

能動的ユーザと受動的ユーザから成る分散仮想環境に適した通信方式

2 X - 6

— メッセージ順序保証方式の評価 —

福岡 久雄^{*}、下間 芳樹^{*}、岡田 忠義^{**}、佐藤 文明^{**}、水野 忠則^{**}

* 三菱電機 (株) 情報技術総合研究所、** 静岡大学 理工学研究科

1. はじめに

分散仮想環境(DVE)とはVR技術とネットワーク技術を融合することにより、遠隔地に分散した複数のユーザが共通の仮想空間に入り込んで、各種インタラクションを行うシステムである。DVEにおけるサービスの一形態として、ユーザが能動的ユーザと受動的ユーザに明確に分類できるものがある。学校授業における仮想実験のように、参加者を実験の実行者(能動的)と見学者(受動的)に分類できるような場合である。このような形態における仮想空間記述データの一貫性管理を目的として、Birmanの方式に基づいたメッセージ順序保証方式を提案し、そのためにサイト間で通知し合うべきメッセージ数の観点から評価を行った[1]。本稿では、さらにシーケンサ方式に基づく順序保証方式を提案し、メッセージ数、実行遅延時間の両面から、これら2つの方式を比較評価する。

2. システムモデル

図1に提案方式の基礎となるシステムモデルを示す。図中、 T_1, T_2, \dots, T_k は、例えば仮想実験の実行者であり、 S_1, S_2, \dots, S_n はその見学者である。サイト間の通信網サービスでは、信頼性のある1対1送信順序保証サービスが提供されており、その上のシステムサービスレベルで放送型の通信サービスが実現されている[2]。また、集合Tと集合Sの間にはイベント配布サーバDを設置し、両集合間のイベント通知に関するメッセージの配送を行う。

各サイトでは仮想空間記述データの複製を管理する。集合Tにおいては、複製データの一貫性管理

A communication method suitable for a distributed virtual environment of which users are either active or passive - An evaluation of message ordering methods - Hisao FUKUOKA, Yoshiki Shimotsuma Mitsubishi Electric Corp. Tadayoshi OKADA, Fumiaki SATO, Tadanori MIZUNO Shizuoka University

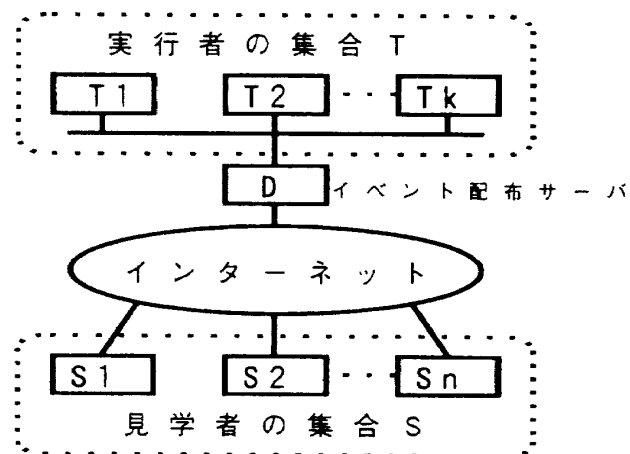


図1 システムモデル

を厳密に行う。各 T_i の仮想空間データに対する変更(イベント)を他のサイトに通知するためのメッセージに全順序保証[2]を行うことによって、実験手順などに矛盾が生じないようにする。

集合Sでは、 S_j が各自の分身(アバター)を操作する以外には実験の状況を観察するだけであり、実験そのものに参加することはないため、 S_j が発生するイベントに関しては送信順序保証[2]のみを行う。

ここで、上記全順序保証を Birman 方式によって行った場合の、システム全体としてのメッセージトラフィックは[1]で報告した通りである。

3. シーケンサ方式による順序保証

集合Tにおいて、システム内に大域的な順序番号を発行するサーバ(シーケンサ)を設置する。今回は、イベント配布サーバDをシーケンサとする。順序保証動作の概要は以下の通りである。

- (1) メッセージを送信しようとする実行者サイト T_i は、それに先立って、シーケンサDより順序番号を獲得する。
- (2) T_i は、獲得した順序番号と送信メッセージを組にして、他の実行者サイトとDに送信する。
- (3) これを受信した各サイト(Dを含む)は、受信

バッファ内のメッセージを順序番号順に並べ直し、その先頭から順に実行する。

(4)見学者サイトのメッセージは、まずDに送られ、そこから各実行者/見学者サイトへ送信される。

4. メッセージ数の評価

集合T内のメッセージ順序保証を Birman の方式に基づいて行った場合の、メッセージ数 N_b は、

$$N_b = k(n+3k)R_t + n(n+k)R_s$$

である。また、シーケンサ方式に基づいて行った場合のメッセージ数 N_s は、

$$N_s = k(n+k+2)R_t + n(n+k)R_s$$

となる (R_t 、 R_s はそれぞれ実行者、見学者における単位時間当たりのイベント発生数)。

ここで、全く順序保証を行うことなく、仮想世界への変更を通知し合うだけの場合に必要なメッセージ数 $(n+k)(kR_t + nR_s)$ からの増加率を評価する (但し、 R_t と R_s は固定)。Birman 方式の場合、増加率が実行者数と見学者数の比 k/n のみによって決まるが、シーケンサ方式では、 k/n が同じであっても、システム規模が大きくなるにつれて、増加率が小さくなる傾向にある。

5. イベント実行遅延時間の評価

実行者が発生したイベントは各サイトにおいて即時には実行されず、順序保証手続きを経た後に実行される。この手続きには、ネットワークを介したメッセージ交換が含まれるため、実行者サイトが同

手続きに関するメッセージ以外のメッセージを受信すると、同手続きの実行が遅延される。ここでは、見学者側が発生するイベントに対応するメッセージが、その遅延要因になると考えられる。そこで、見学者側のイベント発生数をパラメータとした場合の実行遅延時間を計算機シミュレーションによって評価した。

$R_t=5.0$ 、 $R_s=0.5$ 、実行者数を5とし、見学者数を変化させた場合の結果を図2に示す。Birmanの方式に比べてシーケンサ方式の方が優れたスケーラビリティを有することが分かる。

6. おわりに

ユーザが能動的ユーザと受動的ユーザに明確に分類できるようなDVEシステムにおける2種類のメッセージ順序方式を提案し、メッセージ数および実行遅延時間の両面から評価した。

いずれの評価尺度でもシーケンサ方式の方が優れた特性を示した。しかし、この方式ではシーケンサに負荷が集中し、システム全体性能におけるボトルネックになる危険性もある。この点も考慮した評価および改善策の検討が今後の課題である。

[参考文献]

1. 福岡他：サービス形態の特性に基づく分散仮想環境向け通信方式、DiCoMO ワークショップ、1997.7
2. 滝沢他：放送通信アルゴリズム、情報処理、Vol.34、No.11、1993

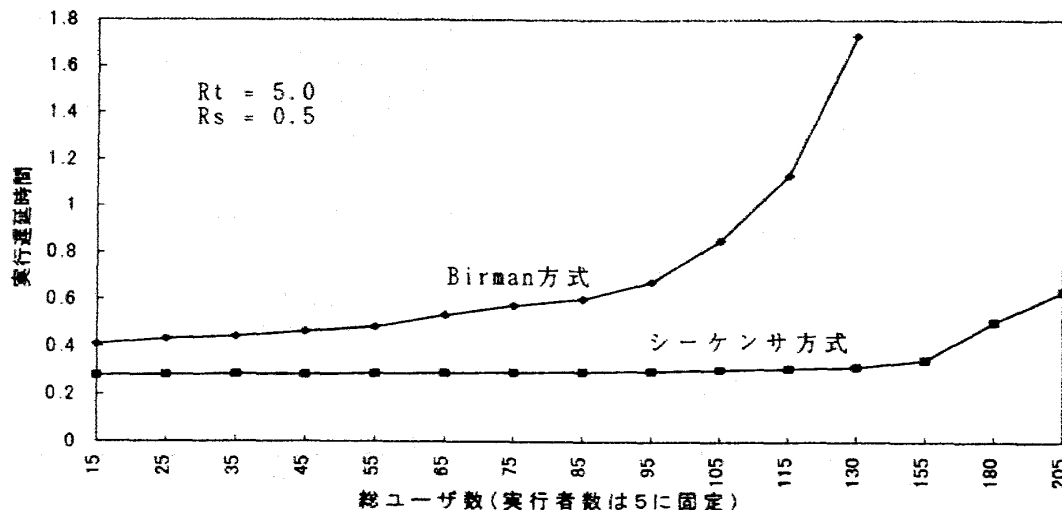


図2 見学者数と実行遅延時間の関係