

# モバイル環境における分散オブジェクトシステム

5S-4

山口 実靖

野上 耕介

相田 仁

齊藤 忠夫

東京大学工学部

## 1 はじめに

モバイルコンピューティングなどの普及によりネットワークに常時接続されていない状況での操作が多くなった。常時接続されていない状況では同期通信を行うことは不可能であり、電子メールなどの非同期通信(第1.1章参照)が主に行われている。ファイアウォールを超えることを目的として、電子メールを用いた分散オブジェクトシステムなどは提案されているが、即時性を期待しない疎な結合のネットワークにおける分散オブジェクトシステムはまだ少ない。本稿では非同期通信環境での分散オブジェクトシステムの提案と実装の評価を行う。以下においてクライアントとはメソッドの呼び出し側、サーバとはメソッドの呼ばれる側のことを示す。また、現実のモバイル環境では偏った相手としか通信が出来ないことが多いため、通信の偏りにたいする考察も行う。

### 1.1 非同期通信環境

ここで想定している非同期的とは“メッセージ送信後応答が返ってくるのを待たずに処理を続けて(ブロックしない)、次のメッセージを送れる”ということだけでなく“通信遅延時間が一定値以下であることが保証されない”ことである。

## 2 機能

### 2.1 要求される機能

- (1) 非同期通信環境でサーバオブジェクトのメソッドを起動することが可能であり、戻り値を獲得することが可能。
- (2) サーバオブジェクトのメソッド起動要求を作成する瞬間に他の計算機と接続されている必要はない。
- (3) 常時稼動しているサーバマシンを必要としない。
- (4) 任意の2計算機が同時に稼動している必要がない。

### 2.2 実現されない機能

- (1) 有限の時間内にメソッド起動要求を伝える / 戻り値を得る。
- (2) メッセージが届いたか否かの確認をする。

## 3 提案手法

### 3.1 伝達情報

ユーザ A からユーザ B へのメッセージ 「A による B のサーバオブジェクトへのメソッド起動要求」と「B による A のサーバオブジェクトのメソッド起動の戻り値」を伝える。

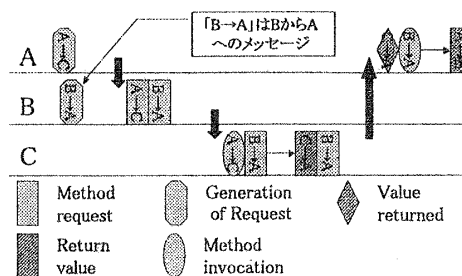


図 1: 実行例

通信方法 ユーザ A からユーザ B へ情報伝達が可能になったら A は B へ保持しているすべてのメッセージ(「ユーザ A からユーザ B」へのメッセージだけでなく「任意のユーザから任意のユーザへのメッセージ」)を送信する。

### 3.2 遠隔メソッド起動

メソッド起動要求(クライアント側) 通常の分散オブジェクトシステムではクライアントがシステム(の提供するスタブ)に対してメソッドを起動しシステムから戻り値を得る。提案手法もシステムに対してメソッドを起動する。このメソッド起動要求はシステムによりログに記録され、通信可能時に送信される。

戻り値(クライアント側) 戻り値の獲得時に行う処理を登録しておく。後に戻り値が得られたときに戻り値を引数としてこの処理が実行される。

メソッド起動(サーバ側) メソッド要求を受け取ったらメソッドを起動し、戻り値をクライアントへのメッセージとして記録する。

## 4 実行例

図 1においてユーザ A は C に対するメソッド起動要求を作成する。A は B にメッセージを送り、B は C にメッセージを送る。これにより A による C へのメソッド起動要求(図中の A → C)が C に届きメソッドが起動される(戻り値は A にとどいていない)。次に C が A にメッセージを送る。これにより、A にメソッドの戻り値が伝わり、B から A に送られたメソッド起動要求が起動される。

## 5 評価

提案システムでは、ユーザ A へのメッセージをユーザ A 以外にも送信している。これにより以下のことが可

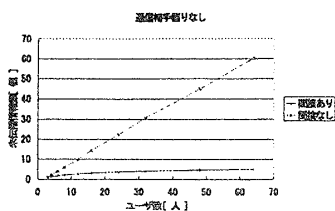


図 2: 通信相手に偏りがない

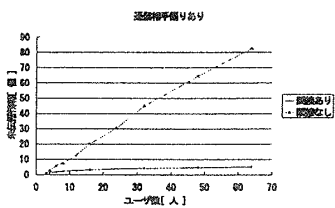


図 3: 通信相手に偏りがある

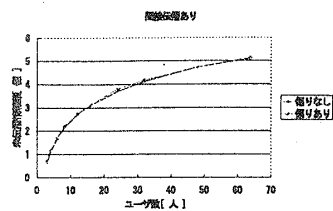


図 5: 間接伝搬ありの通信偏りの影響

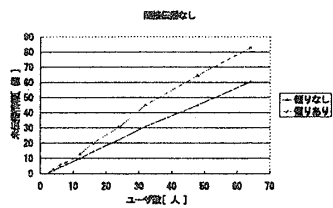


図 6: 間接伝搬なしの通信偏りの影響

能となる。(1) 間接的な伝搬<sup>1</sup>が可能となり、直接通信できないユーザとも情報交換が可能(2) 理論上でもっとも早い伝搬を可能

### 5.1 シミュレーションによる伝搬の評価

間接的な伝搬による伝搬速度の向上をシミュレーションにより測定した。また、通信の偏りによる弊害の大きさも測定した。ユーザ数  $n$  とする。各ユーザは単位時間当たり1ユーザ宛に1個のメッセージを作成する<sup>2</sup>。各ユーザは単位時間当たり1ユーザにメッセージを伝えることができる。作成されたメッセージのうち、まだ宛先ユーザに届いていないメッセージの個数の合計を未伝搬情報数と呼ぶ。未伝搬情報数は時間と共に一定値に収束するので、定常状態における未伝搬情報数を評価の対象とする。

#### 5.1.1 通信に偏りがない場合

通信ユーザは一応分布にランダムに選ぶ。シミュレーションにより図2を得た。図のように、間接伝搬を含む伝搬方式の方が未伝搬情報数が少ないことが分かった<sup>3</sup>。

#### 5.1.2 通信に偏りがある場合

図4のように通信が偏っている場合を考える(図はユーザ数が偶数の例。以下同様に偶数の例)。すなわちユーザにIDをふり、距離  $l$  のユーザを通信相手と選ぶ確率を  $\frac{4}{(n-1)(n+1)} \left( \frac{n-1}{2} - (l-1) \right)$  とする(図の場合隣のユー

ザとの通信確率が  $\frac{4}{20}$ 。距離2のユーザとの通信確率が  $\frac{3}{20}$ 。通信に偏りがある場合の結果として図3を得た。

#### 5.1.3 比較

図2,3より、間接伝搬は十分な大きな効果があることが示された。通信偏りを比較すると図5,6のように、間接伝搬を行わない方式では通信が偏ると情報の伝搬量が著しく減少するが、間接伝搬を行うと(今回の例のような)通信の偏りの影響をほとんどうけないことが分かった。

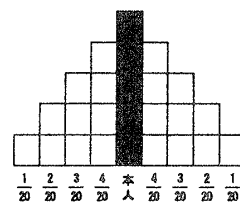


図 4: 通信偏り

## 6 まとめ

提案方式により非常に疎な接続の環境における分散オブジェクトシステムを実現した(「同期通信を必要としない」「常時稼働しているサーバマシンを必要としない」「直接的通信を必要としない」)。第4章で示したように直接通信を行えなくてもメソッド起動要求や戻り値を伝えることが可能であるが、交換する情報の冗長性が増している。モバイルコンピューティングなどの非同期通信環境で通信回数、通信相手に制限がある場合は1回の通信でできるだけ多くの情報を伝える本方式が有用となる。システムは伝搬するメッセージをバイト列に変換するだけなので、情報交換手段がE-Mailや交換可能メディアしかなくてもバイト列を交換できる環境では動作させることができる。また、提案システムの間接伝搬はオーバーヘッドを増すが伝搬速度を大きく向上させ、通信の偏りの影響も受けづらいことを示した。

<sup>1</sup>又開き

<sup>2</sup>合計  $n-1$  個作成する

<sup>3</sup>間接伝搬ありの未伝搬情報はユーザ数のほぼ対数に比例し、間接伝搬なしはユーザ数に比例するという結果が得られた