

Mobidget の分散オブジェクト管理

5U-3

五味秀仁、小山和也、藤田悟

NEC C&C メディア研究所

e-mail: {gomi, kazuya, satoru}@ccm.cl.nec.co.jp

1 はじめに

本稿では、移動分散プログラム言語 Mobidget の分散オブジェクト管理方式に関して述べる。Mobidget では、エージェントをオブジェクトの管理単位とし、異なる計算機環境のオブジェクトは、ネットワーク上で唯一の識別子を用いて参照する。これにより、オブジェクトは、その場所に関わらず、分散透明にアクセスできる。また、Mobidget の特徴的機能であるオブジェクト・エージェント移動が発生後も、矛盾のない管理を実現する。

2 リモート参照の管理

Mobidget エージェントは、分散システム上で唯一の識別子 (AID) を保持し、ベース内に存在する他のエージェントと識別される。また、エージェントは、1つのオブジェクト空間 (複数のベースに跨って存在することができる) を定義し、この空間内のオブジェクト集合を管理する [1]。

Mobidget では、データなどの実体を保持するオブジェクトは常に分散システム上で唯一であるように管理し、オブジェクトを保有するエージェントの AID と、そのオブジェクト空間内での唯一の識別子 (OID) によって識別される。そして、あるオブジェクトが新たに他のベース内のエージェントからの参照 (リモート参照) を受けると、それに対する OID がリファードテーブルに登録され、管理される。以後、このオブジェクトに対する外部ベースからのアクセス要求を受信したエージェントは、リファードテーブル中の OID を調べることで、オブジェクトに対する参照を得る。

一方、リモート参照をするエージェントには、参照オブジェクトが生成される。このオブジェクトは、リモートテーブルにおいて参照先オブジェクトと同一の OID と、そのオブジェクトを保有するエージェントの AID、IP アドレス情報を格納する。参照オブジェクトは、参照先オブジェクトに対するプロキシであり、アクセスを受けると自動的にメッセージが作成され、参照先オブジェクトを保有するエージェントへ送信される。さらに、そのアクセス要求に対する返信メッセージを受信して、送信元に返信を転送する。

上記機能により、同一エージェント内の全てのオブジェクトは、存在場所によらず、ネットワーク透明であり、等価なアクセスが実現できる。(図1参照)。

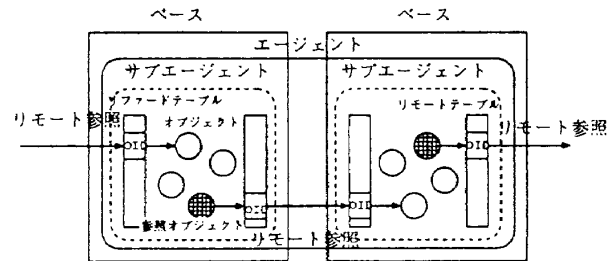


図1: Mobidget のオブジェクト空間

3 移動および通信時の管理

本章では、オブジェクト移動、エージェント移動、リモートメソッドコール時に行う管理を説明する。

3.1 オブジェクト移動

Mobidget では、同一のエージェント内であれば、異なるベース上へオブジェクトが移動できる (ベースにサブエージェントがなければ、新たに作成される)。以下、オブジェクト移動時の処理を順を追って説明する。

(1) オブジェクトの移動元は、オブジェクトの保有するデータ、クラス定義などの一式を格納した通信メッセージを移動先の計算機環境に送信する。

(2) オブジェクト移動メッセージを受信したサブエージェントは、まず、リファード、リモートテーブルを調べ、その OID を保有する参照オブジェクトがサブエージェント内に存在するか否かを調べる。もし、存在しなければ、移動オブジェクトが生成され、OID が新たにリファードテーブルに登録される。

(3) 一方、参照オブジェクトが存在すれば (OID から参照オブジェクトへの参照を得ることができる)、サブエージェント内におけるオブジェクトの唯一性を保持するために、参照オブジェクトと移動オブジェクトを統合する。その際、参照オブジェクトが既にリファードテーブルに登録されている場合には、その情報を移動オブジェクトへ付け替え、リファードテーブルから移動オブジェクトにアクセスできるように再登録する。そして、不要な参照オブジェクト領域を削除する。

(4) オブジェクト移動が完了すると、その OID 情報が移動元のサブエージェントに返信される。そのメッセージを受信したサブエージェントは、移動先のオブジェクトへの参照オブジェクトを新たに生成し、その OID 情報をリモートフレームに登録する。

以上によって、移動前に他のエージェントから参照を受けていたオブジェクトが移動しても、移動後のオブジェクトへのアクセスが可能であり、プログラムの継続の実行が保証される。

3.2 エージェント移動

エージェント移動においては、サブエージェント内の全てのオブジェクトと実行状態を保存して通信し、移動先のベースにおいて実行を再開する。

移動時に、計算機依存情報などを保持するアンカードもしくは、ピン属性 [1] を持つオブジェクトは、移動せずに元の環境に残り、移動先のエージェントに生成される参照オブジェクトからリモート参照を受ける。

一方、アンカードやピン属性を持たず、あらかじめ外部から参照を受けていたオブジェクトに関しては、オブジェクト移動の場合と同様にして、参照オブジェクトが生成され、移動エージェント内のオブジェクトへのリモート参照を保持する (図 2 参照)。

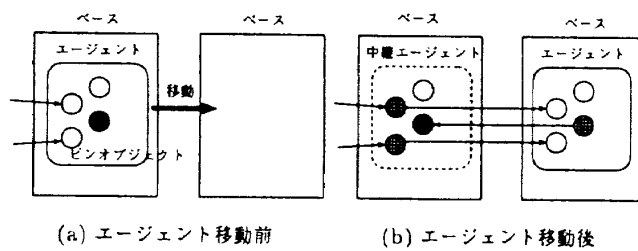


図 2: エージェント移動

外部から参照されるオブジェクトが1つでも存在すれば、エージェント領域は解放されず、実エージェントと同一の AID を持つ中継エージェントとなる。このエージェントは、自らが主体となって、プログラムを実行しないが、外部からのアクセス要求を参照先エージェントへ転送する。

また、エージェントが移動を繰り返して、自らの中継エージェントが存在するベースに移動して戻ってくる場合、移動エージェントと中継エージェントを統合し、エージェントの分散システム上における唯一性を保持する。この際、GC と連携して、不要なエージェントのメモリ領域を回収する [2]。

3.3 リモートメソッドコール

Mobidiget エージェントは、外部のベースに存在する自らのサブエージェント、あるいは、他のエージェントと交信を行うことができる。エージェント間の交信において、リモートインターフェースを実装していないオブジェクトの情報がメッセージに含まれる場合には、そのコピーが送受信され、リモート参照は生成されない。

一方、リモートインターフェースが実装されているオブジェクトに関しては、OID 情報がメッセージに格納される。受信したエージェントは、リファード、リモートテーブルの OID を調べ、その OID を持つオブジェクトが存在しなければ、新たに参照オブジェクトを生成することになる。

例えば、図 3(a) は、エージェント B がベース 2 からベース 3 へ移動した後、あらかじめ、エージェント B のオブジェクト r に対してオブジェクト q を通じてリモート参照していたエージェント A が、再度オブジェクト r に対して、`r.method(p)` のようなメソッドコールをする場面を示している。ここで、エージェント B'、

オブジェクト r' は、それぞれ、中継エージェント、参照オブジェクトであり、メソッドの引き数にオブジェクト p が格納されている。エージェント A は、メッセージ作成時に、オブジェクト p に関して新たに OID を与え、リファードテーブルに登録し、その OID を格納する。リモートメソッド要求は、実体のオブジェクト r の存在するベース 3 まで、次々と転送される。

メソッド要求を受信したエージェント B は、オブジェクト p に対する参照オブジェクト s を新たに作成し、メソッドを実行する。

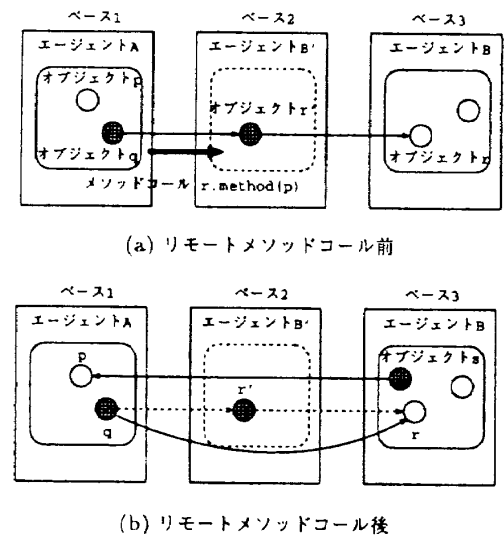


図 3: リモートメソッドコール

メソッドの返信の際には、メソッドの実行結果と共に、アクセスされたオブジェクト r の存在するベース情報 (ベース 3) が格納され、中継エージェント B' を介して、エージェント A に返信される。エージェント A は、受信メッセージの情報を元に、オブジェクト q の参照先をベース 3 へと更新して、リモートオブジェクトへのアクセス効率を最適化する (図 3(b) 参照)。ここにおいても、GC と連携して、不要なメモリ領域を回収することができる [2]。

4 おわりに

本稿では、Mobidiget におけるオブジェクト管理に関して述べた。本管理方式により、Mobidiget の特徴であるオブジェクト・エージェント移動が発生しても矛盾なく管理し、かつ、アクセスの効率化や不要メモリの回収を実現した。

参考文献

- [1] 藤田, S. Jagannathan, R. Kelsey, 小山, J. Philbin, 山之内. 移動・分散プログラミング言語 Mobidiget: 言語仕様. 情報処理学会第 57 回全国大会, 1998.
- [2] 五味, 藤田, 山之内. 移動オブジェクトに対する分散ガーベージコレクション方式の提案. 情報処理学会第 56 回全国大会, pp. 360-361, 1998.