

計算機方式論

1

第10章 記憶方式 -主記憶の割当方式

記憶階層の利用による主記憶性能の改善

- ◆ キャッシュメモリと補助記憶とによって、主記憶の時間と空間の性能を改善

① キャッシュメモリによる時間性能の改善

CPUと主記憶の間に小容量だが高速なキャッシュメモリを置く。
CPUが行う主記憶アクセスの一部をキャッシュメモリへのアクセスで代替する。
CPU側からは、“高速な主記憶がある”ように見える。

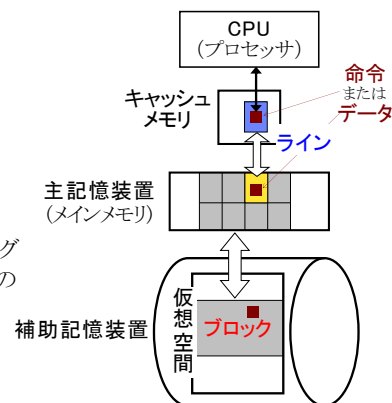
② 補助記憶による空間性能の改善

主記憶容量を超えるプログラムを補助記憶に格納。
プログラム実行時に必要な部分を主記憶にロードして、アクセス。
プログラムの占める空間(仮想空間)の大きさを主記憶の容量以上にできる。
CPU側からは、“大容量の主記憶がある”ように見える。

2

記憶階層の利用による主記憶性能の改善

- ◆ キャッシュメモリと補助記憶とによって、主記憶の時間と空間の性能を改善
- ◆ 仮想空間⇒ブロック
主記憶⇒ライン
- ◆ 全体から必要な一部だけを取り出し、プログラムの実行/データのアクセス



3

主記憶性能の改善の論拠

- ◆ 仮想空間⇒ブロック
主記憶 ⇒ ライン
全体から必要な一部だけを取り出し、プログラムの実行/データのアクセスで性能の改善

◆ 論拠…プログラムの参照局所性

「プログラムは、実行時間のほとんど(約90%)が、命令の僅かな部分(約10%)で消費している。」

空間的参照局所性

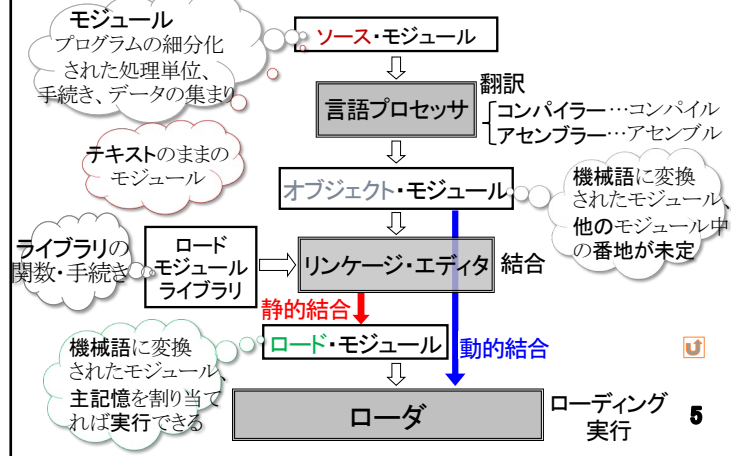
「プログラム実行中、一度アクセスした番地に近接する番地は、近い時間にアクセスする可能性が高い」という性質

時間的参照局所性

「プログラム実行中、一度アクセスした番地は、近い時間に再びアクセスする可能性が高い」という性質

4

プログラムの翻訳・結合と実行



物理番地と論理番地

- ◆ **物理番地**(physical address, 絶対番地)
主記憶上の番地体系。
主記憶は、配線や手動スイッチ等のハードウェアで定まり、ソフトウェアで変更できない番地体系をもつ。
物理番地の集まりを**物理空間**(physical address space, 実空間)とよぶ。
- ◆ **論理番地**(logical address)
プログラム上の**仮想的**番地体系。
ソフトウェア(プログラム)で便宜上用いる仮想の番地体系。
ユーザは、**論理番地**を使って**プログラムを組む**！
論理番地の集まりを**論理空間**(logical address space)とよぶ。
仮想番地空間(仮想記憶, virtual memory)とも言うが、それは
論理空間 > 物理空間
なる論理空間のため。

6

番地変換

- ◆ 「プログラムで指定した番地(**論理番地**)を、主記憶上の番地(**物理番地**)に変換する」、言い換えれば、**論理空間**から**物理空間**への**番地変換**(address conversion, address mapping)は、いつ行なうのか？
- ① プログラムの時点
- ② 絶対再配置
- ③ 静的再配置
- ④ 動的再配置

7

番地変換-プログラミング時

- ① プログラムの時点
プログラムを書くとき、直接、**物理番地**で指定
論理番地 = 物理番地 とみることができる。
(命令の挿入等の変更が大変!!)

8

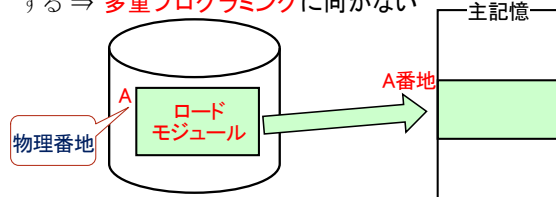
番地変換-絶対再配置

②絶対再配置(absolute relocation)

プログラムが、結合処理された時点で、物理空間上にロードされたと考える方式。

翻訳・結合時点で、プログラムの先頭番地等の物理番地を決める。

プログラムは、実行開始時に、補助記憶装置から主記憶上にロードされるが、そのとき、いつも主記憶上の同じ場所を占有する ⇒ 多重プログラミングに向かない



9

番地変換-静的再配置

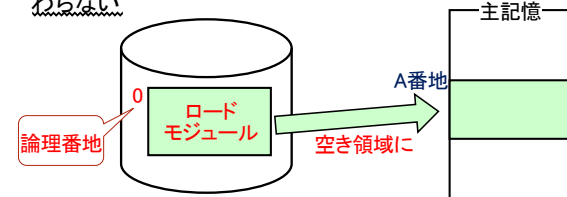
③静的再配置(static relocation)

プログラムの実行段階で始めて、ローダによって主記憶のどこにロードされるかが決まる

⇒ ロードモジュールは論理番地で構成。

実行開始時に、主記憶上のいつも同じ場所にロードされるとは限らない ⇒ 多重プログラミングに適す！

実行が始まると、終わるまで、プログラムの占有する場所が変わらない

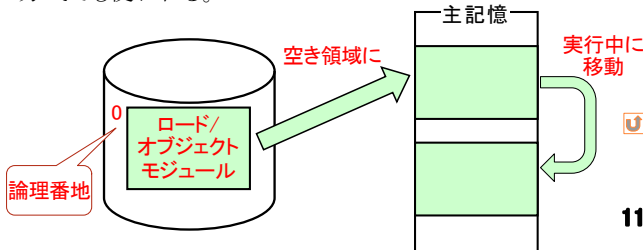


10

番地変換-動的再配置

④動的再配置(dynamic relocation)

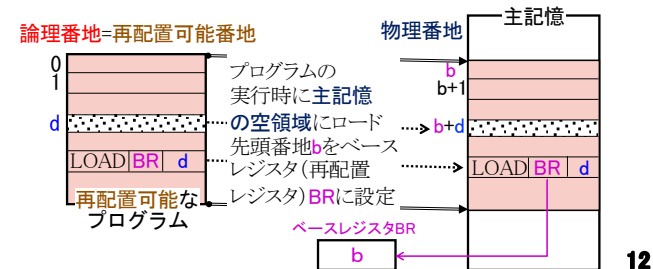
プログラムの実行開始時で始めて主記憶のどこにロードされるかが決まり、さらに、プログラムの実行中でも、ガーベジコレクション、ロールイン/ロールアウト等で、実行中に主記憶を移動する。仮想記憶方式のページング、セグメンテーション方式でも使われる。



11

再配置可能(relocatable)番地

- ③の静的再配置または④の動的再配置は、実行開始時に主記憶番地が確定するので、ロードモジュールの番地には、仮の番地である論理番地を与える。論理番地を再配置可能番地ともいう。



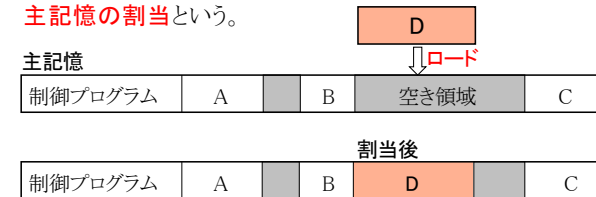
12

多重プログラミングシステム

- ◆ CPU…1命令の実行時間が数n秒。
入出力装置… 磁気ディスクで数十m秒。
↓
複数のプログラムの同時実行…**多重プログラミング**
- ◆ **多重(マルチ)プログラミングシステム**
複数のプログラム(正確には、**ジョブ**)を主記憶上にロードし、主記憶の大きさが不十分のときは、主記憶と補助記憶の間で、プログラムの出し入れ(**ロールイン/ロールアウト**)を行ない、**複数のプログラム**が、CPUと入出力装置を共有して、**同時に**処理されるシステム。
- ◆ プログラムの抽象的な実行形態を「**プロセス**」とよぶが、プロセス(**タスク**)を切り替えて、見かけ上'同時に'実行するシステムという意味で、**マルチタスクシステム**と言うようになった。 **13**


主記憶の割当

- ◆ **多重プログラミングシステム**
主記憶に**同時に複数の**プログラムが存在。
制御プログラムは、プログラムの実行を開始するとき、主記憶の**空領域**を探し、そこにプログラムをロードする。
↓
プログラムに対し、空領域の中から領域を割り当てることを**主記憶の割当**という。



14

動的再配置の要因

- ① ガーベジコレクション 
- ② ロールイン/ロールアウト

15

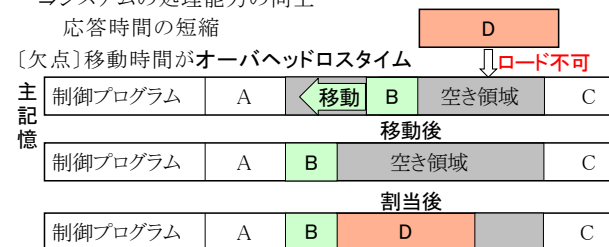
動的再配置の要因

① ガーベジコレクション(コンパクション)

- ◆ 主記憶上のプログラムを**移動**させて、ばらばらの複数の**空領域をまとめて**ひとつの大きな空領域をつくる。
外部断片化に対する対策。

[利点] 主記憶の利用率の向上
⇒ システムの処理能力の向上
応答時間の短縮

[欠点] 移動時間がオーバーヘッドロスタイム

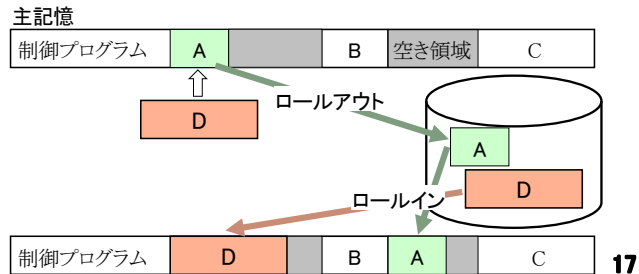


16

動的再配置の要因

②ロールイン／ロールアウト(スワッピング)

- ◆主記憶で不必要になったプログラムを補助記憶に書き戻し(ロールアウト)、空領域をつくり、必要なプログラムを主記憶に読み込む(ロールイン)こと。
- ◆仮想記憶方式では、ページやセグメントが移動する。



主記憶の割り当て方式

- ①単一連続割当て方式
- ②固定区画割当て方式
- ③可変区画割当て方式
- ④分散固定区画割当て方式
- ⑤分散可変区画割当て方式

18

主記憶の割り当て方式

①単一連続割当て方式

主記憶をひとつのプログラムに割り当てる。
多重プログラミングは不可！



主記憶の割り当て方式

②固定区画割当て方式

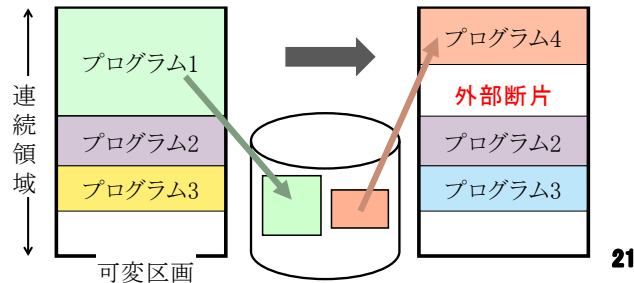
- ◆主記憶を固定区画に区切り、プログラムは各区画にロールインされる。**内部断片**が生じる。



主記憶の割り当て方式

③可変区画割当て方式

- ◆主記憶は特に区切らず、プログラムは空いている任意の領域にローディングされる。**外部断片**が生じる。
- ◆**ガーベジコレクション**(ゴミ集め)で外部断片を集めて、大きな空き領域をつくる。

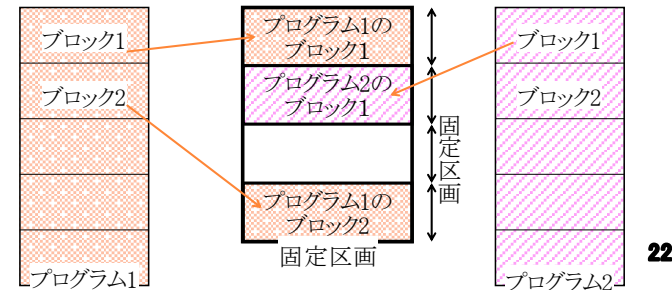


21

主記憶の割り当て方式

④分散固定区画割当て方式

- ◆プログラムを**分割**し、分割したプログラム(ブロック)を、主記憶にローディング。実行に必要な**ブロック**だけ、主記憶に割り当てるので、主記憶より大きなプログラムを実行できる
- ◆ブロックの**大きさはすべて同じにする**。ページング方式で採用

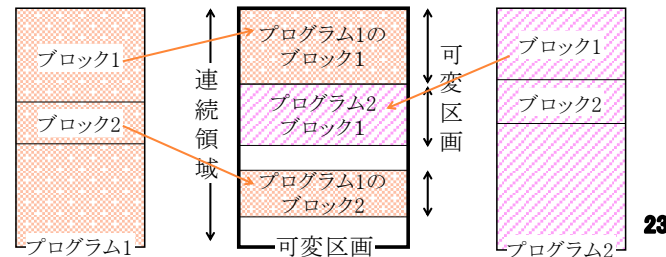


22

主記憶の割り当て方式

⑤分散可変区画割当て方式

- ◆プログラムを**分割**し、分割したプログラム(ブロック)を、主記憶にローディング。実行に必要な**ブロック**だけ、主記憶に割り当てるので、主記憶より大きなプログラムを実行できる。
- ◆ブロックの**大きさは異なっていてよい**。セグメンテーション方式で採用 ⇒ **ガーベジコレクション**が必要！



23

演習-記憶方式

- ◆論理空間から物理空間への番地変換における、絶対再配置方式、静的再配置方式、動的再配置方式の違いを述べよ。
- ◆物理番地と論理番地について、次の問に答えよ。
 - (1) 物理番地と論理番地について説明せよ。
 - (2) 論理番地がなぜ必要になったかを述べよ。
(ヒント: 静的再配置方式または動的再配置方式)
- ◆動的再配置の要因を述べよ。
- ◆仮想記憶による主記憶性能の改善を説明せよ。
つぎに、その改善の論拠を述べよ

24