

## 異機種分散環境における 伝言システムの実装

伊藤昭典、亀山三穂、吉田誠  
(株) 沖テクノシステムズラボラトリ  
名古屋市千種区内山3-8-10

あらまし

ネットワークの普及によって各計算機が相互に結合され、資源の共有化が進み、使いやすい利用環境になってきた。我々は、パーソナルコンピュータやワークステーションをネットワーク OSで接続した異機種分散ネットワーク上に伝言システムを実装した。本システムは分散アプリケーションのモデルとして Lindaのメモリモデルを応用した。Lindaのメモリモデルは、タブル空間と呼ばれる共有メモリとそれにアクセスするための入出力命令からなる。このモデルを用いて異機種クライアント同士の伝言通知機能を実現した。本稿では、実装した伝言システムの概要を述べ、更に発展形としての異機種分散環境における共有ウインドウをベースとした協調作業支援システムの提案を行なう。

和文キーワード 異機種分散環境 ネットワーク OS LANマネージャ Linda グループウェア 共有ウインドウ

## Implementation of Bulletin Board System in Heterogeneous Distributed Environment

Akinori Ito, Miho Kameyama, Makoto Yoshida  
OKI Technosystems Laboratory, Inc.  
3-8-10, Uchiyama, Chikusa-ku, Nagoya 464, Japan

Abstract

Network operating systems, which connect heterogeneous computers and provide a uniform environment in networks, are getting popular in recent days. Also, there are increasing requirements of distributed applications which work on these environment. This paper presents the implementation of distributed application, the Bulletin Board System, in heterogeneous environment. As a framework of our system, LAN Manager and Linda model are adapted. Furthermore, as an extension of our system, the window system which is identically shared to all clients in the network, and works as an advanced CSCW system, is proposed.

英文 key words Heterogeneous Distributed Environment, Network OS, LAN Manager, Linda, Groupware, Shared Window

## 1 はじめに

最近の計算機システムは、ますます高性能化、大容量化の傾向にあり、価格的にも身近なものになってきた。この結果、利用分野は科学技術分野、事務処理分野に限らず、様々な分野へ拡大されている。またネットワークの普及によって各計算機が相互に結合され、資源の共有化が進み、使いやすい利用環境になってきた。中でもネットワーク OS の普及によるパーソナルコンピュータ等のネットワーク化はオフィスの作業環境を大きく変えるほどのインパクトを持つ。現在加速度的に伸びているネットワーク OS の出荷本数は1994年度には6万本を超えると予想されている[1]。ネットワーク OS は、MS-DOS、OS/2 のパーソナルコンピュータのみならず、UNIXワークステーションをも含んだ異機種分散環境を提供する。

このような状況から、今後の分散アプリケーションの開発においてはこのような異機種分散環境をサポートすることが重要となる。

ところで、ネットワーク上の共有データをアクセスしたり、並列処理によって高速化するためには、ネットワークを介して複数のコンピュータ上で相互に協調して動作する分散ソフトウェア技術が必要になる。Lindaはこのような必要性から生まれた分散並列処理ソフトウェア技術の中の一つである[2][3]。

我々は、LANマネージャをネットワーク OS として用いた異機種接続ネットワーク上に、Lindaモデルの分散システムとしての側面を応用して伝言システム「のり」を開発した[4]。

「のり」は、通知したいメッセージを共通の伝言ボードに貼り付ける、剥す、そして誰もが参照できる、といった日常的なイメージをネットワーク上で実現している。

一方、組織における種々の活動の基本はグループワークであり、オフィスに普及しているパーソナルコンピュータなどによる分散環境で運用できるコストパフォーマンスの高いグループウェアが必要とされている。本論文ではさらに、LANマネージャを分散プラットフォームとして用いた共有ウィンドウをベースとした協調作業支援システムへ向けての展開を述べる。

## 2 異機種分散環境

近年はダウンサイジングが大きな潮流となっており、今後はネットワーク OS でパーソナルコンピュ

ータワークステーションを接続した形態が一般的になると予想される[5]。このような異なるアーキテクチャのマシンを相互接続した分散環境を異機種分散環境と呼ぶ。

「のり」は異機種分散環境におけるクライアント/サーバモデルによる分散アプリケーションである。対象としたサーバマシンはUNIXワークステーション (OKIstation7300)、クライアントマシンはMS OS/2 およびMS-DOS パーソナルコンピュータ (OKI if486VXまたはOKI if386AX) である。

本アプリケーションでは通信のプラットフォームとして、ネットワーク OS の一つであるLANマネージャを用いる[6]。LANマネージャはX/OpenのCAE Specificationとして規定されるネットワークプログラミングインタフェースを提供しており[7]、このアプリケーションインタフェースを用いれば、UNIX、OS/2、MS-DOSの異なるアーキテクチャにおいてプログラミングを統一することが可能となる。

図2-1に異機種分散環境の例を示す。

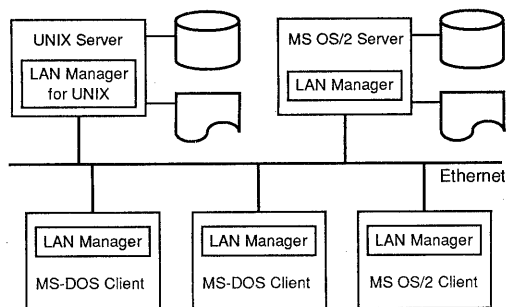


図2-1 異機種分散環境

## 3 分散モデルLinda

分散モデルとしてのLindaは、大きく分けて二つの意味を持つ。一つはメモリモデルとしてのLindaであり、もう一つは各種の基礎言語 (C、C++、Fortran、Lispなど) にLindaの操作を組み込むことによって作られる並列処理言語Lindaである。今回開発した分散アプリケーション「のり」では、前者のLindaのメモリモデルの概念を使用した。

### 3.1 Lindaのメモリモデル

Lindaのメモリモデルは、「タプル空間 (Tuple Space)」と呼ぶ仮想的な共有メモリとそのメモリを操

作するいくつかの命令からなる。タプル空間は、その要素である論理的なタプルの集まりでできている。各プロセスは、タプルの生成、読みだし、削除によってデータを交換する。Lindaのメモリモデルを図3-1に示す。

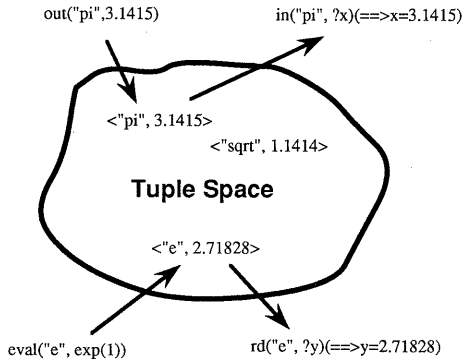


図3-1 Lindaのメモリモデル

### 3. 2 基本操作

Lindaのタプル空間操作には、out、in、rd、evalの四つの基本操作と、inp、rdpという二つの変形がある。ここでは今回ネットワーク上で実現した三つの基本操作out、in、rdについて説明する。

out(t)はタプルtをタプル空間に追加する。in(s)はテンプレート(形式)sに一致するタプルtがタプル空間にあれば取りだし、sの中の対応変数にtの中のデータ値を代入する。この時このタプルtはタプル空間から削除される。もしタプル空間にsに一致するタプルがなければ現れるまでそのプロセスは一時停止し、現れた時点で実行が再開される。rd(s)はin(s)と似ているが、異なるのは一致したタプルは除去されずにタプル空間に残ったままになる点である。

## 4 ネットワーク上でのLindaモデルの応用

ネットワークOSによって提供される異機種接続ネットワーク環境上にLindaモデルを応用した分散アプリケーション「のり」を実装した。ここでは、「のり」の概要および分散アプリケーションを構築する上でのネットワークOSの有効性について述べる。

### 4. 1 分散アプリケーション「のり」

ネットワーク上にLindaモデルを応用して実現した分散アプリケーション「のり」の概要を説明する。

Lindaモデルでは、誰でもが共通に利用できる空間(タプル空間)にアクセスでき、その空間へのデータの読み書きができる。このモデルを用いることにより、クライアントユーザ間の伝言通知機能、簡単なデータベースの構築/検索機能等の実現が可能である。図4-1に異機種分散環境でのLindaモデルを適用した図を示す。

「のり」は、Lindaモデルを異機種クライアント間の伝言通知機能に適用した例である。

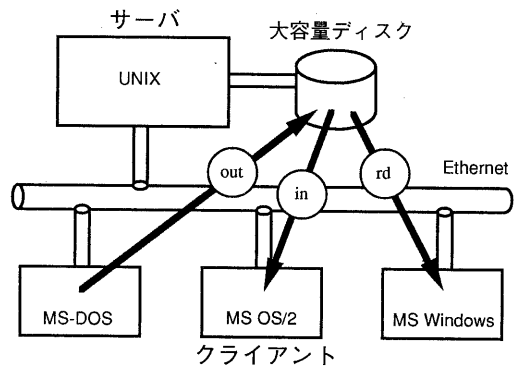


図4-1 異機種分散環境でのLindaモデル

#### 4. 1. 1 「のり」の機能

「のり」では、サーバ内のタプル空間を介することによってクライアント間のメッセージの送受信を実現する。

「のり」の提供する基本機能は以下の3つである。

- ・ out操作によるメッセージの登録
- ・ in操作によるメッセージの読みだし(読みだし後メッセージを削除)
- ・ rd操作によるメッセージの読みだし(読みだし後メッセージを削除せず)

これらの基本機能に付随して以下の補助機能を持つ。

- ・ 複数クライアントによる同時アクセスの排他制御
  - ・ サーバ上のタプル空間内のタプルー覧の表示
- クライアントAがクライアントBにメッセージを伝えようとする場合を例に上げて操作の流れを説明する。手順は次のようになる。

- Aはout操作によって、指定したサーバに向けて、Bに伝えたいメッセージを送る。この時メッセージと併せてキー名を送るが、これはA、B間で前もつ

で決めておくユニークな名前である。

- b. Bはin操作によって、指定したサーバに向けて、キー名を送る。
- c. サーバは、タプル空間からキー名と一致するタプルを探し、該当するタプルが保持しているメッセージをBへ返送する。返送後、このタプルをタプル空間から削除する。

#### 4. 1. 2 「のり」の特徴

「のり」は、通知したいメッセージを共通の伝言ボードに貼り付ける、剥す、そして誰もが参照できる、といった日常的なイメージをネットワーク上で実現することを目指したものである。このためには、利用者にとっての使いやすさが重要である。クライアントマシン (OS/2、MS Windows) にはウィンドウベースのインタフェースによる簡単な操作を実現した。図4-2に「のり」の概念図を示す。

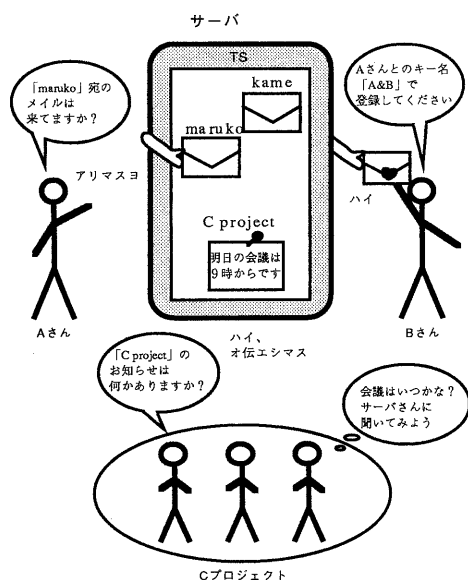


図4-2 Lindaモデルによる伝言機能

「のり」を実装面から見ると3つの特徴がある。

- (1) サーバをUNIXワークステーションとした点  
タプル空間の管理や入出力に関わる処理を処理能力の高いUNIXワークステーションに実行させることによって、クライアント側はユーザとのインタフェースに専念することが可能となり、廉価なパー

ソナルコンピュータを用いることが可能となる。システム全体で見れば、高度で廉価な分散システムが構築できる。また、UNIXワークステーションにはソフトウェアを開発するための環境が完備していることも重要である。

- (2) クライアント/サーバ間の通信に名前付きパイプを使用した点

名前付きパイプにアクセスする部分はクライアント、サーバ両方とも全てLANマネージャによって提供されるライブラリを使用した。この結果、クライアント側プログラム (OS/2、MS-DOS) はウィンドウインタフェースを除いて共通になっている。

- (3) タプル空間モニタを実装した点

サーバにはタプル空間の状況をわかりやすく表示するXウィンドウベースのモニタを実装している。タプル空間モニタはディスプレイにタプル空間の様子を常に表示しており、タプル空間内の各タプルに対してout、in、rd操作が行なわれる様子をリアルタイムに表示する。

#### 4. 2 評価

分散アプリケーションのモデルとしてLindaのメモリモデルを採用した。Lindaモデルのタプル空間をUNIXサーバに持たせ、クライアントをLindaモデルにおけるout/rd/in操作の発行者とした。この結果、サーバ上に作成された共有メモリはそのサーバと通信可能なLAN内のどのクライアントからでもアクセスできるメモリ空間となり、そのメモリ空間を介してクライアント間でメッセージをやり取りする機能を実現した。

クライアント/サーバ型システムでは、サーバ側に大きな負荷がかかる。特にクライアント数が増えるほど負荷の偏りは顕著になる。このような状況では、サーバにUNIXワークステーション、クライアントにパーソナルコンピュータを用いたことが、全体のスループットおよびコストパフォーマンスにおいて有効であることを確認した。

通信の手段としてLANマネージャの名前付きパイプを用いたことにより、通信に関わる部分を通信固有の専門知識が必要とされず、簡潔に記述できた。その結果、見通しの良いプログラムにすることができ、さらに開発コストを低く押えることができた。

サーバのUNIXはSVR4であるが、LANマネージャのライブラリを使ったために、通信に関わる TLI やソ

ケットといったUNIXに依存するインタフェース部分が吸収されている。よって、LANマネージャサーバが搭載されていれば、BSD系などの他のUNIXやOS/2への移植は容易である。

以上からLANマネージャを通信ソフトウェアのプラットフォームとして用いることは、ソフトウェアの簡潔さ、開発コスト、移植性の面から有効であることが確認された。

反面、通信に高レベルのインタフェースを用いることは、NetBIOSなどの低レベルのインタフェースをアプリケーションから直接用いるのに比べて、オーバーヘッドの増加を招くことが予想される。分散アプリケーションの開発において、名前付きパイプを用いるかどうかの判断はアプリケーションの要求仕様の十分な検討とオーバーヘッドの詳細な調査が必要であるが、名前付きパイプを使うことによるメリットは非常に大きい。

## 5 異機種分散協調活動支援へ向けての展開

異機種分散環境の重要性に着目して分散アプリケーション「のり」を開発した。本章では「のり」の発展形として、異機種分散環境における更に実用性を高めたグループウェアとしてのシステムを提案する。

### 5.1 背景

組織における我々の活動の基本はグループワーク

である。例えば以下のような例が上げられる。

- ・ 技術文書の共同執筆とレビュー
- ・ 事業計画の立案と決定
- ・ ソフトウェアの開発

これらは規模の差はあるもののみな複数の人々の協力により行なわれるグループワークであり、これらグループワークを支援するグループウェアが必要とされる[8][9][10]。

一方、テレビ会議システムなど即時性に重点をおいた支援システムでは全員を同一時刻に拘束する必要があるが、フレックスタイム制の導入など勤務形態の柔軟化によりそれは難しくなってきた。よって即時性および非即時性の両方を兼ね備えたシステムが必要とされる。そこで、共有ウインドウをベースにしたディスカッション支援システムを提案する。

### 5.2 システムの概要

本システムは分散環境のパーソナルコンピュータおよびワークステーション上に実現した共有ウインドウへ、各自がテキストや図形を任意の位置に張り付けたり剥したりする手段を提供する。各自が思い付くままにキーワード等を出して貼っていき、それらを分類整理していくことによって考えをまとめることができる。また他の人の書き込んだものを見ながらイメージを膨らませることができる。

共有ウインドウに対する操作はリアルタイムに各自のウインドウに反映されるが、サーバに状態が保

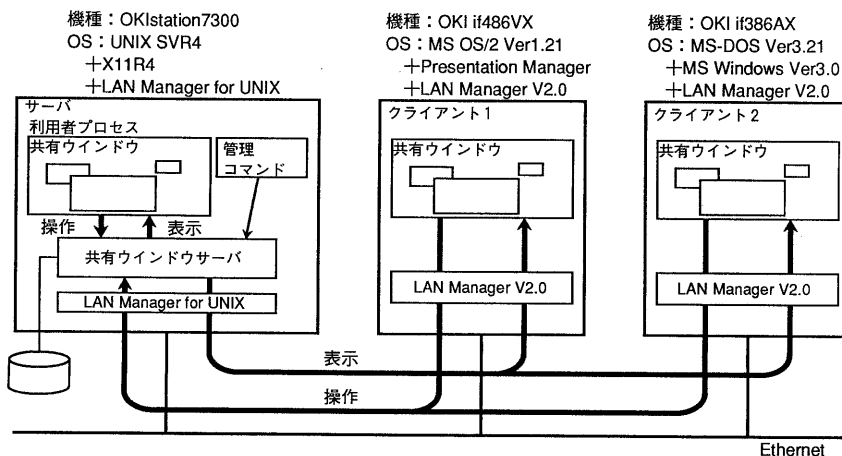


図5-1 システム概念図

持されているので、後から都合のよいときにサーバに接続して見ることも可能である。これにより、ラベル作り、グループ編成、図解化などのKJ法による高度なブレインストーミングを時間に拘束されずに行うことを可能とする[11]。図5-1に概念図を示す。

### 5. 2. 1 主要機能

本システムでは以下の機能を提供する。

#### (1) 異機種分散環境での共有ウインドウの実現

グループメンバ全員が同一のウインドウを共有する。ウインドウは各クライアントとサーバにも表示する。サーバはUNIX+Xウインドウであるので、LANマネージャサーバとして使用していない他のUNIXワークステーションからも参加できるようになる。

共有ウインドウの状態はサーバに常に保持しておく、都合の良いときにサーバに接続して見ることを可能にする。

#### (2) 共有ウインドウへのオブジェクトの貼り付け、移動、削除

オブジェクトとして、文字、イメージ、図形（直線、矢印、フリーハンド線、丸、四角等）を用意し、任意の位置に張り付けることを可能とする。張り付けられたオブジェクトは移動、削除を可能とする。

#### (3) オブジェクトの階層構造のサポート

オブジェクトが重なったときの上下関係を管理する。

#### (4) オブジェクト操作の履歴の取得

誰がどのようなオブジェクトの操作をしたかの履歴を取得する。

図5-2に共有ウインドウの表示例を示す。

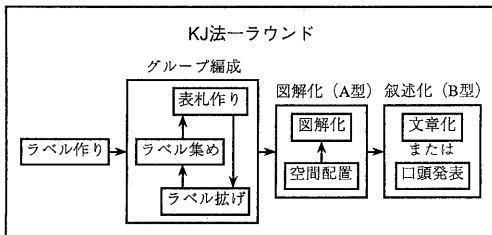


図5-2 共有ウインドウ上のオブジェクト貼り付け例

### 5. 2. 2 課題

実装するにあたって、更に検討を要する課題を示す。

#### (1) オブジェクト操作の競合制御方式

各メンバが勝手にオブジェクトを操作すると図5-3に示すような操作の競合が生じるが、その競合をいかに協調的に制御するか、言い替えれば利用者にとっていかに自然で違和感のない方法で制御するかということは、操作性に重大な影響を与える。

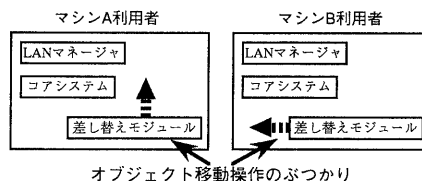


図5-3 オブジェクト操作の競合

#### (2) オブジェクト操作に対する参加者の合意形成

多数決によって物事を決定する、他の人が行なったことの取消を要求する、あるいは予め自分の考えを提案をして他者の同意を求めるといったことは通常のディスカッションでは普通にかかることである。これらの概念を導入することは使い物になるシステムにする上で必須であろう。

### 6 おわりに

本論文では、初めに異機種接続ネットワーク上に構築した分散アプリケーション「のり」について述べた。

ここでは、分散アプリケーションのモデルとしてLindaモデルを採用し、UNIXワークステーションにLindaモデルのタブル空間を持たせ、クライアントパーソナルコンピュータをLindaモデルにおけるout/in操作の発行者とした。

次に異機種分散環境における更に実用性を高めたグループウェアとしてのシステムを提案し、最後に実現に向けての課題を示した。

### 参考文献

- [1] 「データ&チャート LAN」, 日経エレクトロニクス, No.557, pp. 150, 1992
- [2] Nicholas Carriero and David Gelernter, 「How to Write Parallel Programs」, The MIT Press, 1990
- [3] 「C-Linda Reference Manual」, Scientific Computing Associates, Inc., 1989

- [4] 亀山三穂他, 「LANマネージャを利用した分散アプリケーション ～Lindaモデルの実現とその応用～」, 情報処理学会 第45回全国大会, 1992
- [5] 上原政二, 「異機種接続とPC NET絵とき読本」, オーム社, 1991
- [6] Ralph Ryan, 「LANマネージャ プログラマーズブック」, アスキー出版局, 1991
- [7] 「X/Open CAE Specification IPC Mechanisms for SMB」, X/Open Company Ltd., 1991
- [8] 石井裕, 「グループウェアのデザイン」, bit, Vol.23, No.3, pp. 273-283, 共立出版, 1991
- [9] 垂水浩幸, 「グループウェアのソフトウェア開発への応用」, 情報処理学会誌, Vol.33, No.1, pp. 22-31, 1992
- [10] 阪田史郎, 「グループウェアの実現技術」, SRCハンドブック, 1992
- [11] 川喜田二郎, 「KJ法」, 中央公論社, 1986