

3K-8

分散型オペレーティング・システムにおける
オブジェクトの堆積新城 靖, 清水 康
(筑波大学)

1 はじめに

現在、多くの分散型オペレーティング・システムが分散核を用いて構成されている。これらのシステムでは、分散核においてプロセス間通信と最小限の物理入出力を実現し、システムのサービスの大部分を核外のサーバ・プロセスにおいて実現する。従来のシステムでは、1つのサービスについて複数のサーバを実現することは、あまり行われていなかった。サーバ・プロセスも、単体で利用されるだけで、複数のサーバ・プロセスを組合せて利用することは少なかった。

本稿では、分散核を用いて構成された分散型オペレーティング・システムにおいて、複数のサーバを組合せて利用する方式として、オブジェクトの堆積という手法を提案する。これは、並列・分散アプリケーション向き分散型オペレーティング・システム ReSCにおいて、高度なファイル・サービスを提供するために考案されたものである。しかしながら、他の多くのシステムにおいても、これを利用することが可能である。

2 分散型オペレーティング・システム ReSC の概要

ここでは、ReSCの Object-based システムとしての側面について簡単に述べる。並列・分散アプリケーションに対する支援に関しては、文献[3]を参照されたい。

ReSCは、ファイル、プロセス、ディレクトリ等をオブジェクトとして統一的に扱う。オブジェクトは、それぞれのサーバにより管理される。システム・レベルのオブジェクトは、次ような識別子により統一的に扱われる。

<サイト識別子、サービス識別子、オブジェクト番号>

サイト識別子は、サーバのネットワーク上の位置を現す。サービス識別子は、サーバ・プロセスがクライアントからの遠隔手続き呼出しを受け付けるポートの番号である。オブジェクト番号は、各サーバにより管理される番号である。

ReSCカーネルは、分散核としてプロセス間通信機能を提供する。同時に、ファイル・サービスやプロセス・サービスなど基本的なサービスを提供する。これらのサービスは、カーネルで実現されるためオーバーヘッドが小さく、効率を重視する並列・分散アプリケーションからの利用に適している。しかしながら、機能の面では、逐次アプリケーションの要求を全て満足することはできない。たとえば、ファイルのキャッシングやフォールト・トレランスを提供していない。ReSCでは、このような高度なサービスはカーネル外のサーバにおいて提供される。

3 クラスとしてのサービス

分散核方式により構成された分散型オペレーティング・システムでは、サービスを抽象データ型のクラスとみることが可能である。両者の用語の対応を、表1にまとめる。オペレーティング・システムの特徴は、全てのオブジェクトへのアクセスがオブジェクト識別子を通じて間接的に行われる点にある。今後、これらの用語を併せて用いる。

表1 サービスと抽象データ型の対応

オペレーティング・システム	抽象データ型
オブジェクト	オブジェクト (インスタンス)
サービス	クラスの仕様
サーバ	クラスの実現
プロセス間通信	ルーチン呼出し

4 オブジェクトの堆積

オブジェクトの堆積は、複数のオブジェクトを組合せることにより、それらの複数のクラスの性質を合せ持つオブジェクトを生成する技術である。ここで重要となるものは、クラスの仕様 (インタフェース) である。たとえば、次の様なファイル・サービスを考える。

- (1) 標準ファイル・サービス (StdFS: Standard File Service)
システムが提供する標準的なファイル・サービス。
(ReSCでは、カーネルにおいて提供される。)
- (2) 圧縮ファイル・サービス (ZFS: Compression File Service)
ファイルの内容を圧縮して保存する。書き込み時に圧縮し、読み込み時に解凍する。
- (3) 暗号ファイル・サービス (CFZ: Crypt File Service)
ファイルの内容を暗号化して保存する。ファイルの内容を書込み時に暗号化し、読み込み時に復号する。

(2), (3) では、ファイル1個1個の内容は、別々の標準ファイルに格納される。この標準ファイルのオブジェクト識別子は、それぞれのオブジェクトを生成する時にサーバに引渡される。

この時、圧縮ファイル・サービスも暗号ファイル・サービスも、標準ファイル・サービスと全く同一のインタフェースを提供しているものとする。すなわち、遠隔手続き呼出しのレベルにおいて、手続き番号や引数の型が一致している。(標準ファイル・サービスにはない手続きが存在していてもよい。) したがって、暗号ファイルを作成する際に、標準ファイルの代りに圧縮ファイルを利用することができる。この様子を図1に示す。このように、複数のオブジェクトを積み重ねることにより、複数のクラスの性質を合せ持つオブジェクトを生成することをオブジェクトの堆積 (stacking objects) とよぶ [1] [2]。

Stacking Objects in a Distributed Operating System

Yasushi SHINJO and Yasushi KIYOKI

University of Tsukuba (Email: yas@is.tsukuba.ac.jp)

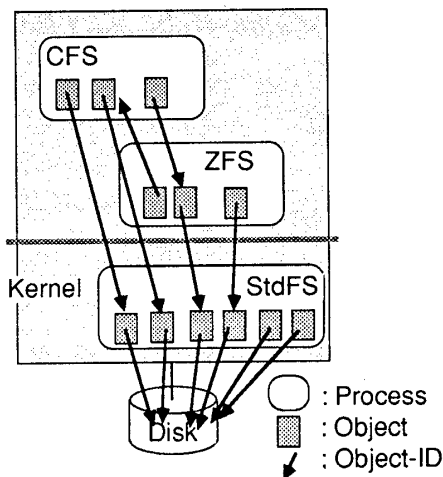


図1 暗号ファイルと圧縮ファイル

オブジェクトの堆積を利用することにより、新たにクラス（サービス）、および、それを実現するサーバを導入することなく既存のクラスの機能を組合せることができる。オブジェクト指向言語では、複数のクラスの機能を利用する場合、単一継承、または、多重継承により実現されることが多い。いずれの場合も、新しいクラスが必要となる。このことは、オペレーティング・システムでは、新しいクラス（サービス）やそのサーバを実現しなければならないことを意味する。オブジェクトの堆積を使うことにより、新たにサーバを開発するコストが節約され、また、実行時の資源の消費量も少なくなる。

オブジェクトの堆積は、OS I (Open Systems Interconnection) 参照モデルにおける層と類似している。相違点は、OS I では、層の上下関係が固定しているのに対して、オブジェクトの堆積では、どのサーバがどのサーバの下になるかはオブジェクトの生成時に動的に決定されることである。

5 オブジェクトの堆積の応用

オブジェクトの堆積を使って、図2に示すようなファイル・サービスを構築することができる。これらのサービスのオブジェクトは、全て堆積可能 (stackable)、すなわち、組合せて利用することが可能である。

(a) フィルタ・ファイル・サービス (Filter File Service)
UNIXのフィルタ・コマンド、たとえば、tr, sort, sed 等から読み専用ファイル・サービスを構築することができる。たとえば、

```
% tr A-Z a-z <from >to
```

というコマンド行から、大文字を小文字に変換するファイル・サービスを構築することができる。

一般のフィルタ・コマンドには、逆関数が存在しないので、これから構築されるファイル・サービスは、読み専用（または、書き専用）になる。上で述べた圧縮ファイル・サービスと暗号ファイル・サービスでは、compress, encrypt に対して、uncompress, decrypt という逆関数が存在するので、読み書き可能なファイル・サービスを構築することが可能である。

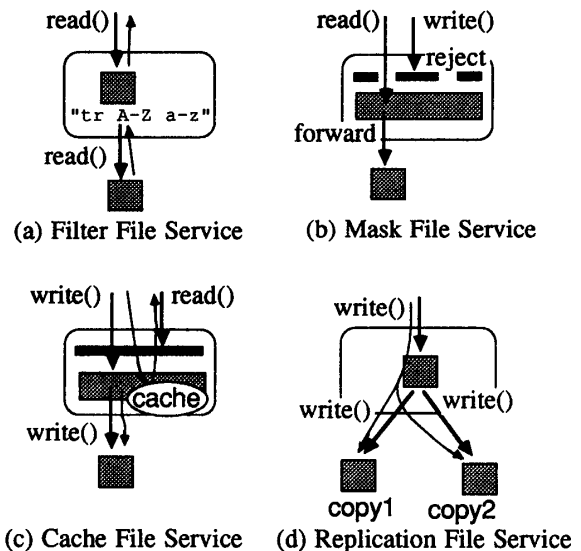


図2 オブジェクトの堆積を利用したファイル・サービス

(b) 遮蔽ファイル・サービス (Mask File Service)

特定の要求だけを下位層へ転送し、そのほかの要求を遮断するようなサービスを提供することができる。たとえば、書き込み要求を遮断することで、書き込み禁止ファイルを作ることが考えられる。

(c) キャッシュ・ファイル・サービス (Cache file Service)
要求を遮蔽するのではなく、逆に下位層のオブジェクトに問い合わせを出さずに自分自身で答えるサービスを実現する事ができる。これは、一般的なキャッシングを意味する。

(d) 複製ファイル・サービス (Replication File Service)
オブジェクトを生成する時に、下位層のオブジェクトととして複数のオブジェクトをもらい、一貫性を保つことにより、ファイルの複製を実現する事ができる。

6 むすび

本稿では、オブジェクトの堆積とそれを利用した様々なファイル・サービスの実現について述べた。ここで述べたサーバのいくつかは、NFS/SunRPC上で動作している。現在、ReSCカーネルの裸の計算機上への移行を進めている。完了後、これらのサービスは、ReSCシステムのファイル・サービスとして利用される。今後、オブジェクトの堆積の記述に適したインタフェース記述言語を開発する予定である。

参考文献

- [1] T.W. Page Jr., G.J. Popek and R.G. Guy: "Stackable Layers: An Object-Oriented Approach to Distributed File System Architecture", Workshop on Operating Systems and Object Orientation at OOPSLA/ECOOP(1990)
- [2] Y. Shinjo and Y. Kiyoki: "Multiple Views of ReSC Distributed Operating System", Workshop on Operating Systems and Object Orientation at OOPSLA/ECOOP(1990)
- [3] 新城, 清木, 益田: "並列・分散処理環境を対象としたOS ReSCにおける分散オブジェクトマイザ", 情報処理学会 第40回全国大会講演論文集, 5G-3(1990)