

協調作業向け複合文書ミドルウェアとそれに基づく マルチメディアグループ学習ソフト

田 淵 仁 浩[†] 鮎 川 健 一 郎[†]
伊 藤 文 子[†] 前 野 和 俊[†]

本論文では、マルチメディア文書の協同作成アプリケーションの開発を支援する分散マルチメディアフレームワーク LACCO (Layered Application Context Communication Object) の実現方式とそれに基づいて作成したマルチメディアグループ学習ソフトについて述べる。LACCO は、協同文書作成向けの分散マルチメディアアプリケーションを、(1) 従来のスタンドアロンアプリケーションの開発と同等な容易さで開発可能、(2) 作成後のアプリケーションの実行時機能拡張が容易であることを特徴とするオブジェクト指向フレームワークである。本文では、まず、LACCO の実現方式として、動作モデルと文書モデルについて論じる。次に、LACCO に基づいたマルチメディアグループ学習ソフトを用いて、遠隔地間でホームページレイアウト作品集を協同作成した実験の結果についても報告する。

A Compound Document Middle-ware for Group-ware and a Multimedia Group Learning System Based on the Middle-ware

MASAHIRO TABUCHI,[†] KENICHIRO AYUKAWA,[†] FUMIKO ITO[†]
and KAZUTOSHI MAENO[†]

This paper proposes the distributed multimedia framework, called the LACCO (Layered Application Context Communication Object), and a multimedia group learning system based on the LACCO. The LACCO framework has two major characteristics. One is that developers can implement a distributed multimedia application as easily as they use a standard framework for a stand-alone application. The other is that an application based on the LACCO has a capability of extending a functionality at runtime. A multimedia group learning system is an application of the LACCO, which multiple remote users can author one multimedia document concurrently. This paper addresses how two capabilities of the LACCO are effective for concurrent authoring of a multimedia document, and reports an evaluation of experiment in which users create a set of graphical design of home pages by the multimedia group learning system based on the LACCO.

1. はじめに

本論文では、分散マルチメディアフレームワーク LACCO (Layered Application Context Communication Object) とそれを用いたマルチメディアグループ学習ソフトについて述べる。LACCO は、オブジェクト指向技術に基づく応用フレームワーク (クラスライブラリ)¹⁾ である。その目標は、(1) 従来のスタンドアロンアプリケーションと同等な容易さでマルチメディア文書の協同作成アプリケーション (分散マルチメディアアプリケーション) を開発できること、(2)

柔軟な文書モデル (文書のデータ構造とデータ操作の定義) によって多様なマルチメディア文書を協同で作成可能にすることである。

(1) のためには、分散マルチメディアアプリケーションに共通な設計をアプリケーション動作モデルとして応用フレームワークに実装する必要がある。また、(2) のためには、LACCO は分散マルチメディアアプリケーションの文書モデルを動的に拡張可能なように構造化する必要がある。文書モデルの柔軟性が、アプリケーションが扱えるマルチメディア文書の種類の豊かさを決定するからである。

本論文では、まず、協同文書作成向け分散マルチメディアアプリケーションのために、スタンドアロン型のアプリケーション動作モデルに沿った応用フレーム

[†] NEC C&C メディア研究所
NEC C&C Media Research Laboratories

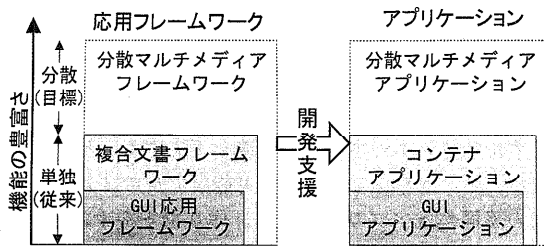


図1 応用フレームワークとアプリケーションの関係と分類

Fig. 1 Relationship between an application framework and an application, and its classification

ワークの設計概要を述べる。次いで、分散マルチメディアアプリケーションの文書モデルを中心とした応用フレームワークの設計方法について述べる。

また、分散マルチメディアフレームワーク LACCO (ミドルウェア) の実応用として開発したマルチメディアグループ学習ソフトを用いた遠隔グループ学習の実験結果もあわせて報告する。

2. 応用フレームワークと文書モデル

応用フレームワークは、アプリケーション開発支援を目的として、ある分野のアプリケーションに共通な設計を実装したオブジェクト指向クラスライブラリ (の総称) である^{1),2)} (図1)。GUI (Graphical User Interface) を持つ従来のスタンドアロン型アプリケーション (GUIアプリケーション) の分野では、GUI応用フレームワーク (例: Microsoft 社の MFC³⁾, Apple 社の MacApp⁴⁾ など) が広く利用されている。GUI応用フレームワークには、開発者がアプリケーション固有の機能の開発に集中できるという利点があるからである。すなわち、GUI応用フレームワークは、GUIアプリケーションに共通な GUI の作成、ユーザイベント処理、画面更新タイミング管理、印刷機能などのアプリケーションの雛型をクラスライブラリとして提供する。

GUI応用フレームワークに基づく GUIアプリケーションの設計においては、モデル (文書モデル) の設計が重要である。アプリケーション固有の機能は、文書モデルによって決定されるからである。文書モデルは、ユーザ操作ごとに変化する文書の状態を格納するためのデータ構造とデータ操作を規定しており、アプリケーションごとに異なる。GUI応用フレームワークを用いたアプリケーション開発は、一般に、文書モデルを定めてから、その操作のためのユーザインタフェースやビューを設計し、実装するという流れとなる。

マルチメディア文書を扱う図1のコンテナアプリ

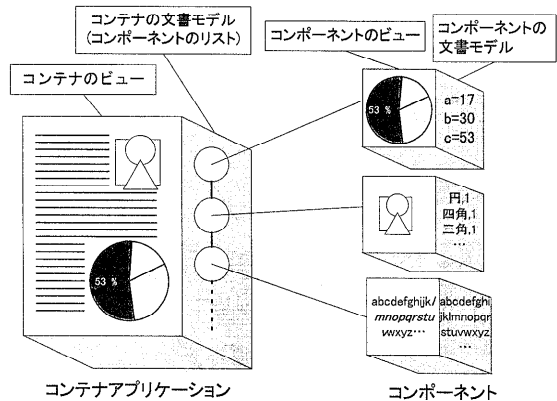


図2 コンテナ、コンポーネント、文書モデル

Fig. 2 A document model of a container application.

ケーションの開発支援をする複合文書フレームワーク (例: MFC) では、文書モデルの設計は一層重要になる。図2のように、複数の異なるコンポーネント (メディアごとのオブジェクト) を貼れる台紙の性質を持つコンテナ (アプリケーション) では、その台紙としての汎用性を文書モデルが左右するからである。たとえば、ページレイアウトソフト用の文書モデルを、図2のようにページ中に含まれる各コンポーネント (テキスト, 図, 動画, 音声など) のリストで定義した場合、あるコンポーネントを別のコンポーネントに対する付箋として貼り付けられない。各コンポーネントはリストの要素として対等であり、付箋として識別するには、そのための構造が別途必要だからである。

3. 分散マルチメディアフレームワークの目標

マルチメディア文書の協同作成が可能なコンテナアプリケーションを分散マルチメディアアプリケーション (図1) と呼ぶことにすると、分散マルチメディアアプリケーションの文書モデルは、コンテナの文書モデルに加えて、並列性、リアルタイム性、一貫性、アクセス権制御^{5),6)} などから協同作業の支援^{10),11),14)~16)}まで含めて設計しなくてはならない。

分散マルチメディアフレームワークの目標は、図1の従来の複合文書フレームワークを拡張して、分散マルチメディアアプリケーションの作成を支援することである。すなわち、コンテナアプリケーションに協同文書作成機能を付加するための文書モデルを見出し、それを応用フレームワークに実装することである。

分散マルチメディアアプリケーションの例として、ホームページデザインの講習で、各生徒がホームページ作成の演習とグループ討議を行う場合について考える (図3)。つまり、講師と生徒達がホームページ作品

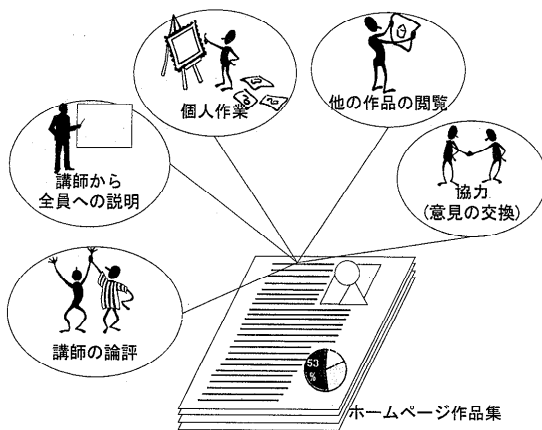


図3 協同文書作成の各状態

Fig. 3 States of a document on group authoring.

集というマルチメディア文書を協同作成する例である。

図3のように、生徒と講師とホームページ作品集の関係には以下の異なる状態がある。

- 各生徒には講師が提示するデザインの方法論を聴講する状態
- 学んだ方法論に基づいてホームページ作成を各生徒が演習として行う状態
- 生徒が他の生徒のホームページ作成の様子を参考のために閲覧する状態（講師については、各生徒の作成中のホームページを見ながら、誤解がないかを確認する状態）
- グループのメンバの間で同じ生徒の作品を見ながら意見を交換する状態
- 講師がある生徒の作品を例に論評をする状態

これらの状態は、共有しているホームページ作品集について、異なる文書モデルを必要とする⁷⁾。たとえば、個人作業の状態では、文書のどの一部についても所有者の区別をするための構造を必要としない。しかし、ある作品に複数の生徒がアクセスする状態では、文書の一部ごとに所有者の区別やアクセス制御を必要とする。また、作品に対するコメントと作品を区別するような文書モデルを必要とすることもある。さらに、文書の一部の定義そのものが、文書モデルごとに異なる。

このように、分散マルチメディアアプリケーションでは、グループの各メンバが文書の一部を担当する一方で、他のメンバの担当部分にもアクセスできたり、メンバ全員でページレイアウトを調整でき、かつ個人やグループで作業する分担範囲を柔軟に定義・変更できる柔軟な文書モデルが必要になる。

分散マルチメディアフレームワーク LACCO では、

このような柔軟な文書モデルに基づく協同文書作成の機能を基本機能として設計・実装することで、アプリケーション開発者の作業負担の軽減を目的としている。特に、2章で述べたコンテナアプリケーションの文書モデルとコンポーネントの定義を工夫することで、コンポーネント単位で機能拡張可能なマルチメディア文書の協同作成アプリケーション作りを支援する。

4. 技術的課題

上述の目標を満足するような分散マルチメディアフレームワークを実現するには、文書モデルに関して以下の2つの課題がある。

(1) 分散処理に固有の処理を応用フレームワークの実装に隠蔽するアプリケーション動作モデルの設計に関する課題。

(2) マルチメディア文書の共有を実現するためのコンポーネント仕様とそれを用いたコンテナの構造化に関する課題。

課題(1)は、スタンドアロン型のGUI応用フレームワークで採用されている動作モデルを変えずに、分散処理に対応できる文書モデルを定めることである。スタンドアロン型のアプリケーション動作モデルを変更しないことで、従来のGUI応用フレームワークに慣れた開発者の学習負担を抑えることが狙いである。そのために、文書モデルを中心とした応用フレームワークの実装には、非同期メッセージ処理、並行アクセス、アクセス権の管理、データの一貫性制御、リアルタイム性の機能を隠蔽しなくてはならない。

課題(2)は、3章の協同文書作成における異なる状態を表現可能な文書モデルを定めることである。そのためには、様々なメディアタイプのデータを扱うインタフェースの仕様（コンポーネント仕様）とそれに基づくコンポーネント間の関係を動的に変更可能な文書モデルが必要である。

5. 実現方法

4章で述べた課題を解決するために、分散マルチメディアフレームワークにおいて採用した実現方法として、アプリケーション動作モデルと文書モデルについて、それぞれ以下で説明する。

5.1 アプリケーション動作モデル

図4は分散マルチメディアフレームワーク LACCO のアプリケーション動作モデルを構成する主なクラス間の関係を表す。なお、以下では、クラス、オブジェクトはオブジェクト指向技術におけるそれを意味するものとする。

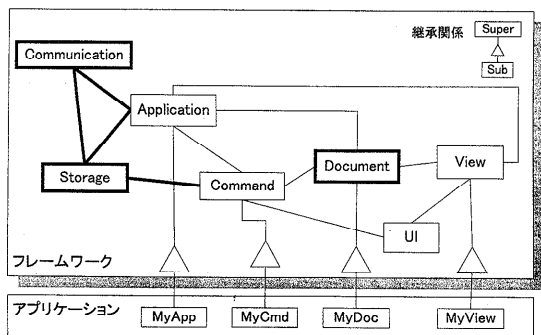


図 4 動作モデルの概要

Fig. 4 Relationship among classes used by a programming model.

LACCO は、スタンドアロン型のアプリケーションの動作モデルと同様に、Application, Document, View, Command の各クラスを用いた動作モデルを採用している。すなわち、アプリケーションの作成は、これらのサブクラス〔図 4 の MyApp, MyCmd, MyDoc, MyView (UI も含む)〕を作成することに対応する。

Application クラスは、イベントのディスパッチなどアプリケーションの制御フローをカプセル化しており、アプリケーションはそのインスタンス (オブジェクト) を 1 つだけ持つ。Document クラスは、文書モデルをカプセル化し、View クラスはその表示やユーザとの対話をカプセル化する。Command クラスは、文書モデル (Document クラス) で定義されたデータ操作を用いたトランザクション (オブジェクトの生成、移動、属性の変更、削除など) をカプセル化している。ユーザインタフェース (UI クラスのオブジェクト) はユーザ操作を Command オブジェクトの生成に対応づける。

LACCO では、これらのクラスと連携して動作するオブジェクトクラスの実装に特徴がある。図 4 の Communication クラスと Storage クラスは、分散したアプリケーション間で生じる非同期メッセージによる並行アクセス、アクセス制御、一貫性制御を、Command クラスとともに、分散マルチメディアフレームワークの実装に隠蔽する。

非同期メッセージ処理：Communication クラスのオブジェクトはアプリケーションの実行時に 1 つだけ生成され、グループ通信機能 (IP Multicast, T.120, GAPI⁸⁾, etc.) を用いた非同期メッセージ処理のインタフェースを持つ。Communication オブジェクトの送信 API は Command オブジェクトがその生成スコープから抜けるときにデストラクタ (オブジェクトの消

去時に自動的に呼ばれる手続き) の中から呼び出され、その Command オブジェクトをネットワーク上に送信する。Communication オブジェクトの送信 API はメッセージの送信後はただちに制御が戻るのも、ユーザの次の要求を処理できる。このようにユーザ間で操作権の授受を行うような同期制御を必要としないために、ユーザは好きなときに操作ができる。一方、ユーザの操作中に受信側の Communication オブジェクトの受信 API が呼び出され、Command オブジェクトを受信すると、トランザクションとして実行し、今度はデストラクタによって単に消去される。また、マルチキャスト通信がどのクライアントでも Command オブジェクトの到着順序の一貫性を保証しているのも、送信中のユーザ操作と受信中のユーザ操作との間での競合は起きない。このような Command オブジェクトの送・受信時および、消去時の非対称動作をあらかじめフレームワーク内の基底クラスに実装することで、非同期メッセージ処理とその並行動作の複雑さを隠蔽している。

アクセス制御：Command オブジェクトが UI オブジェクトを介して生成されることを利用して、LACCO はアクセス権の有無に従って UI オブジェクトの活性状態を制御する。その制御の状態は Document オブジェクトが保存し、View オブジェクトに指示を出す。

一貫性制御：Command オブジェクトが、Storage オブジェクトと連携して、トランザクションのログ、実行結果の一貫性保証をサポートする。Storage クラスのオブジェクトは、OS が有する永続機能とのインタフェースを持つ。Storage オブジェクトは、Communication オブジェクトが Command オブジェクトを受信し、トランザクションを実行した結果を永続記憶に反映させる。また、Storage オブジェクトは共有文書を構造化して保存するので、5.2 節の文書モデルの部分単位でのトランザクション機能を持つ。このように、Storage クラスのオブジェクトと Command オブジェクトの連携により、文書の保存操作 (一貫性の維持操作) をユーザがする必要はない。なお、トランザクション単位でのアンドウのインタフェースも用意している。

以上の実装により、アプリケーション側では、Command クラスのすべてのサブクラス (例：図 4 の MyCmd) に、アプリケーション固有のトランザクションを定義するだけでよい。このような実装方式によって、従来のスタンドアロン型の応用フレームワークを用いた開発方法と同様な作業量で、非同期メッセージ処理、トランザクション、永続記憶を用いた一貫性制御機能

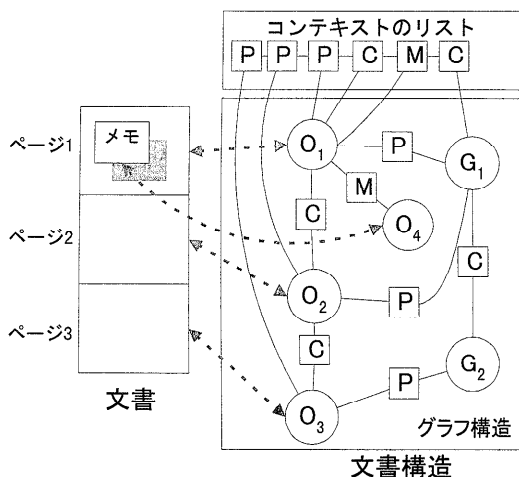


図5 Lacco 文書モデルのグラフ構造

Fig. 5 Lacco document model.

を持つ分散マルチメディアアプリケーションを作成できる。

5.2 文書モデル

LACCOでは、3章で述べた協同作成文書向けコンテナアプリケーションの文書モデルをコンポーネント間の関係を管理する図5のようなグラフ構造で定義し、5.1節の動作モデル内のDocumentクラスに対応づけた。

図5は、3枚のページ O_1 , O_2 , O_3 からなる文書において、ページ O_1 に O_4 というメモが添付されており、グループ G_1 のメンバはページ O_1 , O_2 をグループ G_2 のメンバがページ O_3 に書き込める状態を表している。このグラフ構造は、コンポーネント（ノード： O_i , G_i ）間のリンクにコンテキスト（P, C, M）と呼ばれるリンク属性を付与する構造が特徴である。

文書モデルでは、コンテキストをキーに、グラフの中から同じリンク属性を持つコンポーネントのリストを取り出す操作を定義している。

この操作によって取り出されるコンテキストごとのリストは、コンポーネント間の関係を表すので、コンテキストごとに異なる文書モデルを表現できる。たとえば、文書の構造には、全体-部品関係を表すコンテキスト C をキーにしたリストによって、ページ構造を取り出せる。また、各ページにマルチメディアデータを書き込むと、コンテキスト C を持つリンクで関連づけられる。コンテキスト M をキーにして取り出したリストは、リンク元のコンポーネントに対するメモとしてリンク先のコンポーネントがリンクされている構造を示す。コンテキスト P がついているコンポーネント間の関係は、リンク元のコンポーネントに対す

るアクセス権をリンク先のコンポーネント G_i によって決定されることを意味する。

LACCOの実装においては、このコンテキストのインタフェースを定めることによって、アプリケーション定義のコンテキストを図5のコンテキストリストに追加できる。その結果、実行時にアプリケーションを介してユーザがコンポーネント間の関係を動的に追加定義できる。

また、アプリケーション定義のコンテキストは、コンポーネントの文書モデルやビューのインタフェースを呼び出すことで、リンク元とリンク先のコンポーネントの表示方法を制御できる。たとえば、ページ O_1 に付与されたメモ O_4 を一度参照すると、次からは表示しないコンテキスト M' をアプリケーションで定義できる。すなわち、コンテキスト M' の機能として、 O_1 から O_4 へのリンクを辿られたかどうかを記録しておき、一度でも辿られた場合には、 O_4 を表示しないように作ることができる。

このようなアプリケーション定義のコンテキストは、実行時にロードして、追加できる。コンテキストをアプリケーションに動的に追加するために、複数の異なるコンテキストを管理するリスト構造とその操作を、5.1節のDocumentクラス（文書モデル）のインタフェースに追加している。

これらの文書モデルをDocumentクラスのインタフェースとして実現したモデルをLacco文書モデルと呼ぶ。Lacco文書モデルでは、コンテキストによってコンポーネント間の関係構造の定義とそれを用いた機能拡張を動的に行える。たとえば、ページ O_1 をグループ G_1 のみにアクセスできるようにするには、コンテキスト P で、ページ O_1 とグループ G_1 をリンクする。一方、コンテキスト P はページ O_1 のビューを介してユーザインタフェースからのコマンドの発行をアクセス権に基づいて定義されているとする。その結果、ページに対する操作はある特定のグループ G_1 に行きえないようになる。

また、Lacco文書モデルに基づく応用フレームワークでは、アプリケーション固有の文書構造を以下のように定義できる。まず、Documentクラス（基底クラス）で定義しているグラフ構造のノードを登録するインタフェースをDocumentクラスのサブクラスでオーバーライドする。オーバーライドしたインタフェースの中で、アプリケーションに固有のコンポーネントを生成し、それを返す。返されたコンポーネントを応用フレームワークはグラフ構造のノードに対応づけるので、アプリケーション定義のコンポーネントをノード



図 6 マルチメディアグループ学習ソフトの画面例

Fig. 6 An example of the graphical user-interface of the multimedia group learning system.

とする文書構造を管理できる。

LACCO は、5.1 節の動作モデルと 5.2 節の文書モデルに基づき、C++ と Microsoft 社の MFC を用いて、約 50 個のクラスから構成されている。

6. 実験に基づく評価

マルチメディアグループ学習ソフトの遠隔グループ学習実験による機能評価と、各機能の実現に対する LACCO の有効性について述べる。

6.1 マルチメディアグループ学習ソフト

マルチメディアグループ学習ソフトは、3 章で述べたホームページレイアウトデザイン学習を支援するために開発した。マルチメディアグループ学習ソフトは、図 6 のようなユーザインタフェースを持ち、複数のページに対して各ユーザが自分のページに描画部品、OLE オブジェクト部品を自由にレイアウトできる。

このアプリケーションは、LACCO を用いることにより、以下の機能を標準的にサポートする。

- (1) 図 6 のアクセスリスト上で、各生徒やグループへのページ割当て、アクセス権の付与が可能。また、これらの組合せの動的な変更が可能。
- (2) 各生徒や先生は、図 6 のページリストで参照ページを切り替えて、自分以外の作品をリアルタイムに閲覧可能。また、先生は各ページに対して書き込めるので、生徒の作品に対してコメントや、論評が可能。
- (3) ホームページデザイン画面には、レイヤ（アクセス権付きの透明なシート）を付けられるので、コメントしたり、作品への書込みと自分の書込

みを容易に区別可能。

- (4) ユーザ操作の結果の参加者へのリアルタイムな伝播、および、永続的な保存機能。

6.2 実験とその評価

NEC 社内の要員教育コース^{*}の 1 つであるホームページレイアウトデザイン講習で、グループ学習を支援するシステムとして 6.1 節のマルチメディアグループ学習ソフトを用いて、遠隔グループ教育実験を行った。

本実験の目的は、複数の拠点間で要員教育コースを同時に開催するグループ学習を支援するマルチメディアグループ学習ソフトの有用性の評価である。また、マルチメディアグループ学習ソフトの機能（6.1 節の 4 機能）の開発に対して、分散マルチメディアフレームワークの有効性についても論じる。

(1) アプリケーションの有用性評価

実験環境は、東京と大阪の各教室内をイーサネットの LAN で、教室間を ATM 網（NTT のマルチメディア通信協同利用実験の一環で利用）で接続し、IP ネットワークを構築した。そのうえで、独自のマルチキャスト通信用サーバに、各クライアントが接続する構成である。なお、通信サーバは IP Multicast ネットワークに置き換えれば必要ない。また、本システムを当社のマルチメディア会議システム PC-Mermaid⁹⁾ 上で動作させる場合には、PC-Mermaid の会議サーバと置換できる。

^{*} 社内の教育コース：応募資格は全社員にあり、研究者や技術者だけではない。実際、参加者は営業の社員が 2/3 を占めていた。

表 1 マルチメディアグループ学習ソフトと LACCO の機能分担とそのコード量の比率

Table 1 Proportion of the line count of the application to that of the LACCO for each of 4 functionalities of the group learning system.

AP の機能	AP 側のコード (コード量の比率)	LACCO 側のコード (コード量の比率)
6.1 (1)	ページクラスの実装 (1%)	ページ単位のユーザリストとアクセス権の制御 (99%)
6.1 (2)	図 6 のページリストの表示と操作の実装 (5%)	選択されたページの表示制御 (95%)
6.1 (3)	レイヤクラスの実装とその生成 UI の実装 (0.20%)	ページごとのレイヤ管理と重ね合わせ表示制御 (99.8%)
6.1 (4)	ユーザ操作 UI とトランザクション定義部分の実装 (10%)	トランザクションの受信制御, 実行制御, 更新結果の保存機能 (90%)

実験は 2 回行い、合計で 21 人のユーザから 6.1 節の 4 機能に関するアンケート結果を収集した。その結果、他人の作品も簡単に閲覧できること、先生から個別にアドバイスを受けられるなどの作業状態の動的な切替え機能に関して、95%のユーザが便利であると評価した。また、他人の作品へのコメント機能と修正機能に関しては、役に立つと回答した利用者は 76%いたが、実際に利用したのは 57%であった。これらの結果は、他人の作品を気軽に閲覧しても、他人の作品に手を入れるには心理的抵抗があることを表している。

一方、問題点としては、分散マルチメディアアプリケーションに特有なユーザインタフェース (UI) に対する支援不足があげられた。たとえば、全作品一覧の縮小表示で進捗をリアルタイムに把握できるようにし、一覧表示で指定した作品を別のウィンドウに拡大表示するような UI が考えられる。

また、性能面では同時に書き込むユーザの人数の増加にともない、マルチキャスト通信サーバの応答性能が下がることがあった。この問題に対しては、複数のマルチキャスト通信サーバを多段に接続し、負荷を分散する方法を検討している。

(2) 分散マルチメディアフレームワークの有効性評価

表 1 は、マルチメディアグループ学習ソフトの 4 つの機能の実装に対して、アプリケーション (AP) 側と LACCO 側とで、それぞれ機能全体に対する各コード量の比率を示している。表 1 のように、各機能の AP 側のコード量の比率はさきわめて小さい。これらのコードは、スタンドアロン AP として動作させる際に

も必要な機能である。したがって、表 1 は分散マルチメディアフレームワーク LACCO がスタンドアロン AP を開発するような容易さで、本グループ学習ソフトの開発を支援できたことを表している。

また、表 1 の AP 側コードは、いずれもフレームワーク側のクラスのサブクラスの実装である。したがって、本グループ学習ソフト以外のアプリケーションでも、5.1 節の動作モデル、5.2 節の文書モデルに準拠したアプリケーションであれば、同様に開発効率を向上させる効果がある。

6.3 関連技術

Lacco 文書モデルによるコンポーネントの汎用的な入れ物を提供することは、従来の関係データベースのスキーマ定義がデータの入れ物を提供する点で類似している。しかし、文書モデルを動的に変更できる点が、従来の関係データベースの技術とは異なる。オブジェクト指向データベース技術では、スキーマの動的変更を一部サポートするが、文書モデルの定義はアプリケーションごとに行わなければならない。また、オブジェクト指向データベース管理システムは、異なるシステム間でスキーマを再利用できないので、アプリケーションは対象としたオブジェクト指向データベース管理システムに依存してしまう。

オブジェクト指向データベース管理システムや関係データベースシステムは、分散マルチメディアフレームワークの Storage クラスの実装に用いる関係として位置づけられる。

複合文書技術を用いたグループウェアシステムの例には、TeamRooms¹⁰⁾、CBE¹¹⁾ などがある。これらのシステムは、ともに会議室の概念を実現している。会議室の中では、参加者との間で同期的にも非同期的にも協同作業ができること、利用できるツールを実行時に定義したり、作成した文書を保存しておくことができることに特徴がある。また、参加可能な会議室のリストや会議室の中では誰が現在、作業中であるかが分かるなどのユーザインタフェース上の特徴もある。

これに対して、分散マルチメディアフレームワークでは、これを用いたアプリケーションの文書によって会議室の概念を対応づけられる。たとえば、6.1 節のマルチメディアグループ学習ソフトの場合、1 つのレイアウトデザイン文書が会議室であり、OLE オブジェクトがツールに対応する。このように対応づけると、TeamRooms、CBE に対して、分散マルチメディアフレームワークを用いたアプリケーションでは会議室の中でのユーザごとの振舞いを状況に応じて柔軟に制御できる点が異なる。マルチメディアグループ学習ソフト

トの例では、1つのレイアウトデザイン文書の中で各生徒ごとの書込み専用ページを設定したり、一時的に生徒間で相互に書込み可能にしたりできる。

7. まとめと今後の課題

スタンドアロン型のデスクトップアプリケーションと同等の容易さで、分散マルチメディアアプリケーションを実装できる分散マルチメディアフレームワークの実現方法について述べた。また、本応用フレームワークを用いたマルチメディアグループ学習ソフトを試作し、遠隔グループ学習実験を行った結果について報告した。

本論文で述べた分散マルチメディアフレームワークの実装では、性能面について改善すべき点がある。また、遠隔グループ学習の観点からは、マルチメディアグループ学習ソフトウェアを井上らの研究¹²⁾を参考にユーザインタフェースの改良が必要である。さらに、モバイル環境や、サーバの障害など、間歇接続時においても、ローカルにも作業が続けられる分散型システム¹³⁾のための応用フレームワークについても取り組む予定である。

謝辞 本研究の機会を与えてくださったC&Cメディア研究所の阪田統括部長、古関部長、遠隔グループ教育実験にご協力いただいた加藤主任研究員に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Booch, G.: *Object-Oriented Analysis and Design with Applications*, 2nd Ed. (Booch法: オブジェクト指向分析と設計), アジソン・ウェスレイ・ジャパン (1995).
- 2) Gamma, E., et al.: *Design Patterns* (デザインパターン), ソフトバンク (1995).
- 3) Microsoft: *Programming with MFC* (プログラミング MFC), Microsoft Press (1996).
- 4) Wilson, D.A., et al.: *Programming with MacApp*, Addison-Wesley (1990).
- 5) Tanenbaum, A.S.: *Modern Operating Systems* (OSの基礎と応用), トッパン (1995).
- 6) Bacon, J.: *Concurrent Systems* (並行分散システム), トッパン (1996).
- 7) 田淵, 大泉: 分散マルチメディア文書同時共有ミドルウェアのグループ学習への応用, 情報処理学会研究会資料, GW-17-4 (1996).
- 8) 倉島, 市村, 前野: Win32版グループウェアAPI (GAPI)の実装, 第52回情報処理学会全国大会論文集, 2X-6 (1996).
- 9) 阿部, 前野, 阪田: マルチメディア分散在席会議システムMERMAIDを利用したグループアプリケーションの分散協調制御方式の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.34, No.6 (1993).
- 10) Roseman, M. and Greeberg, S.: *TeamRooms: Network Places for Collaboration*, *ACM Conference on CSCW*, ACM Press (1996).
- 11) Lee, J., Prakash, A., Jaeger, T. and Wu, G.: Supporting multi-user, multi-applet workspaces in CBE, *ACM Conference on CSCW*, ACM Press (1996).
- 12) 井上, 由比蘭, 宗森, 長澤: 遠隔授業支援システムの開発と検討, 情報処理学会 DiCoMo ワークショップ論文集, pp.425-430 (July 1997).
- 13) 滝沢: モバイルデータベースシステム, 電子情報通信学会誌, Vol.80, No.4, pp.331-337 (1997).
- 14) Ellis, C., Gibbs, S.J. and Rein, G.: Design and use of a group editor, Technical Report, #STP-263-88 (Sep. 1988).
- 15) Greenberg, S. and Bohnet, R.: GroupSketch: A multi-user sketchpad for geographically-distributed small groups, *Proc. Graphics Interface '91* (June 1991).
- 16) Roseman, M. and Greenberg, S.: GroupKit: A Groupware Toolkit for Building Real-Time Conferencing Applications, Technical Report #Research Report, Department of Computer Science, University of Calgary (Mar. 1992).

(平成 10 年 3 月 3 日受付)

(平成 10 年 9 月 7 日採録)



田淵 仁浩 (正会員)

1987 年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。1993 年同大大学院理工学研究科電気工学専攻博士後期過程修了。1989～1993 年同大学情報科学研究教育センター助手。1993 年日本電気(株)入社。以来、ハイパーメディアシステム、グループウェアシステムなどマルチメディア応用の研究・開発に従事。現在、C&Cメディア研究所マルチメディアミドルウェア TG 主任。博士(工学)。1988 年本学会第 35 回全国大会学術奨励賞受賞。1994 年本学会平成 6 年度山下記念研究賞受賞。電子情報通信学会会員。



鮎川健一郎（正会員）

1994 年東京大学工学部電子工学科卒業。1996 年同大学院修士課程修了。同年、日本電気（株）入社。グループウェアシステムの研究・開発に従事。現在、C&C メディア研

究所に勤務。



伊藤 文子

1984 年東海大学短期大学部電気通信工学科卒業。同年、日本電気（株）入社。以来、ユーザインタフェース、マルチメディアシステムの研究・開発に従事。現在、C&C メディア研

究所に勤務。



前野 和俊（正会員）

1958 年生。1980 年東京理科大学理工学部情報学科卒業。1982 年同大学院修士課程修了。同年、日本電気（株）入社。以来、C&C システム研究所にてコミュニケーションネッ

トワークアーキテクチャ、高速マルチメディア LAN、マルチポイントテレコンファレンスシステム、マルチメディア分散会議システム、モバイルコンピューティングをはじめとするグループウェアに関する研究・開発に従事。現在、C&C メディア研究所マルチメディアミドルウェア TG 研究マネージャ、電子情報通信学会会員。