

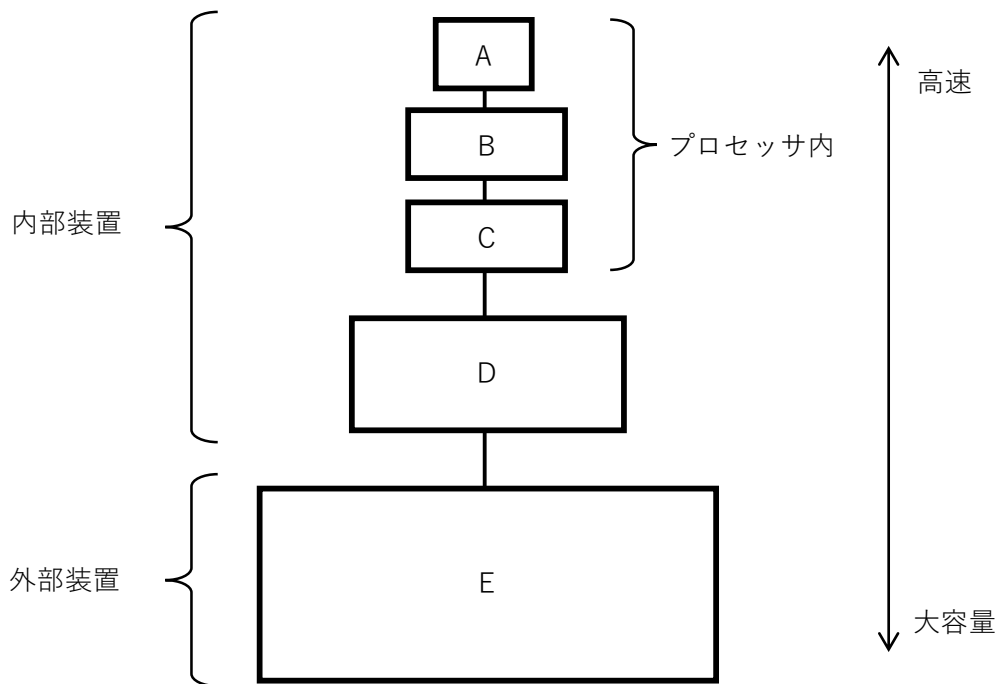
かねじゅん模試

メモリアーキテクチャ・メモリ管理・ファイル管理

作成者はこの模試に関する一切の責任を負わない

1. 全体像

(1) 図中の A から E に当てはまる語句を語群から選べ。



語群

レジスタ、プログラムカウンタ、バッファ、1次キャッシュ、2次キャッシュ、メインメモリ、仮想メモリ、ファイル装置

- (2) キャッシュメモリを構成する代表的なものとして SRAM、メインメモリを構成する代表的なものとして DRAM がある。どちらにフリップフロップ回路が用いられており、どちらにコンデンサが用いられているか答えよ。またこれらの RAM は揮発か不揮発か答えよ。
- (3) ファイル装置を構成する代表的なものとして、フラッシュメモリ、磁気ディスク、光ディスク、磁気テープなどがある。SSD と HDD はどれを用いているか答えよ。

2. キャッシュメモリ

良問

この計算機では 1 語を 2 バイトとしており、1 語につき 1 つのアドレスを付与する。メインメモリ上の全ての語を識別するために、アドレスは 32 ビットの長さを持っている。また、メインメモリとキャッシュメモリとの間の置き換え処理はブロック単位で行い、1 ブロック 4 語とする。さらにキャッシュサイズは 256 バイトである。

なお回答の際は、 2^{10} 、 2^{20} 、 2^{30} をそれぞれ K、M、G として良い。

- (1) メインメモリは何バイトか答えよ。
- (2) 1 ブロックは何バイトか答えよ。
- (3) キャッシュメモリに格納できるブロックは何個か答えよ。

以下の(4)から(7)は、このキャッシュメモリへのマッピングを、次の 3 通りとした場合それぞれについて答えよ。

- A) ダイレクトマップ(直接マップ)方式
- B) ウェイ数 4 のセットアソシアティブ(群連想)方式
- C) フルアソシアティブ(完全連想)方式

- (4) キャッシュメモリの群の個数 (エントリ数) を答えよ。
- (5) アドレスを下図の様な構造で考えるとき、タグ、インデックス、バイトオフセットにそれぞれ何ビットずつ割り当てるか答えよ。

タグ	インデックス	バイトオフセット
----	--------	----------

- (6) キャッシュメモリが空のとき、2 進数表示でアドレスが

0000 1111 0000 1111 0000 1111 0001 1011

で与えられる語を持つブロックは、何番目の群(エントリ)に格納されるか答えよ。
なお先頭のラインを 0 番目のラインとする。

- (7) 次のようなアドレスが与えられる語へのアクセスが、この順番で起こったとする。
このとき初めてブロックの置き換えが発生するアドレスの番号を答えよ。ただし置き換えが発生しない場合はそう書け。

- ① 0000 1111 0000 1111 0000 1111 0001 1011
- ② 0000 1111 0000 1111 0000 1111 0001 1000
- ③ 0000 1111 0000 1111 0000 1111 0001 1001
- ④ 0000 1111 0000 1111 0000 1111 0001 1010
- ⑤ 0000 1111 0000 1111 0000 1111 0001 1111
- ⑥ 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0001 1001
- ⑦ 0000 1111 0000 1111 0000 1111 0001 1111
- ⑧ 1111 0000 1111 0000 1111 0000 0001 1000
- ⑨ 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 1010
- ⑩ 0000 1111 0000 1111 0000 1111 0001 1011
- ⑪ 1111 1111 1111 0000 0000 0000 0001 1000
- ⑫ 0000 0000 0000 1111 1111 1111 0001 1011
- ⑬ 0000 1111 0000 1111 0000 1111 0001 0110
- ⑭ 0000 1111 0000 1111 0000 1111 0000 0000

以下の(8)と(9)は、このキャッシュメモリへのマッピングを、ウェイ数4のセットアソシアティブ(群連想)方式とした場合について答えよ。

- (8) キャッシュメモリにおいて、1つのブロックにつき(5)のタグと1ビットの有効ビット(Valid bit)が存在するとき、キャッシュメモリ全体のサイズは何バイトか答えよ。
- (9) キャッシュメモリ全体のサイズのうち、実際にデータの格納に利用できる領域の割合(%)を求めよ。ただし、小数第2位を四捨五入して答えよ。

(10) プロセッサがメインメモリ及びキャッシュメモリにアクセスするとき、それぞれのアクセス時間は 60ns、10ns である。ヒット率が 80% の場合、プロセッサの平均アクセス時間は何 ns か求めよ。

(11) 次のデータの参照局所性についての文中の空欄に当てはまる語句を選べ。

空間局所性とは、あるデータが呼び出されたとき、(A) 可能性が高い。

時間局所性とは、あるデータが呼び出されたとき、(B) 可能性が高い。

(ア) そのデータがすぐ再び呼び出される

(イ) その近くにあるデータがこの先参照される

(12) ダイレクトマップ方式とフルアソシアティブ方式の長所と短所を述べよ。

(13) 次の 2 つの文章は、プロセッサがデータをキャッシュに書き込む際のライトスルー方式とライトバック方式の説明である。どちらがどの方式について説明しているか答えよ。

(ア) プロセッサがデータをキャッシュに書き込む際に、メインメモリにも同じものを書き込む。そうすることで、キャッシュとメインメモリでデータの整合性をとることができ制御や実装が簡単になる。一方でデータの書き込み時間はメインメモリへのアクセス時間と等しくなる。

(イ) プロセッサがデータをキャッシュに書き込む際に、同じものをメインメモリには書き込まず、空きのある時間を使ってメインメモリへの書き込みを行う。そうすることで、データの書き込み時間をキャッシュへのアクセス時間と等しくすることができる。一方でキャッシュとメインメモリでデータの整合性がとれず制御や実装が困難になる。

3. 領域割り付け

メインメモリ上での領域割り付けと、ファイル装置上での領域割り付けの比較に関する次の文章の空欄に当てはまる語句を語群から選べ。

領域管理の具体的な機能は、ソフトウェアが使用する領域を確保する「割り付け（アロケーション）」と、それを未使用状態にし、OS という領域管理者に返却する「(A)」がある。領域管理の具体的な対象には、メインメモリでは(B) あるいは (C)、ファイル装置では(D)がある。

メインメモリにおける領域割り付けは、割り付け単位の大きさが重要な指標となる。そのためメインメモリにおける領域割り付け方式には、(E)に代表される固定長領域割り付け方式と(F)に代表される可変長領域割り付け方式がある。前者では、割り付け(G)な未使用領域の断片化である(H)が、後者では、割り付け(I)な未使用領域の断片化である(J)が問題となる。

ファイル装置における領域割り付けは「ファイル割り付け」と呼ばれ、割り付け単位の位置関係が重要な指標となる。そのためファイル割り付け方式には、(K)ファイル割り付けと(L)ファイル割り付けがある。(L)ファイル割り付け方式の代表例は(M)と(N)である。さらに、(K)領域割り付け方式では、(J)が問題となる。

(J)の解消のためには、断片化した領域の収集と詰め直しをする機能が必須である。メインメモリにおけるこの機能を(O)、ファイル装置上においては(P)と呼ぶことが多い。また(Q)とは、メインメモリにおける割り付け中の領域のうち、不要になった領域を自動的に(A)する機能である。実現方法によっては(O)を含めて(Q)と呼ぶ場合もあるが、厳密には区別される。

語群

解放（リリース）、改革（イノベーション）、開放（オープン）、ソースコード、ネットワーク、プログラム、プロセス、ファイル、フォルダ、ビットマップ法、ビッチマッチ法、リスト法、リスカ法、可能、不可能、内部フラグメンテーション、外部フラグメンテーション、連続、不連続、連荘、連番、不連番、リンクファイル割り付け、インデックスファイル割り付け、循環ファイル割り付け、コンパクション、デフラグメント（デフラグ）、ゴミ集め（ガベージコレクション）、ごみ収集（毎週月曜日）、ディスパッチ、横取り

4. 仮想メモリ

仮想メモリに関する次の文章の空欄に当てはまる語句を語群から選べ。

仮想メモリは、(A)から(B)を隠蔽し、その代わりに巨大な論理的なメモリを見せかける。そのため、(A)は計算機の持つ(C)よりも大きな(D)を利用することができる。(E)では複数のプロセスに対して、1つの(D)を提供する。(F)では、プロセスごとに個別の(D)を提供する。後者の方が実装は困難だが、複数プロセス間でのメモリ保護が可能であるため広く用いられている。

仮想メモリの実現には、記憶装置として(B)と(G)を用いる。(A)から(B)へのアクセスは、仮想メモリを用いると、以下のような手順に置き換えられる。

- I. (A)は有効アドレスとして(H)を生成し、アクセスを要求する。
- II. 仮想メモリ機構はその(H)を含むブロックが(B)上にあるかどうか調べる。
- III. 「ある」場合
 - i. (I)を使用して、(H)を(J)に変換する。
- IV. 「ない」場合
 - i. (B)と(G)の間でブロック置換（スワップ）を行う。
 - ii. 置換後の(I)を使用して、(H)を(J)に変換する。

(H)と(J)の対応付けのことをマッピングという。アドレス変換の高速化のために、II及び III、IV を専門に行うハードウェア機構を(K)、参照頻度の高いマッピングを保持する専門ハードウェア機構を(L)という。マッピングを固定長のブロック単位で行う(M)と、可変長のブロック単位で行う(N)が存在する。しかし実際には、(M)と(N)の融合したマッピングである(O)が広く用いられている。(O)では、全体ではセグメント単位でマッピングを行い、セグメント内ではページ単位でマッピングを行う。(M)や(O)というページを単位とするマッピングにおいて、IVのことを(P)、ブロック置換のことをページ置換という。

また IV の i に関して、ブロック置換は(B)からの(Q)と(B)への(R)の対である。アクセスが起こってからページ置換を行うことを(S)、あらかじめアクセスが予測されるページを(R)しておくことを(T)という。さらに、(B)のサイズが小さすぎると、(A)がブロック置換処理にかかりきりになり、他の処理が実質不可能となる。これを(U)という。そのため、仮想メモリを用いるにしても(B)には十分なサイズが必要である。

語群

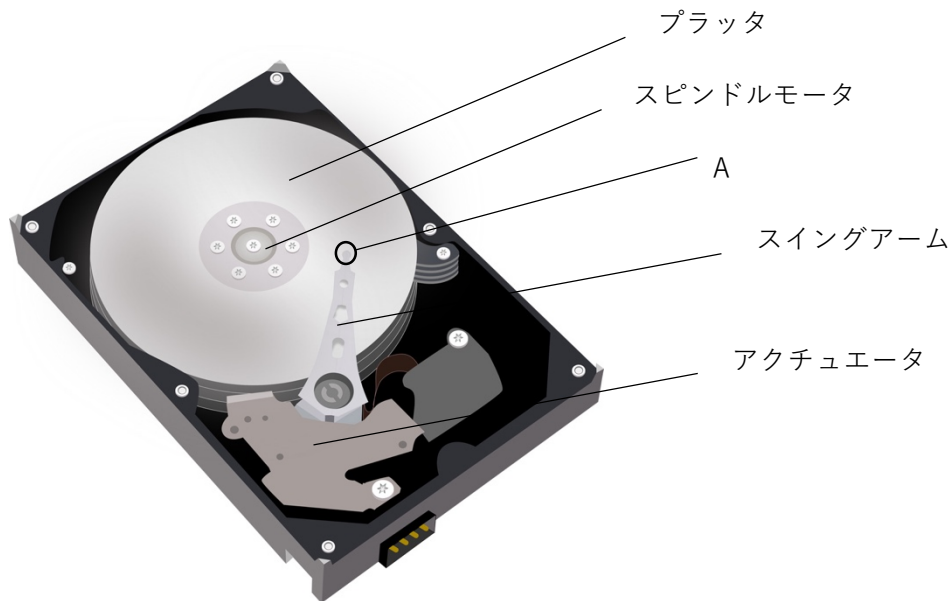
プロセッサ、ユーザ、メインメモリ、補助メモリ、実アドレス、仮想アドレス、実アドレス空間、仮想アドレス空間、単一仮想アドレス空間、多重仮想アドレス空間、アドレス変換テーブル、動的アドレス変換機構(DAT)、アドレス変換バッファ(TLB)、ページング、セグメンテーション、ページセグメンテーション、デマンドページング、プリページング、ページフォルト、スワップイン、スワップアウト、スラッシング

5. ファイル装置

- (1) ファイル装置において、独立したアドレス空間を構成できる単位メモリ領域をボリュームという。ボリュームには、逐次アクセスファイル装置と直接アクセスファイル装置がある。次のファイル装置はどちらに該当するか分類せよ。

SSD、HDD、DVD、USB メモリ、磁気テープメディア

- (2) HDD の構成を示す次の図中の A は何か答えよ。



- (3) セクタ、トラック、クラスタ、シリンダの関係を表す HDD の模式図を描け。
- (4) HDD のアクセス時間は、シーク時間、回転待ち時間、転送時間の合計である。次の 3 つの文章はそれらの説明である。どれが何について説明しているか答えよ。
- (ア) 目的のデータが格納されているクラスタの開始セクタから終了セクタまでディスクが回転するのに要する時間。
 - (イ) 目的のシリンダまでヘッドを動かすのに必要な時間。
 - (ウ) 目的のデータが格納されているクラスタがヘッドのある位置に到達するまでディスクが回転するのに要する時間。

解答

1. 全体像

- (1) A: レジスタ、B: 1 次キャッシュ、C: 2 次キャッシュ、
D: メインメモリ、E: ファイル装置
- (2) SRAM: フリップフロップ、DRAM: コンデンサ、揮発
- (3) SSD: フラッシュメモリ、HDD: 磁気ディスク

2. キャッシュメモリ

- (1) 8GB

解説

アドレス長が 32 ビットより、 2^{32} 種類のアドレスを割り振れる。いま、1 語につき 1 つのアドレスを割り当てるため、メインメモリに格納できる語の数は 2^{32} 個。1 語 2 バイトだから、メインメモリは 2^{33} バイト (8GB)。

- (2) 8 バイト
- (3) 32 個
- (4) A: 32、B: 8、C: 1
- (5) A: 25,5,2、B: 27,3,2、C: 30,0,2

解説

バイトオフセット、インデックス、タグの順に決める。バイトオフセット：A、B、C とともに 1 ブロックに 4 語 (2^2 語) 入るため下位 2 ビットは考慮しなくて良い。インデックス：A、B、C の群の個数がそれぞれ 32、8、1 だから、群を全て表現するするのに、それぞれ 5 ビット、3 ビット、0 ビット必要。タグ：アドレス長 32 ビットから、上記 2 つを除いた部分の長さ。

- (6) A: 6、B: 6、C: 0

解説

A、B、C それぞれの場合にインデックスとして使われる部分に対応する群に格納される。

- (7) A: ⑥、B: ⑪、C: 発生しない

解説

A: 同じ群に 1 種類のタグに対応するブロックしか格納できないため、6 番目の群に格納されるべき 2 種類目のタグを持つアドレスである⑥でブロックの置き換えが初めて発生する。

B: 同じ群に 4 種類のタグに対応するブロックが格納できる。6 番目の群に格納されるべき 5 種類目のタグを持つアドレスである⑪でブロックの置き換えが初めて発生する。

C: 群は1つしかないが、その群に32種類のタグに対応するブロックが格納できる。
32種類のタグは出てこないため置き換えは発生しない。

(8) 368 バイト

解説

キャッシュメモリ内の1つのデータ格納部は、1ブロックが格納できるため64ビット。このデータ格納部1つにつきタグと有効ビットの合計28ビットがつくため、1つのデータ格納部につき92ビット。これが32個あるので $92 \times 32 \div 8 = 368$ バイト。

(9) 69.6%

(10) 20ns

(11) A: イ、B: ア

(12) ダイレクトマップ方式は、アクセス時間が早いですがヒット率が悪い。フルアソシアティブ方式は逆。

(13) ア: ライトスルー、イ: ライトバック

3. 領域割り付け

A: 解放 (リリース)、B C: プログラム プロセス、D: ファイル、E: ビットマップ法、F: リスト法、G: 不可能、H: 内部フラグメンテーション、I: 可能、J: 外部フラグメンテーション、K: 連続、L: 不連続、M N: リンクファイル割り付け インデックスファイル割り付け、O: コンパクション、P: デフラグメント (デフラグ)、Q: ゴミ集め (ガベージコレクション)

4. 仮想メモリ

A: プロセッサ、B: メインメモリ、C: 実アドレス空間、D: 仮想アドレス空間、E: 単一仮想アドレス空間、F: 多重仮想アドレス空間、G: 補助メモリ、H: 仮想アドレス、I: アドレス変換テーブル、J: 実アドレス、K: 動的アドレス変換機構(DAT)、L: アドレス変換バッファ(TLB)、M: ページング、N: セグメンテーション、O: ページセグメンテーション、P: ページフォルト、Q: スワップアウト、R: スワップイン、S: デマンドページング、T: プリページング、U: スラッシング、

5. ファイル装置

(1) 逐次アクセスファイル装置: 磁気テープメディア

直接アクセスファイル装置: SSD、HHD、DVD、USB メモリ

(2) 磁気ヘッド

(3) これが分かりやすい。 <http://www.way-on.com.tw/PCbasal/kiso/harddisk2.htm>

(4) ア: 転送時間、イ: シーク時間、ウ: 回転待ち時間