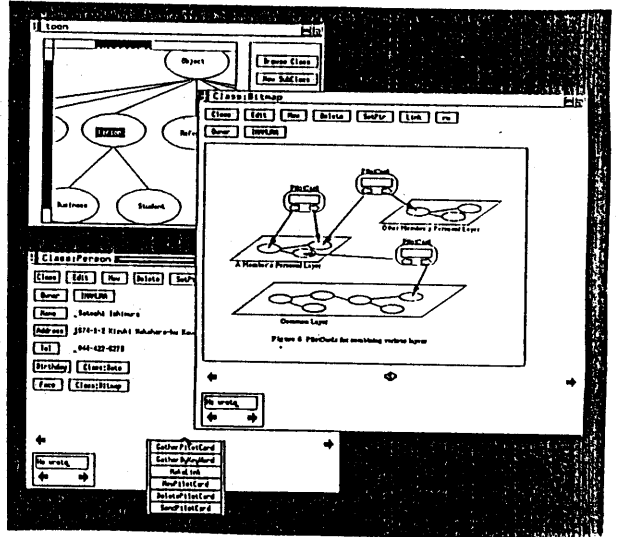


図8 PilotCardによるアクセス

(d) PilotCardによる検索

PilotCardを持つデータを検索したい場合には、”GatherPilotCard”、”GatherByKeyword”の機能を用いる。メニュー上の”GatherPilotCard”を選択すると現在のデータウィンドウが示すクラスに属するデータで、PilotCardを持つデータのみを集めることが可能である。更にデータウィンドウ上の右矢印ボタンを押すことで、PilotCardを持つデータを次々とブラウズすることが可能である。また”GatherByKeyword”を選択し、目的のデータに対するキーワードを入力することで、PilotCard上のメモでこのキーワードを持つものを検索することが可能である。このように個人的興味、感情によってデータの検索を可能とする。

6 結論

チームによる共同作業をサポートするためのレイヤ構造と、データベース中に個人的解釈や感情をストアするためのPilotCardシステムを提案した。レイヤ構造によって、個人的な情報や知識を管理するための個人的作業環境を効果的に持つことができ、更に個人的なデータと共有データを結び付けることを許可しているためチームの一般的な知識や資源をあたかも自分の資源のように利用することを可能にする。一方PilotCardを利用することによって、ユーザは自分の作業環境に個人的な情報や知識を付加することが可能となる。更にこれによるデータのアクセス制御の機能もサポートする。このようにハイパーメディアとオブジェクト指向パラダイムを融合したマルチユーザのチーム作業環境はレイヤ構造とPilotCardシステムを用いて実現されている。

このシステムのプロトタイプはLANとしてEthernetを用いて結ばれたSUN3ワークステーション上でC言語を用いて構築されており、ユーザインタフェースのマルチウィンドウとしてX11R3を用いている[14]。

謝辞

このシステムの実現に際しての多くのディスカッションを行った稲村浩氏、中野智加良氏、三上敦氏に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] Kenneth L. Kraemer, John Leslie King, "Computer-Based Systems for Cooperative Work and Group Decision Making," ACM Computing Surveys, 20(2), 1988.
- [2] 石井裕, 大久保雅且, "コンピュータを用いた人間の共同作業支援技術について", マルチメディア情報と分散強調シンポジウム論文集, pp. 27-36, 情報処理学会, (1989).
- [3] 松下, 横山, 岡田, "チームウェアの必要性とその動向", マルチメディア通信と分散処理研究会, 90-DPS-44, 情報処理学会, 1990.
- [4] S. Ichimura, N. Matsuura, K. Okada, Y. Matsushita, "A Database System Suitable for Team Cooperative Works," Proc. FUTURE DATABASE '90 FAR-EAST WORKSHOP ON FUTURE DATABASE SYSTEMS, April 1990.
- [5] 中野, 市村, 稲村, 岡田, 松下, "チーム作業支援環境", 情報処理学会第40回全国大会, 1990.
- [6] N. Meyriwitz, "Intermedia: The Architecture and Construction of an Object-Oriented Hypermedia System," Proc. ACM OOPSLA, 1988.
- [7] Jeff Conklin, Michael L. Begeman, "gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion," CSCW '88, 1988.
- [8] 三上, 松浦, 稲村, 岡田, 松下, "連想アクセスとデータ共有のためのPilotCard", 情報処理学会第40回全国大会, 1990.
- [9] S. Ichimura, N. Matsuura, K. Okada, Y. Matsushita, "Team-Oriented Environment Based on Layered Architecture and Hyper-media", Proc. IFIP WG8.4, September 1990 (to be published).
- [10] M. Stefik, G. Foster, D. G. Bobrow, K. Kahn, S. Lanning, and L. Suchman, "Beyond the Chalkboard: Computer Support for Collaboration and Problem Solving in Meetings," Communications of the ACM, Vol.30, No.1, January 1987.
- [11] Bjarne Stroustrup, "The C++ Programming Language," Addison Wesley, 1986.
- [12] David Maier and et'al, "Development of an Object-Oriented DBMS," Proc. ACM OOPSLA, 1986.
- [13] Won Kim, Jay Banerjee, Hong-Tai Chou, "Composite Object Support in an Object-Oriented Database System," Proc. ACM OOPSLA, 1987.
- [14] Douglas A. Young, "X Window Systems Programming and Applications with Xt," Prentice Hall, 1989.