

マイクロカーネル Lavender におけるメモリ管理部の構成

5L-10

山田 博士 毛利 公一 中村 素典 大久保 英嗣
立命館大学理工学部情報学科

1 はじめに

マイクロカーネル Lavender は、ポリシとメカニズムの分離、ユーザカスタマイズ可能なカーネル、マイクロカーネルにおける頻繁なプロセス間通信によるオーバヘッドの軽減などを目標に設計されている。このために、Lavender ではプロセスグループ機能、レジデント機能、階層化インタフェース機能を実現している。本論文では、これらの機能のメモリ管理に関する事項について述べる。

2 仮想アドレス空間

Lavender における仮想アドレス空間は、1つのカーネル空間、1つのレジデント空間、複数のユーザ空間からなる。仮想アドレス空間の構成を図1に示す。カーネル空間には保護されたカーネルのコードとデータが置かれる。ユーザ空間にはプロセスが置かれる。

プロセスは複数のセグメントから構成される。セグメントは、プロセスグループやレジデント機能でプロセスの再配置を行う時の単位となる。セグメントは、プロセスのレジデント空間への再配置や、プロセスのグループ化を行う時の単位となる。セグメントを使うことで、ポインタを含むようなデータ構造に対して一意なアドレスを割り当てることができ、再配置にかかるコストを軽減できる。また、セグメントはプロセス間で共有することが可能である。例えばプロセス間でデータセグメントを共有することで、共有メモリの利用が可能となる。

(1) プロセスグループ

Lavender では、同じユーザ空間に異なるプロセスの複数のセグメントを配置することを可能とし

Structure of Memory Manager in Lavender Micro Kernel
Hiroshi Yamada, Koichi Mouri,
Motonori Nakamura and Eiji Okubo
Department of Computer Science, Faculty of Science and
Engineering, Ritsumeikan University

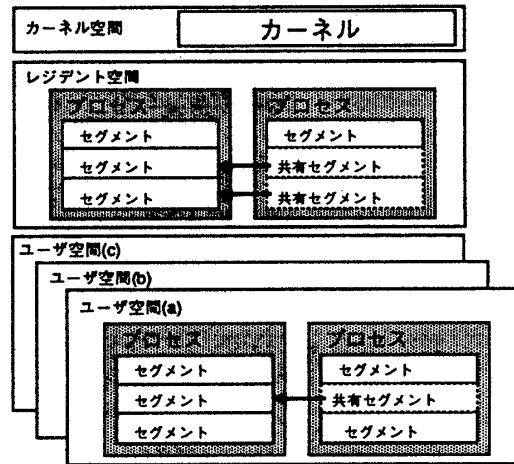


図 1: 仮想アドレス空間

ている。プロセスグループは、この機能によって実現される。グループ化されたプロセスは同一ユーザ空間に存在するため、従来のアドレス空間をまたがるプロセス間手続き呼出しを、同一のアドレス空間内での手続きの呼出しに変更することができ、そのオーバヘッドを軽減することができる。またグループ化されたプロセス間で共有メモリを取得した場合、そのアドレスの一元化を可能とするため、プロセス間の協調作業を行う際のデータ参照の効率化が図れる。

(2) レジデント空間

レジデント空間はユーザ空間の一種であり、プロセスが配置される。しかし、レジデント空間はユーザ空間のスイッチに影響されず、常に仮想アドレス空間上に存在する。レジデント空間に存在するプロセスは、図1のようにすべてのプロセスとグループ化されている。従来のマイクロカーネルでは、頻繁なプロセス間通信によるオーバヘッドが指摘されているが、レジデント空間にシステムサーバを配置し、

共有メモリ及び同一空間内の手続き呼出しを用いることで、そのオーバヘッドを軽減することができる。

3 メモリ管理インタフェース

メモリ管理部は階層化インタフェースとして、システム層、カーネル層、ニュークリアス層を提供する。以下に各階層について説明する。

(1) システム層

システム層では、下位層のカーネル層の機能を利用し、デフォルトのメモリサーバ(後述)としての機能を提供する。主な機能としてユーザ空間やセグメントの生成・破棄などがある。また、カーネルがメモリサーバと交信する際のインタフェースとしての機能も提供する。

(2) カーネル層

カーネル層は、仮想アドレス空間とセグメントを管理するための内部テーブルの生成、破棄、拡張、参照、変更を行う機能を提供する。カーネル層は、メモリサーバと交信し、メモリを管理するための必要な通知を行う。通知を受けたメモリサーバはカーネル層を利用し、内部テーブルの操作によりメモリ管理を行う。

仮想アドレス空間はページを単位として管理される。各ページはそれぞれ、所有プロセス、メモリサーバ、保護などの属性を持つ。カーネル層は、これらの属性の変更を可能とするインタフェースを提供する。またカーネル層では、ページ管理のために新たな属性を追加する機能を持つ。

セグメントは、各仮想アドレス空間に1つ存在するセグメントテーブルで管理される。カーネル層ではこのセグメントテーブルの操作を可能とする。セグメントは、その開始アドレスと領域の大きさの変更により、仮想アドレス空間上で再配置を行うことができる。例えば、プロセスのレジデント空間への移動はセグメントの再配置により行う。

物理メモリを管理する機能もカーネル層で提供される。物理メモリの管理はページ毎に行われる。空きページの残数が設定値を下回った時や空きページがなくなった時、カーネル層はメモリサーバにその通知を行う。ページ置換などの必要な処理は、通知を受けたメモリサーバが行うことができる。

カーネル層の最下層で、仮想的なページテーブルを提供することにより、ページング機構などのハードウェアの抽象化を行う。

(3) ニュークリアス層

ニュークリアス層では直接ハードウェアを操作するインタフェースを提供する。この階層では、ページングに関するレジスタの設定、セグメンテーションに関するレジスタの設定、ページテーブルの操作、セグメントディスクリプタテーブルの操作を実現する。

4 メモリサーバ

メモリ管理は、メモリサーバと呼ばれるプロセスによって、その機能拡張が可能である。メモリサーバは複数個の生成が可能であり、複数のメモリ管理ポリシーを実現することができる。メモリサーバにおけるメモリ管理の単位はページである。

メモリサーバは、階層化インタフェースの利用により、カーネルの内部状態を取得、変更し、メモリ管理を行うことができる。階層化インタフェースのカーネル層を利用することにより、ページ置換アルゴリズム、キャッシュアルゴリズム、ディスクバッファアルゴリズムなどのポリシーの変更を可能とする。これによって、例えば連続メディアを扱うようなマルチメディアアプリケーションの場合、ディスクのデータ読み出し時におけるプリフェッチや、そのバッファ配置の効率化が可能となる[1]。メモリサーバは、機種非依存を意識してカーネル層を利用することが望ましいが、ニュークリアス層の利用によって、ハードウェア固有の機能を利用することができ、それを活かしたメモリ管理が可能となる。

5 おわりに

本論文では、メモリ管理部を中心に、マイクロカーネル Lavender の特徴と構成を述べた。今後マイクロカーネル Lavender の実装を進めると共に、プロセスグループ機能、レジデント機能、階層化インタフェースの有効性について検証していく予定である。

参考文献

- [1] B. N. Bershad et al.: "SPIN - An Extensible Microkernel for Application-specific Operating System Service", Technical Report UW-CSE-94-03-03, Department of Computer Science and Engineering, University of Washington(1994).