

クライアントの特性に基づく分散仮想空間の管理方式の提案

5N-9

- イベント順序の一貫性保証 - *

岡田 忠義、福岡 久雄、佐藤 文明、水野 忠則†

静岡大学 理工学研究科‡

1 はじめに

計算機ネットワークを用いて仮想的な三次元世界を複数ユーザで共有するシステムを分散仮想空間という。分散仮想空間はコンピュータの新しい使用形態として現在盛んな研究開発が行われている。分散仮想空間で提供されるサービスの形態として、学校授業における仮想実験のように参加者を実行者と見学者に分類できるものが存在する。仮想実験型サービスの場合、実行者は仮想世界のオブジェクトを操作するが、見学者はオブジェクトを操作しない。そのため実行者から見学者へは分散配置された仮想世界への更新指示が生じるが逆方向には発生せず、情報の流れが主に前者から後者へと偏っている。本稿では、仮想実験型サービスのこのような特徴を考慮した分散仮想空間の効率的な管理方式を提案する。

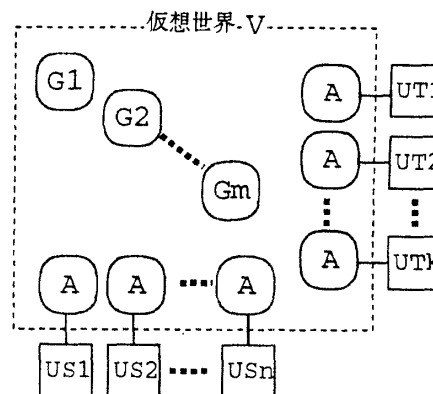


図 1: 仮想世界のモデル

2 想定するモデル

想定する仮想世界モデルを図1に示す。仮想空間のユーザを、実行ユーザ UT_1, \dots, UT_k と、見学ユーザ US_1, \dots, US_n に分類する。実行ユーザは仮想実験の実行者、見学ユーザは実験の見学者にあたる。 UT_i と US_i は仮想空間内に自身の分身オブジェクト A をもつ。また仮想空間には分身オブジェクト以外に、一般オブジェクト G_1, \dots, G_m が存在する。仮想世界は分身オブジェクトと一般オブジェクトの集合 V である。

図1のユーザは実際には地理的に分散したマシンから仮想世界にアクセスしており、処理の高速化のための仮想世界の複製をもっている。分散配置された複製間で一貫性管理が行われることによって、仮想世界はすべてのユーザに共有される。

これをモデル化したものを図2に示す。複製仮想世界 V_i はユーザ U_i の分身オブジェクトの視点からの画像をユーザにモニタする。ユーザは仮想世界への変更指示（イベント）を管理エンティティ E_i に送る。管理エンティティ E_i は他の管理エンティティと通信を行って他のユーザの複製仮想世界との一貫性をとりつつ、 V_i を変更する。ここで、図2中の U_i は実行ユーザと見学ユーザのいづ

れかであり、その特性を利用した複製管理方式を採用する。その詳細については次節でのべる。

3 複製仮想世界の一貫性管理

複製仮想世界の一貫性を保証するには、発生したイベントがすべてのユーザの複製仮想世界 V_i で正しい順序で実行されることが必要である。特に、複製仮想世界 V_i の状態変化をきめ細かく管理制御すべき応用では、イベントの全順序保証 [1] が必要となる。そのためには Birman らのアルゴリズム [2] を利用することができる。

一方、上述の仮想実験型サービスには、以下のような特性があり、そのシステム全体において全順序保証アルゴリズムを適用することは得策ではないと考える。

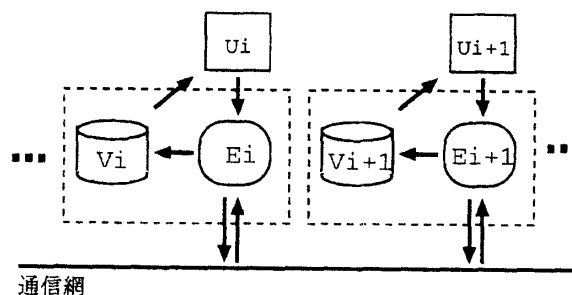


図 2: 分散仮想世界の実行モデル

* A Management Method of Distributed Virtual Space based on the characteristic of clients - Consistency of event order -

†Tadayoshi Okada, Hisao Fukuoka, Fumiaki Sato, Tadanori Mizuno

‡Shizuoka University

- 実行ユーザ UT_i は任意の一般オブジェクトを操作できるが、見学ユーザ US_i には操作できない。また、すべてのユーザは自身の分身オブジェクトを操作することができるが、他人の分身オブジェクトは操作できない。
- 仮想世界で発生するイベントは、分身オブジェクトに対するものと一般オブジェクトに対するものに分類できる。分身オブジェクトに対するイベントは、その分身オブジェクトの所有ユーザのみから発生する。一般オブジェクトに対するイベントは、実行ユーザの集合 UT_1, \dots, UT_k から発生する。
- イベントはオブジェクトごとに独立であり、あるオブジェクトに対するイベントは他のオブジェクトには影響を与えない。

すなわち、仮想実験型サービスにおける複製仮想世界の一貫性保証では、一般オブジェクトに対するイベントについては全順序保証を行なう必要があるが、分身オブジェクトに関しては送信順序保証 [1] を行なえば十分である。

4 提案方式

仮想実験型サービスを提供する分散仮想空間において、見学者と実行者の特性を考慮した場合の管理方式を提案する。システムモデルを図3に示す。システムは実行者のマシンの集合 $T = \{T_1, \dots, T_k\}$ と見学者のマシン集合 $S = \{S_1, \dots, S_n\}$ で構成される。集合 T と集合 S の間にはイベント配布サーバ D があり、両集合間でイベントの配送を行う。またマシン間の通信網は、信頼性のある1対1送信順序保証サービスを提供すると想定する。

I. 実行ユーザが分身オブジェクトイベント I を発生した場合

- (1) 管理エンティティ E_i は各実行ユーザの管理エンティティとイベント配布サーバ D に I を送る。
- (2) I を受信した D は I を各見学ユーザの管理エンティティに送る。

II. 見学ユーザが分身オブジェクトイベント I を発生した場合

- (1) 管理エンティティ E_i はイベント配布サーバ D に I を送る。
- (2) I を受信した D は I を各ユーザの管理エンティティに送る。

III. 実行ユーザが一般オブジェクトイベント I を発生した場合

- (1) 管理エンティティ E_i は各実行ユーザの管理エンティティ E_j とイベント配布サーバ D に I を送る。
- (2) イベント I を受信した実行管理エンティティ E_j は、受信時刻のタイムスタンプを E_i に返す
- (3) E_i は、戻ってきたタイムスタンプのうち、最新の時刻を E_j 及び D に送る
- (4) E_j はタイムスタンプ順に I を並べかえてから実行する。
- (5) D はタイムスタンプ順に I を並べかえてから、 I を各見学ユーザの管理エンティティに送る。

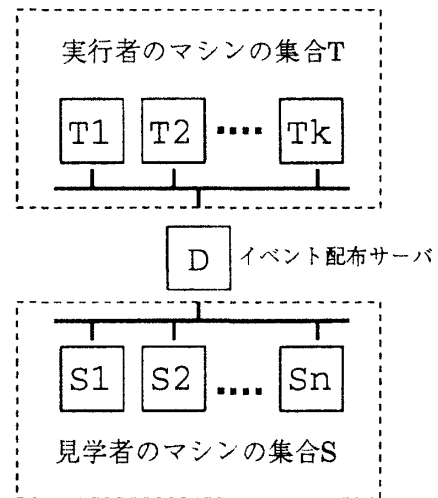


図 3: システムモデル

5 考察

提案方式を、Birman らのアルゴリズムを用いた場合と、PDU 数で比較する。

実行ユーザ数を k 、見学ユーザ数を n としたとき、前節の三種のイベント発生時に生じる PDU 数を比較したものが表 1 である。いずれの場合でも提案方式は Birman らのアルゴリズムを用いた場合より PDU 数が少なくなる。

	Birman 方式	提案方式
場合 I	$3(n+k)$	$n+k$
場合 II	$3(n+k)$	$n+k$
場合 III	$3(n+k)$	$n+3k$

表 1: PDU 数の比較

6 おわりに

本稿では、参加者を実行者と見学者に分類できる形態の分散仮想空間を対象とした管理方式を提案した。本方式はイベントの全順序保証を行うよりもメッセージ数で効率的である。今後は、本方式に基づいたモデルシステムを実装し、具体的な性能の評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 滝沢 誠, 中村 章人: 放送通信アルゴリズム, 情報処理, Vol.34, No.11, (1993.11).
- [2] Birman, K., Schiper, A. and Stephenson, P.: Lightweight Causal and Atomic Group Multicast, ACM Trans. Computer Systems, Vol.2, No.3, pp.272-314(1991).