

インタラクティブな分散グループウェアの 基盤となる情報共有機構の設計と実現

中島一彰[†]、早川栄一[†]、並木美太郎[†]、高橋延匡[‡]

[†]東京農工大学 工学部

[‡]拓殖大学 工学部

1. はじめに

数人が同時に利用するインタラクティブな協調作業を対象としたグループウェアでは、作業の対象をひとりのユーザが占有するインタフェースは向かない。グループウェアは情報を分散管理することで、ユーザインタフェースの応答性を確保することが多い。しかし、作業の対象を占有しない環境の下で、分散共有された情報の一貫性をアプリケーションが確保するには複雑な機構が必要になる。

そこで、情報共有機構「SAGIRI(狭霧)」を開発した。分散計算機での情報の一貫性を確保し、さらに、同時操作の混乱から復帰するための共有情報を利用したアンドゥ処理と、操作履歴を活用した協調作業支援の基盤を提供する。

2. 設計方針

対象となる作業形態は、ブレインストーミングおよびKJ法などの、オブジェクトを配置して操作をする協調作業環境である。共有情報の管理機構として、次の設計方針を立てた。

(1) イベント情報を分散共有する

アプリケーションは共有すべき情報および操作情報をイベントオブジェクトとして作成し、情報共有機構に登録する。情報共有機構に登録された情報を分散共有し、操作イベントとしてアプリケーションへ通知する。

(2) 実行順序の一貫性を保証する

分散している計算機で作成されたイベントオブジェクトの実行順序の一貫性を制御することで、分散共有している情報の一貫性を保証する。作業対象を占有する必要がなくなる。

(3) すべての操作イベントを蓄積する

操作イベントとして分散共有された情報をすべて蓄積する。グループ作業で行われた作業履歴を完全に保存することで、発想の過程として蓄積された作業の過程を、再び発想へのフィードバックとして利用することを可能にする。また、操作イベントの逆操作を可能にすることで同時操作が発生した場合のアンドゥ処理が保証される。

3. 設計

3.1 一貫性制御機構の概要

分散グループウェアはそれぞれの計算機で自立して動作し、情報の分散共有と同期制御で協調作業を可能にする。「SAGIRI」では情報をアクセスする操作イベントのレベルで一貫性を保証する。発想活動支援のような操作が多いグループウェアシステムでは、共有情報に対する操作イベントの数が多いため、操作イベントのレベルで一貫性を保証する方式が適している。操作イベントの実行順序一貫性は、いずれかの計算機を一時サーバとして一元的に管理することで保証する。

3.2 情報オブジェクトの共有

オブジェクトの作成を操作履歴の対象にするために、文字列や手書き情報などが格納される情報オブジェクトの共有は、オブジェクトの転送と共有操作の二つのプロセスに分離する。

3.3 操作オブジェクトの共有プロセス

操作はすべて操作オブジェクトと呼ばれるデータとして扱われる。図1に共有プロセスを示す。各計算機で作成された操作オブジェクトは、ネットワーク上で配送され、一時的に共有される。このときに一時的な操作バッファに格納される。一時サーバでは、操作オブジェクトを受け取り次第、即座に操作実行シグナルを発効する。各計算機は、順序制御シグナルを受け取り、キューバッファに格納する。キューバッファ内にあるもっとも古い順序制御シグナルと操作オブジェクトがそろったら、操作オブジェクトを操作実行部へ渡す。

A Design and Implementation of a Shared Data Management Mechanism for Distributed Groupware System with Interactive User Interfaces

Nakajima Kazuaki[†], Eiichi Hayakawa[†],
Mitarou Namiki[†] and Nobumasa Takahashi[‡]

[†]Tokyo University of Agriculture and Technology,
184-8588 Japan

[‡]Takusyoku University, 193-8585 Japan

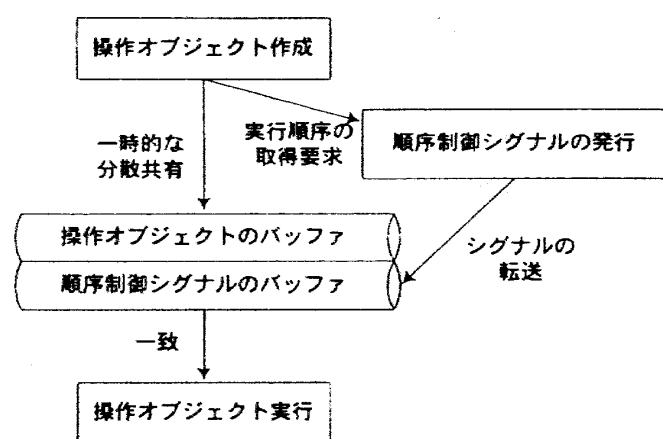


図1 操作オブジェクトの共有プロセス

3.4 同時操作の処理

操作対象をユーザが占有しないので、複数のユーザが同時に操作する可能性がある。その場合、後に実行される予定の操作がキャンセルされることがある。操作オブジェクトには操作対象のオブジェクトの状態が格納されており、実行時に操作対象の状態と比較し、一致した場合に実行し、一致しなかった場合には実行をキャンセルする。実行が成功したらアンドゥ操作可能フラグを立てる。同時操作があった場合には、先に実行される操作が優先されるのは、状態を前に戻すアンドゥ操作を可能にするためである。

4. 実現

4.1 実現環境

実現に使用した環境は次のとおりである。オペレーティングシステムは「OS/omicon V4¹⁾」、ネットワークは 10Mbps のイーサネット、計算機は Pentium200MHz の PC-AT 互換機である。

4.2 アプリケーションの実装

アプリケーションとして「分散手書き KJ 法システム²⁾」を実装した。その結果、ソースコードのおよそ 4 割を占めていた情報共有機構をアプリケーションから分離することができた。なお、アンドゥ実行部は操作実行部のソースコードを 9 割流用できるので、アンドゥがあることで作成の手間が増えることはなかった。

4.3 性能評価

「SAGIRI」の一貫性制御を行って、操作が実行されるまでに必要な平均時間について測定した。一時サーバがある計算機で作成された操作オブジェクトを同計算機で実行した場合には

0.55ms であった。10Mbps の Ethernet で接続された計算機で作成した操作を同計算機で実行した場合には 8.1ms であった。ネットワークの遅延は往復でおよそ 7.6ms となった。10ms 以内の遅延ならユーザが違和感を感じることはほとんどないので、ローカルネットワークにおいては、十分な応答性である。

5. 遅延があるネットワークに対する考察

操作順序制御における一貫性制御で問題になるのは、ワイドエリアネットワークで生じ得る遅延への対応である。遅延が発生した場合の問題は、(1)それぞれの計算機で操作が実行される時間が異なること、(2)操作をしたユーザへの視覚的なフィードバックが遅れることである。

遅延が大きい計算機では、操作と実行に時間差があるので、その間にほかの計算機の操作が実行されることがあり得る。すると、同時操作による衝突が発生しやすくなり、遅延が大きい計算機の操作がキャンセルされる可能性が高くなる。発言要求を示すインタフェースを設ける必要がある。

(2)に関しては、ユーザに対してフラストレーションを与えることが問題である。これには、操作履歴を活用して対応できる。操作をユーザの計算機だけで仮に実行しておき、その後到着する操作順序のシグナルと比較し、違った場合には、仮に実行しておいた操作をアンドゥすることで、一貫性を保証することができる。

6. おわりに

本報告では、操作対象を占有しない協調作業への情報共有機構「SAGIRI」について述べた。今後の課題は、ワイドエリアネットワークでの実験的評価と、他のアプリケーションの実装である。

謝辞

本研究は科学研究費基盤研究(A)(2)09358004により行われた。

参考文献

- 1) Hayakawa, E., Namiki, M. and Takahashi, N.: Basic Design of SHOSHI Operating System that Supports Handwriting Interfaces, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.12, pp.2590-2601 (1994).
- 2) 中島、早川、並木、高橋: 分散環境における発想支援のためのリアルタイム手書き協調作業システムの設計と実現, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.12, pp.2617-2629 (1997).