

情報技術者試験受験テキスト

コンピュータシステム

システム構成



令和元年 10 月発行

KMC 学習所

0202 システム構成目次

txt02021	システムの性能と信頼性	-04-
txt020211	システムの性能	-04-
①	システムの性能指標	-04-
②	インストラクションミックス	-05-
③	CPU性能とCPU時間	-05-
④	キャパシティプランニングとCPU使用率	-07-
⑤	メモリ量の算定	-08-
⑥	通信ネットワークの性能算定	-08-
txt020212	システムの性能評価	-14-
①	性能評価の意義と定義	-14-
②	評価の測定法	-14-
③	プロセッサ・メモリの評価	-15-
④	ベンチマークテスト	-16-
⑤	OLTPのベンチマーク	-17-
txt020213	システム信頼性	-25-
①	可用性の定義と計算法	-25-
②	系の構成と稼働率	-25-
③	高信頼化システム	-27-
④	高信頼性システムの構成	-29-
txt02022	システムの処理形態	-40-
txt020221	集中処理・分散処理	-40-
①	バッチ処理システム	-40-
②	対話型処理システム	-40-
③	トランザクション処理システム	-41-
④	OLTPの高性能化	-42-
⑤	集中処理システム	-43-
⑥	分散処理システム	-44-
txt020222	クライアント／サーバシステム	-53-
①	クライアントサーバシステム	-53-
②	3層クライアントサーバシステム	-55-
③	サーバクラスターリングシステム	-56-

④ W e b システム	-58-
⑤ クラウドサービス	-60-
txt02023 タスク管理・記憶管理	-71-
txt020231 オペレーティングシステム	-71-
① オペレーティングシステムの役割	-71-
② R A S I S の向上	-72-
③ O S の構成	-73-
④ ミドルウェア	-73-
⑤ オープンソースソフトウェア(O S S)	-74-
txt020232 ジョブ管理・タスク管理	-83-
① ジョブ管理	-83-
② ジョブ管理の4大機能	-83-
③ スプーリング機能	-84-
④ タスクの状態遷移	-85-
⑤ タスクの切替とスケジューリング	-86-
⑥ 排他制御	-88-
⑦ リアルタイムO S	-89-
txt020233 記憶管理	-100-
① 実記憶管理	-100-
② 再配置	-101-
③ 仮想記憶管理	-103-
④ 仮想記憶方式の機構	-106-
⑤ セグメントページ方式	-106-
⑥ 多重仮想記憶システム	-107-
txt02024 データ管理	-115-
txt020241 ファイルシステム	-115-
① ファイルの概念	-115-
② 論理レコードと物理レコード	-115-
③ レコードの形式	-116-
④ 情報処理とファイルアクセス法	-117-
⑤ データ管理	-117-
⑥ データセットの管理機構	-118-
⑦ データのアクセス機能	-120-

⑧ 小型コンピュータのファイルシステム	-120-
⑨ スプレッドシート	-122-
⑩ 相対セル番地と絶対セル番地	-123-
⑪ 表計算の代表的な機能	-124-
 txt020242 ファイル編成法	-131-
① ファイル編成法の種類	-131-
② 順編成	-131-
③ 区分編成	-132-
④ 索引編成	-134-
⑤ 直接編成	-136-
⑥ V S A Mファイル	-138-

txt0202 システム構成

txt02021 システムの性能と信頼性

txt020211 システムの性能

① システムの性能指標

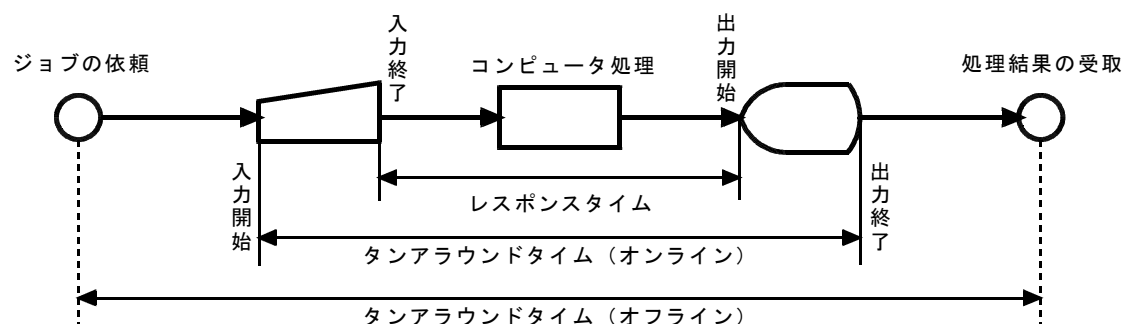
① スループット

スループットは一定時間内にコンピュータシステムによって処理される仕事量で、コンピュータの処理能力を示す。バッチ処理における一定時間当たりのジョブ個数、オンライン処理の一定時間当たりのトランザクション件数などがある。

スループットを向上させるにはハードウェア資源の能力向上、ハードウェア資源の有効活用が必要である。具体的には、ジョブの自動連続処理、多重プログラミングなどが採用される。

② ターンアラウンドタイム

ターンアラウンドタイムはジョブを提出してから、ジョブの処理を実行し、完全な出力が返送されるまでの経過時間である。コンピュータの処理時間、入力時間、処理待ち時間、出力時間、転送時間などの合計となる。バッチ処理では利用者がジョブの実行を受付窓口に依頼してから、処理結果を受け取るまでの経過時間であり、オンライン処理では問い合わせ等の端末でのキーボード打鍵開始から、処理結果が出力終了までの経過時間である。



③ レスポンスタイム(応答時間)

コンピュータシステムに対する問い合わせや要求の指示を入力し終えてから、処理した結果が出力し始めるまでの時間である。オンラインにおいて、コンピュータの利用者が問い合わせなどのキーボードを打鍵し終えた時点から、処理を実行し、その結果を該当する端末に最初の文字が表示されるまでの経過時間である。

④ オーバヘッドタイム

制御プログラムがユーザにサービスするために走行している時間である。制御プログラムは処理プログラムを効率的に動作させ、スループットの向上やターンアラウンドタイムの短縮を実現する。適度のオーバヘッドタイムはシステム全体の処理能力向上には不可欠である。制御プログラムの走行中は処理プログラムは実行できない。従って、オーバヘッドタイムはできるだけ短いことが望ましい。

② インストラクションミックス

① インストラクションミックスとは

インストラクションミックスはコンピュータの適用分野の代表的なプログラムにおける、マシン命令の使用頻度によってその割合を規定した評価指標である。計算処理に使用される各命令の出現頻度と処理速度を用いて加重平均を行い、計算処理の実行時間を求める。この値が小さいほどCPUの命令実行性能が高いと評価する。インストラクションミックスによる加重相加平均値を用いた評価は限られた適用範囲では有効な性能評価手法である。各種インストラクションミックスによるMIPS値やFLOPS値はコンピュータの応用範囲が狭かった時代には活用されたが、応用範囲が広くなり適用範囲が限定できない場合には信頼度が低くなる。

② ギブソンミックス

科学技術計算を中心とした処理での命令出現頻度をもとにして、各命令の実行時間の加重平均の逆数をとったもの。科学技術計算を行うソフトウェアは浮動小数点演算命令の比率が高い。

③ コマーシャルミックス

事務計算を中心とした処理での命令出現頻度をもとにしているものである。ギブソンミックスとは加重平均の取り方が異なる。事務処理系のソフトウェアでは整数演算命令の比率が高い。

③ CPU性能とCPU時間

① CPUの性能

スループット、プログラム実行時間、平均命令時間などを利用して性能を評価する。

㊦ スループット

単位時間あたりに処理するジョブ数またはトランザクション件数

① プログラム実行時間

通常は次の式で計算する。

平均命令実行時間($CPI \times CCT$) $\times$ プログラムダイナミックステップ数
計算で推定が困難な場合、実行時間の実測で求める。

㉞ ダイナミックステップ数

同一のプログラムでも実行条件によって変化する。スタティックステップ数は把握が可能であるが、ダイナミックステップ数は把握が困難である。

㉟ 平均命令時間

使用命令の出現頻度を仮定し、加重平均値を求める。ギブソンミックス、コマーシャルミックスを利用する。

⑥ CPU時間

I/Oの待ち時間やマルチプログラミングの他のプログラムの実行時の待ち時間を含まないCPUの処理時間である。

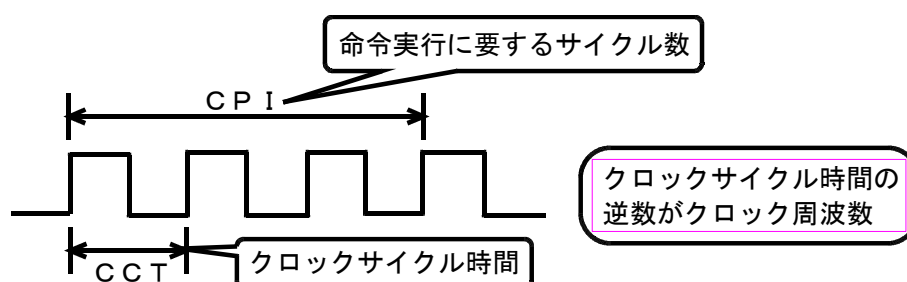
⑦ CPU時間の内容

㉠ ユーザCPU時間

ユーザのプログラムの処理に費やされるCPU時間である。その逆数をCPU性能という。

㉡ システムCPU時間

そのプログラムの処理のためにOSで費やされるCPU時間である。



⑧ クロックサイクル数(CPI)

コンピュータはクロック信号でタイミングをとる。この信号の1周期をクロックサイクル、その時間をクロックサイクル時間(CCT)といい、その逆数をクロック周波数という。クロック周波数100MHzのとき、クロックサイクル時間は10ナノ秒になる。命令の実行に要するクロックサイクル数をCPIと呼ぶ。RISCの場合、CPIが重要なパラメータとなり、高度なパイプライン処理では、CPIを1に近づけるようにする。

⑤ CPIの式

$$CPI = \sum W_k CPI_k$$

各命令のCPIに、その命令の出現頻度を乗じたものの総和で求める。ただし、 CPI_k は各命令についてのCPI、 W_k はその命令の出現頻度である。

⑥ CPU時間の計算式

$$CPU時間 = IC \times CPI \times CCT$$

CPU時間は命令の実行に必要な個々の命令に、その命令の出現頻度を乗じたものの総和である。ICはプログラムの命令数、CPIは1命令当たりのクロックサイクル数、CCTは1クロックサイクルの時間を表す。 $CPI \times CCT$ は、1命令の実行に必要な時間である。IC(プログラムの命令数)にはダイナミックステップ数を用いるが、計算のための条件値の設定が困難なため、実行時間を実測する。

⑦ CPU能力の算定式

㉗ CPU使用時間

$$CPU使用時間 = OSによるオーバーヘッド時間 + CPU実行時間$$

OSによるオーバーヘッド時間は、プログラムのロード時間、タスクスイッチングの時間、ファイルI/O時間、プログラム終了の処理時間の合計である。オーバーヘッド時間の割合を与えて計算する。OSの種類によって異なる。

㉘ CPU実行時間

$$CPU実行時間 = 平均命令実行時間 \times \text{プログラムの実行ステップ数}$$

④ キャパシティプランニングとCPU使用率

㉙ キャパシティプランニング

情報システムの設計段階で、適切なサービス水準を維持し、最適な投資を行うためにシステムの各要素の内容を検討し、決定する。この作業がキャパシティプランニングである。

CPUの性能、主記憶装置の速度と容量、補助記憶装置の速度と容量、入出力装置やインターフェースのデータ転送速度、ネットワークの回線速度と容量などの項目を決定する。

㉚ 応用プログラムの実行時間

キャパシティプランニングでは、応用プログラムの実行時間の値を正確に把握する必要があるが、計算で推定することは困難である。現実的な方法は、実行時間の実測で、プログラムの開始時刻と終了時刻から求める。得た値は、測定したコンピュータにおける値であって、同じプログラムであってもコンピュータが異なると変化する。応用プログラムが変わっても異なる

値になる。

④ CPU使用率

CPU使用率が一定値を超えると、応用プログラムの処理待ち時間が急速に増大する。応用プログラムが使える時間はOSのオーバヘッド部分を除いた残り時間に安全係数を掛けた時間になる。応用プログラムが消費するコンピュータ能力は時間によって変動するため、最頻時に発生する処理負荷とOSのオーバヘッドを加えた総負荷が、処理能力の70%を超えないように計画する。

複数の種類の応用プログラムを実行するシステムでは、それぞれの応用プログラムの実行時間は異なる。従って、平均命令実行時間と各応用プログラムの処理要求の発生頻度を考慮して単位時間の応用プログラムの処理負荷を決める。

⑤ メモリ量の算定

① メモリ量の算定要領

メモリの使用目的別に必要な容量を算定する。メモリの種類、メモリの容量は経済性、システム性能、拡張性に影響する。主メモリは、仮想メモリを使用し大きなメモリ空間を確保する。補助メモリは、OSやプログラムの大きさ、データの取扱量、保存期間、ジャーナルの量やワークエリアの大きさによって決まる。

ディスク容量は次式による。

ディスク容量＝マスタの容量＋OSの容量＋ジャーナルの容量＋ワークエリアの容量

② 用途別算定上の留意点

OSは主メモリに常駐する。高機能OSはプログラムステップ数が多い。OSの種類によって確保するメモリ量が指定される。応用プログラム用のメモリは、スタティックステップ数が重要で、ロードモジュールの大きさの評価が必要である。多量の利用者データはデータベースとして管理する。ワークエリア用メモリは、応用プログラムの種類、入出力制御のアーキテクチャにより異なる。その他、応用プログラムのジャーナル用のメモリ、運用保守データ記録用メモリの検討が必要となる。

⑥ 通信ネットワークの性能算定

① 通信ネットワークの性能算定に必要な検討項目

ア データ伝送速度

データ伝送速度 $\geq$ 伝達すべきデータ量／許容伝送時間

送るべきデータ量と伝送時間で決まる。伝送速度は伝送媒体内の信号の伝播に要する時間で、衛星通信は2地点間で0.25秒要す。

① 伝送時間

伝送時間 = (伝達すべきデータ量 / 伝送速度) + 伝送遅延時間

伝送すべきデータ量には通信プロトコルが発するヘッダやチェックシーケンス等の交換信号も含める。プロトコルの処理にかかる時間、データ伝送誤りの処理にかかる時間、送信あるいは受信バッファメモリの制約などで有効なデータ転送速度は低下する。処理データは再発時の集中率を考慮する。

㊦ 伝送遅延時間

通信ネットワークのエンドツーエンド接続は、複数のリンク区間と複数のノードで構成される。伝送ルート、伝送方式、回線の混雑度の影響を受け伝送遅延が発生する。パケット通信は、パケット単位までデータが保留されるので、それによる伝送遅延が発生する。交換機の切り替え操作が入ると遅延する。

⑥ ネットワーク回線の各種条件

㊦ 伝送品質

伝送途中でビット誤りが発生すると、受信側で伝送誤りを検出して、応答信号で送信側に再送信を要求する。通信回線の伝送品質が悪い場合、スループットが低下することになる。

① コネクションの設定・解放

交換回線の場合、メッセージの転送要求が発生して始めてコネクションを設定する。コネクションの設定と解放にかかる時間は、システム全体の利用効率に影響する。データ量が比較的小さいトランザクションシステムでは、正味のデータ伝送時間と比較してかなり大きく、作業能率を低下させる。

㊦ 転送ブロックの大きさ

メッセージを伝送するときの転送ブロックの大きさとプロトコルの機能がシステムの性能に大きく影響する。伝送遅延時間の大きいネットワーク、伝送品質が悪いネットワーク、伝送速度が大きいネットワークでは更に影響が大きくなる。

㊦ スループットを向上させる設計

転送ブロックの大きさを大きくし、ロングパケットを用意する。複数の転送ブロックに対して確認応答信号を返送する。受信側で誤り検出したときだけ、転送ブロックの識別番号を送信側に通知して回復処理を行う。

例題演習

一定時間内にコンピュータシステムが処理可能な業務の量を示しているのはどれか。

- | | |
|---------------|----------|
| ア オーバertime | イ スループット |
| ウ ターンアラウンドタイム | エ レスポンス |

解答解説

システム性能指標に関する問題である。

アのオーバertimeは、制御プログラムがユーザにサービスするためにプログラム管理やハードウェアの制御に使う時間である。

イのスループットは、システムの生産性を表す指標で、一定時間内にシステムによって処理される仕事量である。求める答えはイとなる。

ウのターンアラウンドタイムは、バッチ処理方式では仕事を依頼してからその結果が完全に返送されるまでの経過時間を表す。オンライン処理ではデータをインプットし始めてから、コンピュータで処理されてその結果が出力完了するまでの時間である。

エのレスポンスは、システムに対する問い合わせや要求を行ってから、応答の始まりまでの時間を表す指標である。

例題演習

スループットに関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア ジョブとジョブの間にオペレータが介入することによってシステムに遊休時間が生じても、スループットには影響を及ぼさない。
- イ スループットは、CPU性能の指標であり、入出力の速度、オーバertimeの時間などによって影響を受けない。
- ウ 多重プログラミングは、ターンアラウンドタイムの短縮に貢献するが、スループットの向上にはあまり役立たない。
- エ プリンタへの出力情報を一時的に磁気ディスク装置へ保存するスプーリングは、スループットの向上に役立つ。

解答解説

スループットに関する問題である。

スループットはコンピュータが単位時間内に処理できる仕事量やデータ量を表す。

アの遊休時間が生じると、スループットは低下する。

イのスループットは、入出力速度、オーバertimeによって影響される。

ウの多重プログラミングはスループットを高める。

エのスプーリングはスループットを高める。求める答えはエとなる。

例題演習

500M F L O P Sのスーパーコンピュータは、浮動小数点演算に関して 0.5M I P Sのパーソナルコンピュータの何倍の処理能力があるか。このパーソナルコンピュータは、1回の浮動小数点演算を実行するために50命令が必要である。

ア 500 イ 1,000 ウ 1万 エ 5万

解答解説

スーパーコンピュータとパーソナルコンピュータの能力比を求める問題である。

0.5M I P Sのパソコンの浮動小数点演算能力を求めると次のようになる。

$$500000 \div 50 = 10000 (\text{F L O P S})$$

スーパーコンピュータとの比較は

$$500000000 \div 10000 = 50000$$

スーパーコンピュータの処理能力は5万倍である。求める答えはエとなる。

例題演習

1件のトランザクションについて80万ステップの命令実行を必要とするシステムがある。プロセッサの性能が200M I P Sで、プロセッサの使用率が80%のときのトランザクションの処理能力(件/秒)は幾らか。

ア 20 イ 200 ウ 250 エ 313

解答解説

トランザクションの処理能力に関する問題である。

プロセッサの性能は200M I P S $= 200 \times 10^6 = 2 \times 10^8$ であり、プロセッサの使用率が80%であるから、80万ステップの命令実行に必要な時間は次のようになる。

$$80 \times 10^4 \div (2 \times 10^8 \times 0.8) = 0.5 \times 10^{-2} = 0.005 (\text{秒})$$

1秒間の処理件数は $1 \div 0.005 = (1 \div 5) \times 10^3 = 200$ 求める答えはイとなる。

例題演習

本社と工場との間を専用回線で接続してデータを伝送するシステムがある。このシステムでは256バイト/件の伝票データを10件まとめて、それぞれ80バイトのヘッダ情報を付加して送っている。伝票は1時間に平均10,800件発生している。回線速度を9,600ビット/秒としたとき、回線利用率は何%か。ここで、1バイトは8ビットとする。

ア 64 イ 66 ウ 84 エ 86

解答解説

専用回線の回線利用率を求める問題である。

回線における通信上の情報量を算出し、回線速度に対する割合を求めると、回線利用率を算

出することができる。

1 回のデータ伝送量は、 $256 \times 10 + 80 = 2640$ (バイト)

1 時間に 10800 件であるから伝送ブロック数は

$10800 \div 10 = 1080$ (ブロック/時間)

1 時間に伝送するバイト量は 2640×1080 (バイト)

回線利用率は次の式で計算される。

$2640 \times 1080 \times 8 \div (9600 \times 3600) = 0.66$

従って、66%であり、求める答えはイである。

例題演習

あるコンピュータで、あるプログラムを実行する場合の命令ミックスは右の表の通りである。
このときの性能は GIPS で表すとどれか。

命令の種類	出現確率	実行時間
ロード/ストア命令	0.4	0.6ナノ秒
比較/分岐命令	0.3	0.7ナノ秒
固定小数点演算命令	0.2	1.0ナノ秒
浮動小数点演算命令	0.1	3.5ナノ秒

ア 0.2

イ 1

ウ 10

エ 100

解答解説

命令ミックスを使用して、GIPS 値を求める計算問題である。

GIPS は 1 秒当たりの命令実行回数は 10 億回 $= 10^9$ を表したものである。

命令ミックスの平均実行時間は次式で計算する。

$0.6 \times 0.4 + 0.7 \times 0.3 + 1.0 \times 0.2 + 3.5 \times 0.1 = 1$ ナノ秒

GIPS 値は $1 \div 1 \times 10^{-9} = 10^9 = 1$ GIPS となり、求める答えはイである。

例題演習

制御用符合を含む長さ 400 バイトのデータを 1 時間当たり 3,600 件送信したい。回線の利用率が 60% であるとき、要件を満足する回線速度で最も遅いものは何ビット/秒か。

ア 2,400

イ 4,800

ウ 9,600

エ 14,400

解答解説

所要のデータ量を伝送できる通信速度を求める問題である。

1 時間当たり 3600 件であるから、1 秒間に 1 件送信することになる。

必要な回線速度を S とすると、次の式が成り立つ。

$$400 \times 8 \leq 0.6 S$$

$$S \geq 3200 / 0.6 = 5333$$

$$S = 9600 \text{ ビット / 秒}$$

必要な通信速度は、9600ビット／秒で、求める答えはウである。

例題演習

オンラインシステムにおいて、1 トランザクションの処理に平均60万命令を実行し、平均2回のファイルアクセスが必要であるとき、CPU性能が30MIPSであるコンピュータの1 トランザクションの平均処理時間は何ミリ秒か。ここで、ファイルの平均アクセス時間は30ミリ秒とし、当該トランザクション以外の処理は発生しないものとする。

ア 8

イ 40

ウ 62

エ 80

解答解説

トランザクション処理性能に関する問題である。

CPUの性能は30MIPSであるから、平均命令実行は 30×10^6 回／秒

平均60万命令を実行するに必要な時間は $60 / 3000 = 2 / 100 = 0.02$ (秒)

2回のファイルアクセス時間は $30 \times 2 = 60$ (ミリ秒)

トランザクション処理時間は $60 + 20 = 80$

求める答えはエとなる。

例題演習

性能見積りを行う場合のメモリ使用率の算出に関する説明として、適切なものはどれか。

ア OS、ユーザ空間ごとに、必要なメモリの総和と実搭載量から算出する。

イ 加重平均ダイナミックステップ数とシステム全体の処理データ量から算出する。

ウ 処理モデルごとに、すべての回線を流れる電文の電文長と通信量から算出する。

エ 処理モデルごとに、入出力レコードのサイズとアクセス回数から算出する。

解答解説

システムの性能見積りに関する問題である。

システムのハードウェアの使用率でよく用いられるものには、CPUの使用率、メモリの使用率、通信ネットワークの使用率、入出力装置の使用率などがある。ここでは、メモリの使用率が問題になっている。

メモリの使用率は、OSが把握しているメモリの使用量のデータと実装したメモリの容量からメモリの使用率を求める。すなわち、OS、ユーザ空間ごとに必要なメモリの総和と実搭載量から算出する。

アはメモリの使用率、イはCPUの使用率、ウは通信ネットワークの使用率、エは入出力装置の使用率を求めている。求める答えはアとなる。

① 性能評価の意義と定義

① システム評価の意義

経費の有効利用や節約の目的から、コストパフォーマンスの良好な計算機利用が追求される。計算機システムの複雑化に伴い、システムの振る舞いや性能を的確に把握するための手段が求められる。計算機の使用法の多様化により、種々の立場からの評価が必要になっている。新しいシステムの設計に従来のシステムの評価データが不可欠である。

② システムの性能

性能を評価する場合、コンピュータシステムの性能について明確に定義する必要がある。性能はあるプログラムをコンピュータシステム上で実行した場合の定量的な指標である。

③ システム評価のための定量的な性能指標

- ㊦ コンパイルなどの言語処理時間を含めたコンピュータシステムでの実行時間
- ㊧ 主記憶上に割り付けられたオブジェクトプログラムが結果を出すまでの実行時間
- ㊨ プロセッサが使用される実質時間、CPU時間
- ㊩ そのプログラムを実行するのに必要なメインメモリ量

④ システム評価の方法

システムの評価はシステムの開発計画の段階から、システムの運用、新しいシステムの計画に至るライフサイクルの各段階で種々の方法が利用される。評価手法の代表的なものに、解析的方法、シミュレーション法、モニタリングなどがある。

開発・導入段階の評価では、システムのモデルを作り解析的方法やシミュレーション法を使用して事前評価を行う。ベンチマークプログラムを利用して、処理スピードやスループットを実測あるいは実測データにもとづく推定が行われる。稼働中のシステムの評価には、モニタリング手法が用いられる。モニタリング手法は、運転中の計算機システムの動作状況を観測し、定量的にその動作パターンを把握するための手法である。

② 評価の測定法

① カタログデータ

カタログは容易に得られる資料で、システムの概要を知る上で役立つ。CPUのサイクル時間、基本演算時間、主記憶のアクセス時間、周辺装置の速さなどをカタログ性能として得るこ

とができる。機種選択、機器構成決定の参考資料となる。

⑥ インストラクションミックス

インストラクションミックスは、CPUの処理速度を単一の数値で表すために、使用命令を分類して使用頻度を重み付けし、加算平均により平均実行速度を求める。

⑦ ベンチマーク

ベンチマークは、処理能力を調べるために、計算機システムに標準的なテストプログラムを使用する方法である。入出力や制御プログラムの性能を含んだテストが実施できる。計算機システムのスループットなどの総合的性能のデータが得られる。

⑧ モニタリング

モニタリング手法は、運転中の計算機システムの動作状況を観測し、定量的にその動作パターンを把握するための手法で、計算機システム内を走る各プログラムの振る舞いや各装置の利用状況の変化をとらえるための測定である。

機器構成、ソフトウェア構成の改良、TSSの応答性能の測定や改良に用いる。ボトルネックの発見、プログラムの振る舞いを調べ改善する。

⑨ トレーサ

各種プログラムの振る舞いを調べるツールで、モジュール内あるいはモジュール間の走行経路をリアルタイムまたは実行後の一括出力として確認するために用いる。

トレーサ上でプログラムを実行すると、その過程を追跡・記録し、実行した命令を順番に、レジスタや変数の値などの状態と共に表示する。プログラムが意図したとおりに動作しているかを調べたり、どこに誤りがあるかを発見するのが容易になる。

③ プロセッサ・メモリの評価

① 絶対評価

評価の対象とするコンピュータの処理速度を示すことによって評価する。命令ミックスによるMIPS値やFLOPS値がある。

② 相対評価

ある基準のコンピュータを定め、それとの相対的な性能を示すことで評価する。速度向上比やベンチマークによる評価がある。

③ 静的評価

コンピュータを稼働させなくても評価データを提示できるものである。仕様として示される

項目による評価である。

㉔ 動的評価

あるプログラムを実行させたときに示される項目による評価である。ハードウェアの実行速度を性能と定義する場合、意味があるのは動的評価である。

㉕ プロセッサおよびメモリの評価項目

- ㊦ 命令ごとの実行速度
- ㊧ ユーザが利用できるレジスタ個数
- ㊨ パイプラインの深さ
- ㊩ キャッシュなどのプロセッサに最も近いメモリ階層の容量や速度
- ㊪ ALU、ALU以外の演算器、命令フェッチ／デコード、メモリアクセス機能ユニットなどの種類、演算／処理の単位、並列度、個数
- ㊫ 命令の種類や命令セットの大きさ
- ㊬ メモリの容量
- ㊭ メモリのアクセス時間とサイクル時間
- ㊮ スループット、メモリの転送性能
- ㊯ メモリ階層の種類

④ ベンチマークテスト

㉖ ベンチマーク

ある応用分野の代表的なプログラムをサンプルプログラムとして評価対象のコンピュータでコンパイル・実行して得た性能を基準コンピュータの性能との相対値で示す指標である。ハードウェアによる実行だけでなくコンパイラやOSによる処理過程まで含めて評価できるので、コンピュータシステム全体を対象として評価することが可能である。動的評価手法としてベンチマークによる相対評価が使われる。

㉗ 代表的なベンチマークテスト

㊦ SPEC

複数本のベンチマークプログラムの実行速度をある基準コンピュータとの相対値でそれぞれ表し、それらの幾何平均をとる。ベンチマークプログラムには整数演算用と浮動小数点数演算用があり、それぞれのベンチマークをSPECint、SPECfp という。

SPECintは、C言語で作成したメモリアクセス、整数演算の速度を反映させるベンチマークテストである。SPECmarkは、Fortranで作成した倍精度浮動小数点ベンチマークテ

ストである。SPECint92は、整数演算の占める割合の多い6種類のC言語で書かれた整数演算の性能を測るベンチマークテストである。SPECfp92は、浮動小数点演算の性能を測るベンチマークテストで、浮動小数点演算の占める割合の多い14種のテストから成る。SPECint92／SPECfp92の基準コンピュータはVAX-11/780であったが、SPECint95 およびSPECfp95では、SPARCstation10 になっている。

① ドライストン

整数演算性能を評価するベンチマークで、コンパイラの性能評価に用いる。

⑤ ウェットストン

もともとは浮動小数点数演算性能を評価するものであったが、事務計算も考慮したベンチマークプログラムを加え汎用コンピュータ向きとしている。ベンチマークプログラムが小規模計算であるために、大規模キャッシュを装備するコンピュータでは正確な評価はできない。

⑥ リバモアループ

複数本のループプログラムによるベンチマークで、ベクトルコンピュータの評価に用いる。

⑧ リムパック

浮動小数点数演算用ベンチマークで、FLOPS値の計測に利用される。

⑤ OLTPのベンチマーク

① TPCベンチマーク

システムの性能を評価する方法にMIPS値があるが、OLTPシステムの場合、コンピュータシステム、通信装置および関係するソフトウェアについての性能の評価も必要となるため、MIPS値の代わりにTPCベンチマークを用いる。TPCベンチマークテストはアメリカのトランザクション処理性能評議会(TPC)が定めたものである。

② TPCベンチマークテストの種類

① TPC-A

銀行業務のATMによる入出力をモデル化したもので、通信処理やデータベースの更新処理を含むオンライントランザクションシステムの基本性能評価用である。

② TPC-B

バッチ処理のデータベースシステムをモデル化したもので、データベース評価用である。

㉔ **TPC-C**

オーダエントリをモデル化したもので、業務処理性能評価用である。

㉕ **TPC-D**

意志決定支援アプリケーションをモデル化したものである。

㉖ **TPC-H**

意思決定支援システムをシミュレートするベンチマークテストである。

㉗ **TPC-R**

データベースシステム用のベンチマークテストである。

㉘ **TPC-W**

WebサーバやWebアプリケーションのフレームワークの性能評価に利用する。

例題演習

システムの性能評価に関する指標のうち、主記憶の競合状態を最もよく表すものはどれか。

ア 実行待ち時間

イ トランザクション応答時間

ウ ページング発生頻度

エ メモリ使用率

解答解説

主記憶の競合状態に関する問題である。

競合状態は複数のプロセスがある資源に同時にアクセスする状態を呼ぶ。

アの実行待ち時間は、プロセスが入出力を完了するまでCPUを使用するのを待っている状態であり、競合状態ではない。

イのトランザクション応答時間は、トランザクションがネットワークで送信され、コンピュータで処理されて、再びネットワークで送信されてくるまでの時間である。主記憶の競合ではない。

ウのページングは、主記憶と補助記憶の間でページイン・ページアウトされる現象で、頻度の大小は主記憶の競合状態を表す。求める答えはウとなる。

エのメモリ使用率は、主記憶の領域の使用割合を表すものであり、競合ではない。

例題演習

性能評価法の一つであるTPCベンチマークによって評価できるものはどれか。

ア OLTPの性能

イ ディスク装置の性能

ウ ネットワークの性能

エ プロセッサの性能

解答解説

T P Cベンチマークに関する問題である。

T P Cベンチマークは、C P U性能だけでなく、ハードディスク装置、O S、データベース管理システム、ネットワークなどのシステム全体の性能を評価できる特徴がある。

O L T Pはオンライン・トランザクション処理で、ホストコンピュータにオンライン接続された複数の端末がホストコンピュータにメッセージを送信し、そのメッセージに従って、ホストコンピュータで一連のデータベースアクセスを含む処理を行い、処理結果を即座に端末に返信する処理システムである。従って、O L T Pの性能はT P Cベンチマークテストによって評価することが可能になる。求める答えはアとなる。

例題演習

計算システムのハードウェア性能やソフトウェアの処理能力を評価するため、代表的な標準プログラムを設定し、その実行時間や単位時間内の処理量、使用する記憶容量などを求めるものは、次のうちのどれか。

ア ギブソンミックス

イ ベンチマーク

ウ スループット

エ コマーシャルミックス

解答解説

ベンチマークテストに関する問題である。

アのギブソンミックスはコンピュータが科学技術計算に用いられる場合を想定してつくられた、コンピュータの命令実行速度の評価尺度である。対象となる命令は使用頻度によってウェイト付けされている。

イのベンチマークテストはコンピュータのハードウェアやソフトウェアの性能を比較、評価するために行うテストで、性能評価用のプログラムを入力、実行させて、実行速度、単位時間内の処理量、処理の正確度、使用する記憶容量などを調べ、それによって性能を判断する。求める答えはイとなる。

ウのスループットは、ある時間内で処理されるジョブの個数やあるジョブを1回処理するのに必要な時間などで表現されるコンピュータの性能である。

エのコマーシャルミックスはコンピュータが事務処理分野で利用される場合を想定してつくられた、コンピュータの命令実行速度の評価尺度である。

例題演習

コンピュータシステムのベンチマークテストの説明として、最も適切なものはどれか。

ア 1命令の実行に要する平均時間から、コンピュータの性能を測る。

イ システムが連続して稼働する時間の割合を測定し、他の製品と比較する。

ウ 想定されるトランザクション量にシステムが耐えられるかどうかを判定する。

エ 測定用のソフトウェアを実行し、システムの処理性能を数値化して、他の製品と比較する。

解答解説

ベンチマークテストに関する問題である。

ベンチマークテストは、ある応用分野の代表的なプログラムをサンプルプログラムとして評価対象のコンピュータでコンパイル・実行して得た性能を基準コンピュータの性能との相対値で示す指標である。ハードウェアによる実行だけでなくコンパイラやOSによる処理過程まで含めて評価できるので、コンピュータシステム全体を対象として評価することが可能である。動的評価手法としてベンチマークによる相対評価が使われる。システムの性能評価に用いる。

アは、命令実行時間を使用して、CPUの性能を評価する。

イは、システムの稼働率を使用して、システムや装置の信頼性を評価する。

ウは、トランザクション処理能力からシステムの最大処理能力を測定し、評価する。

エは、ベンチマークテストである。求める答えはエとなる。

例題演習

オンラインシステムの性能を評価するとき、特に業務処理性能を評価する指標として、最も適切なものはどれか。

ア 実行待ち時間

イ チャンネル使用率

ウ トランザクション応答時間

エ ページング回数

解答解説

オンラインシステムの性能評価に関する問題である。

オンライントランザクションシステムの業務処理性能にはスループットと応答時間がある。生産性を表す性能としては単位時間当たりの処理件数即ちスループットに相当するものがあり、利用者へのサービスとしてはトランザクションを投入してから応答が返されるまでのトランザクション応答時間がある。

アの実行待ち時間は、サービスを受けるまでの待ち時間であり、サービス時間は考慮されていないため業務処理性能にはならない。

イのチャンネル使用率は、チャンネルの使用割合を示すものである。

ウのトランザクション応答処理は、利用者へのサービスを表す業務処理性能になる。求める答えはウとなる。

エのページング回数は、実記憶空間に所定のページが存在しないページフォルトに対応する回数を示すもので、どちらも業務処理割合とは調節に関係ないものである。

例題演習

システムが単位時間内にジョブを処理する能力の評価尺度はどれか。

ア MIPS値

イ 応答時間

ウ スループット

エ ターンアラウンドタイム

解答解説

スループットに関する問題である。

アのMIPS値は、命令実行速度を表す単位で、1秒間に命令を100万回実行できる単位が1MIPSである。

イの応答時間は、システムに対する問い合わせや要求を行ってから、応答の始まりまでの時間を表す指標である。

ウのスループットは、システムの生産性を表す指標で、一定時間内にシステムによって処理される仕事量である。求める答えはウとなる。

エのターンアラウンドタイムは、バッチ処理方式では仕事を依頼してからその結果が完全に返送されるまでの経過時間を表す。オンライン処理ではデータをインプットし始めてから、コンピュータで処理されてその結果が出力完了するまでの時間である。

例題演習

システムの性能評価に関する記述のうち、最も適切なものはどれか。

ア システムに組み込まれたスーパバイザ機能呼び出すことによって、性能評価に必要なデータをすべて測定することができる。

イ システムをモデル化して性能評価を行う方法として、解析的手法によるものとシミュレーションによるものがある。

ウ 性能評価のためにモニタリングを行うときは、ハードウェアモニタによるモニタリングよりも被測定系に影響が少ないソフトウェアによるモニタリングの方がよい。

エ ベンチマークテストに使用するプログラムは、JISによって仕様が規定されているので、その仕様を満たすプログラムを使うことで公平なテストを行うことができる。

解答解説

システムの性能評価に関する問題である。

システムの評価手法の代表的なものに解析的方法、シミュレーション法、モニタリングなどの方法がある。開発・導入段階ではシステムのモデルを作り、解析的方法やシミュレーション法を使用して事前評価を行う。ベンチマークプログラムを利用して、処理スピードやスループットを実測あるいは実測データに基づく推定が行われる。ベンチマークは処理能力を調べるために計算機システムに標準的なテストプログラムを使用して、入出力や制御プログラムの性能を含んだテストを実施する。モニタリング手法は運転中の計算機システムの動作状況を観測し、定量的にその動作パターンを把握するための手法である。モニタリングは計算機システム内を走る各プログラムの振る舞いや各装置の利用状況の変化をとらえるための測定で、機器構成やソフトウェア構成などに用いる。

アのシステムのスーパバイザ機能は周辺機器の制御・管理に用いられるものであり、性能評価に必要なデータを測定するものではない。

イのモデル化して性能評価する方法に解析的手法とシミュレーションがある。イは正しい答である。求める答えはイとなる。

ウのモニタリングはハードウェアによるモニタリングとソフトウェアによるモニタリングが

一体になってシステムの性能を評価するもので個別の優劣が問題ではない。

エのベンチマークテストはJ I SではなくS P E C、T P Cによって仕様が規定されている。

例題演習

コンピュータの性能評価の基準に関する記述のうち、S P E C int に関するものはどれか。

- ア 1秒間に実行可能な浮動小数点演算の回数、主に科学技術計算の性能尺度として用いられるが、超並列コンピュータの評価指数としても用いられる。
- イ 1秒間の平均命令実行回数。アーキテクチャが異なるコンピュータ間の性能比較には適さない。
- ウ U N I Xが動作するコンピュータを主対象とした整数演算ベンチマーク。システム性能評価協会が開発し、標準的なベンチマークとして普及している。
- エ オンライントランザクション処理システム用ベンチマーク。対象とするモデル別にA、B、C、Dの4種のベンチマーク仕様が開発されている。

解答解説

ベンチマークテストに関する問題である。

S P E Cのベンチマークテストには次のものがある。

- ① SPECintはC言語で作成したメモリアクセス、整数演算の速度を反映させるベンチマークである。
- ② SPECmarkはFortranで作成した倍精度浮動小数点ベンチマークテストである。
- ③ SPECint92は整数演算の占める割合の多い6種類のC言語で書かれた整数演算の性能を測るベンチマークテストである。
- ④ SPECfp92は浮動小数点演算の性能を測るベンチマークテストで、浮動小数点演算の占める割合の多い14種のテストから成る。

アはF L O P Sである。

イは100万回単位で表すとM I P Sとなる。

ウはSPECintに関するものである。求める答えはウとなる。

エはT P Cベンチマークテストである。

例題演習

C P Uの性能を表す指標の1つにM I P S値がある。一般に、この値が大きいほど高速である。しかし、M I P S値は計測に使用される命令によって同じC P Uでも値が異なってしまう。そこで通常は、あらかじめそのコンピュータにセットされた命令体系の中から、いくつかの命令を抽出し、その出現確率を重み付けしたモデルを作り、その平均値でM I P S値を算出する。このモデルを何というか。

- | | |
|-----------------|----------|
| ア 標準モデル | イ カーネル |
| ウ インストラクションミックス | エ ベンチマーク |

解答解説

インストラクションミックスに関する問題である。

アの標準モデルは、能力算定や評価の対象物に対して、最適解が求まるように条件や作業方法が設定されたモデルである。この問題の内容では同じCPUでも異なった命令では異なった値になるため標準的なモデルであるとは言えない。

イのカーネルは、OSの基本機能を実行するプログラムで、アプリケーションソフトや周辺装置の動作の確認、ディスクやメモリなどの資源配分、アプリケーションソフトの起動など、OSの各機能を制御する。

ウのインストラクションミックスは、コンピュータの性能比較に利用されるモデルの一つで、計算処理プロセスに用いる各命令の出現割合のことである。この出現割合を用いて平均命令実行時間を計算し比較する。求める答えはウとなる。

エのベンチマークテストは、コンピュータのハードウェアやソフトウェアの処理能力を比較するためのテストで、標準作業を設定し、それぞれの製品で実行に要する処理時間などを測定することで性能を比較する。

例題演習

キャパシティプランニングにおける作業を、実施する順序に並べたものはどれか。

〔作業項目〕

- ① CPU増設，磁気ディスク増設，メモリ増設などを検討する。
- ② 応答時間，システム資源の要求量などの増加から，システム能力の限界時期を検討する。
- ③ 稼働状況データ，磁気ディスク使用量，トランザクション数などの基礎数値を把握する。
- ④ 端末増設計画，利用者数の増加などを検討する。

ア ②，④，③，①

イ ③，②，④，①

ウ ③，④，②，①

エ ④，②，①，③

解答解説

キャパシティプランニングに関する問題である。

キャパシティプランニングとは、情報システムを開発・改修する際に、機材の台数や処理性能、記憶容量、回線容量などの計画を立てることである。利用者数や利用頻度、処理の内容、扱うデータの種類や容量、必要とされる信頼性、予算などからシステムのハードウェアやネットワークの構成を検討し、機材の種類や性能、台数、配置などの具体的な計画を作成する。

計画作成上の留意点は次の通りである。

- ① 情報処理システムの要件に応じた設備量を決める。
- ② 最重要事項は性能要件である。
- ③ 経済性、拡張性も検討する。
- ④ ハードウェアの進歩やコスト／性能比の改善によって計画の重点が変化する。

作業の実施順序は次のようになる。

- ① 稼働状況データ、磁気ディスク使用量、トランザクション数などの基礎数値を把握する。

- ② 端末増設計画、利用者数の増加などを検討する。
 - ③ 応答時間、システム資源の要求量などの増加から、システム能力の限界時期を検討する。
 - ④ CPU増設、磁気ディスク増設、メモリ増設などを検討する。
- キャパシティプランニング実施順序は、③、④、②、①となり、求める答えはウとなる。

例題演習

コンピュータシステムの性能評価に関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア CPU性能を測定するベンチマークプログラムは多くの応用範囲をカバーしているので、コンピュータ導入からシステム増強計画に至るまでの性能予測に利用できる。
- イ 運用中のシステムでは、ソフトウェアモニタを用いて統計データを収集し、分析することによって、性能上の問題点を把握することができる。
- ウ コンピュータシステムの資源増強を計画する場合、負荷予測に基づくプロトタイピングモデルによって、システム全体を運用した場合の性能が確認できる。
- エ システムが実際に稼働していない段階で、ハードウェアモニタによる模擬実験によって、コンピュータシステムの性能が予測できる。

解答解説

システムの性能評価に関する問題である。

アのベンチマークテストは、処理能力を調べるために、標準的なテストプログラムを使用して、入出力や制御プログラムの性能をテストするものであり、コンピュータの導入、システム増強計画に使用するものではない。開発・導入段階の評価には、モデルを解析する方法やシミュレーション法が使用される。

イのモニタリングは、稼働中のシステムの動作状況を観測し、定量的にその動作パターンを把握するための手法であり、その結果を利用して、機器構成やソフトウェア構成の改良、ボトルネックの発見と改善に使用する。求める答えはイとなる。

ウのプロトタイピングモデルの活用は、特定の問題についての検討は可能であるが、システム全体の運用性能の把握は必ずしも十分とはいえない。

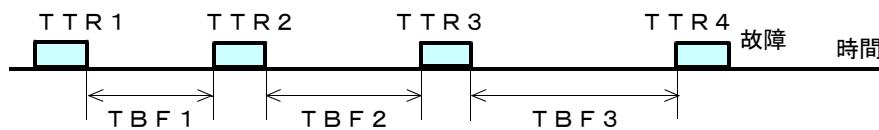
エのハードウェアモニタによる模擬実験は、ある程度の問題点の把握には利用できるが、コンピュータシステムの性能予測は十分に行うことができない。

① 可用性の定義と計算法

① 可用性の定義

修理系が規定の時点で機能を維持している確率、またはある期間中に機能を維持する時間の割合を示す。システムの一部が故障しても、システム全体として性能が低下するだけで停止しないシステムであり、利用者が使いたいときにシステムを使える状態を意味する。

② MTBFとMTTR



① MTBF

MTBFは、平均故障間隔(故障が直ってから次に故障になるまでの時間の平均値)である。
MTBFは、図に示すTBF1～TBF3の平均値として求める。

② MTTR

MTTRは、平均修理時間(故障が発生したときの修理時間の平均値)である。、MTTRは、
TTR1～TTR4の平均値として求める。

③ 可用性の式

$$A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

④ 故障率Fの計算

故障率は平均故障間隔MTBFの逆数で与えられる。

$$F = 1 / \text{MTBF}$$

故障率はシステムを1時間動作させたときの故障の発生確率を示している。

② 系の構成と稼働率

① 3個直列システムの稼働率

システムの個々の稼働率をA1、A2、A3とすると、全システムの稼働率Aは次の式で計算できる。

$$A = A_1 \times A_2 \times A_3$$

⑥ 2個並列のシステムの稼働率

1台でも正常ならシステムは正常と考える。稼働率は両方の系が同時に故障する確率を求め、1から引けば求めることができる。

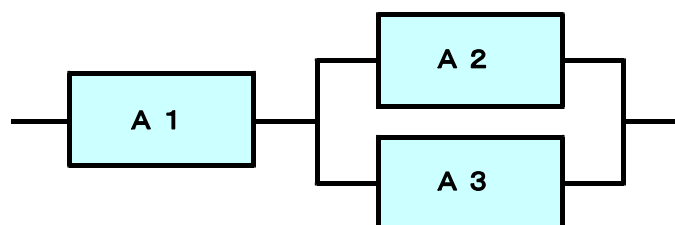
システムの個々の稼働率を A_1 、 A_2 とすると、全システムの稼働率 A は次の式で計算できる。

$$A = 1 - (1 - A_1) \times (1 - A_2)$$

⑦ 2個が並列、1個が直列なシステムの稼働率

システムの個々の稼働率を A_1 、 A_2 、 A_3 とすると、全体のシステムの稼働率 A は次の式で計算できる。

$$A = A_1 \times \{1 - (1 - A_2) \times (1 - A_3)\}$$



⑧ 3個並列のシステムの稼働率

ケース	A	B	C	稼働率
1	○	○	○	T^3
2	○	○	×	$T^2 \times (1 - T)$
3	○	×	○	$T^2 \times (1 - T)$
4	×	○	○	$T^2 \times (1 - T)$
5	○	×	×	$T \times (1 - T)^2$
6	×	○	×	$T \times (1 - T)^2$
7	×	×	○	$T \times (1 - T)^2$
8	×	×	×	$(1 - T)^3$

A、B、Cの3システムの正常状態を○、異常状態を×で表すと、表の8ケースが考えられる。3システムのそれぞれの稼働率を T とすると、それぞれのケースの稼働率は表に示す内容になる。

3装置の複合システムの正常な稼働状態を少なくとも2台以上が正常な場合とすると、総合システムの稼働率 P は、表のケース1からケース4までの和の次の式になる。

$$\begin{aligned}
 P &= T^3 + 3 T^2 \times (1 - T) = T^3 + 3 T^2 - 3 T^3 \\
 &= 3 T^2 - 2 T^3
 \end{aligned}$$

⑤ 複合化システムの故障率

3 個の装置から構成されるシステムにおいて、そのうちの 1 個が故障すればシステム全体が故障する場合(通常は直列なシステムが相当する)、各装置の平均故障間隔(M T B F)を T_1 、 T_2 、 T_3 とするとシステム全体の故障率 F は次の計算式から求められる。

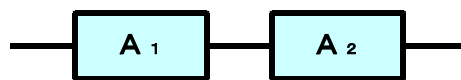
$$F = 1/T_1 + 1/T_2 + 1/T_3$$

3 個の同じ仕様の装置が並列なシステム構成で、うち 2 台のシステムが正常ならば全システムが正常と考えられる場合の全システムの故障率は、どのシステムの M T B F も等しく T であるとする、各装置の故障率は $1/T$ 、どれか 2 台が故障する確率は $3 \times (1/T)^2$ 、全部が故障する確率は $(1/T)^3$ となり、システムの故障率 F は次式で求めることができる。

$$F = 3 \times (1/T)^2 + (1/T)^3$$

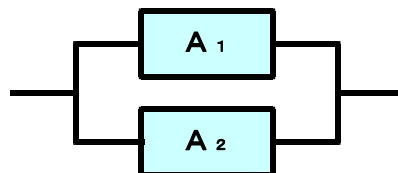
⑥ 複合化システムの稼働率

① 直列



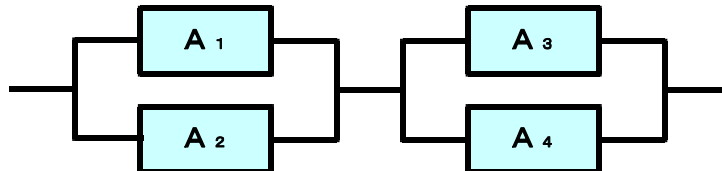
$$A = A_1 \times A_2$$

② 並列



$$A = 1 - (1 - A_1) \times (1 - A_2)$$

③ 複合



$$A = (1 - (1 - A_1) \times (1 - A_2)) (1 - (1 - A_3) \times (1 - A_4))$$

③ 高信頼化システム

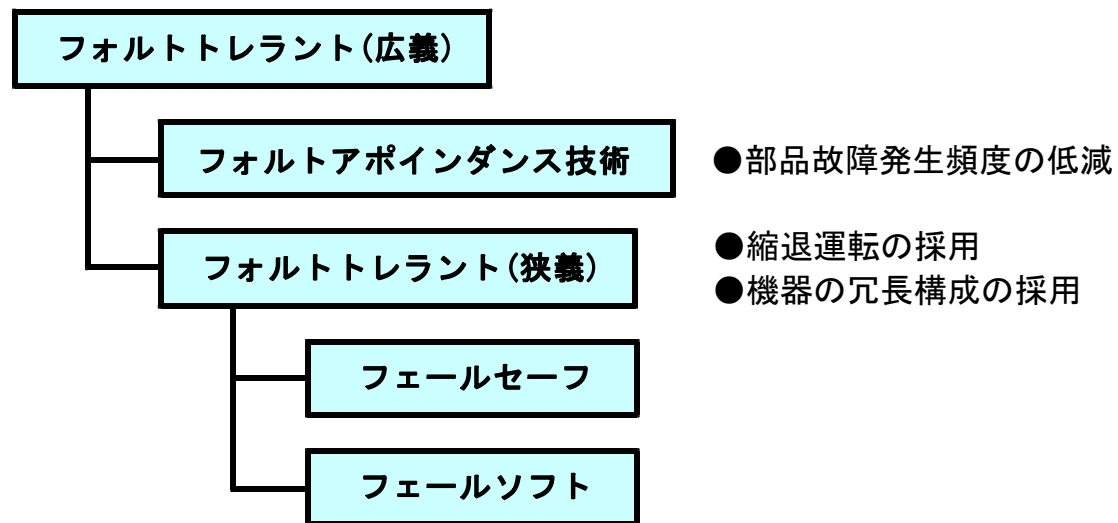
① フォルトアポイダンス技術

フォルトアポイダンス技術は、システムを構成する部品に故障しにくいものを選んで、総合的に故障をしにくいシステムをつくることである。フォルトアポイダンス技術の向上で部品の故障発生頻度を低下させることができる。

② フォルトトレラント技術

フォルトトレラントは故障によるシステムへの影響を最小限にしたり、構成機器を冗長構成にしてシステムが故障しても外見上は故障していないように見せることである。フォルトトレラントは故障によって生じるシステムの中断時間をシステムの運用に差し支えない範囲におさ

えることで、故障検出から機能回復までの時間を許容範囲内に抑え、障害時にも外部からみて定められた状態を維持する能力をいう。



③ フェールソフトとフェールセーフ

㊦ フェールソフト

フェールソフトは、システムに故障が発生するとシステムの1部を切り離し、縮退運転(フォールバックモード運転)をする考え方である。故障箇所を切り離して、機能や処理能力を低下させた状態でシステムの運用を継続させる技術である。

㊧ フェールセーフ

フェールセーフは、システムに障害が発生しても、その影響が正常な部分に波及しないようにする考え方である。どんな場合でもシステムが安全に運用・維持されることをねらう技術で、特に人命への影響の阻止が重要である。

㊨ フールプルーフ

フールプルーフは、ユーザインタフェースの設計などでユーザが誤操作しないように配慮することである。

④ デュプレックス方式

デュプレックス方式は装置を2重化構成にして、一方を運転し、それが故障したときに予備に切り替える方式である。予備機の待機の仕方にホットスタンバイ方式とコールドスタンバイ方式がある。

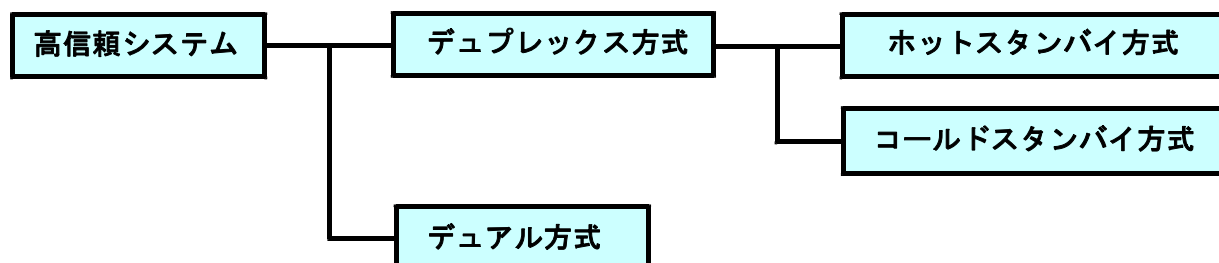
㊦ ホットスタンバイ方式

ホットスタンバイ方式は、コンピュータを2台以上用意し、その内1台がダウンしても他のコンピュータがその処理を即時に引き継げるように、プログラムやデータを生かした状態

で待機させておく方式である。

① コールドスタンバイ方式

コールドスタンバイ方式は、予備系はOSを立ち上げているが、プログラムやデータは生かした状態にせずに待機させておく方式である。



⑤ デュアル方式

両方の装置を常時並列に運転して互いを監視し合い、相手の故障を見つけたときに相手を停止させる方式である。

⑥ クラスタリング

複数のコンピュータを統合して1つのサーバシステムを構築することで、耐障害性を高めるシステムである。単一のコンピュータによるサーバシステムでは、故障などのトラブルが発生したときに、復旧するまでネットワークシステム全体を停止させる必要がある。クラスタリングを行うことで、いずれかのコンピュータが停止しても、ネットワークシステムを停止することなく運用が継続できる。

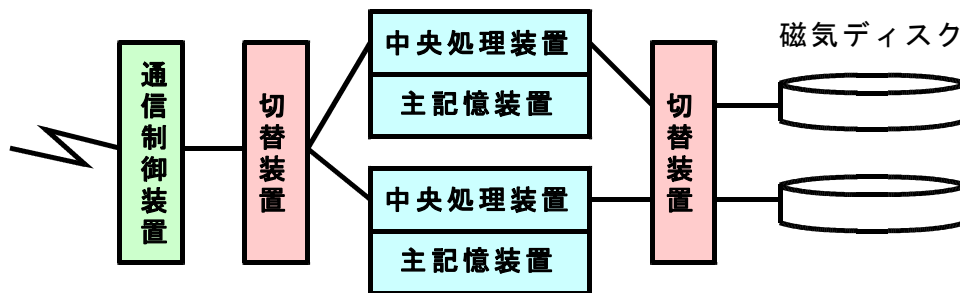
⑦ ホットスワッピング

システムを構成する機器に障害が発生しても、システムを停止することなく、障害となった機器を修理・交換する機能である。パソコンの場合、電源をオンにしたまま、周辺装置を抜き差しできることをいう。

④ 高信頼性システムの構成

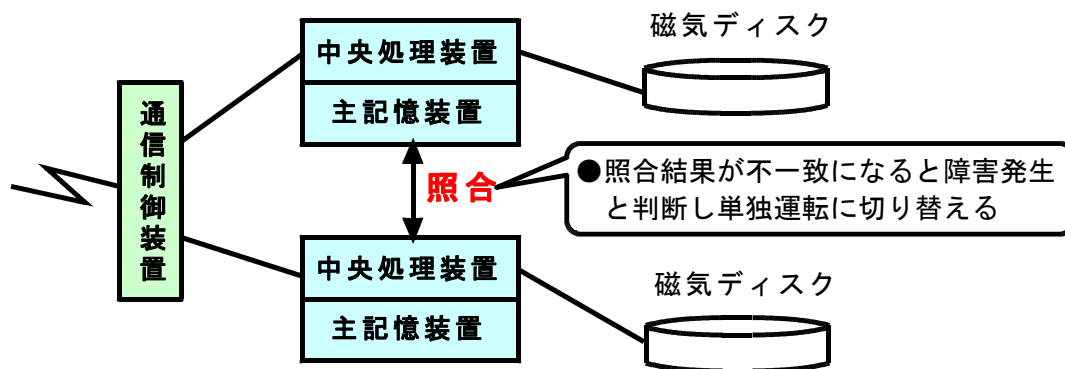
① デュプレックスシステム

中央処理装置と主記憶装置を2系統持つシステムで、1系統をオンライン用に使用し、もう1系統を待機用としてバッチ処理などに利用する。オンラインの系統に障害が発生すると、待機用の系統をオンライン用に切り替えて使用する。中央処理装置と主記憶装置を切替装置を利用して、通信制御装置や磁気ディスク装置に切り替えて使用する。デュアルシステムに比べて、切替に時間がかかり、信頼性も低くなる。

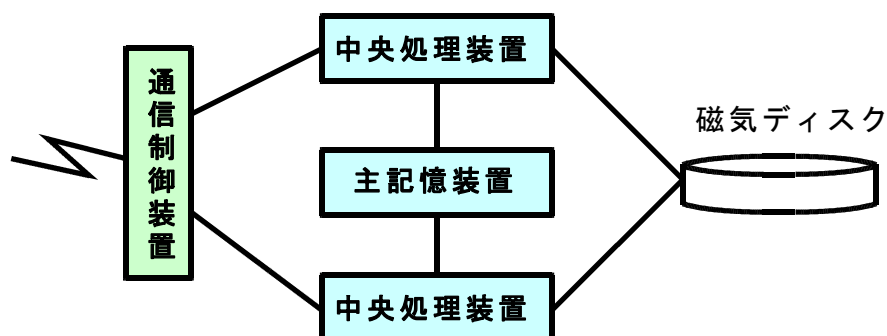


⑥ デュアルシステム

中央処理装置やその他の機器、ファイルを二重に持ち、2台のCPUで同じ処理を行い、一定間隔で処理結果を照合するシステムである。一方に障害が発生すると故障したシステムを切り離し、残ったシステムで処理を継続する。ランニングコストは高いが、信頼性は非常に高い。



⑦ マルチプロセッサシステム



複数の中央処理装置が主記憶装置や磁気ディスク等の資源を共有するコンピュータシステムであり、各中央処理装置で処理を分担する。1つのOSが複数のCPUを制御し並行処理し、計算速度の大幅な高速化を実現し信頼性も向上する。障害発生時は、そのCPUを切り離して処理を続行する。

例題演習

コンピュータシステムの高信頼化技術は、目標とする特性から R A S I S と呼ばれる。M I S を構成する五つの要素はどれか。

- ア 信頼性、可用性、保守性、保全性、機密性
- イ 信頼性、経済性、拡張性、再現性、操作性
- ウ 正確性、可用性、拡張性、保全性、機密性
- エ 正確性、経済性、保守性、再現性、操作性

解答解説

R A S I S に関する問題である。

R A S I S はコンピュータを安心して使用するために備えておくべき性質で、信頼性、可用性、保守性、保全性、機密性が問題になる。

- ① 信頼性はコンピュータが一定期間安定して動作する能力であり、故障の発生を防止する必要がある。評価は平均故障間隔 (M T B F) で表す。
- ② 可用性はコンピュータが動作している割合を表すもので、評価尺度として稼働率を用いる。一部に故障が発生しても、全体として見たときにシステムが稼働できるようにする。稼働率の計算式は $M T B F / (M T B F + M T T R)$ である。
- ③ 保守性はコンピュータの故障の発生に対して、その修復の容易さを表すもので、システムが停止したとき、どれだけ容易に故障箇所を見つけだし、修理して、システムを稼働させることができるかを表す。平均修理時間 (M T T R) で評価する。
- ④ 保全性はコンピュータシステムを停止させることなく運行させ、誤動作を防いだり、データの内容やデータ項目間の正当性・整合性を守ることである。
- ⑤ 機密性は不正なプログラムによる侵害からシステムを守ったり、保有する情報などを部外者からの故意・過失による破壊から守ることで、プライバシーなどの機密情報やデータを保護すること。

R A S I S は信頼性、可用性、保守性、保全性、機密性である。求める答えはアとなる。

例題演習

システムの信頼性を表す指標である R A S のうち、可用性を表す尺度はどれか。

- ア 稼働率 ($\frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$)
- イ 全運転時間 (MTBF+MTTR)
- ウ 平均故障間隔 (MTBF)
- エ 平均修理時間 (MTTR)

解答解説

可用性に関する問題である。

可用性とはコンピュータが動作している割合であり、使いたい時に使える状態の割合を示す。通常、稼働率といい、次の式で与えられる。

$$\text{稼働率} = M T B F / (M T B F + M T T R)$$

求める答えはアとなる。

例題演習

あるシステムに接続された10台の端末の1ヶ月の故障時間の総和は、720分であった。また、この端末の稼働予定時間は、毎日9時から17時までである。1ヶ月を30日としたとき、このシステムにおける端末の月間平均稼働率(%)は幾らか。

ア 5.0

イ 50.0

ウ 95.0

エ 99.5

解答解説

システムの月間の故障時間から端末の月間の平均稼働率を求める計算問題である。

月間平均稼働率は、次の要領で求めることができる。

- ① 端末の月間の故障時間の総和から1台当たりの平均故障時間を求める。
- ② 端末の1ヶ月の稼働予定時間を求める。
- ③ ②の結果から①の結果を減じると、端末1台の月間稼働時間が求まる。
- ④ ③の月間稼働時間を②の月間稼働予定時間で割ると稼働率を求めることができる。

端末1台の1ヶ月の平均故障時間は総台数が10台であるから

$$720 \div 10 = 72 \text{ (分)} = 1.2 \text{ (時間)}$$

となる。端末の1ヶ月の稼働予定時間は $8 \times 30 = 240 \text{ (時間)}$ であるから、月間平均稼働率は次の式から計算される。

$$(240 - 1.2) \div 240 = 0.995$$

従って、稼働率は99.5%となり、求める答えはエとなる。

例題演習

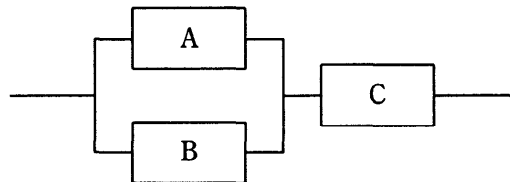
3台のコンピュータA～Cが図のように接続されている場合、システム全体の稼働率は幾らか。ここで、A～Cの稼働率は、すべて0.8とする。また、コンピュータA、Bによって構成されている並列接続部分については、A、Bのいずれか1台でも稼働していれば、当該部分は稼働しているものとする。

ア 0.512

イ 0.768

ウ 0.928

エ 0.992



解答解説

システムの稼働率の問題である。

図のシステム全体の稼働率Aは、A～Cの稼働率をPとすると次の式で与えられる。

$$A = P \times \{1 - (1 - P)^2\}$$

P=0.8として、システム全体の稼働率を求めると

$$A = 0.8 \times \{1 - (1 - 0.8)^2\} = 0.8 \times (1 - 0.04) = 0.768$$

求める答はイとなる。

例題演習

M T B F が45時間でM T T R が5時間の装置がある。この装置を二つ直列に接続したシステムの稼働率は幾らか。

ア 0.81

イ 0.90

ウ 0.95

エ 0.99

解答解説

2つの装置を直列に接続した場合の稼働率に関する問題である。

単体の稼働率はM T B F が45時間、M T T R が5時間であるから稼働率Aは次の式になる。

$$A = 45 / (45 + 5) = 45 / 50 = 0.9$$

この装置を2つ直列に接続した場合の稼働率Fは次の式になる。

$$F = 0.9 \times 0.9 = 0.81$$

求める答えはアとなる。

例題演習

コンピュータシステムの運転状況を集計したところ、各月のCPUの使用率と遊休時間の合計は表のとおりであった。この3か月間におけるCPUの平均使用率は何%か。

月	使用率 (%)	遊休時間の合計 (時間)
4	60	120
5	80	20
6	20	80

ア 44

イ 53

ウ 56

エ 63

解答解説

CPUの平均使用率を求める問題である。

各月の使用時間、遊休時間、合計時間を求めると次の表のようになる。

3ヶ月の使用時間合計は280時間、使用時間+合計時間は500時間であるから、CPUの平均使用率は次のようになる。

$$280 / 500 = 0.56$$

使用率は56%となる。求める答えはウとなる。

月	使用時間	遊休時間	合計
4	180	120	300
5	80	20	100
6	20	80	100
合計	280	220	500

例題演習

稼働率 A の装置 3 台からなるシステムを考える。このシステムでは、3 台の装置のうちどれか一つでも稼働していればよいとすると、システム全体の稼働率を表す式はどれか。

- ア A^3 イ $1 - A^3$ ウ $(1 - A)^3$ エ $1 - (1 - A)^3$

解答解説

3 台並列のシステムの稼働率を計算する問題である。

1 台が正常ならばシステムは正常と考える場合、3 台すべてが故障するとシステムは異常となる。3 台すべてが故障する割合は、 $(1 - A)^3$ であるから、稼働率 P は次のようになる。

$$P = 1 - (1 - A)^3$$

求める答えはエとなる。

例題演習

稼働率が大きくなるものはどれか。

- ア MTBF, MTTR をそれぞれ 2 倍にする。
イ MTBF, MTTR をそれぞれ半分にする。
ウ MTBF を 2 倍にし、MTTR を半分にする。
エ MTBF を半分にし、MTTR を 2 倍にする。

解答解説

稼働率に関する問題である。

具体例 $MTBF = 90$ 、 $MTTR = 10$ の場合で考えると、稼働率 $= 90 / 100 = 0.9$

アの場合 稼働率 $= 180 / 200 = 0.9$ となり、変化しない。

イの場合、稼働率 $= 45 / 50 = 0.9$ となり、変化しない。

ウの場合、稼働率 $= 180 / (180 + 5) = 180 / 185 = 0.97$

エの場合、稼働率 $= 45 / (45 + 20) = 45 / 65 = 0.69$

稼働率が大きくなるのはウの場合である。求める答えはウとなる。

例題演習

システムの信頼性設計のうち、フルプルーフを採用した設計はどれか。

- ア オペレータが不注意による操作誤りを起こさないように、操作の確認などに配慮した設計
イ システムの一部に異常や故障が発生したとき、その影響が小さくなるような設計
ウ 障害の発生を予防できるように、機器の定期保守を組み入れた運用システムの設計
エ 装置を二重化し、一方が故障してもその装置を切り離してシステムの運用を継続できる設計

解答解説

フルプルーフに関する問題である。

フルプルーフは、ユーザインタフェースの設計などでユーザが誤操作しないように配慮することである。

アはフルプルーフ、イ、ウ、エはフォルトトレラントである。求める答えはアとなる。

例題演習

フォルトトレラントシステムを実現する上で不可欠なものはどれか。

ア システム構成に冗長性をもたせ、部品が故障してもその影響を最小限に抑えることで、システム全体には影響を与えずに処理を続けられるようにする。

イ システムに障害が発生したときの原因究明や復旧のため、システム稼働中のデータベースの変更情報などの履歴を自動的に記録する。

ウ 障害が発生した場合、速やかに予備の環境に障害前の状態を復旧できるよう、定期的にデータをバックアップする。

エ 操作ミスが発生しにくい容易な操作にするか、操作ミスが発生しても致命的な誤りとならないように設計する。

解答解説

フォルトトレラントシステムに関する問題である。

フォルトトレラントシステムは、故障によるシステムへの影響を最小限にしたり、構成機器を冗長構成にしてシステムが故障しても外見上は故障していないように見せるシステムである。フォルトトレラントは、故障によって生じるシステムの中断時間をシステムの運用に差し支えない範囲におさえることで、故障検出から機能回復までの時間を許容範囲内に抑え、障害時にも外部からみて定められた状態を維持している能力をいう。

システム構成に冗長性をもたせ、部品が故障してもその影響を最小限に抑えることで、システム全体には影響を与えずに処理を続けられるようにする。求める答えはアとなる。

例題演習

信頼性設計におけるフェールソフトの例として、適切なものはどれか。

ア アプリケーションを間違っても終了してもデータを失わないように、アプリケーション側の機能で編集時のデータのコピーを常に記憶媒体に保存する。

イ 一部機能の障害によってシステムが停止しないよう、ハードウェアやソフトウェアを十分に検証し、信頼性の高いものだけでシステムを構成する。

ウ クラスタ構成のシステムにおいて、あるサーバが動作しなくなった場合でも、他のサーバでアプリケーションを引き継いで機能を提供する。

エ 電子メールでの返信が必要とされる受付システムの入力画面で、メールアドレスの入力フィールドを二つ設けて、同一かどうかをチェックする。

解答解説

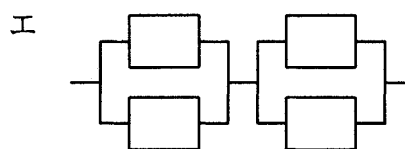
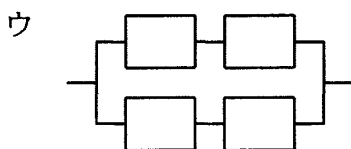
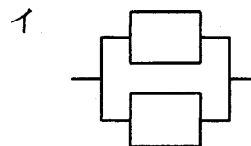
フェールソフトに関する問題である。

フェールソフトは、システムに故障が発生するとシステムの1部を切り離し、縮退運転(フォールバックモード運転)をする考え方である。故障箇所を切り離して、機能や処理能力を低下させた状態でシステムの運用を継続させる技術である。

クラスタ構成のシステムにおいて、あるサーバが動作しなくなった場合でも、他のサーバでアプリケーションを引き継いで機能を提供することである。求める答えはウとなる。

例題演習

稼働率が0.9の装置を複数個接続したシステムのうち、2番目に稼働率が高いシステムはどれか。ここで、並列接続部分については、少なくともどちらか一方が稼働していればよいものとする。



解答解説

複合システムの稼働率に関する問題である。

ア～エのシステム構成の稼働率を計算すると次のようになる。

アは、 $0.9 \times 0.9 = 0.81$

イは、 $1 - (1 - 0.9)^2 = 1 - 0.01 = 0.99$

ウは、 $1 - (1 - 0.81)^2 = 0.964$

エは、 $0.99 \times 0.99 = 0.98$

稼働率の高い順に、イ、エ、ウ、アとなる。求める答えはエとなる。

例題演習

ホストコンピュータとそれを使用するための端末が2台接続されたシステムがある。ホストコンピュータの故障率を a 、端末の故障率を b とする。端末は1台以上が稼働していればよく、また通信回線など他の部分の故障は発生しないとした場合、このシステムが故障によって使えなくなる確率はどれか。

ア $1 - (1 - a)(1 - b^2)$

イ $1 - (1 - a)(1 - b)^2$

ウ $(1 - a)(1 - b)^2$

エ $(1 - a)^2(1 - b)$

解答解説

ホストコンピュータと2台の端末のシステムの稼働率を計算する式を求める問題である。

2台の端末は並列システムとして考える。

a、bはホストコンピュータ、端末の故障割合である。

ホストコンピュータが健全に稼働している割合は、 $1 - a$

端末が2台故障する確率は b^2 であるから、健全である確率は $1 - b^2$ となる。

二つのシステムが直列につながっているため、システムが健全である確率は次の式になる。

$$(1 - a)(1 - b^2)$$

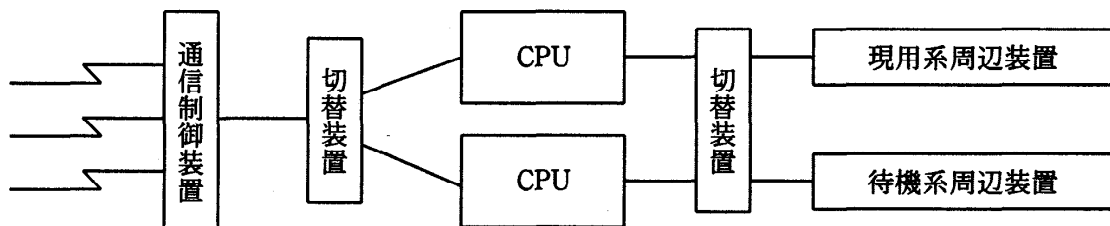
従って、システムが故障によって使えなくなるのは次式で求められる。

$$1 - (1 - a)(1 - b^2)$$

求める答えはアである。

例題演習

図に示すように、2系統のシステムで構成され、一方は現用系としてオンライン処理を行い、もう一方は待機系として現用系の故障に備えている。通常、待機系はバッチ処理を行っている。このようなシステム構成を何と呼ぶか。



ア シンプレックスシステム

イ デュアルシステム

ウ デュプレックスシステム

エ パラレルプロセッサシステム

解答解説

デュプレックスシステムの構成に関する問題である。

アのシンプレックスシステムは汎用コンピュータを利用する場合の最小の構成であり、1台のCPUを用いて入出力装置や通信制御装置などの周辺装置を接続したものである。

イのデュアルシステムは中央処理装置やその他の機器・ファイルを二重にもち、それぞれのCPUで同じ処理を行い、一定間隔で処理結果を照合するシステムである。

ウのデュプレックスシステムは中央処理装置と主記憶装置を2系統もつことによって、システム全体の信頼性をあげるシステムであり、通常、1系統をオンライン用として使用し、もう1系統を待機用としてバッチ処理などを行う。求める答えはウとなる。

エのパラレルプロセッサシステムは並列処理が可能なコンピュータシステムであり、処理装置が複数台で構成され、複数のジョブが並行して実行できるため処理速度が速くなる。アレイプロセッサシステムやベクトルプロセッサシステムが該当する。

例題演習

デュアルシステムの説明として、最も適切なものはどれか。

- ア 同じ処理を行うシステムを二重に用意し、処理結果を照合することで処理の正しさを確認する。どちらかのシステムに障害が発生した場合は、縮退運転によって処理を継続する。
- イ オンライン処理を行う現用系と、バッチ処理などを行いながら待機させる待機系を用意し、現用系に障害が発生した場合は待機系に切り替え、オンライン処理を続行する。
- ウ 待機系に現用系のオンライン処理プログラムをロードして待機させておき、現用系に障害が発生した場合は、即時に待機系に切り替えて処理を続行する。
- エ プロセッサ、メモリ、チャネル、電源系などを二重に用意しておき、それぞれの装置で片方に障害が発生した場合でも、処理を継続する。

解答解説

デュアルシステムに関する問題である。

デュアルシステムは、中央処理装置やその他の機器、ファイルを二重に持ち、2台のCPUで同じ処理を行い、一定間隔で処理結果を照合するシステムである。一方に障害が発生すると故障したシステムを切り離し、残ったシステムで処理を継続する。

アはデュアルシステム、イはデュプレックスシステム、ウはコールドスタンバイシステム、エはホットスタンバイシステムである。求める答えはアとなる。

例題演習

複数のコンピュータを組み合わせる一つの信頼性の高いシステムを構成する方式であって、システムの一部で障害が発生しても、ほかのコンピュータに処理を肩代わりさせることによって、システム全体の停止を防止できるようにしたもののはどれか。

- | | |
|-----------|-------------|
| ア クラスタリング | イ コールドスタンバイ |
| ウ ホットスワップ | エ ミラーリング |

解答解説

クラスタリングに関する問題である。

アのクラスタリングは複数のコンピュータを統合して1つのサーバシステムを構築することで耐障害性を高めるシステムである。クラスタリングを行うことで、いずれかのコンピュータが停止してもネットワークシステムを停止することなく継続して運用できる。求める答えはアとなる。

イのコールドスタンバイ方式は予備系はOSを立ち上げているが、プログラムやデータは生かした状態にせずに待機させておく方式である。

ウのホットスワッピングはシステムを構成する機器に障害が発生しても、システムを停止することなく障害となった機器を修理・交換する機能である。

エのミラーリングは、ディスク数を倍にして、1台目のディスクの内容をそっくりコピーすることによって信頼性を向上させる方式である。

例題演習

実際には複数のユーザで使用しているが、各ユーザからコンピュータを占有しているかのよう
うにみえ、各々が任意の処理をできる方式を何というか。

ア リモートバッチ

イ タンデム

ウ タイムシェアリング

エ デュプレックス

解答解説

タイムシェアリングに関する問題である。

アのリモートバッチはセンタから離れた端末から処理の要求とともにデータをセンタに一括
して送り、センタでは受け取ったデータを処理した後、端末に返す。

イのタンデムは通信制御装置と中央処理装置の間に、回線の制御を行うCPUを配置したよ
うなもので、CPUの処理を分割して、主処理を行うCPUの負担を軽減し、全体としての処
理速度を向上させるようにしたシステムである。

ウのタイムシェアリングシステムは、処理装置を時分割で利用することで、複数のユーザが
1台のコンピュータを対話型で使用するシステムである。各ユーザからはコンピュータを占有
しているかのように見え、各々が任意な処理するシステムである。求める答えはウとなる。

エのデュプレックスは、信頼性を高くするために、2台のコンピュータを使用するシステム
で、片方はオンライン処理を担当し、もう一方は他方が故障したときの予備に当てる。予備の
コンピュータは、通常はバッチ処理の仕事をしており、万一の時はオンライン処理に切り換わ
る。

例題演習

知識ベースを利用して推論を行うものはどれか。

ア エキスパートシステム

イ ニューラルネットワーク

ウ バーチャルリアリティ

エ ファジィコンピュータ

解答解説

エキスパートシステムに関する問題である。

アのエキスパートシステムは特定分野に特化した専門知識データベースを元に推論を行ない、
その分野の専門家に近い判断をくだすことができる人工知能(AI)システムである。推論する際
に知識ベースを使用する。求める答えはアとなる。

イのニューラルネットワークは脳機能に見られるいくつかの特性を計算機上のシミュレーシ
ョンによって表現することを目指したネットワークモデルである。

ウのバーチャルリアリティはコンピュータグラフィックスや音響効果を組み合わせて、人工
的に現実感を作り出す技術である。

エのファジィコンピュータは人間の主観的な思考や判断のあいまい性を定量的に取り扱う
ファジィ集合の理論を利用したコンピュータである。

txt02022 システムの処理形態

txt020221 集中処理・分散処理

① バッチ処理システム

① バッチ処理システムとは

バッチ処理は、必要なデータをためておき、それを一括してデータ処理する方式である。バッチ処理は人手の介入を排除することによって、スループットや操作性、信頼性の向上を図っている。

バッチ処理システムには、センタバッチ処理とリモートバッチ処理がある。センタバッチ処理は中央の計算センターで行う方式であり、リモートバッチ処理は通信回線を介して端末からバッチ処理を行う方式である。

② ジョブネットワーキング

ジョブネットワーキングは、複数の通信回線にホストコンピュータを配備し、互いのシステムでジョブを送受信して負荷の均一化を図る考え方である。これを利用することによって、作業負荷の均一化、データベースの利用、特別なハードウェアやソフトウェアの利用、利用者により近い場所への出力が可能になる。

② 対話型処理システム

① 対話型処理システムとは

対話型システムは、人間の命令に対してその都度システムの処理を実行し、その結果を見て人間が次の命令を入力する作業を繰り返しながら問題の処理を進めていくシステムである。命令を出してから結果がでるまでの時間である応答時間の短いことが重要である。ユーザの思考を妨げない程度の応答時間が必要で、応答時間の短縮により、仕事を次々と消化し、生産性を上げることになる。

対話型の処理方式は大型汎用機を複数の端末で時分割して、複数の利用者が共同利用することから始まった。コンピュータの演算速度は人間の思考力をはるかに上回る能力があるため他の複数の端末の処理も可能である。タイムシェアリングは対話型システムの大きな特徴の一つになっている。対話型システムを検討する場合、利用者の操作性とそれに関連するユーザインタフェースが重要な課題になる。

⑥ 対話型処理の操作性の特徴

- ㊦ 対話型処理はユーザの判断の関与する部分が多い。
- ㊧ アルゴリズムが100%明確でなくてもよい。
- ㊨ ユーザが思い通りに使える操作性が重要となる。
- ㊩ 対話型処理は適用業務に精通したエンドユーザが使用する。
- ㊪ エンドユーザコンピューティングの可能性が広がった。

③ トランザクション処理システム

① トランザクション処理システムとは

トランザクション処理システムは、通信回線を使ってコンピュータ同士あるいはコンピュータと端末装置を接続したオンラインシステムにメッセージを送信し、データ処理後、結果を通知する一連の処理で、データベースの更新処理を高速で行うシステムをオンライントランザクション処理システムという。銀行のカードシステム、鉄道・航空機の座席予約システム、クレジットカードシステムなどに使用されている。

② トランザクションとは

トランザクションは、コンピュータ・システムの処理単位で、あるプログラムの実行に際して、データベースからの読み出しと書き込みを行う一連の操作の単位である。

オンラインシステムで使用される処理単位には、更新処理、排他制御、障害回復などの処理単位がある。銀行の口座振り替えでは、元の口座の残高を減らす処理と、振り込み先の口座に加算する処理は一連の処理であり、片方の口座を変更した時点で障害などにより処理が止まってしまえば不整合が生じる。途中で停止した場合は処理の一切を元に戻さなければならない。このような不可分な処理をトランザクションと呼ぶ。

③ トランザクション処理システムの特徴

- ㊦ コンピュータ本体、通信ネットワーク、分散技術、オンラインデータベース管理システム、モニタ技術等に高度な技術体系をもっている。
- ㊧ 座席予約システムは、1秒間に数百件の処理を行い、二重予約を防止するため即座にデータを更新する必要がある。
- ㊨ 銀行カードシステムも、カードの有効性や残高をすぐに更新しなければならない。
- ㊩ 他のシステムに比べて即時性と信頼性が重要である。
- ㊪ システムに対する処理要求は単純で決まった形式のものである。
- ㊫ 故障による停止や事故を絶対に避ける必要がある。
- ㊬ トランザクションが異常終了した場合は、障害箇所を切り放し、処理の続行を図るリカ

バリが重要である。

- ㊸ データベースが破損したときの対策にバックアップの確保も不可欠である。

㉔ ACID特性

㊶ 原子性

原子性はDBへの一連の入出力操作をこれ以上細分化できない操作単位として扱うことである。すべての操作が行われるか行われなかったかのいずれかになる。

㊷ 一貫性

一貫性は状態変化が正しく反映される性質、あるいは、矛盾が生じないという性質である。DBが複数のテーブルで構成されるとき、おのこのテーブル間で更新の同期が保たれていることをいう。

㊸ 分離性

分離性は並行して処理される複数のトランザクションが互いに干渉しないという性質である。他のトランザクションは自分よりも前または後に処理される性質をいう。データベースにアクセスする場合、必ずロックをかける考え方が用いられる。

㊹ 持続性

持続性はトランザクション処理がコミットすると、その後で障害が起きても、トランザクション処理効果は持続する性質をいう。更新されたデータベースの内容は失われないという性質である。

④ OLTPの高性能化

㉑ レスポンスの短縮のための対策

- ㊶ 端末・サーバ間のトランザクションの送受信通信回線には、専用回線やISDNなどの高速回線を利用する必要がある。
- ㊷ TPモニタに多数のクライアントから同時にトランザクションが入ってきたときに振り分け処理に時間がかかるので、サーバ内のトランザクションの待ち時間を短縮する必要がある。
- ㊸ サーバの性能向上などにより、業務処理時間の短縮を図る。
- ㊹ データベースに効率よくアクセスするための技術を導入する。

㉒ サーバの高性能化

トランザクション数の急激な増加に対応できるように、サーバの高性能化を常に考慮し、不

測の事態に対応できることが重要である。

㉔ サーバの高性能化の対応策

㊦ CPUの性能向上

クロック周波数の向上による命令実行時間の短縮や命令実行の並列化など。

㊧ メインメモリの容量アップ

㊨ ディスクの高性能化

アクセス時間の短縮や並列アクセスの実現など

㊩ マルチスレッド化

OSのプロセススケジューリングにかなりの負荷がかかるため、TPモニタ内で多数の端末を並行して制御する。

㊪ 優先度制御

⑤ 集中処理システム

㉕ 集中処理システムとは

集中処理システムは1台のコンピュータで複数の業務を処理するシステムである。特定の業務の処理を得意とするコンピュータで、多数の利用者の処理要求を集中的に処理するシステムである。クライアントサーバシステムのサーバの機能である。

㉖ 集中処理システムの長所

㊦ コスト／性能比の改善

「コンピュータの性能は価格の二乗に比例する」グロッシュの法則が成り立つ条件では、コンピュータの性能が大きいほど、コスト／性能比が改善できる。

㊧ 人件費の改善

システムの運用および保守要員を集中化できる。要員の稼働率を高い水準に保つことができ、システムの規模や能力が大きくなっても比例して人件費が大きくなる。運用・保守要員の技術力の維持や向上も比較的容易である。

㉔ システムおよび情報の安全保護管理の容易さ

情報の漏洩や不正操作の防止が容易である。予備システムを離れたところに設置してシステム全体の安全性を高める。

㉔ 集中処理システムの短所

㊦ プロセッサの性能の限界

集中処理システムは利用者が要求する処理量がプロセッサの性能を上回ると処理しきれなくなり、能力に見合ったコンピュータに置換しなければならない。

㊧ 価格競争力の低下

新技術によって、分散処理システムがコスト／性能比で、良いケースが出現した。グロッシュの法則の修正では、価格は性能の平方根分の一に比例する。

㊨ 利用者の要望に対する即応性の限界

プログラム開発能力あるいは開発資金の制約からバックログが滞積するようになる。集中処理システムの技術的複雑さが市販の応用プログラムの活用の阻害要因になる。

㊩ OSのオーバヘッドの増大

機能の高度化と同時にOSの規模が急速に大きくなり、ハードウェアの性能が向上しても応用プログラムの処理に使える処理能力はあまり増えなくなった。

㊪ システムダウンの影響の大きさ

集中処理システムのコンピュータが故障すると長時間のシステムダウンになる。予備システムを使える状態に維持するために日常的な管理作業が必要になる。

⑥ 分散処理システム

㊰ 分散処理システムとは

分散処理システムは複数のコンピュータに分散して処理する形態である。分散の形態には垂直分散、水平分散などがある。分散化は、処理、データ、資源の視点で、システムを分けて配置し、処理については業務と負荷、データについては整合性、アクセス方式、アクセス頻度、透過性、資源については経済性が考慮すべきポイントである。

㊱ 分散化のシステム要件

㊦ 処理効率の向上

- ① 経済性の追求
- ② 信頼性の向上
- ③ 運用性の向上
- ④ 拡張性の向上

㉔ 分散処理システムの長所

- ㊦ ネットワーク全体のシステム資源を有効に活用できる。
- ① 特定のコンピュータの負荷が増大すると、負荷の分散が容易に行える。
- ㊧ 一部の装置の故障でシステム全体が停止しない。
- ② 機能を分散させることによって、上位層に伝送するデータ量が少なくて済むので通信コストが軽減できる。
- ㊨ 大型機のバックアップに比べて、小型機のバックアップの方が経済的である。
- ㊩ 機能分散処理では、機能拡張などのメンテナンスによって分散システムを構成している他のコンピュータに与える影響が少ない。
- ③ データは、それぞれの発生場所の分散システムに入力されるので、入力データ量の平準化が図られ、入力データのチェックの容易さや信頼性が向上する。

㉕ 分散処理システムの短所

- ㊦ 何をどのように分散すればよいか、分散のバランスが難しい。
- ① システムの構築に広範囲でかつ十分なスキルが必要であり、システムの成功の可否に大きな影響を与える。
- ㊧ 異なったハードウェア間での開発では矛盾が起こりやすい。
- ② システム全体から見ると、保守・運用にかかる要員や費用が増加する可能性が大きい。
- ㊨ システムが分散しているため、機密保護やセキュリティには十分な注意が必要である。

㉖ 分散処理システムの分類

㊦ 機能分散

複数のコンピュータにそれぞれ異なる処理機能をもたせる方式である。

① 負荷分散

複数のコンピュータに同じ処理機能をもたせておいて、処理要求が発生したときに、どれかが処理を引き受ける方式である。

㊧ 水平分散

利用者から見て複数のコンピュータが対等の位置に並んでいるシステムである。利用者は、通信ネットワークを介して、任意のコンピュータに選択的にアクセスできる。

㊦ 垂直分散

利用者端末から見て串刺しになるように複数のコンピュータをつないだシステムである。利用者が操作する端末あるいはワークステーションが応用プログラムの処理機能を備えていて、通信ネットワークを介してつながれたコンピュータが処理機能を支援する。クライアントサーバシステムの基本型である。

㊧ 分散処理システムの透過性

分散処理システムは、コンピュータ及び各種資源を分散して配置し、ネットワークで接続している。利用するユーザから見ればあたかも自分専用のコンピュータおよび資源を持っているかのように扱えるシステムである。ユーザや応用プログラムがシステムの資源の物理的位置などを意識させないように見せる性質を透過性という。

㊨ 分散処理システムの主要な透過性

㊦ 位置の透過性

資源の物理的な位置を意識しなくても利用できる。

㊧ アクセス透過性

ローカルファイルとリモートファイルを意識することなく、同一操作方法でアクセスできる。

㊨ 規模透過性

システム及び応用プログラム規模の変更が、システム構成や応用プログラムのアルゴリズムを変更することなく可能である。

㊩ 複製透過性

ユーザや応用プログラムで、意識することなくファイルやデータの複製(レプリケーション)を使用できる。

㊪ ピアツーピア型処理システム

ホストコンピュータを介さないで小型のコンピュータ間で情報のやり取りを行う処理形式で、主従関係が無く、対等の立場で情報のやり取りを行う。クライアントサーバ型処理はサービスする側とサービスを利用する側が対等の立場にない。

㊫ ピアツーピア型処理の特徴

㊦ サーバ専用のパーソナルコンピュータが不要である。

シングルタスク、シングルユーザで動作しており、二つの仕事を同時に処理できない。順

に一つずつの仕事进行处理していく。データの処理を割込などを利用して、あたかも二つの処理を同時に行っているように見せている。

① クライアントの動作速度が遅くなることがある。

パーソナルコンピュータ1台でサーバとクライアントの処理を行っている。他のパーソナルコンピュータからのアクセスが多くなると動作速度が遅くなる。比較的小規模のパソコンLANに向いている。

⑤ 簡易なセキュリティである。

ハードディスクやプリンタの共有については、クライアントサーバ型処理のネットワークOSと変わらない。ファイルの読み書きや作成の権利などの割当や、セキュリティ機能がクライアントサーバOSに比べて簡易にできている。

⑧ 運用操作が簡単

小規模のパソコンLAN向けにできているため、インストールや運用操作が簡単である。

例題演習

次の三つの業務と、それらの処理形態の最も適切な組合せはどれか。

- | | |
|--------|---|
| [業務] | 1. 1カ月の給与計算
2. 工業用ロボットの自動運転
3. 飛行機の座席予約 |
| [処理形態] | A. オンライントランザクション処理
B. バッチ処理
C. リアルタイム処理 |

	1	2	3
ア	A	B	C
イ	A	C	B
ウ	B	C	A
エ	C	A	B

解答解説

業務の処理形態に関する問題である。

トランザクション処理、ロボットの制御、バッチ処理が問題になっている。

- ① Aのオンライントランザクション処理システムは、取引が発生したときに、一定時間内にそのデータを処理し、処理結果を返す処理形態である。

- ② Bのバッチ処理システムは、要求元がデータをセンタに一括して送り、センタでは受け取ったデータを一定の期日までに処理し、処理結果を要求元に送り返すシステムである。
- ③ Cのリアルタイム処理は、外部の情報をコンピュータが検出し、そのデータを与えられた時間以内に計算して判断し、外部に対して制御を行うシステムである。

1カ月の給与計算はバッチ処理(B)、工業用ロボットの自動運転はリアルタイム処理(C)、飛行機の座席予約はオンライントランザクション処理(A)である。求める答えはウである。

例題演習

計算機システムの処理方式に関する次の記述中の□□□□に入れるべき適切な字句の組合せはどれか。

□ A 処理方式においては、ジョブを一定時間処理すると別のジョブにCPUの使用権を強制的に渡す方法をとっており、多数の利用者が、あたかも自分が計算機を専有しているかのように感じることができる。利用者が計算システムを直接利用することから、□ B が計算システムの評価尺度の一つになっている。

	A	B
ア	マルチプロセッシング	オーバヘッドタイム
イ	タイムシェアリング	レスポンスタイム
ウ	マルチリアルタイム	レスポンスタイム
エ	マルチプロセッシング	アクセスタイム

解答解説

システムの処理方式に関する問題である。

解答群の項目を説明すると、次のようになる。

- ① マルチプロセッシングは、マルチプロセッサで実行される処理で、複数のCPUに、それぞれ専門の仕事を割り当て、同時並行的に処理することである。
- ② オーバヘッドタイムは、OSの制御プログラムが、コンピュータのハードやソフトを使う時間ことである。
- ③ タイムシェアリングは、コンピュータの処理時間を細かく分割し、複数の仕事を順次割り当てて実行することで、各利用者は、あたかも自分だけがそのコンピュータを占有しているように使えるのが利点である。
- ④ レスポンスタイムは、コンピュータシステムに対して問い合わせや要求をしてから、それへの応答がでてくるまでの時間である。
- ⑤ リアルタイムは、端末などから要求されたデータの処理を、その要求発生とほとんど同時にコンピュータが実行することである。
- ⑥ アクセスタイムは、磁気ディスク装置や半導体記憶装置などに対して、データを読み出し／書き込みするためにかかる時間である。

Aはタイムシェアリング、Bはレスポンスタイムであるから、求める答えはイとなる。

例題演習

実際には複数のユーザで使用しているが、各ユーザからコンピュータを占有しているかのよう
うにみえ、各々が任意の処理をできる方式を何というか。

ア リモートバッチ

イ タンデム

ウ タイムシェアリング

エ デュプレックス

解答解説

タイムシェアリングに関する問題である。

アのリモートバッチはセンタから離れた端末から処理の要求とともにデータをセンタに一括
して送り、センタでは受け取ったデータを処理した後、端末に返す。

イのタンデムは通信制御装置と中央処理装置の間に、回線の制御を行うCPUを配置したよ
うなもので、CPUの処理を分割して、主処理を行うCPUの負担を軽減し、全体としての処
理速度を向上させるようにしたシステムである。

ウのタイムシェアリングシステムは、処理装置を時分割で利用することで、複数のユーザが
1台のコンピュータを対話型で使用するシステムである。各ユーザからはコンピュータを占有
しているかのように見え、各々が任意の処理するシステムである。求める答えはウとなる。

エのデュプレックスは、信頼性を高くするために、2台のコンピュータを使用するシステム
で、片方はオンライン処理を担当し、もう一方は他方が故障したときの予備に当てる。予備の
コンピュータは、通常はバッチ処理の仕事をしており、万一の時はオンライン処理に切り換わ
る。

例題演習

集中処理システムと比較した場合の分散処理システムの特徴に関して、正しい記述はどれか。

ア 一部の装置の故障がシステム全体の停止につながることが多い。

イ 機能の拡張や業務量の増大に対応したシステム拡張などが困難である。

ウ 機密保護やセキュリティの確保が容易である。

エ システム全体を効率よく運用するための運用管理が複雑になりやすい。

解答解説

分散処理システムの特徴に関する問題である。

分散処理システムは集中処理システムと比較して、システム全体の運用管理にかかる要員や
費用が増加し、管理が複雑になる。

アの一部の装置の故障でシステム全体が停止するは誤りで、システム全体は停止しない。

イの機能拡張や業務量の増大に対応したシステム拡張が困難は誤りで、他のコンピュータに
与える影響が少なくして拡張が可能である。

ウの機密保護やセキュリティの確保が容易である誤りで、分散に伴って困難になるため十分
や注意が必要になる。

エの運用管理が複雑になり易いは正しい記述である。求める答えはエとなる。

例題演習

ユーザ部門に独自のコンピュータを置き、これで大半のデータ処理を行うが、他部門と関連するデータはセンタシステムで処理するか、またはユーザ部門相互のデータ伝送によって処理する方式を何というか。

- ア 遠隔バッチ処理
- ウ 分散処理

- イ 時分割処理
- エ 集中処理

解答解説

分散処理に関する問題である。

アの遠隔バッチ処理(リモートバッチ処理)は、遠隔地にある端末装置と中央のコンピュータを通信回線で接続して利用するような形態である。

イの時分割処理(タイムシェアリング)は、処理装置を時分割で利用することで、複数のユーザが1台のコンピュータを対話型で使用するシステムである。

ウの分散処理はネットワーク化された複数のコンピュータで、応用プログラムの処理やデータの蓄積を行うことである。ユーザが独自のコンピュータを置いて、処理と管理を行う。他部門と関連するデータはセンターで処理し、ユーザ部門独自のものはそれぞれの部門で処理して、部門相互のデータ伝送によって処理活用するシステムである。求める答えはウとなる。

エの集中処理は1台の大型コンピュータに集中してデータの蓄積や応用プログラムの処理を行うことである。

例題演習

オンライントランザクションの原子性(atomicity)の定義として、正しいものはどれか。

- ア データの物理的格納場所やアプリケーションプログラムの存在場所を意識することなくトランザクション処理が行える。
- イ トランザクションが完了したときの状態は、処理済か未処理のどちらかしかない。
- ウ トランザクション処理においてデータベースの一貫性を保てる。
- エ 複数のトランザクションを同時処理した場合でも、個々のトランザクション処理の結果は正しい。

解答解説

A C I D特性に関する問題である。

- ① 原子性は、トランザクション処理の一連の手続きの最小の単位を表し、一連の処理が実行されたか実行されなかったかの2つの状態のいずれかの状態を表す考え方である。一連の処理途中の状態が存在しないことを示している。もし処理途中で障害が発生するとともに実行されなかった状態に必ず戻される。
- ② 一貫性は、実行の結果、矛盾のない新たな状態に遷移することを示している。トランザクション処理でいくつかの更新が実行される場合、一連の更新がすべて実行されてはじめて矛盾のない状態が確保される。一連の状態がすべて更新を完了しなかった場合、なにも

実行されなかった状態に戻すことによって論理的矛盾をなくすることができる。

- ③ 分離性は、複数のトランザクションが同時に並行して実行される場合、他のトランザクションに影響を与えない特性を表す。
- ④ 持続性は、実行結果が障害などで失われない特性を表す。

アは透過性、イは原子性、ウは一貫性、エは分離性を表している。求める答えはイとなる。

例題演習

リアルタイムシステムをハードリアルタイムシステムとソフトリアルタイムシステムとに分類したとき、ハードリアルタイムシステムに該当するものはどれか。

- | | |
|-------------|---------------|
| ア Web配信システム | イ エアバッグ制御システム |
| ウ 座席予約システム | エ バンキングシステム |

解答解説

リアルタイムシステムに関する問題である。

イのエアバッグ制御システムは、衝突センサや加速度計からの入力をモニタし、運転席や助手席のエアバッグをすばや膨らませる仕組みを使用したもので、ソフトウェア的な要素は含まれていない。エアバッグ制御システムはハードウェアを利用したリアルタイムシステムと言える。求める答えはイとなる。

ア、ウ、エのリアルタイムシステムは、コンピュータとネットワーク、ソフトウェアを組み合わせたソフトリアルタイムシステムである。

例題演習

分散処理システムに関する記述のうち、アクセス透過性を説明したものはどれか。

- ア 遠隔地にある資源を、遠隔地での処理方式を知らなくても、手元にある資源と同じ操作で利用できる。
- イ システムの運用と管理をそれぞれの組織で個別に行うことによって、その組織の実態に合ったサービスを提供することができる。
- ウ 集中して処理せずに、データの発生場所やサービスの要求場所で処理することによって、通信コストを削減できる。
- エ 対等な関係のコンピュータが複数あるので、一部が故障しても他のコンピュータによる処理が可能となり、システム全体の信頼性を向上させることができる。

解答解説

分散処理システムの透過性に関する問題である。

透過性は、ユーザや応用プログラムがシステムの資源の物理的位置などを意識させないように見せる性質のことである。

- ① 位置の透過性は、資源の物理的な位置を意識しなくても利用できることである。
- ② アクセス透過性は、ローカルファイルとリモートファイルを意識することなく、同一操

作方法でアクセスできることである。

- ③ 規模透過性は、システム及び応用プログラム規模の変更が、システム構成や応用プログラムのアルゴリズムを変更することなく可能であることである。
- ④ 複製透過性は、ユーザや応用プログラムで、意識することなくファイルやデータの複製（レプリケーション）を使用できることである。

アはアクセスの透過性である。求める答えはアとなる。

イは分散による組織実態に合った適切なサービスの提供である。

ウはデータ発生場所やサービス要求場所による処理に伴う通信コストの削減である。

エは分散化によるシステムの信頼性の向上である。

例題演習

シンククライアントシステムの特徴として、適切なものはどれか。

- ア GPSを装備した携帯電話を端末にしたシステムであり、データエントリや表示以外に、利用者の所在地をシステムで把握できる。
- イ 業務用のデータを格納したUSBメモリを接続するだけで、必要な業務処理がサーバ側で自動的に起動されるなど、データ利用を中心とした業務システムを簡単に構築することができる。
- ウ クライアントに外部記憶装置がないシステムでは、サーバを防御することによって、ウイルスなどの脅威にさらされるリスクを低減することができる。
- エ 周辺装置のインタフェースを全てUSBに限定したクライアントを利用することによって、最新の周辺機器がいつでも接続可能となるなど、システムの拡張性に優れている。

解答解説

シンククライアントシステムに関する問題である。

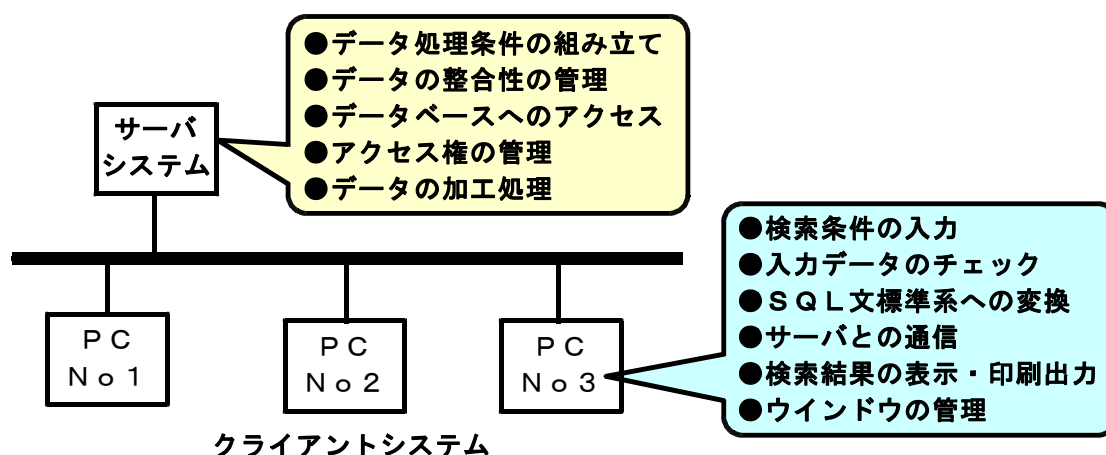
シンククライアントは、クライアントサーバシステムにおいて、ハードディスクやCD-ROMドライブなどを装備せず、データの表示や入力などの簡単な処理しかできないタイプのクライアントである。アプリケーションやデータなどの管理はサーバで集中的に処理する。セキュリティの観点から、ウイルスなどの脅威にさらされるリスクを低減する。求める答えはウとなる。

① クライアントサーバシステム

① クライアントサーバシステムとは

システムを構成しているコンピュータにサーバとクライアントの2種類がある。クライアント上ではエンドユーザの応用プログラムを実行し、サーバに対して注文を出し、その結果を受け取ることで処理を進める。サーバ上では、各クライアントからの注文を処理するための専用ソフトが実行される。サーバは管理している共有資源の種類によって、ファイルサーバやプリントサーバなどと呼ばれる。サーバとして使用されるコンピュータはクライアントとなるコンピュータよりも高性能で高機能であることが多い。

② クライアントサーバシステムの機能



③ データアクセス機能とプログラム処理機能

データアクセス機能はコンピュータ間で相互にデータをやり取りする機能であり、プログラム処理機能はあるコンピュータから別のコンピュータに処理を依頼する機能である。

④ クライアントの機能とサーバの機能

クライアントはウィンドウ管理などユーザインタフェースの管理を行い、サーバはデータの整合性管理、アクセス権管理のセキュリティ機能を行い、ネットワークで接続されたコンピュータに対して、特定の機能を提供する。サーバはクライアントからの処理依頼を監視し、処理依頼を受けるとサーバ固有の処理を行う。

⑤ サーバ機能の内容

⑦ プリントサーバ：大量のデータを高速に印刷するサーバである。

- ④ ファイルサーバ：大量のデータを蓄えておくサーバである。
- ⑤ データベースサーバ：大量のデータベースを高速に検索するサーバである。
- ⑥ ユーザインタフェースサーバ：GUIを用いてユーザがコンピュータへコマンドを送るサーバである。
- ⑦ コミュニケーションサーバ：ネットワークを用いて他のコンピュータとコミュニケーションを行うサーバである。LAN、WAN、電話回線、ISDN回線、専用線などの様々なネットワークを利用するためのインタフェースを備えている。
- ⑧ コンピューティングサーバ：計算を高速で行うサーバである。CPU性能やメモリアクセス性能などの高いコンピュータが必要である。

④ クライアントサーバシステムの実行手順

- ⑦ ユーザの入力を受け付け、入力内容をチェックする。
- ⑧ SQLなどの標準的なデータベース言語に変換し、データベース管理系と通信を行う。
- ⑨ サーバはデータベースエンジンを使用して、要求されたデータを検索・抽出する。
- ⑩ データの加工処理を行って、その結果をクライアントに送信する。
- ⑪ クライアントではこの情報を編集して表示または印刷する。

⑤ クライアントサーバシステムの長所

- ⑦ クライアントとサーバのそれぞれに必要な機能に対して、最適なハードウェアやソフトウェアが選択できる。インタフェースの標準化が、マルチベンダシステム、オープン化を可能にしている。
- ⑧ システムの機能や性能、容量に関して、柔軟な拡張が可能である。
- ⑨ 障害に対するシステムの信頼性が向上する。個別の機器やサブシステムを対象にフォルトトレラント技術の採用や多重化が実現できる。
- ⑩ 応用プログラムの開発効率が高まり、保守性も向上する。
- ⑪ 処理性能が高いクライアントマシンを利用できるので、GUIを使ったアプリケーションを開発できる。

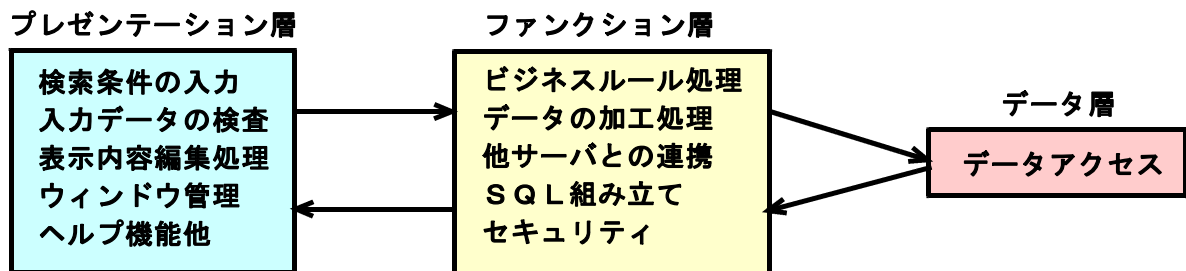
⑥ クライアントサーバシステムの短所

- ⑦ 分散によってシステムのパフォーマンスが低下する。サーバおよびサーバとクライアント間のオーバーヘッドの増大、ネットワーク負荷の増大などがシステム負荷の増加要因になる。
- ⑧ 分散によってコンピュータ台数が増加し、システムの管理や保守作業が増大する。システム管理者はネットワークを含めた広範囲な知識が求められる。
- ⑨ 異なるメーカーやベンダのコンピュータをネットワークで利用しているので、障害発生時の原因の特定が困難になる。復旧に要する時間が長くなる。
- ⑩ クライアントサーバモデルは資源の共有を目的としているので、データに対するセキュリ

ティの維持が困難になる。

② 3層クライアントサーバシステム

㉑ 3層クライアントサーバシステムの機能



㊦ プレゼンテーション層

ユーザインタフェース部分を実現し、WWWブラウザやクライアント端末がこれに当たる。WWWブラウザを使って検索条件を入力したり、検索結果を表示印刷する。主要なコンポーネントとしては、画面情報の読込書出、ウィンドウ管理、キーボードおよびマウス操作に伴う処理、表示内容編集処理、入力データのタイプと範囲の検査、ヘルプ機能、診断メッセージ処理などがある。

㊧ ファンクション層

クライアントやサーバから切り離した業務ロジックを複数のクライアントから共有利用できるように効率的に処理する。企業内に存在するデータ資源やシステムへの透過的なアクセスを実現する。データ処理条件を組み立て、データの加工処理を実行する。主要なコンポーネントとして、ビジネスルール処理、アルゴリズム処理、異種データリソースへのアクセス、異機種接続、トランザクション処理などがある。

㊨ データ層

様々なデータリソースへのアクセスを提供する層である。リレーショナルデータベース、オブジェクト指向データベース、階層型やネットワーク型のデータベース、文書データベースなどが含まれる。

㉒ 3層クライアントサーバシステムの特徴

- ㊦ データ加工処理をサーバ側で実行する。
- ㊧ クライアントサーバ間の通信量が減る。
- ㊨ クライアントの台数が多い場合でも、応答速度は低下しない。
- ㊩ 開発仕様の変更作業が容易になる。

- ㊤ 各モジュールを並行して開発でき、開発の生産性が向上する。
- ㊦ サーバ上の構造や処理ロジックを変更しても、クライアントに影響を与えない。
- ㊧ 3つの層は別々のコンピュータ上にあっても、同一のコンピュータ上にあってもよい。

③ サーバクラスタリングシステム

㊐ クラスタリングとは

クラスタリングは、複数のコンピュータを連動させて1台のコンピュータであるかのように利用できるようにする技術である。可用性のために使われ、1台のコンピュータまたは複数台のコンピュータから構成されるノードのいずれかに障害が発生した場合でも、他のノードで処理を引き継いでシステムをダウンさせないように構成できる。ノードを追加すれば処理能力も向上できるため、拡張性のためにこの技法を用いる場合もある。複数のCPUを搭載できるコンピュータの場合は、ノードをコンピュータ単位ではなくCPU単位で組んでいく場合もある。各ノードは高速の通信装置でリンクされており、ネットワークインタフェースカード、スイッチ及びケーブルで構成されている。

㊑ クラスタリングの目的

㊲ スケーラビリティ(拡張性)

複数のコンピュータを統合化し、一台のコンピュータでは得られない高い処理速度を狙ったものである。クラスター型スーパーコンピュータ、負荷分散(ロードバランス)クラスターなどがある。

㊳ リダンダンシー(冗長性)

複数のコンピュータを統合化し、一台のコンピュータでは得られない高い信頼性を狙ったもので、いくつかのコンピュータが障害や保守で停止しても、サービスは停止しない。高可用性クラスターがある。

㊴ クラスターの種類

㊲ HAクラスター

HAクラスターは、高い可用性を目的としたクラスターシステムである。このクラスターシステムはフェイルオーバークラスターと負荷分散クラスターに分けられる。

フェイルオーバークラスターは、同一の役割をもつ複数台のコンピュータを、サービスを提供する稼働系ノードとバックアップするための待機系ノードの2グループに分け、稼働系に障害が発生すると、待機系を稼働系に切り替えて、サービスを中断させることなく可用性を高める働きをする。

負荷分散クラスタは、同一の役割を持たせた複数台のコンピュータを稼働系ノードとして並列に動作させ、1台が停止しても残りのノードでサービスを継続することが可能となる。

① HPCクラスタ

HPCクラスタは、複数台のコンピュータを結合させて演算処理を分担し、1台のコンピュータでは得られない高性能を確保することを目的としたクラスタシステムである。

大規模な演算を必要とする数値解析や構造解析、シミュレーションといった科学技術計算に利用される。クラスタを構成するノードは、分担して演算を行う複数台の演算ノード、演算用ノードを取りまとめる制御用ノード、データベースを扱うデータ用ノードなどの役割を持っている。

④ スケールアウトとスケールアップ

㊦ スケールアウト

スケールアウトはサーバの数を増やすことで、サーバ群全体のパフォーマンスを向上させる手法である。1台のサーバが仮に10人のユーザしか処理できないとしても、サーバを2台に増やして負荷を分散すれば20人のユーザに対応できることになる。

スケールアウトした場合、複数のサーバを連携して動作させることになるため、メンテナンスや障害発生時にもサービスを完全に停止させる必要がない点が利点となる。

反面、サーバの台数が増えるために管理の手間が増大し、ソフトウェアのライセンス料金も高額になりがちなのが欠点とされている。複製や同期が容易であり、また複製しても問題の起きないデータを扱う場合には、1台のサーバで機能や性能を強化する「スケールアップ」よりもスケールアウトの方が適していると言われる。

① スケールアップ

スケールアップは、既存のサーバを機能強化してパフォーマンスを向上させる手法である。CPUやメモリなどの強化によってサーバの能力を上げ、より高い負荷に耐えられるように拡張する。より強力な新しいサーバに交換することもある。

1台のサーバでサービスを提供するため、複数台で運用するよりソフトウェアライセンスの料金が安く済む点や、構成が単純で管理しやすい点、拡張方法によっては台数を増やすよりも投資効果が高い点などが利点とされる。

その反面、複数台運用でないためスケールアップ時にはいったんサーバを停止しないといけない点や、障害発生時に回復までの時間がかかるなどの欠点がある。複製や分割が困難なデータを扱う場合には、サーバの台数を増やす「スケールアウト」より、スケールアップの方が望ましいとされている。

④ Webシステム

① Webシステム

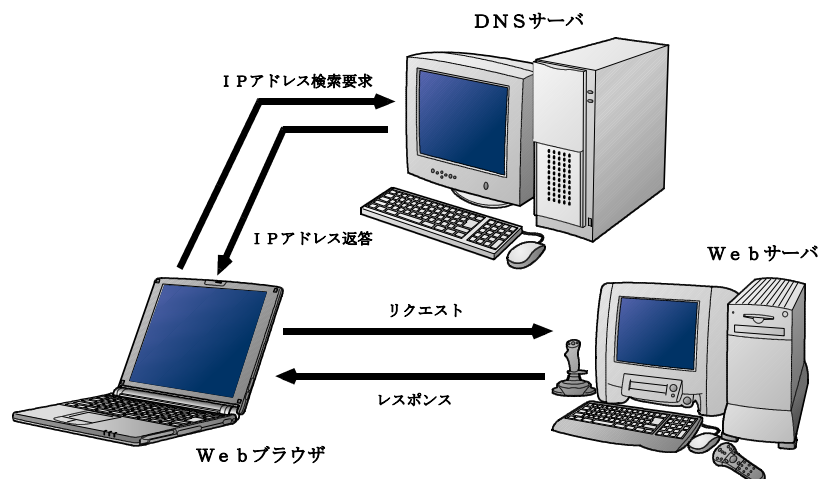
Webサービスは、HTTPなどのインターネット関連技術を応用して、SOAPと呼ばれるXML形式のプロトコルを用いメッセージの送受信を行う技術、またはそれを適用したサービスのことである。

Webシステムの構成は、Webサーバ、データベースサーバ、それらをアクセスするためのクライアント（コンピュータやタブレット端末など）となる。画面部分の構成はWebサーバが担当し、データの保管はデータベースサーバが担当するため、クライアントはWebブラウザを使用するだけとなり、クライアントへの負荷が少なく、クライアントへのソフトのインストールや面倒なセットアップを必要としない特徴がある。

② Webシステムの特徴

- ㊦ Webサーバに対して、複数のクライアントがアクセスする構成である。
- ㊧ データはサーバ内に蓄積され他人が更新した情報をリアルタイムで閲覧できる。
- ㊨ 不特定多数の人が同時に利用できる。
- ㊩ Windows、Mac、iPad、android、携帯などの様々な機器で閲覧できる。
- ㊪ 外出先や外部拠点など、インターネットが使用できる環境であれば誰でも使用できる。

③ Webアクセスの処理の流れ



- ㊦ Webブラウザに対してURLを指定する。（URLの指定）
- ㊧ Webブラウザは目的のWebサーバのIPアドレスを求めるためにDNSサーバに検索要求を送る。（IPアドレスの検索要求）
- ㊨ DNSサーバが要求されたIPアドレスをWebブラウザに返信する。（IPアドレスの回答）
- ㊩ Webブラウザは処理内容のリクエストをWebサーバに送信する。（リクエストの送信）

- ㊤ Webサーバはリクエストの内容の処理を行う。(プログラムの実行)
- ㊦ Webサーバは処理結果をレスポンスとしてWebサーバに返信する。(レスポンスの返信)
- ㊧ Webブラウザは受信したデータを画面に表示する。(データの表示)

㊤ Webシステムの構成要素

㊦ Webブラウザ

Webブラウザは、Web上で公開されているHTML文書などの情報を閲覧するためのアプリケーションソフトウェアのことである。URLによって指定されたWebサーバーへアクセスして、HTMLやXHTMLなどで記述された文書、あるいは画像などのデータをダウンロードする。そしてHTML、XHTML、CSSなどの内容を解析し、Webページの内容やレイアウトを再現する。これによってWebページが閲覧可能となっている。このためのソフトウェアとしてインターネットエクスプローラなどが利用される。

㊤ Webサーバ

Webサーバは、Webシステム上で、利用者側のコンピュータに対しネットワークを通じて情報や機能を提供するコンピュータおよびソフトウェアのこと、利用者が操作するWebブラウザなどのクライアントソフトウェアからの要求に応じて、自身の管理するHTMLファイルや画像ファイルなどWebページを構成するファイルの送信を行う。HTTPと呼ばれる通信規約(プロトコル)が用いられる。

単純なファイルの送信だけでなく、利用者を識別あるいは認証して人によって異なる情報や機能を提供したり、SSL/TLSなどでデータの送受信を暗号化したり、クライアント側から送られてきたデータやファイルを受け取って保存したりといった機能も備えている。

特定の資源へのアクセス要求を受けると指定されたプログラムを起動・実行し、結果に基づき動的にWebページを生成して送信するといった仕組みや、別のシステムと接続・連携して複雑な処理を行う機能を持つものもある。

㊦ URL

URLはインターネット上に存在する情報資源(データやサービスなど)の位置を記述するためのデータ形式である。資源の所在地にあたる情報の記述の仕方を定めたもので、資源の取得方法や、ネット上での当該資源の存在するコンピュータの位置、コンピュータ内部での資源の位置などで構成される。先頭には「http:」のように資源の取得方法を記述する決まりで、これをスキーム名という。スキーム名は通信に用いるプロトコル名であることが多い。スキーム名に続く識別情報の記述形式はスキーム毎に異なるが、プロトコル系のスキームではサーバのドメイン名やIPアドレス、ポート番号、フォルダ名、ファイル名などで構成されることが多い。

㊤ HTTP

HTTPは、HTML文書や画像などのデータをWebサーバーとWebブラウザ間で

やり取りするために使われるプロトコルである。HTTPでは、データを受信する側が要求をサーバーに伝え、それに対してサーバーが応答する。ユーザーがURLを使って接続したいWebサーバーと表示したいWebページを指定すると、Webブラウザは指定されたサーバーに接続して、Webページを取得するためのコマンドを送信する。サーバー上に該当するファイルがあれば、その結果をHTMLなどのファイルとしてWebサーバーからWebブラウザに転送する。

㊦ リクエスト・レスポンス

リクエストは、コンピュータシステム上で一方から他方へ送信される、何らかの要求、あるいは、メッセージのことである。多くの場合、クライアントからサーバーに対して送信される、データの提供や所定の処理などを要求するためのメッセージのことである。

Webへ接続する際、クライアントであるWebブラウザは、通信プロトコルのHTTPに基づいたリクエストであるHTTPリクエストをサーバーに向かって送信する。Webサーバーは、受信したHTTPリクエストから、リクエストのタイプ、リクエストされたファイル、その他パラメータなどを取得して、必要な処理を行った上で、クライアントに情報を返す。リクエストに対する応答として送信される情報はレスポンスと呼ばれる。

⑤ クラウドサービス

㊦ クラウドサービスとは

クラウドサービスは、利用者が手元のコンピュータで利用していたデータやソフトウェアを、ネットワーク経由でサービスとして利用者に提供するものである。利用者側がパソコンや携帯情報端末などのクライアント、その上で動くWebブラウザ、インターネット接続環境などを用意することで、どの端末からでもさまざまなサービスを利用することができる。

これまでは、利用者がコンピュータのハードウェア、ソフトウェア、データなどを、自身で保有・管理し利用していたが、クラウドサービスを利用すると、機材の購入やシステムの構築、管理などにかかるとされていたさまざまな手間や時間の削減をはじめとして、業務の効率化やコストダウンを図れるというメリットが生じる。

㊦ クラウドサービスのメリット

クラウドサービスの主なメリットは次の通りである。

- ① 高速にインフラを構築でき、サービス提供までの時間を短縮できる。
- ② 冗長化によってハードウェア障害がおこりにくい。
- ③ ネットワーク構成の変更やリソースの追加／変更を簡単にできる。
- ④ 運用管理にかかるコストを低減できる

㉔ クラウドサービスの分類と特徴

㊦ SaaS

SaaSはインターネット経由での、電子メール、グループウェア、顧客管理、財務会計などのソフトウェア機能の提供を行うサービスである。

SaaSのメリットは、開発の工程がなく、作成されたサービス選定からサービス開始までのスピードが速い、サービスダウンの対応やアップデートについてはサービス提供者に任せることが可能で、運用コストが低い。デメリットは、サービスのカスタマイズには制約があり、業務に合ったサービスを見つけることが困難で、サービスに合わせて業務体系を変更する必要がある。

㊧ PaaS

PaaSは、インターネット経由での、仮想化されたアプリケーションサーバやデータベースなどアプリケーション実行用のプラットフォーム機能の提供を行うサービスである。

PaaSのメリットは、開発環境を整えるためのサーバ、OS、データベースやミドルウェアのインストールが必要ないことであり、デメリットは環境を自由に選択できない、利用したい言語やミドルウェアが利用できないなどである。

㊨ IaaS

IaaSは、インターネット経由で、デスクトップ仮想化や共有ディスクなど、ハードウェアやインフラ機能の提供を行うサービスである。

IaaSのメリットは、ホスティングサービスのように必要なCPUやストレージ、ネットワーク帯域を借りて自由に環境を構築することができ、料金についても使った分だけ支払う形になるので、物理サーバを借りるより安く済む、必要に応じてスケールアップが容易である。デメリットは、自由度が高い分OSや環境については自分で管理を行う必要があり、開発スキルやサーバ管理の能力が必要になる。

㉕ クラウドサービス利用上の留意点

クラウドサービスを利用する場合、データがクラウドサービス事業者側のサーバに保管されているということ、インターネットを介してデータなどがやりとりされることなどから、十分な情報セキュリティ対策が施されたクラウドサービスの選択が重要である。

例題演習

クライアントサーバ型システムにおいて、サーバ側で処理するのが最も適切な機能はどれか。

ア 出力データの表示処理

イ データベースの更新処理

ウ 入力されたデータの形式チェック

エ ブルダウンメニューの表示処理

解答解説

クライアントサーバシステムのサーバの役割に関する問題である。

クライアントサーバシステムは、情報や資源を一元的に管理し、提供する役割のハードやソフトをサーバ、サーバに要求を出して情報や資源を利用するハードやソフトをクライアントと呼ぶ。クライアントとサーバが連携することで、一つのアプリケーションプログラムが効率的に実行する方式である。

アの出力データの表示処理、

イのデータベースの更新処理は、複数のクライアントが関係するためサーバで実行する方が好ましい。求める答えはイとなる。

ウの入力されたデータの形式処理、

エのプルダウンメニューの処理は、各クライアントで独自に処理するものであり、サーバが行うと大幅なネットワークの負荷増になる。

例題演習

クライアントサーバシステムの特徴として、適切なものはどれか。

ア クライアントとサーバが協調して、目的の処理を遂行する分散処理形態であり、サービスという概念で機能を分割し、サーバがサービスを提供する。

イ クライアントとサーバが協調しながら共通のデータ資源にアクセスするために、システム構成として密結合システムを採用している。

ウ クライアントは、多くのサーバからの要求に対して、互いに協調しながら同時にサービスを提供し、サーバからのクライアント資源へのアクセスを制御する。

エ サービスを提供するクライアント内に設置するデータベースも、規模に対応して柔軟に拡大することができる。

解答解説

クライアントサーバシステムに関する問題である。

サービスはサーバからクライアントに提供する。

アのサービスを提供するのはサーバである。適切である。求める答えはアとなる。

イのクライアントサーバシステムはネットワークで結合された疎結合で、密結合ではない。

ウ、エはクライアントがサービスを提供しているが誤りである。

例題演習

3層クライアントサーバシステムのファンクション層で処理される二つの機能の組合せはどれか。

ア 検索条件の入力、データ処理条件の組立て

イ 検索条件の入力、データへのアクセス

ウ データ処理条件の組立て、データの加工

エ データへのアクセス、データの加工

解答解説

3層クライアントサーバシステムのファンクション層の機能に関する問題である。

3層クライアントサーバシステムは、ユーザインタフェース部分実現するプレゼンテーション層、データの加工処理を実行するファンクション層、データベースにアクセスするデータ層に分けられる。問題に示された、検索条件の入力、データ処理条件の組み立て、データの加工、データへのアクセスの4つの機能の内、検索条件の入力はプレゼンテーション層、データ処理条件の組み立てとデータの加工はファンクション層、データへのアクセスはデータ層の機能である。求める答えはウとなる。

例題演習

クライアントサーバシステムの特徴に関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア クライアントで業務処理の主な部分を実行することによって、業務手続の変更に容易に対応することができる。
- イ ファイルサーバ、プリントサーバなどのようにサーバが専用化されている場合、比較的容易に個々のサーバの性能を向上させることができる。
- ウ 複数のサーバに機能を分散させることによって、データやプログラムが1か所に集まる集中型のシステムよりも容易にセキュリティを高めることができる。
- エ 複数のサーバに業務処理の各ステップを機能分散させている場合には、特定のサーバに負荷が集中したときにもシステム全体への影響を少なくすることができる。

解答解説

クライアントサーバシステムに関する問題である。

アの業務処理はサーバのファンクション層で行われる。

イのサーバが専用化されている場合、個々のサーバの性能を向上させることができる内容は適切な記述である。求める答えはイとなる。

ウのセキュリティは維持が困難である。

エの特定のサーバに業務処理が集中するとシステム全体への影響は大きくなる。

例題演習

複数のコンピュータを組み合わせ一つの信頼性の高いシステムを構成する方式であって、システムの一部で障害が発生しても、ほかのコンピュータに処理を肩代わりさせることによって、システム全体の停止を防止できるようにしたものはどれか。

- | | |
|-----------|-------------|
| ア クラスタリング | イ コールドスタンバイ |
| ウ ホットスワップ | エ ミラーリング |

解答解説

クラスタリングに関する問題である。

アのクラスタリングは、複数のコンピュータを統合して1つのサーバシステムを構築し、耐障

害性を高めるシステムである。クラスタリングでは、いずれかのコンピュータが停止してもネットワークシステムを停止することなく運用が継続できる。求める答えはアとなる。

イのコールドスタンバイ方式は、予備系はOSを立ち上げているが、プログラムやデータは生かした状態にせず待機させておく方式であり、障害時には停止する。

ウのホットスワッピングは、システムを構成する機器に障害が発生してもシステムを停止することなく障害となった機器を修理・交換することが可能であるが、他のコンピュータやネットワークの処理を肩代わりできるとは必ずしもいえない。

エのミラーリングは、ディスク数を倍にして、1台目のディスクの内容をそっくりコピーすることによって信頼性を向上させる方式である。

例題演習

3層クライアントサーバシステム構成で実現したWebシステムの特徴として、適切なものはどれか。

ア HTMLで記述されたプログラムをサーバ側で動作させ、クライアントソフトはその結果を画面に表示する。

イ 業務処理の変更のたびに、Webシステムを動作させるための業務処理用アプリケーションを配布し、クライアント端末にインストールする必要がある。

ウ 業務処理はサーバ側で実行し、クライアントソフトはHTMLの記述に従って、その結果を画面に表示する。

エ クライアント端末には、サーバ側からのHTTP要求を待ち受けるサービスを常駐させておく必要がある。

解答解説

3層クライアント／サーバ構成のWebシステムの特徴に関する問題である。

3層クライアントサーバシステムは、ユーザインタフェース部分実現するプレゼンテーション層のクライアント、データの加工処理を実行するファンクション層のアプリケーションサーバ、データベースにアクセスするデータ層のDBサーバで構成される。

WEBシステムは、インターネットなどのネットワーク上での通信を介して動作し、パソコンへのアプリケーションのインストールが不要である。WEBシステムはブラウザがあれば、システムを利用できる特徴を備えています。

ブラウザの役割はURI、HTTP等に基づき、サーバと通信してリソースを取得する、取り寄せたHTML等の資源をその種類に応じて解析したり、構文解析の結果を基に文字や画像を適切に配置し、あるいは文字の大きさを調整したり色を付けるなどして最終的に人間の為の表示を行う。

アは2層クライアント／サーバシステムの特徴である。

イのクライアントへの業務処理ソフトの配布、インストールは必要ない。ブラウザを用いる。

ウの業務処理はサーバで実行し、クライアントはその結果を表示するだけの記述は正しい。
求める答えはウである。

エのHTTP要求を待ち受けるサービスの常駐は必要ない。ブラウザがその役割を果たす。

例題演習

クラウドコンピューティングの説明として、最も適切なものはどれか。

- ア あらゆる電化製品をインテリジェント化しネットワークに接続することによって、いつでもどこからでもそれらの機器の監視や操作ができるようになること
- イ 数多くのPCの計算能力を集積することによって、スーパーコンピュータと同程度の計算能力を発揮させること
- ウ コンピュータの資源をネットワークを介して提供することによって、利用者がスケーラビリティやアベイラビリティの高いサービスを容易に受けられるようになること
- エ 特定のサーバを介することなく、ネットワーク上のPC同士が対等の関係で相互に通信を行うこと

解答解説

クラウドコンピューティングに関する問題である。

クラウドコンピューティングは、サービス提供者がデータセンターなどに多数のサーバを用意し、ネットワークを通じてソフトウェアやデータ保管領域を利用できるようにしたシステムである。利用者はソフトウェアなどを利用し、作成したデータの保存・管理などをサーバ上で済ませる。利用者は、ソフトウェアの購入やインストール、最新版への更新、作成したファイルのバックアップなどの作業から解放され、必要なときに必要なだけソフトを利用することができる。コンピュータ資源をネットワークを介して提供することによって、利用者がスケーラビリティやアベイラビリティの高いサービスを容易に受けられるようになることである。求める答えはウとなる。

例題演習

大規模なWebサイトを構築する場合には、Webサーバに加えてアプリケーションサーバを用いることが多い。この理由のうち、適切なものはどれか。

- ア Webサーバだけでは、業務処理を実行できないから
- イ Webサーバだけでは、コンテンツを動的に作成できないから
- ウ Webサーバだけよりも、システムの変更、増強が容易になるから
- エ Webサーバには、認証を行う機能がないから

解答解説

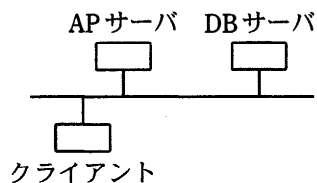
アプリケーションサーバに関する問題である。

Webシステムはブラウザからの要求を処理するWebサーバ層、データベースなどの検索/加工処理などを行うWebアプリケーション層、システムのデータや管理情報を取り扱うデータベース層の3層構成で設計される。3階層システムはクライアントやバックエンド側にビジネスロジックを実装する方式に比べ、システムの変更や更新、増強などが容易で、柔軟性が高いシステム構成になる。求める答えはウとなる。

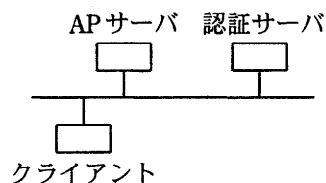
例題演習

3層クライアントサーバシステムで、クライアント以外の2層をそれぞれ1台のサーバを使用して実装した場合のシステム構成として、適切なものはどれか。ここで、APはアプリケーションを、DBはデータベースを表す。

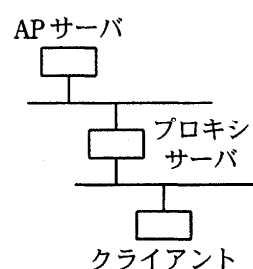
ア



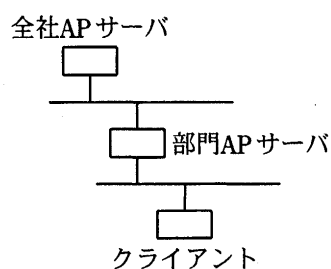
イ



ウ



エ



解答解説

3層クライアントサーバシステムに関する問題である。

3層クライアントサーバシステムは、ユーザインタフェース部分を実現するプレゼンテーション層のクライアント、データの加工処理を実行するファンクション層のアプリケーションサーバ、データベースにアクセスするデータ層のDBサーバで構成される。

アのクライアント、APサーバ、DBサーバの構成が適切である。求める答えはアとなる。

イ、ウ、エはDBサーバが存在しない。

例題演習

グリッドコンピューティングの説明として、最も適切なものはどれか。

ア コンピュータの存在を意識させることなく、人間がどこに移動しても利用できる。

イ 処理能力や記憶容量など、コンピュータがもつ計算資源を必要なときに必要なだけ購入する。

ウ ネットワークを介して複数のコンピュータを結ぶことによって処理能力の高いシステムを作り出す。

エ 複数のコンピュータを相互に接続して、一つのシステムとして利用し、システムの一部のコンピュータで障害が発生した場合は、ほかのコンピュータに処理を肩代わりさせる。

解答解説

グリッドコンピューティングに関する問題である

グリッドコンピューティングは、ネットワーク上にある複数のコンピュータのCPUを共有

することで、膨大で複雑な処理を短時間で済ませようとする考え方である。インターネットに接続している一般ユーザのパソコンを使い、複雑な処理を分散して行う例がある。

アはシステムの透過性の考え方、イは可用性の考え方、ウはグリッドコンピューティングの考え方、エはフォルトトレラントの考え方である。求める答えはウとなる。

例題演習

2層クライアントサーバシステムと比較した3層クライアントサーバシステムの特徴として、適切なものはどれか。

ア クライアント側で業務処理専用のミドルウェアを採用しているので、業務処理の追加・変更などがしやすい。

イ クライアント側で業務処理を行い、サーバ側ではデータベース処理に特化できるので、ハードウェア構成の自由度も高く、拡張性に優れている。

ウ クライアント側の端末には、管理が容易で入出力のGUI処理だけを扱うシンクライアントを使用することができる。

エ クライアントとサーバ間でSQL文がやり取りされるので、データ伝送量をネットワークに合わせて最少化できる。

解答解説

3層クライアントサーバシステムに関する問題である。

3層クライアントサーバシステムは、ユーザインタフェース部分を実現するプレゼンテーション層のクライアント、データの加工処理を実行するファンクション層のアプリケーションサーバ、データベースにアクセスするデータ層のDBサーバで構成される。

2層クライアントサーバシステムは、業務を実現するための処理（ビジネスロジック）はすべてクライアント側に記述されており、ビジネスロジックに変更が生じた場合にはクライアント側のソフトをすべて配置しなおす必要があった。

ア、イ、エは2層クライアントサーバシステムであり、ウは3層クライアントサーバシステムの特徴である。求める答えはウとなる。

エのSQL文のやり取りとデータ伝送量の関係は、RPCを利用すると最小化できるが、利用しないと伝送量は大きくなる。

例題演習

社内業務システムをクラウドサービスへ移行することによって得られるメリットはどれか。

ア PaaSを利用すると、プラットフォームの管理やOSのアップデートは、サービスを提供するプロバイダが行うので、導入や運用の負担を軽減することができる。

イ オンプレミスで運用していた社内固有の機能を有する社内業務システムをSaaSで提供されるシステムへ移行する場合、社内固有の機能の移行も容易である。

ウ 社内業務システムの開発や評価で一時的に使う場合、SaaSを利用することによって自由度の高い開発環境が整えられる。

エ 非常に高い可用性が求められる社内業務システムをIaaSに移行する場合、いずれのプロバイダも高可用性を保証しているので移行が容易である。

解答解説

クラウドサービスに関する問題である。

クラウドサービスの主なメリットは次の通りである。

- ① 高速にインフラを構築でき、サービス提供までの時間を短縮できる。
- ② 冗長化によってハードウェア障害がおこりにくい。
- ③ ネットワーク構成の変更やリソースの追加／変更を簡単にできる
- ④ 運用管理にかかるコストを低減できる

SaaSは、事業者がソフトウェアをインターネット回線経由で提供し、利用者が必要なときに必要な分だけ呼び出して利用する形態、あるいはそのソフトウェア自体のことである。

PaaSは、アプリケーションを実行するためのプラットフォームをインターネットを介して提供するサービスのことである。

IaaSは、クラウドコンピューティングのうちの1つで、仮想化技術を利用してハードウェアリソースなどのITインフラをインターネット経由でオンデマンドで提供するサービスである。

IaaSのメリットは次の通りである。

- ① サーバー購入の手間がなく、必要な時にすぐサーバー作成できる
- ② CPUやメモリ、OS、ミドルウェアを自由に選択できる
- ③ リソース増減やスケールアップ/ダウンが自由である
- ④ 安価、かつ従量課金に対応している
- ⑤ インフラの運用はクラウド事業者任せられる

アはIaaSのメリットである。求める答えはアとなる。

イは、SaaSを利用する場合、社内固有の機能との整合性が問題になる。

ウは、SaaSを開発や評価のために一時的に使用する場合、サービスのカスタマイズには制約が生じたり、開発環境の自由度や業務にぴったりのサービスが見つかるか不明であり、サービスに合わせて業務体系を変更する必要が生じるなどが問題となる。

エは、高い可用性が求められる場合、プロバイダーの対応に問題が生じる場合がある。

例題演習

システムの性能を向上させるために、スケールアウトが適しているシステムはどれか。

ア 一連の大きな処理を一括して実行しなければならないので、並列処理が困難な処理が中心のシステム

イ 参照系のトランザクションが多いので、複数のサーバで分散処理を行っているシステム

ウ データを追加するトランザクションが多いので、データの整合性を取るためのオーバーヘッドを小さくしなければならないシステム

エ 同一のマスタデータベースがシステム内に複数配置されているので、マスを更新する際にはデータベース間で整合性を保持しなければならないシステム

解答解説

スケールアウトに関する問題である。

スケールアウトは、サーバの数を増やすことで、サーバ群全体のパフォーマンスを向上させることである。1台のサーバが仮に10人のユーザしか処理できないとしても、サーバを2台に増やして負荷を分散すれば20人のユーザに対応できることになる。スケールアウトした場合、複数のサーバを連携して動作させることになるため、メンテナンスや障害発生時にもサービスを完全に停止させる必要がない点が利点となる。反面、サーバの台数が増えるために管理の手間が増大し、ソフトウェアのライセンス料金も高額になりがちなのが欠点とされている。複製や同期が容易であり、また複製しても問題の起きないデータを扱う場合には、1台のサーバで機能や性能を強化する「スケールアップ」よりもスケールアウトの方が適していると言われる。

スケールアップは、既存のサーバを機能強化してパフォーマンスを向上させることである。CPUやメモリなどの強化によってサーバの能力を上げ、より高い負荷に耐えられるように拡張する。より強力な新しいサーバに交換することもある。1台のサーバでサービスを提供するため、複数台で運用するよりソフトウェアライセンスの料金が安く済む点や、構成が単純で管理しやすい点、拡張方法によっては台数を増やすよりも投資効果が高い点などが利点とされる。その反面、複数台運用でないためスケールアップ時にはいったんサーバを停止しないといけない点や、障害発生時に回復までの時間がかかるなどの欠点がある。複製や分割が困難なデータを扱う場合には、サーバの台数を増やす「スケールアウト」より、スケールアップの方が望ましいとされている。

イは参照処理が主であり、複数の分散処理を行っているためスケールアウトに適している。求める答えはイとなる。

アは並列処理が困難なシステム、ウは整合性が必要でオーバヘッドの少ないシステム、エはデータベース間の整合性が必要なシステムであり、スケールアップが適切である。

例題演習

システムのスケールアウトに関する記述として、適切なものはどれか。

- ア 既存のシステムにサーバを追加導入することによって、システム全体の処理能力を向上させる。
- イ 既存のシステムのサーバの一部又は全部を、クラウドサービスなどに再配置することによって、システム運用コストを下げる。
- ウ 既存のシステムのサーバを、より高性能なものと入れ替えることによって、個々のサーバの処理能力を向上させる。
- エ 一つのサーバをあたかも複数のサーバであるかのように見せることによって、システム運用コストを下げる。

解答解説

スケールアウトに関する問題である。

スケールアウトはサーバの数を増やすことで、サーバ群全体のパフォーマンスを向上させる

手法である。スケールアウトした場合、複数のサーバを連携して動作させることになるため、メンテナンスや障害発生時にもサービスを完全に停止させる必要がない点が利点となる。反面、サーバの台数が増えるために管理の手間が増大し、ソフトウェアのライセンス料金も高額になりがちなのが欠点とされている。

アはスケールアウト、イはクラウドサービスの活用、ウはスケールアップ、エは仮想化システムである。求める答えはアとなる。

例題演習

ロードバランサを使用した負荷分散クラスタ構成と比較した場合の、ホットスタンバイ形式によるHA (High Availability) クラスタ構成の特徴はどれか。

- ア 稼働している複数のサーバ間で処理の整合性を取らなければならないので、データベースを共有する必要がある。
- イ 障害が発生すると稼働中の他のサーバに処理を分散させるので、稼働中のサーバの負荷が高くなり、スループットが低下する。
- ウ 処理を均等にサーバに分散できるので、サーバマシンが有効に活用でき、将来の処理量の増大に対して拡張性が確保できる。
- エ 待機系サーバとして同一仕様のサーバが必要になるが、障害発生時には待機系サーバに処理を引き継ぐので、障害が発生してもスループットを維持することができる。

解答解説

ホットスタンバイ形式によるHAクラスタ構成に関する問題である。

HAクラスタは、複数のコンピュータを束ねて一体として動作させるクラスタシステムのうち、システムの可用性を高めるために構築されるものである。業務システムに用いるサーバなどが障害などで極力停止しないようにするために構築される。最も一般的な構成法は、運用系と待機系の2系統のシステムを用意しておき、片方が障害で停止するとソフトウェアがそれを検知して直ちに待機系に処理を移行させる方式である。

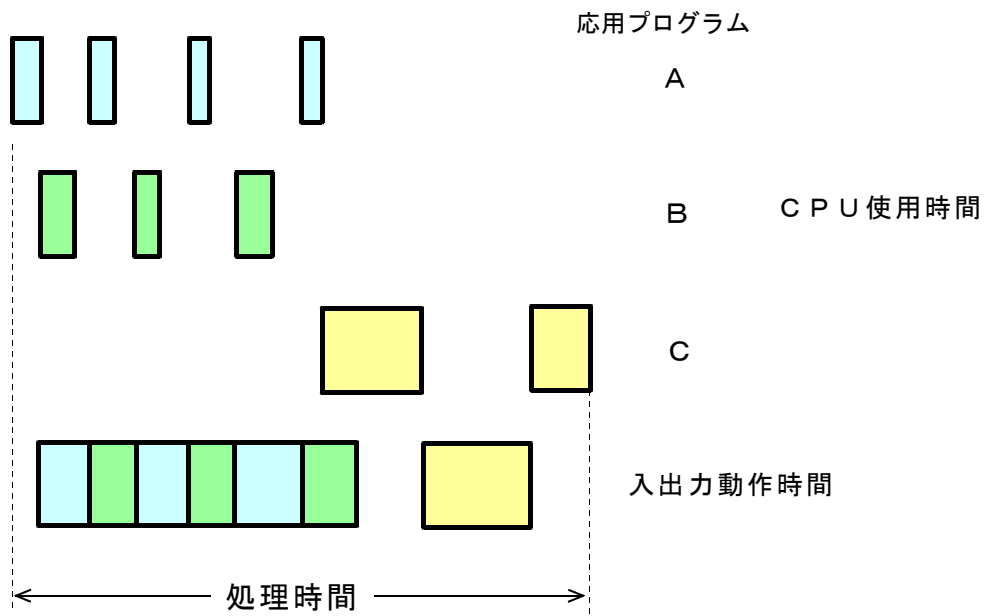
エはホットスタンバイ形式によるHAクラスタ構成である。求める答えはエとなる。

アは共有データベースで複数のサーバ間の処理の整合性を図る仕組み、イは障害時には処理を他のサーバに分散させる仕組み、ウは均等にサーバに分散させ余裕を持たせる仕組みであり、いずれもホットスタンバイ形式の待機系を持たない処理法である。

① オペレーティングシステムの役割

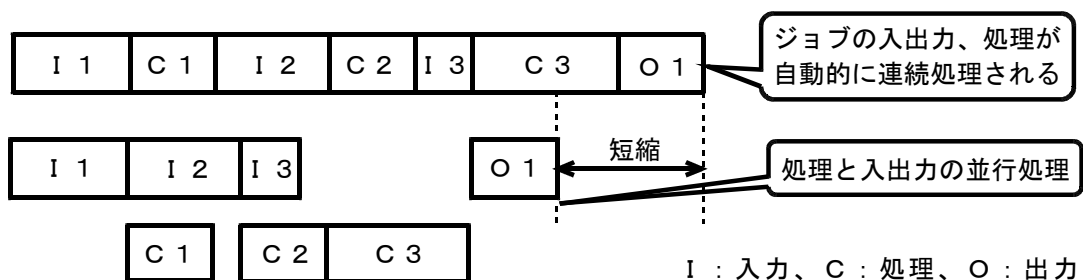
② 多重プログラミング

多重プログラミング処理



あるプログラムの入出力処理中に別のプログラムがCPUの空き時間を利用して処理を実行する方法が多重プログラミングである。多重プログラミングを用いることによって、複数のプログラムを1台のCPUで処理し、資源の有効活用を図ることができる。

③ ジョブの自動連続処理



ジョブはコンピュータで処理される仕事の単位である。一つの仕事は準備、処理、後始末で構成される。準備、後始末を人力で行っていたのでは、処理時間に比して準備、後始末に多く

の時間を費やすことになる。そこで、準備、後始末も機械化して自動連続処理する方法を用いる。ジョブを連続的に処理する場合、ジョブに応じたデータの準備や後始末を処理と並行的に実行することによって効率的な処理が可能になる。このためには処理手順のスケジューリングが必要になる。

ジョブの自動連続処理はジョブ制御言語を利用して行われる。ジョブの自動連続処理と多重プログラミングを組み合わせることによってより処理は効率的になる。

③ 処理形態への対応

オペレーティングシステムは、バッチ処理やオンライントランザクション処理、タイムシェアリング処理の各種処理形態に対応した性能や処理効率の向上のための最適処理を実行する。

バッチ処理では、連続したジョブ処理や多重プログラミングにより処理能力を向上させたり、緊急度に応じて処理計画を実現させるのがオペレーティングシステムの役割である。

連続ジョブ処理では、遠隔地のオンライン端末装置からデータを投入し、センターでバッチ処理し、端末装置に返す処理形態で、オペレーティングシステムが遠隔ジョブ処理機能を持つことでターンアラウンドタイムの短縮につながる。

オンライントランザクション処理では、オペレーティングシステムは通信制御機能や端末制御機能を備え、データの送受信、エラー処理や各地で発生する問い合わせに即座に処理し、レスポンスタイムの短縮を図る。

タイムシェアリングシステムでは、オペレーティングシステムはCPU資源を管理し、コンピュータ利用者にCPUの時間を割り当て、対話的にソフトウェアの開発や検索処理ができる環境を提供する。

② RASISの向上

① 信頼性

コンピュータが一定期間安定して動作する能力を表す指標で、平均故障間隔を意味するMTBFで評価する。

② 保守容易性

コンピュータの故障に対してその修復の容易さを表す指標で、平均修理時間であるMTTRで評価する。

③ 可用性

コンピュータが動作している割合を表す。評価尺度の稼働率は次の式で計算する

$$MTBF / (MTBF + MTTR)$$

㉔ 完全性(保全性)

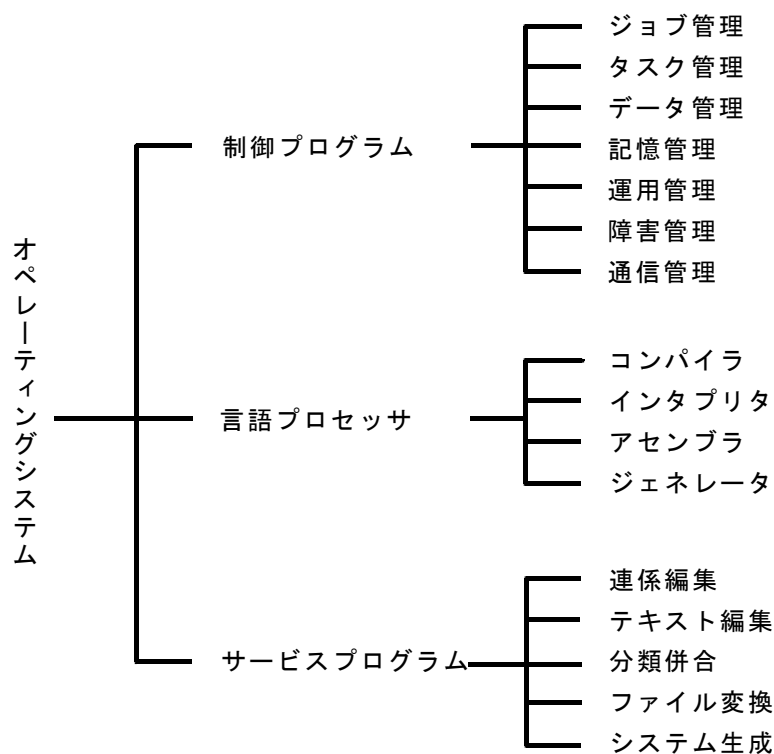
コンピュータシステムを停止させることなく運行させ、誤動作を防ぐことである。

㉕ 安全性(機密性)

不正なプログラムによる侵害から守り、データの機密を保護することである。

③ OSの構成

㉖ OSの構成内容



④ ミドルウェア

㉗ ミドルウェアとは

基本ソフトウェアとアプリケーションソフトウェアの中間に位置づけられるソフトウェアである。OS上で動作する点はアプリケーションソフトウェアと同じであるが、複数のアプリケーションソフトウェア間の連携をとったり、複数のOS間の仕様の違いを吸収し、アプリケーションソフトウェアを問題なく動作させる。

データベース管理システムや運用管理ツールなどがある。

⑥ A P I

A P I はアプリケーションソフトウェアから O S の機能を利用するときに使われるインタフェースである。パソコンの場合、A P I を介して、マウス動作の制御、ウィンドウの表示、プリンタの制御などが可能になる。異機種の O S で共通の A P I が提供されている場合、どの O S でも動くソフトウェアを開発することができる。

⑦ シェル

シェルはシステム利用者と O S の間に入り、利用者が入力したコマンドを解釈して O S に詳細な指示を出すプログラムである。コマンドを 1 文ずつ解釈して実行するため、コマンドインタプリタとも言う。シェルはその種類によって解釈できるコマンドが異なるため、ユーザはシェルで利用できるコマンドを把握しておかなければならない。

⑤ オープンソースソフトウェア(OSS)

① OSSとは

OSS は、ソフトウェアのソースコードが公開されており、再頒布の自由が可能であるソフトウェアである。代表的なソフトウェアに、Linux や統合開発環境の Eclipse がある。

⑥ オープンソースの定義

㊦ 再頒布の自由

ソフトウェアを販売あるいは無料で頒布することを制限してはならない。販売に関して印税その他の報酬を要求してはならない。

㊦ ソースコード

ソースコードを含み、ソースコードの頒布も許可されていなければならない。

㊦ 派生ソフトウェア

ソフトウェアの変更と派生ソフトウェアの作成、並びに派生ソフトウェアを元のソフトウェアと同じライセンスのもとで頒布することを許可しなければならない。

㊦ 作者のソースコードの完全性

バイナリ構築の際にプログラムを変更するため、ソースコードと一緒にバッチファイルを頒布することを認める場合に限り、ライセンスによって変更されたソースコードの頒布を制限することができる。

㊦ 個人やグループに対する差別の禁止

㉔ 利用する分野に対する差別の禁止

㉕ ライセンスの分配

プログラムに付随する権利はそのプログラムが再頒布された者全てに等しく認められなければならない。

㉖ 特定製品でのみ有効なライセンスの禁止

㉗ 他のソフトウェアを制限するライセンスの禁止

そのソフトウェアと共に頒布される他のソフトウェアに制限を設けてはならない。

㉘ ライセンスは技術中立的でなければならない

ライセンス中に、特定の技術やインタフェースの様式に強く依存するような規定があってはならない。

㉙ オープンソースライセンス

ソースコードの添付または入手可能性の保証を絶対条件として、ソフトウェアの配布や利用の許諾を行う利用許諾契約(ライセンス)である。

商用利用を認めるか、作者名や商標の表示を条件とするか、改変したソースコードの配布を認めるかなどにより、様々な種類のオープンソースライセンスが存在する。ソフトウェアの原作者がどのようなライセンスを採用するかは自由であるが、採用するライセンスの種類によって、ユーザの再配布行為が制限されたり、他のソフトウェアとの組み合わせ利用が制限されたりする。

㉚ 派生ソフトウェア

あるプログラムの全部または一部を引用または改変して作成されたプログラムを派生物という。派生プログラムの再配布については、各ソフトウェアの利用許諾契約書にその条件が記述されている。オープンソースソフトウェアの利用許諾契約書では、一定の条件を満たせば派生物の再配布を認めているものも少なくない。

例題演習

一定時間内にコンピュータシステムが処理可能な業務の量を示しているのはどれか。

ア オーバタイム

イ スループット

ウ ターンアラウンドタイム

エ レスポンス

解答解説

システム性能指標に関する問題である。

アのオーバヘッドタイムは、制御プログラムがユーザにサービスするためにプログラム管理やハードウェアの制御に使う時間である。

イのスループットは、システムの生産性を表す指標で、一定時間内にシステムによって処理される仕事量である。求める答えはイとなる。

ウのターンアラウンドタイムは、バッチ処理方式では仕事を依頼してからその結果が完全に返送されるまでの経過時間を表す。オンライン処理ではデータをインプットし始めてから、コンピュータで処理されてその結果が出力完了するまでの時間である。

エのレスポンスは、システムに対する問い合わせや要求を行ってから、応答の始まりまでの時間を表す指標である。

例題演習

スループットの説明として、適切なものはどれか。

ア ジョブがシステムに投入されてからその結果が完全に得られるまでの経過時間のことであり、入出力の速度やオーバヘッド時間などに影響される。

イ ジョブの稼働率のことであり、“ジョブの稼働時間÷運用時間”で求められる。

ウ ジョブの同時実行可能数のことであり、使用されるシステムの資源によって上限が決まる。

エ 単位時間当たりのジョブの処理件数のことであり、スプーリングはスループットの向上に役立つ。

解答解説

スループットに関する問題である。

スループットはシステムの生産性を表す指標で、一定時間内にシステムによって処理される仕事量である。単位時間当たりのジョブの処理件数のことであり、スプーリングはスループットの向上に役立つ。

アはターンアラウンドタイム、イは稼働率、ウはマルチプログラミングのプログラム数、エはスループットである。求める答えはエとなる。

例題演習

オンラインリアルタイム処理における一つのトランザクションについて、端末側で応答時間、回線伝送時間、端末処理時間が測定できるとき、サーバ処理時間を求める式として適切なものはどれか。ここで、他のオーバヘッドは無視するものとする。

ア サーバ処理時間＝応答時間＋回線伝送時間＋端末処理時間

イ サーバ処理時間＝応答時間＋回線伝送時間－端末処理時間

ウ サーバ処理時間＝応答時間－回線伝送時間＋端末処理時間

エ サーバ処理時間＝応答時間－回線伝送時間－端末処理時間

解答解説

サーバ処理時間に関する問題である。

応答時間は次のように定義される。

応答時間＝端末処理時間＋回線伝送時間＋サーバ処理時間

サーバ処理時間は次のようになる。

サーバ処理時間＝応答時間－端末処理時間－回線伝送時間

求める答えはエとなる。

例題演習

あるジョブのターンアラウンドタイムを解析したところ、1,350秒のうちCPU時間が2/3であり、残りは入出力時間であった。1年後に、CPU時間はデータ量の増加を考慮しても、性能改善によって当年比80%に、入出力時間はデータ量の増加によって当年比120%になることが予想されるとき、このジョブのターンアラウンドタイムは何秒になるか。ここで、待ち時間、オーバヘッドなどは無視する。

ア 1,095

イ 1,260

ウ 1,500

エ 1,665

解答解説

ターンアラウンドタイムに関する計算問題である。

ターンアラウンドタイム＝CPU時間＋入出力時間である。

現在のターンアラウンドタイムの内訳を求めると次のようになる。

CPU時間 $1350 \times 2/3 = 900$

入出力時間 $1350 - 900 = 450$

CPU時間は900秒、入出力時間は450秒となる。

1年後のターンアラウンドタイムは次のようになる。

CPU時間 $900 \times 0.8 = 720$

入出力時間 $450 \times 1.2 = 540$

ターンアラウンドタイム $720 + 540 = 1260$

求める答えはイとなる。

例題演習

多重プログラミングに関する記述のうち、適切なものはどれか。

ア CPUの利用率は低下するが、ターンアラウンドタイムを向上させることができる。

イ 同じ仮想記憶空間内に配置されたタスク間だけで多重プログラミングが可能となる。

ウ 主記憶上に複数のタスクを置き、CPUの見かけ上の共用を可能としている。

エ 多重プログラミングはシングルプロセッサでの機能であり、マルチプロセッサでは利用できない。

解答解説

多重プログラミングに関する問題である。

アのCPUの利用率は多重プログラミングによって向上する。しかし、ターンアラウンドタ

イムは必ずしも向上するとは言えない。

イの多重プログラミングの対象になるタスクは実記憶空間に配置される。従って、異なる仮想記憶空間であっても、実記憶空間に配置されれば可能である。

ウの主記憶上に複数のタスクを置き、CPUの見かけ上の共用を可能にしているという記述は多重プログラミングに関する内容で正しい答えである。求める答えはウとなる。

エの多重プログラミングはマルチプロセッサでも利用される。

例題演習

シェルのリダイレクト機能による実現の可否に関する記述のうち、適切なものはどれか。

ア 標準出力をファイルに切り替えることはできないが、標準入力をファイルに切り替えることはできる。

イ 標準出力をファイルに追加することはできないが、標準入力と標準出力をファイルに切り替えることはできる。

ウ 標準入力と標準出力をファイルに切り替えることができ、標準出力をファイルに追加することもできる。

エ 標準入力をファイルに切り替えることはできないが、標準出力をファイルに切り替えることはできる。

解答解説

シェルのリダイレクトに関する問題である。

シェルは、標準としてキーボードから入力し、画面に出力する。入力と出力の方法を変更する場合にリダイレクトを使う。リダイレクトには出力先を切り替える「>」、出力先のファイルに追加する「>>」、入力元を切り替える「<」、複数行の入力を行える「<<」がある。

標準入力と標準出力をファイルに切り替えることができ、標準出力をファイルに追加することもできる。求める答えはウとなる。

例題演習

電子会議、電子メールなどのコミュニケーション機能やバグ票管理などのワークフロー支援機能を持ち、人と人との共同作業をコンピュータによって支援するソフトウェアはどれか。

ア CASE

イ エージェント

ウ エキスパートシステム

エ グループウェア

解答解説

グループウェアに関する問題である。

アのCASEはコンピュータ技術を利用して、ソフトウェアの設計・開発やメンテナンスなどを行うことである。情報の一元管理などで、設計・開発の生産性向上やメンテナンスの容易化を図ることができる。

イのエージェントはユーザの意図を理解して自律的な判断に基づいた処理を実行する機能で

ある。次世代のユーザインタフェースとして期待されている概念である。

ウのエキスパートシステムは各分野のエキスパートの知識をデータベース化し、一般のユーザの判断を支援するシステムである。

エのグループウェアは社内ネットワーク上で利用され、社員同士が情報を蓄積・再利用するソフトウェアであり、主な機能として、電子会議、電子メール、電子掲示板、スケジュール共有、文書共有、ワークフローなどがある。求める答えはエとなる。

例題演習

データ管理ユーティリティの一つである、アーカイバの機能を説明したものはどれか。

- ア 磁気ディスクに、データを記録するための領域と、それを管理するための領域を作成する。
- イ データのバックアップや配布のために、複数のファイルを一つにまとめたり、元に戻したりする。
- ウ 不正使用や破壊からデータを守るファイルプロテクトや、不正コピー防止のためのコピープロテクトなどによって、データを保護する。
- エ フラグメンテーションが発生した磁気ディスクで、ファイルを可能な限り連続した領域に再配置する。

解答解説

アーカイバに関する問題である。

アーカイバは複数のファイルを一つのファイルにまとめたり、逆に、まとめたファイルから元のファイルを取り出したりするソフトウェアである。関連するファイルをひとまとめにすることで、ネットワークを通じた送受信の手間を軽減したり、ディスクの管理を容易にしたりできる。最近ではファイルをまとめる際に圧縮する機能を持ったものが一般的で、圧縮ソフトと同じ意味で使われることが多い。

アはファイルシステム、イはアーカイバ、ウはデータ保護機能（アーカイバには保護機能はない）、エはディスクデフラグである。求める答えはイとなる。

例題演習

オープンソースの統合開発環境であって、アプリケーション開発のためのソフトウェア及び支援ツール類をまとめたものはどれか。

- ア Eclipse
- イ Perl
- ウ PHP
- エ Ruby

解答解説

ソフトウェアの統合開発環境に関する問題である。

統合開発環境は、エディタ、コンパイラ、デバッガなど、プログラミングに必要なツールが一つのインターフェースで統合して扱えるような環境のことである。

アのEclipseは、IBMによって開発された統合開発環境（IDE）の一つである。高機能ながらオープンソースであり、Javaをはじめとするいくつかの言語に対応している。Eclipse自体は

Javaで記述されている。求める答えはアとなる。

イのPerlは、ウェブ・アプリケーションやシステム管理、テキスト処理などのプログラムを書くのに用いられているプログラミング言語である。

ウのPHPは、動的にHTMLデータを生成し、動的なウェブページを実現することを主な目的としたプログラミング言語である。

エのRubyは、オープンソースの動的なプログラミング言語で、シンプルさと高い生産性を備えている。

例題演習

OSIによるオープンソースソフトウェアの定義に従うとき、適切なものはどれか。

ア ある特定の業界向けに作成されたオープンソースソフトウェアは、ソースコードを公開する範囲をその業界に限定することができる。

イ オープンソースソフトウェアを改変し再配布する場合、元のソフトウェアと同じ配布条件となるように、同じライセンスを適用して配布する必要がある。

ウ オープンソースソフトウェアを第三者が製品として再配布する場合、そのオープンソースソフトウェアの開発者は第三者に対してライセンス費を請求することができる。

エ 社内での利用などのようにオープンソースソフトウェアを改変しても再配布しない場合、改変部分のソースコードを公開しなくてもよい。

解答解説

オープンソースソフトウェアに関する問題である。

アの特定の業界向けに作成されたものは、その業界に限定できるという条件は、自由な再頒布ができること、適用領域に基づいた差別をしないこと、特定製品に依存しないことなどのライセンス要件から考えて適切でない。

イの改変再配布時の同じライセンス適用の問題は、採用しているライセンスとそうでないライセンスがある。

ウの第三者が製品として再配布する場合も、開発者は第三者にライセンス費を請求することができない。

エの社内で改変して再配布しない場合には、改変部分のソースコードを公開しなくてもよい。求める答えはエとな。

例題演習

GPLの下で公開されたOSSを使い、ソースコードを公開しなかった場合にライセンス違反となるものはどれか。

ア OSSとアプリケーションソフトウェアとのインタフェースを開発し、販売している。

イ OSSの改変を他社に委託し、自社内で使用している。

ウ OSSの入手、改変、販売をすべて自社で行っている。

エ OSSを利用して性能テストを行った自社開発ソフトウェアを販売している。

解答解説

GPL下のOSSに関する問題である。

GPLは、ソフトウェアの自由な実行、複製、改変および再配布を、無保証の条件付きで許諾するライセンスである。ソフトウェアなどの著作者が、自身の著作権の保持を表明したまま、複製や改変などの多くの著作支分権の実施を複製物の受領者に許諾するとともに、その受領者が複製物またはそれらを改変した派生物を再配布することを妨げないこと、ソフトウェアの使用に伴う損害を保証しないことなどの条件に、ソフトウェアの利用を許諾する契約である。ソフトウェアのバイナリ形式のみでの配布を認めず、ソースコードの添付またはソースコードの入手方法の明示を義務づけている。

アはOSSとアプリケーションとのインタフェースの開発、販売なので問題ない。

イは自社内での使用であり、問題ない。

ウはOSSを利用した改変、販売であるからライセンス違反となる。求める答えはウとなる。

エは自社開発したソフトウェアのOSS環境でのテストであるから問題ない。

例題演習

オープンソースに関する記述として、適切なものはどれか。

ア 一定の条件の下で、ソースコードの変更を許している。

イ 使用分野とユーザを制限して再配布できる。

ウ 著作権は、放棄されている。

エ 無償で配布されなければならない。

解答解説

オープンソースに関する問題である。

オープンソースは、ソースプログラムが公開されていることである。オープンソース化することで、多くの人々が開発に参加でき、結果としてそのソフトウェアがより改善され、普及していくとされる。一定の条件下で、ソースコードの変更を許している。

アはオープンソース、イはシェアウェア、ウはパブリックドメインソフトウェア、エはフリーウェアである。求める答えはアとなる。

例題演習

Linuxに代表されるソフトウェアであって、再配布の自由、再配布時のソースコード包含、派生ソフトウェア改変の許諾などが要求されるものを何というか。

ア オープンソースソフトウェア

イ コンポーネントウェア

ウ シェアウェア

エ ミドルウェア

解答解説

オープンソースソフトウェアに関する問題である。

アのオープンソースソフトウェアはソースコードをインターネットなどを通じて無償で公開

し、誰でもそのソフトウェアの改良、再配布が行なえるようにしたソフトウェアである。求める答えはアである。

イのコンポーネントウェアは標準仕様のソフトウェア部品を使用してアプリケーションを開発する手法または開発ツールである。

ウのシェアウェアは継続使用に対して開発者がユーザに対価を要求するソフトウェアである。

エのミドルウェアは基本ソフトウェアとアプリケーションソフトウェアの中間に位置して、複数のアプリケーションソフトウェア間の連携をとったり、オペレーティングシステムの違いを吸収したりする役割を行う。

例題演習

オープンソースライセンスにおいて、“著作権を保持したまま、プログラムの複製や改変、再配布を制限せず、そのプログラムから派生した二次著作物（派生物）には、オリジナルと同じ配布条件を適用する”とした考え方はどれか。

ア BSDライセンス

イ コピーライト

ウ コピーレフト

エ デュアルライセンス

解答解説

オープンソースライセンスに関する問題である。

アのBSDライセンスは、無保証・免責を宣言し、再配布する際に著作権表示を行うことのみを条件とする、極めて制限の緩いライセンスである。

イのコピーライトは、著作権のことである。ホームページやブログはもちろん、映画や音楽、本や漫画、絵や彫刻など、全ての作品に著作権があり、年齢、性別、プロ、アマ問わず誰が作った作品にでも、自動的に発生するものである。

ウのコピーレフトは、著作権に対する考え方で、著作権を保持したまま、二次的著作物も含めて、すべての者が著作物を利用・再配布・改変できなければならないという考え方である。求める答えはウとなる。

エのデュアルライセンスは、ソフトウェアなどを複数の異なるライセンスに基いて配布・販売などすることである。

① ジョブ管理

① ジョブ管理とは

ジョブは利用者が定義し、コンピュータに実施させる仕事の単位で、ジョブステップで構成される。ジョブステップは複数のプログラムからなるジョブを実行させる単位である。

ジョブ管理はジョブに関わる準備処理や後始末処理を自動化し、オペレータの介入処理を最小限にする。スケジュール管理することによってシステムの遊休時間を無くし、ターンアラウンドタイムを短縮しスループットを向上させる。ジョブ管理は人手によるオペレーション処理を排除し、ジョブを連続して実行できる環境を与える機能をもつ。

ジョブ管理はリーダを用いてタスク管理に必要なプログラムを読み出し、イニシエータでCPU以外のコンピュータ処理のための環境を整え、タスク管理に引き渡す。タスク管理が終了すると、ジョブ管理のターミネータで処理に利用した環境の解放を行い、結果の出力を行うライターの処理を行って終了する。

② ジョブスケジューラ

ジョブを連続処理するにはジョブスケジューラが必要であり、制御プログラムがこの役割を果たす。ジョブがコンピュータに入力されてから、処理結果が出力されるまでの一連の流れの制御をジョブスケジューリングという。オペレータとの連絡を制御するプログラムはマスタスケジューラである。

③ ジョブ制御言語

ジョブを実行するためには、コンピュータシステムに作業内容の指示を与えなければならない。この指示を与えるために用いられるのがジョブ制御言語(JCL)である。ジョブ制御言語は、ジョブの開始を宣言するJOBステートメント、処理の実行順序を記述したEXECステートメント、処理に必要なファイルの所在を示したDDステートメントから構成される。

② ジョブ管理の4大機能

① ジョブ読み取りプログラム(リーダ)

入力ジョブの読み取りとそれに関連した作業を行う。ジョブ定義を入力ジョブ待ち行列に定義し、データやプログラムを入力ジョブの定義から切り離して入力作業領域に格納する。

② ジョブ開始プログラム(イニシエータ)

ジョブの実行の準備を行い、ジョブの実行の開始を指示するプログラムである。ジョブ開始

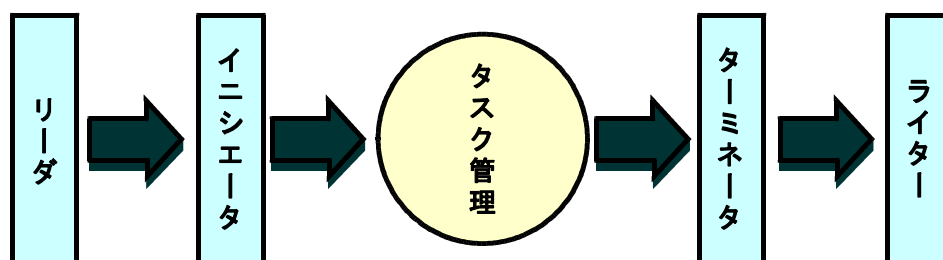
プログラムが起動されると、入力ジョブ待ち行列の中から最も優先順位の高いジョブを選択する。該当するジョブのジョブ定義を調べ、必要とする主記憶領域、ファイル、入出力領域を割り当てる。

㉓ ジョブ終止プログラム(ターミネータ)

ジョブやジョブステップの実行の終了時に呼び出されるプログラムである。実行を終了したジョブステップが使用していた主記憶領域を解放したり、入出力ファイルの後始末を行ったりする。ファイルの後始末にはプログラム実行時に一時的に作成したり、使用したファイルの削除、次の処理のために必要な新規ファイルの登録などがある。出力装置へ出力するための制御情報を出力ジョブ待ち行列に登録する。後続のジョブやジョブステップがあればジョブ開始プログラムの起動を行う。

㉔ ジョブ書き出しプログラム(ライター)

出力データの出力開始を指示するプログラムである。出力ジョブ待ち行列に登録されているジョブやジョブステップの情報から優先順位や出力クラスを調べ、出力すべき情報を決定する。プリンタなどの出力装置へ出力するジョブの制御情報を取り出し、その制御情報に従って出力の指示を行う。



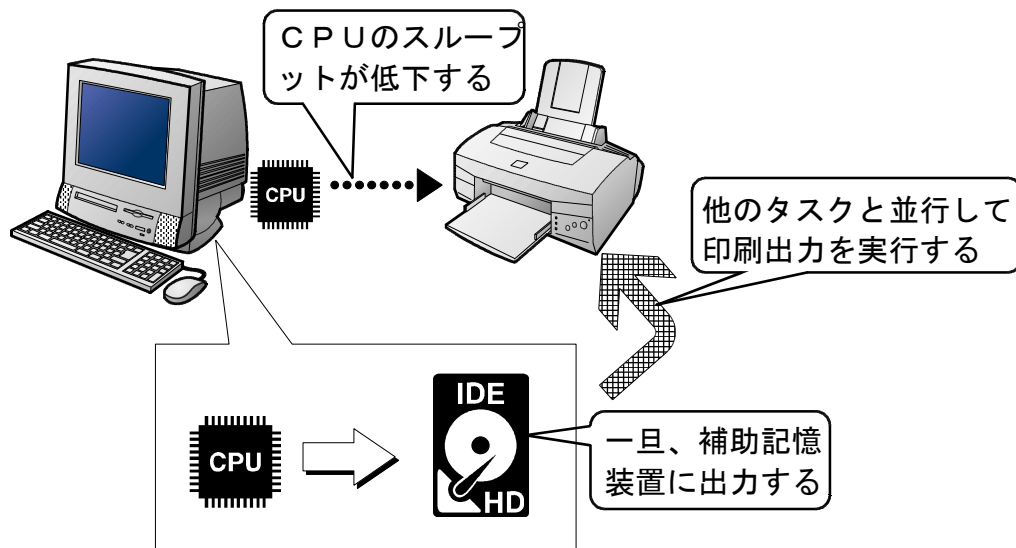
③ スプーリング機能

㉕ スプーリング機能とは

CPUの高速な処理能力を活かすために、低速な出力装置へのデータを一時的にバッファに書き出しておき、高速のCPUの処理が中断しないようにする機能である。直接アクセス記憶装置を仮想の読み取り装置や仮想の書き出し装置として使用方法で、入出力処理を他の独立したジョブと並行して処理する考え方である。

㉖ プリントスプーラ

処理の遅いプリンタに送られるデータを一時的にハードディスクやメモリなどに保存し、プリンタの印刷ペースに合わせて順次データを送信し印刷する。その間、CPUはプリンタが印刷終了するのを待たずに、並行して別のジョブの処理を実行する。



④ タスクの状態遷移

④a タスクとは

コンピュータ内で資源を使用し実行する最小単位である。タスクを管理するプログラムがタスク管理プログラムである。タスクはジョブステップの開始によってコンピュータシステム内に生成され、必要に応じていくつかのタスクに分解される。生成されたタスクのTCBが実行可能状態の待ち行列に格納される。

④b タスクの3状態

実行可能状態はいつでもCPUで実行できる状態にあるタスクで、優先順位に応じて実行可能待ち行列に格納される。実行状態は優先順位に応じたタスクが実行されている状態である。待ち状態は入力オペレーションなどが完了するのを待っている状態である。

④c タスク監視プログラムと割込

タスクの3つの状態の切り替えは、割込機能を管理するタスク監視プログラムが行う。割込は、現在実行しているプログラムを中断し、他のプログラムを実行することである。

④d 3状態の遷移

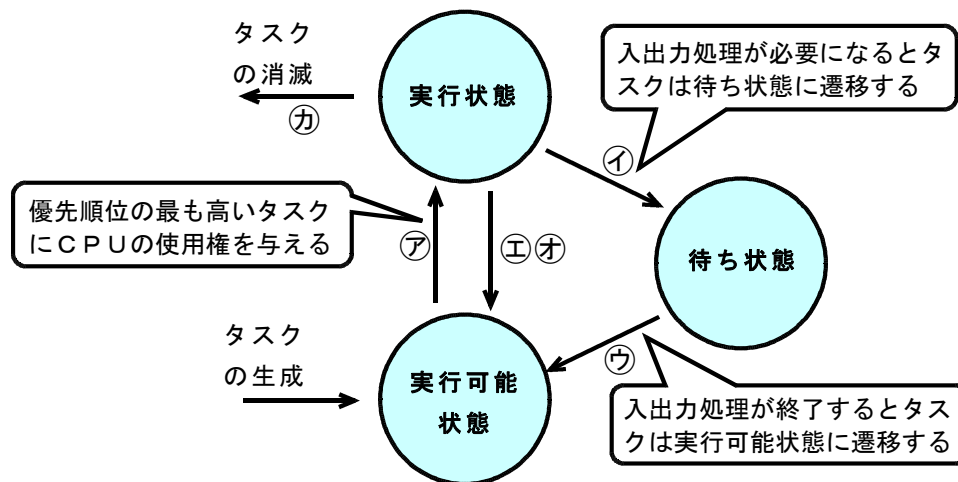
⑦ 実行可能状態のタスクのうち、最も優先順位の高いタスクを選択する。

選択されたタスクにCPUの制御権が与えられ、実行状態に移される。ディスパッチャは、TCBの待ち行列を調べ、優先順位の高いタスクを実行可能状態タスクの中から選択するプログラムであり、この処理機能を実行することをディスパッチングという。

- ① 実行状態のタスクで入出力オペレーションが必要になると、そのタスクは要求した入出力動作が終了するまで待ち状態となる。

- ② 入出力オペレーションが終了すると、タスクは実行可能状態となる。

入出力オペレーションが終了すると、終了を知らせる信号が入出力装置からCPUに送られる。この信号を受け取ってCPUは実行中のタスクを中断し、入出力待ちのタスクを実行可能状態にする。この機能は入出力割込によって行われる。



- ③ 実行中のタスクよりも優先順位の高いタスクが実行可能状態になった場合、実行状態のタスクは実行を中断し、実行可能状態に移り、その後、優先順位の高いタスクにCPUの制御権を渡す。

- ④ タイムシェアリングシステムでは、接続されている端末に数十ミリ秒単位毎にCPU時間を配分し、この時間を経過する毎に実行中のタスクを実行可能状態に戻す。このTSSの機能はタイマ割込機能と呼ばれる。

- ⑤ タスクの実行が完了すると、TCBはTCB待ち行列から削除される。この時、該当タスクが使用していたシステム資源は全て解放される。

⑤ タスクの切替とスケジューリング

⑤a スケジューリング

複数のタスクを効率的に切り換えてシステム資源を有効に利用し、スループットやレスポンスの向上を実現するためにスケジューリングが用いられる。適正なスケジューリングを行うためには、トリガと優先順位が重要になる。トリガにはイベントドリブン方式、タイムスライス方式、両者の組合せの方式がある。

⑥ イベントドリブン方式

システムの状態に変化が生じたときCPUを別のプロセスに切り替える方式である。切替のイベントには、入出力の完了、入出力要求の発生、新しいプロセスの到着、プロセスの完了等がある。イベントドリブン方式はマルチプログラミングの基本概念でCPUの利用効率を向上させる。

⑦ タイムスライス(時分割)方式

システムの状態変化と無関係に周期的にプロセスを切り替える方式で、各プロセスに割り当てられたタイムスライス(一定時間)を利用して行う。一般的にはタイムスライスの大きさは数十ミリ秒から数百ミリ秒の範囲を用いる。

⑧ プリエンプションとノンプリエンプション

㊦ プリエンプション

ある処理中に他の処理要求が発生すると、発生した処理要求を実行するために、現在実行中の処理を一時中断する。この中断処理をプリエンプションという。優先度の高い処理が発生すると、優先度の低い処理を中断し、処理を切り替える。優先度の高い処理が完了すると、中断されていた優先度の低い処理を再開する。処理を切り替えることをスケジューリング処理といい、これによって実行順序を制御する。この実行順序の制御にプリエンプションが利用される。

㊧ ノンプリエンプション

ノンプリエンプションは、一台のコンピュータで同時に複数の処理をこなすマルチタスク処理の実現方法のうち、OSがCPUを管理しない方式である。実行中の各アプリケーションソフトが、自分が処理を行わない空き時間を自発的に開放することによって、他のアプリケーションソフトと同時実行できるようにする方式である。

⑨ タスク実行制御方式

タスク実行制御方式に、プリエンプション方式とノンプリエンプション方式がある。

プリエンプション方式は、実行中のタスクが中断されて、優先度の高いタスクに切り替わり、優先度の高いタスクの処理が終了すると、中断されたタスクの処理を再開する方式である。

ノンプリエンプション方式は、実行中のタスクが終了、または自発的にCPUを解放して、新しいタスクの処理が開始される方式である。この方式では中断が発生しない。

⑩ 優先順位的方式

㊦ 到着順方式 (FCFS)

実行可能状態になった順に実行権を切り替える。実行を開始すると自ら待ち状態になるか

完了するまで実行を続け、他のタスクを実行状態にすることができないノンプリエンプティブ方式である。

① 処理時間順方式（SPT）

処理時間の短いプロセスから実行する方式で、対話型処理の平均応答時間を最小にする。新しいタスクが実行可能状態になるたびに、各タスクの残り時間を評価し、その残り時間の短いものから順に実行する。

プリエンプティブ方式と組み合わせて、新しいプロセスの優先権を高くする方法で利用される。

⑤ 優先度順方式

TCBに設定している実行優先順位に従って実行を制御する。実行優先順位方式は、イベントの発生に伴って、実行中のタスクと実行可能状態になったタスクの優先度が比較されて、後者の優先度が高いと実行中のタスクは実行を中断する。実行を中断されたタスクは実行可能状態に遷移し、優先度の高いタスクが実行状態になる。

優先度比較のためのイベントが発生するのは、タスクが待ち状態から実行可能状態に遷移したときや新しくタスクが生成されたときになる。優先度の低いプロセスは順番が回ってこないスタベーションの状態になり、エイジングにより優先度を高める解決策が必要になる。

⑥ ラウンドロビン方式

一定時間毎にプロセスの実行を切り替える方式で、プリエンプティブ方式のスケジュールになる。決められた時間内に処理が終了しないか、または待ち状態に遷移しない場合、タイマー割込により実行中のプロセスを中断し、実行可能状態の待ち行列の最後尾に回し、その待ち行列の先頭のプロセスにCPUの使用権を与える。この時の一定時間をタイムスライスまたはタイムクオンタムという。

この方式は公平な応答時間を保証し、タイムシェアリングシステムに利用される。プライオリティのあるラウンドロビンスケジューリングでは、同一のプライオリティ内ではラウンドロビン方式を用いる。

⑥ 排他制御

① 排他制御とは

同時に使用できない資源や領域などの1つの対象に対して、複数のアクセス要求があった場合に、アクセスの順序をコントロールして同時にアクセスが起こらないようにすることである。排他制御はマルチタスクシステムでは不可欠な技法の1つである。

② クリティカルセクション(危険領域)

同時に使用できない資源を排他資源、共有される資源を処理する部分をクリティカルセクシ

ョン(危険領域)という。メモリ上の領域や共有するファイル内のレコードを同時に更新するプログラムの部分はクリティカルセクションである。クリティカルセクションの実行中に、他のクリティカルセクションによる割込の発生を避ける処理が排他制御である。クリティカルセクションの実行中にプリエンプションが発生しないようにすることである。

③ 排他制御の方法

ハードウェアで行う方法とソフトウェアで行う方法がある。セマフォはソフトウェアで行う方法の1つである。

④ セマフォ

セマフォは、セマフォ変数を利用して、P操作、V操作で変数の増減を行い、セマフォ変数の値を参照することによってクリティカルセクションの処理の実行を制御する方式である。

タスクがクリティカルセクションに入る前にP操作を実行し、タスクがクリティカルセクションを出るときにV操作を実行する。P操作は、セマフォ変数が0でないなら、変数をデクリメントして実行を継続し、セマフォ変数が0なら実行が中断されウェイト状態になる。V操作は、セマフォ変数をインクリメントする。セマフォにP操作を実行してウェイトしているタスクがあれば、P操作の再試行を行う。セマフォ変数が0の状態ではクリティカルセクションに入ることができず、待たされる。

⑦ リアルタイムOS

① リアルタイムシステム

リアルタイムシステムは、外界からのデータやイベントなどを受けると、それに応じた時間制限内に処理を行うシステムで、ボタン、キーボード、時計やセンサーなどの入力信号を利用する。マイコンを応用した組込システムはリアルタイムシステムが用いられている。入出力の応答性が最も重要視され、機械制御のシステムではミリ秒単位からマイクロ単位の応答時間が要求される。

② リアルタイムOSを使用する目的

リアルタイムシステムは、MPU、メモリ、メモリ領域、プログラムやデータという資源の集まりであり、これらの資源を複数のタスクで制御、管理するためにリアルタイムOSを用いる。リアルタイムOSの目的は次の二つである。

- ㊦ 外部事象に対する即時応答性
- ㊦ 複数のタスクの並行処理

⑥ リアルタイムOSの機能

リアルタイムOSには、次のような機能がある。

㉞ タスク管理

① タスクの同期管理

タスク間のメッセージ通信、排他制御、イベントフラグなどの情報交換手段の提供と管理を行う。

㉟ 時間管理

時間管理を管理するためのタスクの制御情報を提供する。

㊱ 割込管理

⑦ 3つの処理モジュール

㉞ カーネル

スケジューリング機能とシステムコールサービス機能を提供する。スケジューリング機能では、割込の発生、処理終了、入出力の実行などのイベントを受けて、タスクの切り替え機能を提供する。システムコールサービスは、アプリケーションに対して並行処理動作を行うための各種サービスを提供する。

① デバイスドライバー

入出力を実行するドライバーである。

㉟ アプリケーション

優先順位をもった複数の処理から構成される。

例題演習

ジョブ管理の4大機能の一つで、ジョブの実行の準備を行い、ジョブの実行開始を指示するプログラムはどれか。

ア リーダ

イ ライタ

ウ イニシエータ

エ ターミネータ

解答解説

ジョブ管理の機能に関する問題である。

アのリーダは入力ジョブの読取りとそれに関連した作業を行うプログラムである。

イのライタは出力データの出力の開始を指示するプログラムである。

ウのイニシエータはジョブの実行準備を行い、ジョブの実行開始を指示するプログラムである。入力ジョブ待ち行列のなかから最も優先順位の高いジョブを選択し、ジョブやジョブステップが必要とする主記憶領域やファイル、入出力装置などの割り振りを行う。求める答えはウ

となる。

エのターミネータはジョブやジョブステップの実行の終了時に呼び出されるプログラムで、主記憶領域を解放したり、入出力ファイルの後始末を行ったりする。

例題演習

次の条件で四つのジョブがCPU処理及び印刷を行う場合に、最初のCPU処理を開始してから最後の印刷が終了するまでの時間は何分か。

〔条件〕

- (1) 多重度1で実行される。
- (2) 各ジョブのCPU処理時間は20分である。
- (3) 各ジョブはCPU処理終了時に400Mバイトの印刷データをスプーリングする。
スプーリング終了後にOSの印刷機能が働き、プリンタで印刷される。
- (4) プリンタは1台であり、印刷速度は100Mバイト当たり10分である。
- (5) CPU処理と印刷機能は同時に動作可能で、互いに影響を及ぼさない。
- (6) スプーリングに要する時間など、条件に記述されていない時間は無視できる。

ア 120

イ 160

ウ 180

エ 240

解答解説

ジョブの処理時間を求める問題である。

ジョブ1件につき、CPU処理とスプーリングに要する時間は20分であり、その後に40分で印刷処理される。2件目以降のジョブについては、印刷処理中に並行してCPU処理、スプーリングが行われる。従って、ジョブ4件を処理する時間は次のようになる。

$$20 + 40 \times 4 = 180$$

処理時間は180分となる。求める答えはウとなる。

例題演習

スプーリングの説明として、適切なものはどれか。

- ア キーボードからの入力データを主記憶のキューにいったん保存しておく。
- イ システムに投入されたジョブの実行順序を、その特性や優先順位に応じて決定する。
- ウ 通信データを直接通信相手の装置に送らず、あらかじめ登録しておいた代理の装置に送る。
- エ プリンタなどの低速出力装置へのデータをいったん高速な磁気ディスクに格納しておき、その後に目的の装置に出力する。

解答解説

スプーリングに関する問題である。

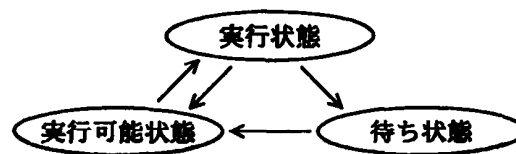
スプーリングとは、コンピュータと周辺装置との間のデータのやり取りを補助記憶装置を利用して効率的に行うことである。プリンタなどの周辺装置はCPUに比べて処理速度が遅いた

めCPUが待ち状態になり無駄になる。高速の補助記憶装置を利用し、データを一旦高速の補助記憶装置に出力し、CPUが他の処理を実行するのに並行して、補助記憶装置と出力装置の間でデータの出力を行う仕組みである。

アはキーバッファ、イはジョブスケジューラ、ウはプロキシーサーバ、エはスプーリングである。求める答えはエとなる。

例題演習

図はマルチタスクで動作するコンピュータにおけるタスク（プロセス）の状態遷移を表したものである。実行状態から実行可能状態への遷移が起こる場合はどれか。



ア 自分より優先順位の高いタスクが実行可能状態となった。

イ ジョブスケジューラによってタスクが生成された。

ウ 入出力オペレーションが完了した。

エ 入出力オペレーションを要求した。

解答解説

タスクの状態遷移に関する問題である。

タスクが実行状態から実行可能状態に遷移するのは、優先度の高いタスクが実行可能状態になった場合またはタイマー割込みが発生した場合である。

自分より優先順位の高いタスクが実行可能状態になったアの場合が正しい答えとなる。求める答えはアとなる。

例題演習

三つのタスクの優先度及び各タスクを単体で実行した場合の処理装置（CPU）、入出力装置（I/O）の占有時間は、表のとおりである。三つのタスクが同時に実行可能状態になってから、すべてが終了するまでのCPUのアイドル時間は何ミリ秒か。ここで、CPUは1個とし、各タスクのI/O処理は並行して処理可能であり、OSのオーバヘッドは無視できるものとする。

タスク	優先度	単独動作時の所要時間
A	高	各タスクともに、 CPU 5 ミリ秒 → I/O 8 ミリ秒 → CPU 2 ミリ秒
B	中	
C	低	

ア 3

イ 4

ウ 5

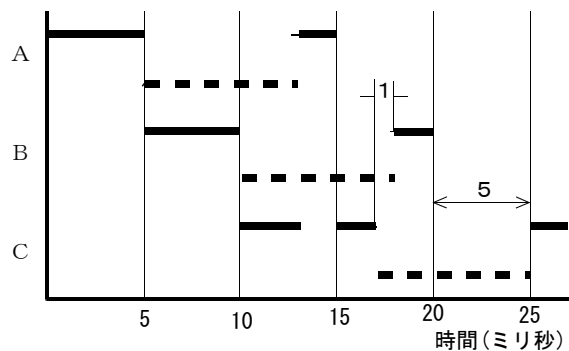
エ 6

解答解説

プリエンプションを伴うスケジューリングに関する問題である。

図に示すように、優先度の最も高いタスク A が CPU を 5 ミリ秒使用後、タスク B が CPU の使用権を得て 5 ミリ秒実行し、続いてタスク C が実行開始するが、3 ミリ秒後に優先度の高いタスク A が待ち状態から実行可能状態に遷移するため、タスク C は中断して、タスク A が実行状態になる。タスク A は 2 ミリ秒で処理が完了するが、タスク B が入出力実行中のためタスク C が実行状態になり、残りの 2 ミリ秒の処理を完了する。タスク C の最初の処理 5 ミリ秒が完了後 1 ミリ秒経過して、タスク B の入出力が完了し、タスク B が実行状態になり、2 ミリ秒後に処理を完了する。その時点ではタスク C は入出力処理中であり、5 ミリ秒経過後タスク C は最後の処理のため実行状態になる。

CPU のアイドルタイムは、タスク B の 2 回目の処理を始める前の 1 ミリ秒とタスク C の 2 回目の処理を始める前の 5 ミリ秒の合計の 6 ミリ秒である。求める答えはエとなる。



例題演習

プロセスの相互排除（排他制御）に用いられるものはどれか。

- ア コンテンション
- ウ チェックポイント

- イ セマフォ
- エ ハッシュ

解答解説

プロセスの相互排除に用いられるセマフォに関する問題である。

アのコンテンションは、ネットワークシステムで、複数の端末が、共用の通信回線を介して送信要求を行う場合のアクセス方式である。

イのセマフォは、複数のタスクやプログラムを並列処理する際に、それらの実行をコントロールして混乱を防ぐための仕組みで、複数のタスクに同時に使用権を与えながら混乱を回避する場合に用いる排他制御の方式である。求める答えはイである。

ウのチェックポイントは、プログラムの実行中に、何らかの異常でプログラムが中断したとき、このポイントから再始動できるタイミングである。

エのハッシュは、データが記憶領域に重複しないように、データの収納場所を決める方法である。

例題演習

タスク管理の役割として、正しいものはどれか。

- ア 各種の補助記憶装置へのアクセス手段を、装置に依存しない形態で提供し、応用プログラム作成の負担を軽減する。
- イ 仮想記憶空間を提供し、実記憶を有効に利用する。
- ウ 入出力装置の制御を行い、正確かつ効率よく入出力装置を動作させる。
- エ マルチプログラミングの制御を行い、CPUを有効に利用する。

解答解説

タスク管理に関する問題である。

タスクはコンピュータ資源を使用する実行プロセスの最小単位である。このタスク単位に適切に分割したCPU時間を与え、CPUや主記憶装置などの資源を効率的に利用するのがタスク管理である。タスクにCPUの使用権を与える役割はディスパッチャが行う。

アはデータ管理、イは仮想記憶管理、ウは入出力制御、エはタスク管理の役割である。求める答えはエとなる。

例題演習

プリエンブション方式のタスクスケジューリングにおいて、タスクBが実行中にプリエンブションが発生する契機となるのはどれか。タスクの優先順位は、タスクAを最高優先順位として次の関係とする。

タスクA＞タスクB＝タスクC＞タスクD

- ア タスクAが実行可能状態となった。
- イ タスクBが待ち状態となった。
- ウ タスクCが実行可能状態となった。
- エ タスクDが実行可能状態となった。

解答解説

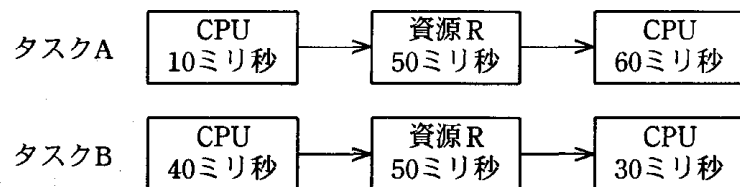
プリエンブションに関する問題である。

プリエンブション（実行権の取り上げ）は、ある処理の実行中に他の処理要求が発生すると、発生した処理要求を実行するために、現在実行中の処理を一時中断し、別の処理に切り換える。リアルタイム処理では、処理にプライオリティ（優先順位）を設定し、プライオリティの高い処理が発生すると、プライオリティの低い処理をプリエンブションし処理を切り換える。プライオリティの高い処理が終了すると、中断されていたプライオリティの低い処理を再開する。処理を切り替えることをスケジューリング処理という。

タスクBが実行中にタスクBを中断できるのは、タスクBよりも優先順位の高いタスクが実行可能状態になった場合である。優先順位の高いタスクはタスクAであるから、タスクAが実行可能状態になった場合である。求める答えはアとなる。

例題演習

2台のCPUからなるシステムがあり、使用中でないCPUは実行要求のあったタスクに割り当てられるようになっている。このシステムで、二つのタスクA、Bを実行する際、それらのタスクは共通の資源Rを排他的に使用する。それぞれのタスクA、BのCPU使用時間、資源Rの使用時間と実行順序は図に示すとおりである。二つのタスクの実行を同時に開始した場合、二つのタスクの処理が完了するまでの時間は何ミリ秒か。ここで、タスクA、Bを開始した時点では、CPU、資源Rともに空いているものとする。



ア 120

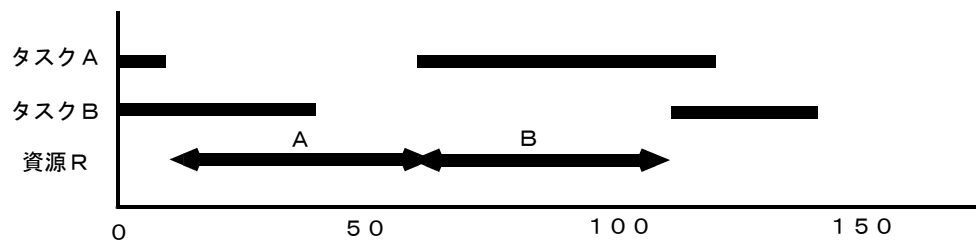
イ 140

ウ 150

エ 200

解答解説

スケジューリングに関する問題である。



タスクA、タスクBは、それぞれ別のCPUを使用し、資源Rのみを排他的に共有するため、スケジュールを作成すると図のようになる。二つのタスクが処理を終了するのに要する時間は $10 + 50 + 50 + 30 = 140$ (ミリ秒) となる。求める答えはイとなる。

例題演習

セマフォを用いる目的として、正しいものはどれか。

ア 共有資源を管理する。

イ スタックを容易に実現する。

ウ スラッシングを減らす。

エ セグメンテーションを実現する。

解答解説

セマフォの目的に関する問題である。

セマフォは複数のプロセスやタスクを並列に処理するシステムで、各プロセス間やタスク間の同期やメッセージ制御、割込み処理を行うための仕組みである。プロセスの共有する資源を効果的に管理するための手法である。求める答えはアである。

例題演習

各タスクがタスク間共有変数を更新するときに、タスク間の同期制御を行わないと思わぬ結果を招くことがある。タスク間共有変数 x の初期値が 3 のとき、タスク A が式 $x = x + x$ を実行し、タスク B が式 $x = x \times x$ を実行すると、最終的な x の値が 12 となるのは、どの順番で実行が行われたときか。ここで、各式はそれぞれ次の四つの部分に分けられて処理される。

タスク A ($x = x + x$ の文)

- a1 x の値を参照し e とする。
- a2 x の値を参照し f とする。
- a3 $e + f$ を計算し g とする。
- a4 g によって x の値を更新する。

タスク B ($x = x \times x$ の文)

- b1 x の値を参照し h とする。
- b2 x の値を参照し i とする。
- b3 $h \times i$ を計算し j とする。
- b4 j によって x の値を更新する。

- ア a1 → a2 → b1 → b2 → a3 → a4 → b3 → b4
- イ a1 → b1 → b2 → b3 → b4 → a2 → a3 → a4
- ウ b1 → a1 → a2 → a3 → a4 → b2 → b3 → b4
- エ b1 → b2 → b3 → a1 → a2 → a3 → a4 → b4

解答解説

タスク間の同期制御に関する問題である。

ア～エのタスク実行順序に従って、変数の変化を求めると次の表の内容になる。

表の結果から、 $x = 12$ となるのはイとなる。求める答えはイとなる。

ア	3	3	3	3	6	6	9	9
イ	3	3	3	9	9	9	12	12
ウ	3	3	3	6	6	6	18	18
エ	3	3	9	3	3	6	6	9

例題演習

プログラムの実行に必要なシステム資源の割当ての単位であるプロセスとは異なり、軽量プロセスとも呼ばれ、CPU 以外の資源は割り当てられず、親のプロセスから必要な資源を継承するものはどれか。

- ア カーネル
- イ コンテキスト
- ウ スレッド
- エ タスク

解答解説

副プロセスのスレッドに関する問題である。

アのカーネルはOSの中核部分で、メモリー管理、割り込み管理、プロセス間通信といったシステムの基本的な制御を行う。

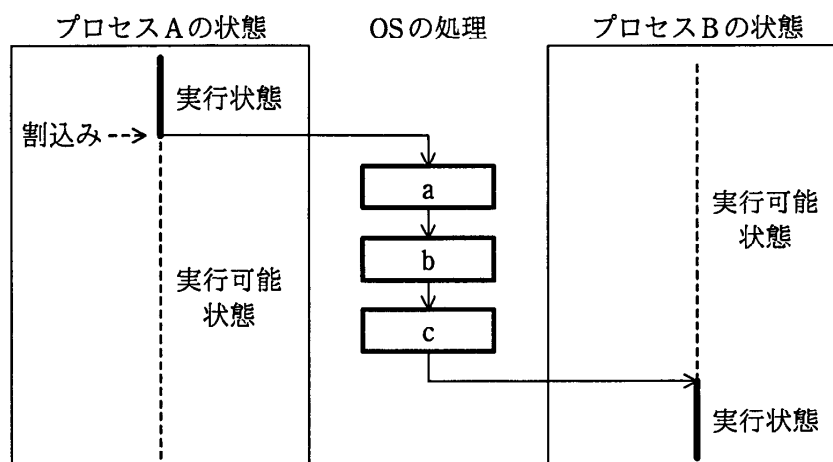
イのコンテキストはタスクの実行環境のことである。タスクの実行環境を記憶しているメモリのエリア、タスクが使用しているレジスタの値、スタックのアドレス、使用している主記憶装置の領域などのことである。

ウのスレッドはOSが一つのアプリケーションの処理を複数に分割して実行する場合の処理の最小単位である。一つのアプリケーション・ソフトの中でも処理を複数のスレッドに分けて行えば処理効率を上げることが可能である。CPU以外の資源は親のプロセスから継承する。求める答えはウである。

エのタスクは、ハードウェア資源を使う処理における実行の最小単位で、広義ではコンピュータが管理する仕事全体を表し、狭義ではCPUが実行しているプログラムそのものを指す。

例題演習

マルチプログラミングにおけるプロセスの切替え手順を示した図において、OSの処理a～cとして、適切な組合せはどれか。



	a	b	c
ア	実行状態の回復	プロセスの選択	実行状態の退避
イ	実行状態の退避	実行状態の回復	プロセスの選択
ウ	実行状態の退避	プロセスの選択	実行状態の回復
エ	プロセスの選択	実行状態の回復	実行状態の退避

解答解説

マルチプログラミングにおけるプロセスの切り替え手順に関する問題である。

マルチプログラミングにおける状態遷移は、実行可能状態のタスクのうち、最も優先順位の高いタスクが選択され、実行状態のタスクが入出力オペレーションが必要になると、要求した入出力動作が終了するまで待ち状態となり、入出力オペレーションが終了すると、タスクは実

行可能状態となる。実行中のタスクよりも優先順位の高いタスクが実行可能状態になると、実行状態のタスクは実行を中断し、実行可能状態に移り、優先順位の高いタスクにCPUの制御権を渡す。タイムシェアリングシステムでは、与えられた時間を経過する毎に実行中のタスクを実行可能状態に戻す。また、割込が発生した場合の制御の流れは、割込原因を調べ、実行中のプログラムを中断し、再開に必要な情報をメモリに退避し、割込処理プログラムを実行する。割込処理が終了すると、中断したプログラムの退避した情報を復帰させ、中断したプログラムを再開する。

プロセス切替時のOSの処理手順は、aは実行状態の退避、bはプロセスの選択、cは実行状態の回復の手順になる。求める答えはウとなる。

例題演習

組込みシステムでリアルタイムOSが用いられる理由として、適切なものはどれか。

- ア アプリケーションがハングアップしても、データが失われない。
- イ 期待される応答時間内にタスクや割込みを処理するための仕組みが提供される。
- ウ グラフィカルなユーザインタフェースを容易に利用できる。
- エ システムのセキュリティが保証される。

解答解説

リアルタイムOSに関する問題である。

リアルタイムOSは、入力装置やプログラムから要求された処理を、決められた時間内に完了させることのできる応答性の速いOSである。期待される応答時間内にタスクや割込みを処理する仕組みを提供する。工作機械や電子交換機の制御などの組み込みシステムに使用される。

求める答えはイとなる。

例題演習

組込みリアルタイムOSで用いられる、優先度に基づくプリエンプティブなスケジューリングの利用方法として、適切なものはどれか。

- ア 各タスクの実行時間を均等配分する場合に利用される。
- イ 起動が早いタスクから順番に処理を行う場合に利用される。
- ウ 重要度及び緊急度に応じて処理を行う場合に利用される。
- エ 処理時間が短いタスクから順番に処理を行う場合に利用される。

解答解説

リアルタイムOSに関する問題である。

リアルタイムOSは次の特徴を持つ

- ① アプリケーション・ソフトウェアが時間要件を満たして動作できるようなスケジューリングアルゴリズムを用いることである。
- ② 予測可能性を持っていることであり、システムコールの処理時間や割り込みに対する応答

時間などを予測できる条件が求められる。

リアルタイムOSは、入力装置やプログラムから要求された処理を、決められた時間内に完了させることのできる応答性の速いOSであり、期待される応答時間内にタスクや割込を処理する仕組みを提供する。工作機械や電子交換機の制御などの組み込みシステムに使用され、リアルタイムOSは重要度および緊急度に応じて処理を行う場合に利用される。

アはラウンドロビン方式、イは到着順方式、エは残余処理時間順方式を利用する場合で、ウはリアルタイム方式を利用する。求める答えはウとなる。

例題演習

優先度に基づくプリエンプティブなスケジューリングを行うリアルタイムOSで、二つのタスクA、Bをスケジューリングする。Aの方がBより優先度が高い場合にリアルタイムOSが行う動作のうち、適切なものはどれか。

- ア Aの実行中にBに起動がかかると、Aを実行可能状態にしてBを実行する。
- イ Aの実行中にBに起動がかかると、Aを待ち状態にしてBを実行する。
- ウ Bの実行中にAに起動がかかると、Bを実行可能状態にしてAを実行する。
- エ Bの実行中にAに起動がかかると、Bを待ち状態にしてAを実行する。

解答解説

プリエンプションに関する問題である。

プリエンプション（実行権の取り上げ）は、ある処理の実行中に他の処理要求が発生すると、発生した処理要求を実行するために、現在実行中の処理を一時中断し、別の処理に切り換える。リアルタイム処理では、処理にプライオリティ（優先順位）を設定し、プライオリティの高い処理が発生すると、プライオリティの低い処理をプリエンプションし処理を切り換える。プライオリティの高い処理が終了すると、中断されていたプライオリティの低い処理を再開する。処理を切り替えることをスケジューリング処理という。

タスクBが実行中にタスクAが起動すると、タスクBはプリエンプションし、実行可能状態に遷移し、タスクAがCPUの使用権を得て、実行状態になる。

ア、イは、BよりもAの方が優先度が高いため、プリエンプションが発生しない。

ウのAが起動すると、Bは中断し実行可能状態になりAを実行する処理内容は適切である。求める答えはウとなる。

エのBの中断後の遷移先は実行可能状態であり、待ち状態ではない。

① 実記憶管理

① 区画方式(パーティション方式)

主記憶装置には、格納されたプログラムやデータを参照するためにアドレスが付けられている。このアドレスを物理アドレスという。区画方式は、主記憶装置上にジョブを配置するときに主記憶領域の物理アドレスをいくつかの区画に分割し、その分割した区画にプログラムをローディングする方式である。

② 区画の構成

㊦ 単一区画方式

記憶領域に制御プログラムが入る領域と一つだけの処理プログラムを格納することができる領域から構成されている。

㊧ 多重区画方式

記憶領域をいくつかの同じ記憶容量を持つ領域に分割して使用する方式で、多重プログラミングを実現する方式である。一つの区画に格納できない大きなプログラムを実行させる場合、隣り合わせの区画のプログラムの実行終了後、区画の再編成を行う。

㊨ 可変区画方式

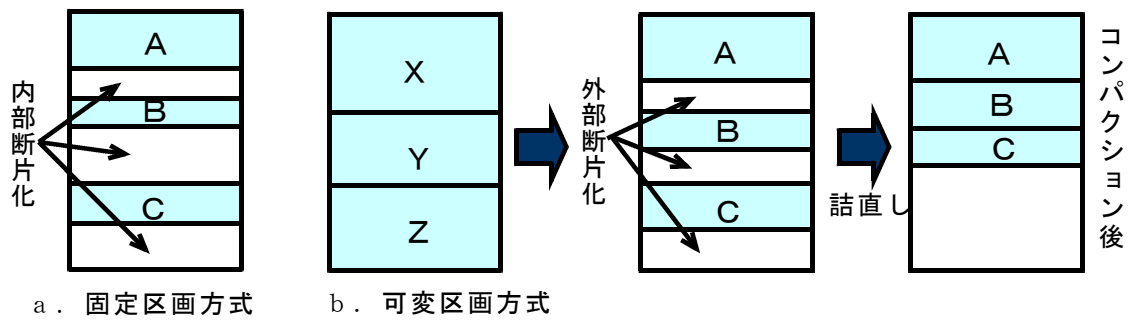
処理プログラムが必要とする区画のいくつかを連続して割り当てる方式で、主記憶管理プログラムが領域の割当を行う。

③ フラグメンテーション(断片化)

一定区画の記憶領域にプログラムをローディングした時、使用されない細分化された記憶領域が生じる。この現象をフラグメンテーション(断片化)という。断片化には内部断片化と外部断片化がある。

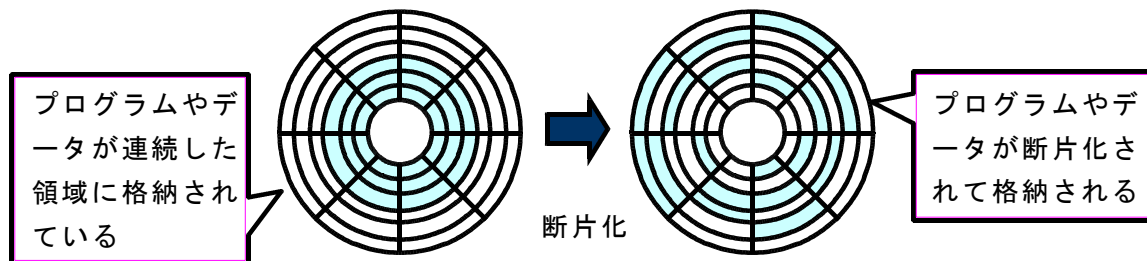
④ 内部断片化と外部断片化

主記憶の固定区画方式で割り当てられた領域の中で、無駄な空き領域が発生することを主記憶の内部断片化という。可変区画方式では、プログラムの実行中にファイルの大きさが変動し、格納できるファイルの大きさが次第に小さくなり、空き領域が全体として大きくても、主記憶内に散在するようになり、連続した領域として利用することができなくなる外部断片化が発生する。外部断片化を解決する方法にメモリコンパクション(詰め合わせ)があり、一定時間あるいは一定期間ごとにメモリコンパクションを行う必要が生じる。



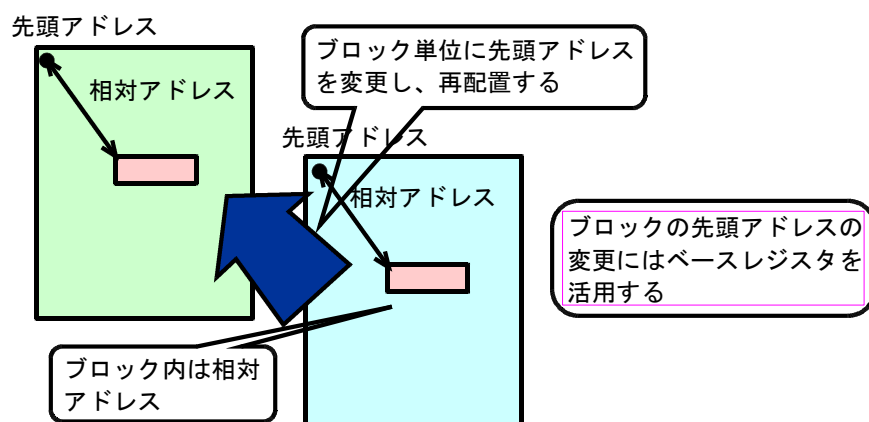
④ ディスクの外部断片化と最適化

ハードディスクなどのディスクに連続して記憶されていたプログラムやデータが、読出し・書込みを繰り返しているうちに外部断片化が発生する。外部断片化が生じると、記憶領域がバラバラに配置されるようになり、読み書きヘッドの移動が頻繁になるため、読み書きの速度が低下することになる。この断片化を解消するための方法にディスク最適化(デフラグ)がある。



② 再配置

① 動的再配置



動的再配置は任意の記憶領域に割り付けられたプログラムの格納位置を別の任意の位置に再設定することである。主記憶領域のどこの領域に格納されていても、実行可能なプログラムを

再配置可能(リロケータブル)プログラムという。

動的再配置を実現するには相対アドレス方式を使用する。相対アドレス方式は命令実行の際にベースレジスタと相対アドレスから物理アドレスを求める。

コンパクションやページングはこの動的再配置を利用する。

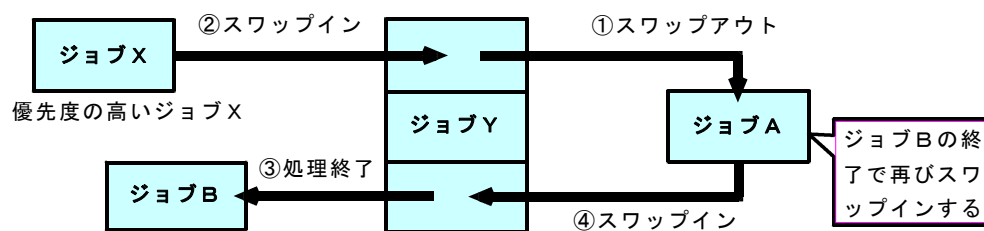
⑥ 静的再配置

相対アドレス形式で保存されたプログラムやデータをローダを利用して記憶装置上の物理アドレスや論理アドレスに配置することを静的再配置または静的ローディングという。

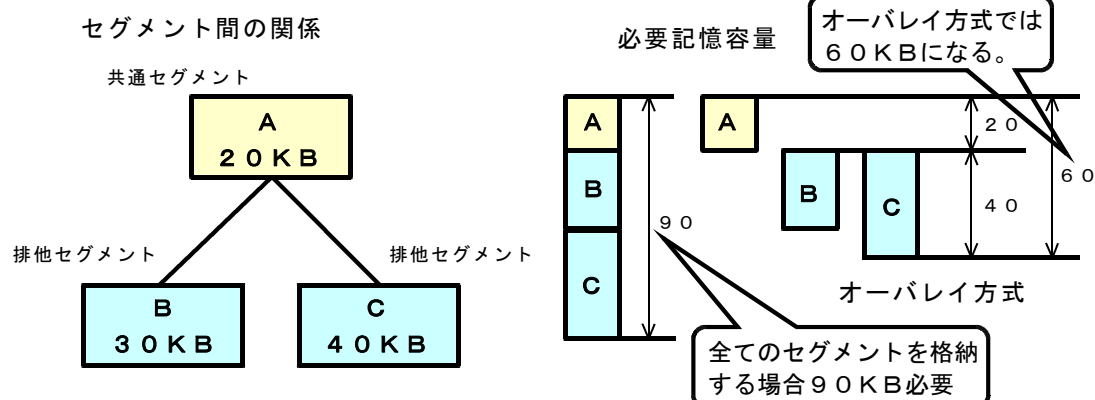
③ スワッピング方式

主記憶領域の内容と補助記憶装置の内容を入れ換えることをスワッピングという。主記憶装置から補助記憶装置にプログラムを退避させることをスワップアウトまたはロールアウト、補助記憶装置から主記憶装置内にプログラムをロードすることをスワップインまたはロールインという。

スワッピングを行うことによって、ジョブを実行する上で補助記憶装置を利用して実記憶装置の容量不足を補うことができる。このように主記憶装置と補助記憶装置との間で、プログラムの出し入れを行いながら、ジョブの実行を行う方式をスワッピング方式という。



④ オーバレイ方式



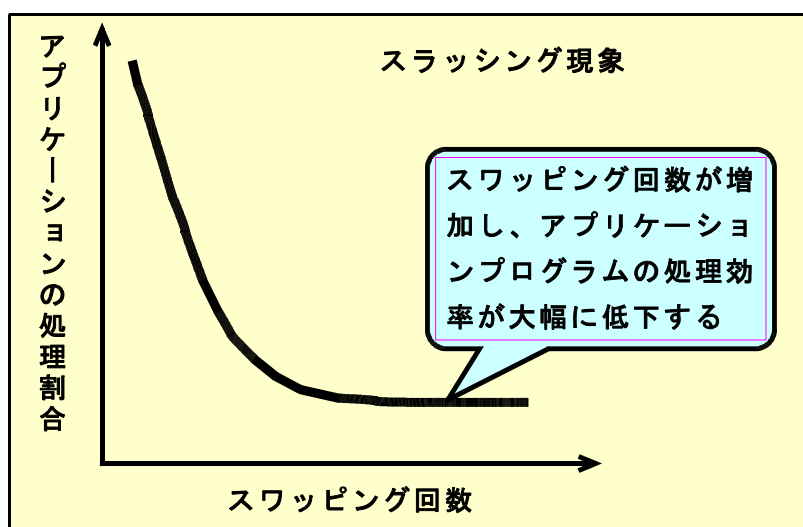
オーバーレイ方式はプログラムをセグメントという単位に分割して補助記憶装置に格納し、実行時には実行に必要なセグメントをその都度補助記憶装置から主記憶装置へローディングする方式である。セグメントの大きさの決定、主記憶装置への割当、補助記憶装置から主記憶装置

へのローディングの指示はプログラム内で決定する。

オーバレイ方式も主記憶容量より大きなプログラムを実行できるようにする方式である。スワッピング方式が主記憶装置と補助記憶装置との間の情報転送がプログラム単位に行われるのに対して、オーバレイ方式はプログラムが分割されたセグメント単位に行われる。オーバレイでローディングされるセグメントは、同時に主記憶装置上に存在する必要のない排他的なプログラム部分である。共通して使用されるセグメントは主記憶装置内に常駐する。

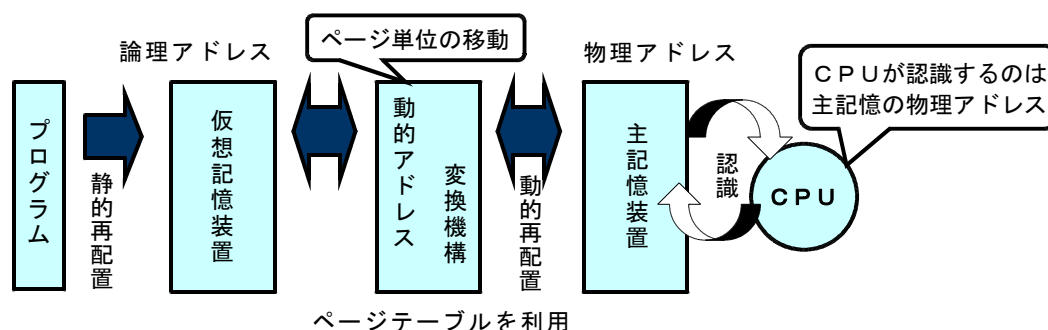
④ スラッシング

ジョブの処理中にロールイン、ロールアウトが頻繁に発生し、応用プログラムの処理効率が大幅に低下することをスラッシングという。



③ 仮想記憶管理

① 仮想記憶システム



仮想記憶システムは仮想記憶装置を利用する。仮想記憶装置は、概念上の記憶装置で、高速で小容量の主記憶装置と低速で大容量の補助記憶装置を組み合わせ、高速で大容量の経済的なメモリを提供する。主記憶装置と補助記憶装置を組み合わせ、ソフトウェア開発技術者が

定義できる論理アドレス空間を作り出す考え方である。

⑥ 仮想記憶管理の目的

- ⑦ 主記憶装置の容量制約を意識したソフトウェアの開発環境からの解放。
- ⑧ 主記憶装置の無駄な使用法の排除。

⑦ 仮想記憶の基本原理

仮想記憶の原理は実行すべきプログラムを仮想記憶装置にローディングし、仮想記憶装置と実記憶装置の間でプログラムの入出力を行いながらプログラムを実行する仕組みである。実記憶装置には使用頻度の高いプログラム部分だけを格納する。

仮想記憶装置の論理アドレス空間をページという一定の大きさの単位に分割し、プログラムをページの大きさに分割して仮想記憶装置上の仮想ページの領域にローディングし、仮想記憶アドレスを与える。プログラムまたはデータが必要になると、それらを含むページが仮想記憶装置から実記憶装置に読み込まれる。その時にページテーブルという対応表が利用され、実記憶上のページ位置である実記憶アドレスがページテーブルに登録される。

⑧ ページング方式

アドレス空間をページ単位に分割し、管理する方式をページング方式という。仮想空間のアドレスは全てのメモリ空間を直接アドレスづけしている。プロセッサはプログラムに応じて仮想アドレスを生成する。実記憶空間に存在する仮想アドレスは主記憶または二次記憶内の物理メモリ内に対応する実アドレスを持っており、仮想ページと実ページの対応はページテーブルに記憶されている。

主記憶内に存在する全てのページのアドレスを保持しているページテーブルを参照することによって、プロセッサが生成した仮想アドレスを主記憶内の実アドレスに変換できる。仮想アドレスのページが主記憶内に無ければソフトウェアルーティンが自動的に起動され、必要なページを主記憶内に格納しページテーブルを更新する。仮想記憶装置上のページは、実記憶装置上の空いたページ枠や使用頻度の低いページを格納しているページ枠にページインされる。

⑨ 動的アドレス変換

必要なページはすべて実記憶装置上でCPUに認識される。必要なページが実記憶装置上にない場合、そのページは補助記憶装置から実記憶装置にページインされる。必要なページが実記憶装置上にない状態をページフォールトという。

プログラムを実行する場合、ページ単位に仮想記憶装置から実記憶上に呼び込まれ仮想アドレスから実アドレスに変換される。仮想アドレスを実アドレスに変換する時に動的アドレス変換機構を利用する。これを動的アドレス変換という。動的アドレス変換は命令が実行される直前に論理アドレスを物理アドレスに変換することである。

アドレス情報はページ番号とページ内の変位を利用して求める。動的アドレス変換はページの先頭アドレスを変更することによってページ単位に行われる。ページ内のアドレスを求める

場合、ページ番号をもとにページ枠の先頭の実アドレスを参照し、そのアドレスに変位を加算して求めることができる。

⑥ ページテーブル

ページテーブルは主記憶上にあって、仮想アドレスをキーとして該当するページが実記憶上に存在するかどうかを知ることができる。該当するページが実記憶上に存在しなければ仮想記憶のページから実記憶のページに読み込まれ、実記憶アドレスが与えられる。これを動的ローディングまたは動的再配置という。ページテーブルはページインの有無に関する情報、ページ枠のアドレス等をページに保持して動的アドレス変換に利用される。

⑦ ページ置換アルゴリズム

実記憶装置が満杯の場合、必要なページをページインするために使用されないページが仮想記憶装置のスロットに掃き出される。これをページアウトという。このような各ページの使用状況はページ枠テーブルで管理される。使用頻度の高いページを実記憶装置に常駐させ、スラッシングを回避するために、プログラムの特性に最適なページ置換アルゴリズムが利用される。ページ置換アルゴリズムには、LRU法、FIFO法、LFU法などがある。

次の表は、各ページが実記憶空間にロードされた時刻、最終参照時刻、現在から一定時間内における参照回数を示したものである。

ページ	1	2	3	4
内容	M0	M1	M2	M3
ロード時刻（時：分）	0:02	0:03	0:04	0:05
最終参照時刻（時：分）	0:08	0:06	0:05	0:10
参照回数	10	1	3	5

⑦-1 FIFO法

実記憶装置上にあるページのうち一番古くから実記憶装置上に存在するページを追い出す方法である。上記の表中では、最も早くロードされたのは、1ページの0:02であり、追い出されるページは1ページになる。

⑦-2 LRU法

実記憶上にあるページのうち最後に参照されてから次に参照される時点までの経過時間が最も長いページを追い出す方法で、実記憶装置上に格納されているが最も参照されないページを追い出す。上記の表中では、参照されてからの現在までの経過時間が最も長いのは、最終参照時刻の0:05の3ページであり、追い出されるページは3ページになる。

⑦-3 LFU法

参照頻度の最小のページをページアウトの対象にする方法である。上記の表中では、参照頻度が最小のページは2ページの1回であるから、追い出されるページは2ページになる。

④ 仮想記憶方式の機構

① アドレス変換機構

仮想アドレスを実アドレスに変換する機構と実記憶空間にアクセス対象データが存在するかしないかを検査する機構がある。アドレス変換は、プログラムの実行時にプログラムの仮想アドレスを動的アドレス変換機構を利用して実アドレスに変換し、主記憶装置にある命令やデータにアクセスする。アクセス対象データが実記憶空間に存在するかどうかの検査は、仮想アドレスと実アドレスのマッピングを行うアドレス変換ページテーブルを用いて行う。ページテーブルは主記憶装置内に置かれている。

② アドレス変換バッファ

動的アドレス変換を高速化するためのハードウェア機構である。使用される確率の高い仮想アドレスと実アドレスのマッピングを格納するキャッシュメモリの一種である。バッファは主記憶装置ではなく専用レジスタファイルに設けられる。仮想メモリへのアクセスは参照局所性があるので、アドレス変換の大半はアドレス変換バッファへのアクセスで済ませることができる。

③ ブロック置換管理機構

アクセス対象データが実メモリ空間に存在しない場合、仮想メモリ空間から実メモリ空間に移動させる必要が生じる。実メモリ空間に空きがなければ、実記憶空間内のデータとの置換が必要となる。この場合の置換は参照局所性の特徴を利用してブロック単位で行われる。ブロック置換を管理する機能として主記憶装置と補助記憶装置間のデータ転送機能、主記憶装置内の置換対象ブロックを決定する機能、アドレス変換バッファ管理の機能などがある。

⑤ セグメントページ方式

① セグメントとは

セグメントは論理アドレス上の連続した記憶域であり、プログラムやデータの処理の対象となる一つのまとまりのある最小の機能単位をいう。仮想記憶方式においてページ単位に分割するとページ数が多くなり管理が煩雑になり、特定のページを探し出すのに時間がかかる。ページ単位に分ける前にセグメント単位に分割し、セグメントとページを利用して管理する方法が考えられる。

② セグメント方式

主記憶容量と比べて、大きな容量のプログラムやデータをセグメントに分割して処理する方式である。ページング方式が一定量の物理的な大きさの基準に分割するのに対して、セグメント方式ではそれよりも大きな内容的に意味のある完結したまとまりに分割する。

③ セグメントページ方式

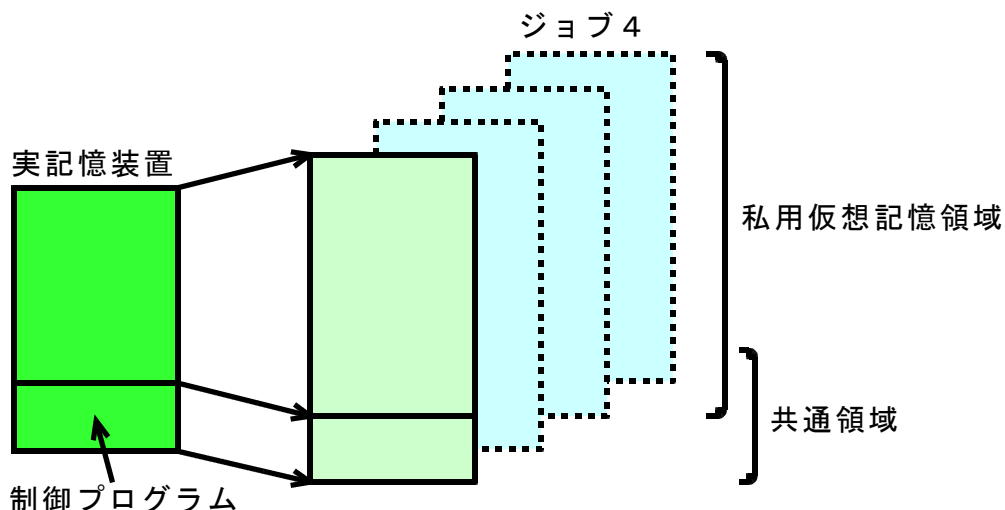
セグメントをページに分割して処理する方式である。セグメントは一定のページ数を記憶単位にしたもので、実記憶管理の容易さとページテーブルの簡素化を図ったものである。

④ セグメントテーブル

セグメントページ方式では、セグメント毎にページが存在する。ページ番号だけではページを識別することができないため、セグメント毎に対応するページテーブルのアドレスを記憶しているセグメントテーブルを利用する。

⑥ 多重仮想記憶システム

① 多重仮想記憶システムとは



MVSと呼ばれ、ジョブ毎に仮想記憶空間を与える方式である。増加するジョブに対応して、単一仮想記憶システムの限界を解決する手段として出現したものである。

一つのプログラムの実行中は、他の仮想記憶空間のページテーブルを無効とし独立した仮想空間を独占するため他のプログラムやジョブから侵害されることがない。安全性や機密性を高めるのにも威力を発揮する。

制御プログラムが使用する領域はどのアドレス空間でも同じである。この空間を共通領域という。共通領域に対して、各ジョブが使用する仮想記憶空間を私用仮想記憶領域または私用領域と呼ぶ。

例題演習

オペレーティングシステムが、記憶領域の割当と解放を繰り返すことによって、こま切れの未使用領域が多数できてしまう場合がある。この現象を何というか。

- ア コンパクション
- ウ フラグメンテーション

- イ スワッピング
- エ ページング

解答解説

フラグメンテーションに関する問題である。

アのコンパクションは、フラグメンテーションを解消するために、プログラムを再配置して小領域を回収してまとめる操作である。ガーベジコレクションともいう。

イのスワッピングは、優先順位の高いジョブが割り込む場合、主記憶装置上のプログラムやデータ領域を補助記憶装置に退避し、ジョブの実行が終わると退避したプログラムを回復させる。このようにスワップアウト、スワップインすることをスワッピングという。

ウのフラグメンテーションは、主記憶の中に使いものにならない細分化された領域ができる現象である。記憶領域の割当と解放を繰り返していると発生する。求める答えはウである。

エのページングは、仮想記憶システムで、メモリと補助記憶装置との間で、ページをやりとりすることである。

例題演習

仮想記憶におけるセグメンテーション方式とページング方式に関する記述のうち、ページング方式の特徴はどれか。

- ア 仮想アドレス空間の管理単位である領域の大きさを、実行時に動的に変更できる。
- イ 実記憶領域の利用効率が高く、領域管理も容易である。
- ウ プログラムからみた論理的な単位でアクセス保護を行うことができる。
- エ プログラム実行中のモジュールの取込みや共有を容易に行うことができる。

解答解説

ページング方式に関する問題である。

ページング方式はプログラムを論理的に意味のない物理的な大きさに分けて取り扱う方式であり、セグメンテーション方式はプログラムを論理的に意味のあるまとまりに分けて取り扱う方式である。スワッピングやオーバレイはセグメント単位に行う。

アのページング方式のページの管理単位の領域の大きさは物理的な大きさであり、領域の大きさは変化しない。変化させる必要もない。動的に変更できるは間違いである。

イの実記憶領域の利用効率は、ページング方式では物理的に管理しているだけであるから一定で効率が高く、領域管理も容易である。求める答えはイとなる。

ウのページング方式は論理的単位での処理は行わない。取り扱いは物理的単位である。

エのモジュール単位の取り込みを行うことができない。あくまでも管理の単位は物理的なページである。

例題演習

ページング方式の仮想記憶において、実記憶上にないページをアクセスした場合の処理と状態の順番として適切なものはどれか。ここで、実記憶には現在空きページはないものとする。

- ア 置換え対象ページの決定→ページアウト→ページフォルト→ページイン
- イ 置換え対象ページの決定→ページイン→ページフォルト→ページアウト
- ウ ページフォルト→置換え対象ページの決定→ページアウト→ページイン
- エ ページフォルト→置換え対象ページの決定→ページイン→ページアウト

解答解説

ページングに関する問題である。

実記憶上にないページへのアクセスはページフォルトを発生させる。

実記憶上に空きページがない場合、置換アルゴリズムを用いて置き換えページの決定が必要になる。対象のページがページアウトし、その後に新しいページがページインする。

ページングの順序は、ページフォルト → 置き換えページの決定 → ページアウト → ページインとなり、求める答えはウとなる。

例題演習

仮想記憶管理のページ置換方式のうち、使われたのが最も古いページを入れ替えるのはどれか。

- ア F I F O
- イ L F U
- ウ L I F O
- エ L R U

解答解説

ページ置換アルゴリズムに関する問題である。

アのF I F Oは、最も古いページが置換の対象になる。

イのL F Uは、最も利用頻度の少ないページが置換対象になる。

ウのL I F Oは、最後に入ったものから置換対象になる。

エのL R Uは、最近最も使用されていないページが置換対象になる。求める答えはエとなる。

例題演習

ページ置換アルゴリズムのL R U方式の説明として、適切なものはどれか。

- ア 一番古くから存在するページを置き換える方式
- イ 最後に参照されたページを置き換える方式
- ウ 最後に参照されてからの経過時間が最も長いページを置き換える方式
- エ 参照回数の最も少ないページを置き換える方式

解答解説

置換アルゴリズムのL R Uに関する問題である。

L R U方式はそれまで最も長い時間参照されなかったページやブロックを置き換えの対象として選ぶ方式である。L R Uアルゴリズムはプログラムの動作は時間的な参照局所性があるという根拠に基づいたものである。

アはF I F O方式、イは参照が最も新しいページを置換する方式、ウはL R U方式、エはN F U方式である。求める答えはウである。

例題演習

仮想記憶方式の1つに、プログラムの手続きやデータなど、論理的なひとまとまりを領域の単位として、仮想アドレス空間を分割して管理するものがある。この可変長の領域を示す用語はどれか。

ア スロット イ セクタ ウ セグメント エ フレーム

解答解説

セグメントに関する問題である。

セグメントは実記憶管理方式または仮想記憶管理方式の記憶単位で、プログラムをいくつかの部分に分割し、処理に必要な関連ある部分のみを主記憶装置上にロードすることで実アドレス空間を効率的に利用している。この分割した単位をセグメントと呼ぶ。

アのスロットは、拡張カードやメモリ、C P Uなどを装着するためにパソコン本体に設けられている差し込み口のことである。

イのセクタは、ディスクにおいて、データを読み書きするために区分けされた物理的な最小の単位である。

ウのセグメントは、仮想記憶方式で、プログラムのデータや手続きを論理的に意味のあるまとまりとして取り扱うメモリ上の単位である。求める答えはウとなる。

エのフレームは、同期通信で使用するデータ伝送の単位や動画を構成する各コマを表す単位である。

例題演習

仮想記憶管理におけるページ置換えアルゴリズムとして、L R U方式を採用する。参照かつ更新されるページ番号の順番が、 $2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 6$ で、実記憶のページ枠が4のとき、ページフォールトに伴って発生するページアウトは何回か。ここで、初期状態では、実記憶にはいずれのページも読み込まれていないものとする。

ア 3 イ 4 ウ 5 エ 6

解答解説

ページ参照のシミュレーションに関する問題である。

ページ参照順序に従って、実際にシミュレーションを実行する必要がある。置換アルゴリズムはL R U方式であり、答えはページアウトの回数である。

ページ枠4の場合の満杯後のページフォールトの回数は次のようになる。

- ① 6ページの参照で5ページと置換する。8、2、3、6ページ
- ② 5ページの参照で8ページと置換する。6、2、3、5ページ
- ③ 1ページの参照で6ページと置換する。2、3、5、1ページ
- ④ 6ページの参照で2ページと置換する。3、5、1、6ページ

従って、ページアウトの回数は4回となり、求める答えはイとなる。

例題演習

LRU方式でページ置換を行う場合、5ページの主記憶装置で次の順序でページ参照が行われた状態で、新たに6ページを参照する場合、主記憶から追い出されるページはどれか。

ア	1	ページ参照順序	<table><tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>5</td><td>4</td><td>1</td></tr></table>							2	1	3	2	5	4	1
2	1		3	2	5	4	1									
イ	2															
ウ	3	主記憶装置	<table><tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td></tr></table>					2	1	3	5	4				
2	1		3	5	4											
エ	4															

解答解説

ページ置換アルゴリズムのLRUに関する問題である。

LRUは最近最も使用されていないページを置換対象にするから、6ページ使用前で、過去に使用されたタイミングが最も離れているページが対象になる。主記憶装置5ページの内容で、参照された順は、3、2、4、5、1の順であるから、主記憶装置に現存するページのうちページ参照順序で最も離れているページは3ページとなる。求める答えはウとなる。

例題演習

ページング方式の仮想記憶システムにおいて、スラッシングが発生しているときの状況はどれか。

	アプリケーションのCPU使用率	主記憶と補助記憶の間のページ転送量
ア	高い	多い
イ	高い	少ない
ウ	低い	多い
エ	低い	少ない

解答解説

スラッシングに関する問題である。

スラッシングは仮想記憶方式のページングで、ページインとページアウトが頻発して、処理速度が遅くなる現象である。

アプリケーションのCPU使用率が低くなり、主記憶と補助記憶の間のページ転送量が多くなる状態である。求める答えはウとなる。

例題演習

仮想記憶におけるページ置換えアルゴリズムとしてFIFO方式を採用する。プログラムが参照するページ番号の順が、 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5$ のとき、主記憶のページ枠を3から4に変更すると、発生するページフォルトの回数はどうなるか。ここで、初期状態では、主記憶には何も読み込まれていないものとする。

- | | |
|------------|----------|
| ア 2回減少する | イ 1回減少する |
| ウ 回数に変化はない | エ 1回増加する |

解答解説

ページ参照のシミュレーションに関する問題である。

ページ枠3の場合の満杯後のページフォルトの回数は次のようになる。

- ① 4ページの参照で1ページと置換する。2、3、4ページ
- ② 1ページの参照で2ページと置換する。3、4、1ページ
- ③ 2ページの参照で3ページと置換する。4、1、2ページ
- ④ 5ページの参照で4ページと置換する。1、2、5ページ
- ⑤ 3ページの参照で1ページと置換する。2、5、3ページ
- ⑥ 4ページの参照で2ページと置換する。5、3、4ページ

発生するページフォルトの回数は①～⑥の6回、最初の3回の計9回である。

ページ枠4の場合の満杯後のページフォルトの回数は次のようになる。

- ① 5ページの参照で1ページと置換する。2、3、4、5ページ
- ② 1ページの参照で2ページと置換する。3、4、5、1ページ
- ③ 2ページの参照で3ページと置換する。4、5、1、2ページ
- ④ 3ページの参照で4ページと置換する。5、1、2、3ページ
- ⑤ 4ページの参照で5ページと置換する。1、2、3、4ページ
- ⑥ 5ページの参照で1ページと置換する。2、3、4、5ページ

発生するページフォルトの回数は①～⑥の6回、最初の4回の計10回である。

従って、ページ枠3から4に変化すると1回増加する。求める答えはエとなる。

例題演習

ページンク方式の仮想記憶を用いることによる効果はどれか。

- ア システムダウンから復旧するときに、補助記憶のページを用いることによって、主記憶の内容が再現できる。
- イ 処理に必要なページを動的に主記憶に割り当てることによって、主記憶を効率的に使用できる。
- ウ 頻繁に使用されるページを仮想記憶に置くことによって、アクセス速度を主記憶へのアクセスよりも速めることができる。
- エ プログラムの大きさに応じて大小のページを使い分けることによって、主記憶を無駄なく使用できる。

解答解説

ページング方式で仮想記憶を用いる効果に関する問題である。

ページング方式はプログラムを論理的に意味のない物理的な大きさに分けて取り扱う方式で、作成されたプログラムは静的ローディングによって仮想記憶空間に格納され、動的アドレス変換で仮想記憶空間のアドレスから動的ローディングで実記憶空間に格納される。

ページング方式の特徴

- ① 仮想記憶空間、実記憶空間をページという一定の物理的な大きさの単位で管理する。
- ② CPUが参照する場合、動的変換機構を利用してページ単位に仮想アドレス空間から実アドレス空間に変換する。
- ③ 実記憶空間には利用割合の高いページが格納され、その他のページは仮想記憶の補助記憶装置に配置される。
- ④ 必要なページを動的に主記憶に割り当て、主記憶を効率的に使用する。

アのダウン時の補助記憶の利用は、過去の処理履歴が存在しないため、意味がない。

イのページを動的に割り当て、主記憶を効率的に使用するは適切な内容である。求める答えはイとなる。

ウ頻繁に使用するページを仮想記憶に置くと、絶えず動的変換が必要となり、処理が遅くなる。

エのページの大きさは一定であり、プログラムの大小により、使い分けはできない。

例題演習

メモリリークの説明として、適切なものはどれか。

ア OSやアプリケーションのバグなどが原因で、動作中に確保した主記憶が解放されないことであり、これが発生すると主記憶中の利用可能な部分が減少する。

イ アプリケーションの同時実行数を増やした場合に、主記憶容量が不足し、処理時間のほとんどがページングに費やされ、スループットの極端な低下を招くことである。

ウ 実行時のプログラム領域の大きさに制限があるときに、必要になったモジュールを主記憶に取り込む手法である。

エ 主記憶で利用可能な空き領域の総量は足りているのに、主記憶中に不連続で散在しているので、大きなプログラムをロードする領域が確保できないことである。

解答解説

メモリリークに関する問題である。

メモリリークはアプリケーションやOSが、動作中に確保したメモリ領域を開放しないために、利用できるメモリ領域が徐々に減少してしまう現象である。メモリリークが発生すると動作が不安定になったり、処理速度が遅くなる。メモリリークの解消はパソコンを再起動することにより行う。

アはメモリリーク、イはスラッシング、ウはオーバレイ、エはフラグメンテーションである。求める答えはアとなる。

例題演習

様々なサイズのメモリ資源を使用するリアルタイムシステムのメモリプール管理において、可変長方式と比べた場合の固定長方式の特徴として、適切なものはどれか。

- ア メモリ効率が良く、獲得及び返却の処理速度は遅く一定である。
- イ メモリ効率が良く、獲得及び返却の処理速度は遅く不定である。
- ウ メモリ効率が悪く、獲得及び返却の処理速度は速く一定である。
- エ メモリ効率が悪く、獲得及び返却の処理速度は速く不定である。

解答解説

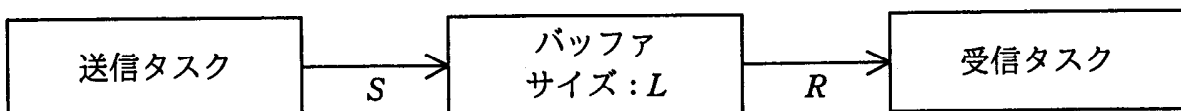
メモリプール管理の特徴に関する問題である。

メモリ資源のサイズは多様であるから、固定長方式では、メモリの使用領域に無駄が発生するが、メモリの獲得及び返却の処理速度は一定となる。可変方式では、メモリの使用領域は効率的であるが、可変を考慮してメモリの獲得及び返却の処理を行うため処理速度は不定となる。

固定方式の特徴はメモリ効率が悪く、獲得及び返却の処理速度は一定である。求める答えはウとなる。

例題演習

図の送信タスクから受信タスクにT秒間連続してデータを送信する。1秒当たりの送信量をS、1秒当たりの受信量をRとしたとき、バッファがオーバーフローしないバッファサイズLを表す関係式として適切なものはどれか。ここで、受信タスクよりも送信タスクの方が転送速度は速く、次の転送開始までの時間間隔は十分にあるものとする。



- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| ア $L < (R - S) \times T$ | イ $L < (S - R) \times T$ |
| ウ $L \geq (R - S) \times T$ | エ $L \geq (S - R) \times T$ |

解答解説

能力の異なる送受信間のバッファ容量を求める問題である。

単位時間当たりの能力差は $S - R$ である。

送信時間はT秒であるから、必要なバッファ容量Lは次式から求まる。

$$L \geq (S - R) \times T$$

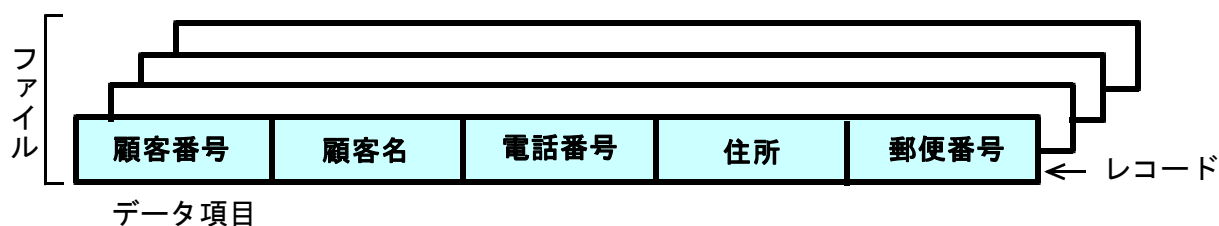
求める答えはエとなる。

① ファイルの概念

① ファイルとは

顧客ファイルや商品ファイルのように、ある目的のために使いやすいように、同じ種類の情報を集めたもので、次の表のような構成になっている。

	概 要
ファイル	ある使用目的のために、同種類の情報を集めたもので、複数のレコードの集合体という形をとる。データセットと呼ぶこともある。
レコード	1顧客や1受注に関するデータを集めたもので、複数のデータ項目から構成される。
データ項目	名前とか数量とか、特定の情報を表すものであり、論理的に意味のある情報の最小単位である。何桁かの文字や数字からなる。
バイト	コンピュータにデータを記憶するときの基本単位で、1バイトに1桁の文字あるいは数字を記憶する。
ビット	物理的に取り扱い可能な情報の最小単位で、2進数の1桁に相当する。8ビットで1バイトを構成する。



② 論理レコードと物理レコード

① レコード

レコードは1顧客や1商品などに関するデータの集まりであり、コンピュータで処理するときの基本単位になる。このようなレコードを論理レコードという。磁気ディスクや磁気テープのようなファイル記憶媒体に物理的に記録されたレコードを物理レコードと呼ぶ。

⑥ 論理レコードのブロック化

論理レコードを記憶媒体へ記録させるときは、複数個をまとめて一括して記録し、それを1物理レコードとする。この操作をブロックングといい、ブロックングされたレコードをブロック化レコードと呼ぶ。

⑦ 論理レコードをブロック化する理由

- ㊦ 主記憶装置と補助記憶装置間の入出力回数を減らし、入出力効率を高める。
- ㊧ レコード間のギャップ数を減らし、記憶媒体の使用効率を高める。

③ レコードの形式

① 固定長レコード

固定長レコードは論理レコードの長さがすべて一定である場合で、非ブロック化の形式でも、ブロック化の形式でも記録できる。物理レコードの長さも一定である。使用が容易であり、多くの業務で利用されている。

② 可変長レコード

可変長レコードは論理レコードの長さがそれぞれ異なる場合で、非ブロック化の形式でも、ブロック化の形式でも記録できる。レコードの長さが異なるため、各論理レコードの先頭にそのレコードの長さを示す情報を入れる。ブロック化している場合、物理レコード全体の長さを示す情報も入れる。

可変長レコードは1つのファイルにいくつかの種類の違ったレコードが混在している場合に採用する。各レコードの特定のデータ項目を繰り返す場合、その繰り返し回数が異なるようなときに採用する。取り扱いが面倒なため、余り使われない。繰り返すデータが発生する場合、その部分を分離し、独立したレコードとして使用する。

③ 不定長レコード

不定長レコードは論理レコードの長さがそれぞれ異なる場合に使用するレコード形式である。可変長レコードと異なる点は、レコードの長さの情報を持たないことである。この形式のレコードはブロック化できない。

④ スパンドレコード

スパンドレコードは、物理レコード長を超えて書き込めるようにした可変長レコードである。1つの論理レコードを複数のセグメントに分割し、各セグメントを複数のブロック（物理レコード）にまたがって記録することにより、物理レコード長に制約されない長い論理レコードを作ることができる。32756バイトを超える長い論理レコードにすることも可能である。

スパンドレコードはセグメントの長さと種類を示すSDWが付加され、1つの論理レコードを複数の物理レコードにまたがって書き込むことができるだけでなく、1つの物理レコードに複数のセグメントを書き込むこともできる。

④ 情報処理とファイルアクセス法

① バッチ処理

バッチ処理は、処理すべきレコードをためておき、それをひとまとめにして処理する方式で、コンピュータの高速性を活かした処理方式である。処理対象のレコードは大量になるので、ファイルの形式で蓄えておき、一括処理する。ファイル内のすべてのレコードが処理対象となり、順次アクセスの形をとる。順次アクセスはファイルのレコードの記録や取り出しを、ファイルの最初から物理的順序で、1レコードずつ処理していく方法である。

② リアルタイム処理

リアルタイム処理は、処理すべきレコードやトランザクションが発生した時点で処理を行う方式で、処理に対する応答を即時に返す必要がある。リアルタイム処理では、求めるレコードだけを直接アクセスする。直接アクセスは、ファイルに数多くあるレコードのうち、要求のあった特定のレコードだけを直接取り出す方法である。レコードのキーを元にレコードが記憶されているアドレスを算出する方法が取られる。

③ 対話型処理

対話型処理は、人間とコンピュータがあたかも相互に対話しているかのように、頻繁に繰り返し交信し合いながら、処理を進めていく方式である。人間とコンピュータの対話が基本になるため、コンピュータからの応答の速さがポイントになる。リアルタイム処理と同様に直接アクセスが求められる。

⑤ データ管理

① データ管理とは

入出力データは物理的装置によって取扱方法が異なるため、物理的装置用の入出力手順をプログラミングしなければならないが、データをデータセット(ファイル)で一括管理することで入出力装置を意識せずにデータを取り扱うことができる。

データ管理は、入出力データに関わる制御を行うプログラムで、データセット(ファイル)の管理やデータセット(ファイル)の編成法などの制御を行い、データセット(ファイル)の処理の効率を向上させる機能を持っている。

⑥ データセット(ファイル)

データセットは、記憶媒体に格納されたデータファイルに特別の名前を付けてデータの集合体としたもので、データセット(ファイル)は処理開始前に記憶媒体内にカタログし格納する。カタログされたデータセット内のレコードはいつでも取り出せる状態にしておく。

データセット内のデータはデータ処理効率の上から、処理の性質に合った編成のデータセットに格納され、データの追加や訂正、更新、削除などを効率よく行えるようにしておく。情報処理の方式によって、順次アクセスまたは直接アクセスが利用されるため、編成法も処理の性質に合わせて、順編成法、直接編成法、索引編成法、区分編成法などが利用される。

⑦ カタログ、アーカイバ

㊦ カタログ

カタログは、コンピュータにおいてファイルを管理するために、ファイル名や作成日、記憶場所といったファイルに関する情報が記録されているファイルの登録簿のことである。

カタログ機能を用いると、記憶媒体を意識することなくファイルを利用することが可能となる。UNIXやMS-DOSなどではカタログがツリー構造となっており、使用目的や機能ごとにファイルが分類できるようになっている。

㊦ アーカイバ

アーカイバは複数のファイルを一つのファイルにまとめたり、逆に、まとめたファイルから元のファイルを取り出したりするソフトウェアである。関連するファイルをひとまとめにすることで、ネットワークを通じた送受信の手間を軽減したり、ディスクの管理を容易にしたりできる。最近ではファイルをまとめる際に圧縮する機能を持ったものが一般的で、圧縮ソフトと同じ意味で使われることが多い。

⑥ データセットの管理機構

㊦ ボリューム

ボリュームは、データセット(ファイル)を格納している媒体の一つの単位で、コンピュータシステムの読み書き機構とは独立した入出力装置に装着可能な補助記憶媒体の単位である。磁気テープの1巻や磁気ディスクパックの1個などが一つのボリュームに相当する。

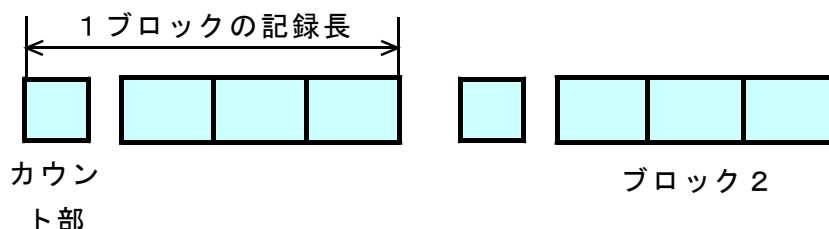
⑥ ボリュームラベル

ボリュームラベルは、ボリュームを識別するためのもので各ボリュームごとに1個だけ用意されている。通常80バイトで、磁気ディスクの場合、先頭のトラックに、磁気テープでは、テープの先頭にこのラベルが記録されている。

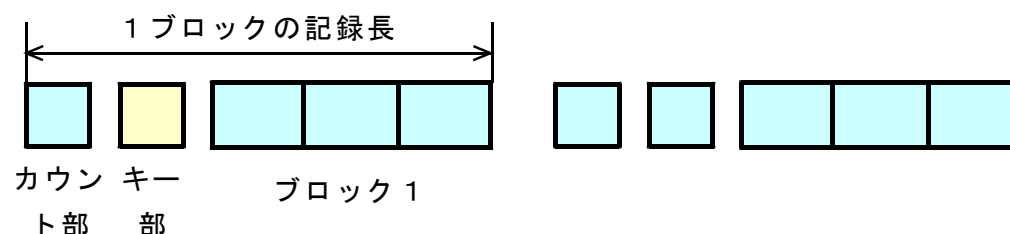
③ データセットラベル

データセットラベルはデータセット(ファイル)を識別するためのもので、データセット名、作成年月日、ファイルの有効期限などが記録されている。磁気ディスクでは、ボリューム内のすべてのデータセットのラベルがV T O Cにまとめて記録されている。V T O Cを見れば、データセットの記録状況、更新状況、記録位置、記憶領域の空き状況を把握することができる。

キー部をもたない場合の磁気ディスクの記録形式

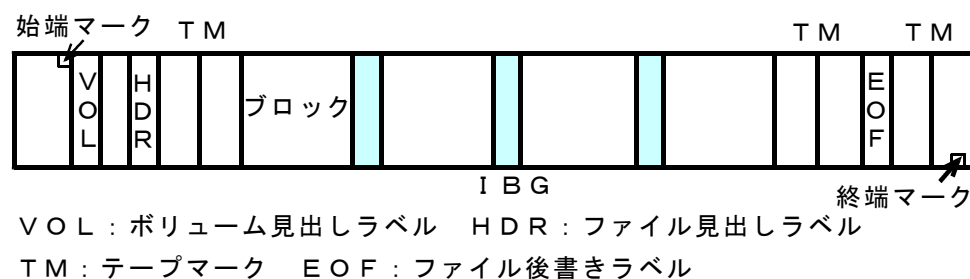


キー部をもつ場合の磁気ディスクの記録形式



V T O Cが記録されている記憶領域の位置は、ボリュームラベル内のV T O Cのアドレスで示されている。次の図は磁気ディスク上にファイルを記録する形式を示したものである。キーなしの場合はカウンタ／データ形式、キー付きの場合はカウンタ／キー／データ形式で記録される。

磁気テープはデータセットの前後に一つずつデータセットラベルを持っている。直前に記録されているデータセットラベルを見出しラベル、直後に記録されているデータセットラベルを後書きラベルという。次の図は磁気テープのデータセットラベルの1例を示したものである。



⑦ データのアクセス機能

① アクセス方式ルーチン

データセット(ファイル)の編成方法に応じた前準備処理やレコードの位置検索を行うプログラムルーチンであり、入出力レコードのブロッキングやデブロッキングを行う。データのアクセス処理はプログラムで使用するデータセットに関する情報を利用して、データ管理プログラムが行う。

② DCB(データ制御ブロック)

DCBはデータアクセスのための中枢的な役割を果たす制御情報のテーブルである。その情報は、外部装置名、データセットの編成方法、レコードの固定長可変長などのレコード形式、論理レコードの長さ、ブロックの大きさなどである。レコードの入出力命令が出されるごとに参照され、データアクセスが行われる。

③ プログラムとデータセットの連結

DCB情報はコンパイル段階ではまだ完全にはなっていない。DCB情報が完成するのは、データセットに対してOPEN命令が出された時である。OPEN命令の実行によって、はじめてプログラムで実行するデータセットと連結される。OPEN命令は、ボリュームラベルやデータセットラベルの検査、データセットの編成方法と編成方法に合ったアクセス方法の決定、入出力領域の確保、DCBを完成させる機能を持っている。OPEN命令の実行段階にDCBを完成させる理由は、プログラムの入出力装置からの独立性を保つためである。プログラマはプログラムを記述する際、特定の入出力装置にこだわることなくプログラムのコーディングを行う。装置からの独立性は、使用する各種装置が変化してもプログラムの書き直しを必要としない利点がある。

⑧ 小型コンピュータのファイルシステム

① 小型コンピュータのファイル

小型コンピュータのファイルは、データを連続した文字列として取り扱う。データやプログラムの区別がなく、プログラムもファイルの一つとして扱われる。ファイルのデータ表現はバイトの列であり、特定の区切りのないバイトを単位として入出力する。

② クラスタ

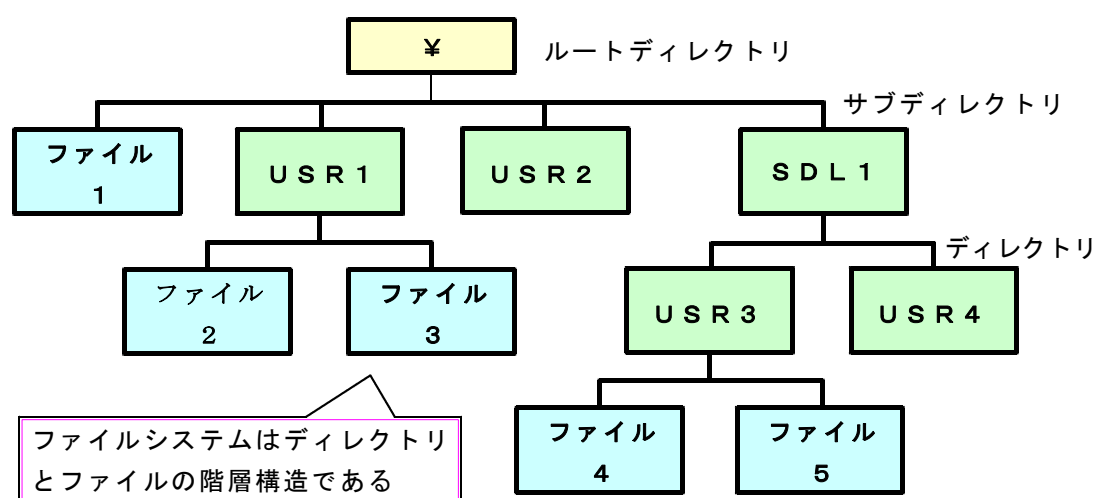
ファイルの領域は一連のクラスタで構成される。クラスタは、ある大きさを持った記憶領域の単位であり、1,024 バイトの大きさを持つ。クラスタが1個で足りない場合は、使用できるクラスタをシステムが探索し、そこに残りのデータを書き込んでいく。

③ ファイルシステム

ファイルシステムは、ファイルを分類、整理して管理するのに適するように階層構造になっている。基本的には、ディレクトリとファイルから構成されている。ディレクトリは、ファイルの管理情報を保存する登録簿である。登録簿の下に多数のファイルと別のディレクトリを持っている。階層構造の最上位にあるのが、ルートディレクトリであり、ルートディレクトリの下ディレクトリをサブディレクトリという。

④ ディレクトリの作成

ディレクトリは目的ごとに作成する。社員管理のためのディレクトリを作成し、社員に関するファイルはすべてそのディレクトリに登録しておく。商品のためのディレクトリを作成し、商品に関するファイルはすべてそのディレクトリに登録する。



⑤ ファイルの操作

ワークステーションやパーソナルコンピュータで仕事をする場合、そのファイルシステムのある場所から行う。特定の場所を起点として、ファイルシステムの構造の中を移動する。

⑥ ホームディレクトリ

装置が稼働状態になったとき、ホームディレクトリに位置づけされる。そのシステムの使用を認可されたユーザごとに特定のものを持つことができる。ホームディレクトリに登録するサブディレクトリやファイルは、ユーザが自分で自由に作成したり、アクセスできる。ユーザは、自分のホームディレクトリでファイル操作ができると同時に、必要に応じて、ファイルシステム内の他の場所に移動して、ファイル操作することができる。

⑦ カレントディレクトリ

カレントディレクトリは、その時点で位置づけされているディレクトリで、ホームディレクトリで仕事をしているときはホームディレクトリがカレントディレクトリである。他のディレクトリに移動して仕事をしている場合は、そのディレクトリがカレントディレクトリになる。

⑧ パスの指定

ファイルシステム内の特定のファイルを検索するときは、そのファイルを検索する経路であるパスを指定する。ファイルシステム内のディレクトリやファイルは、すべて一意のパス名で識別することができる。

① 絶対パス

絶対パスは、ファイルシステムの最上位(ルート)から始まり、特定のディレクトリやファイルにたどりつくための一意的な経路である。絶対パスを指定すると、ファイルシステム内のどのディレクトリやファイルにもたどりつくことができる。絶対パスの先頭の名前は必ずルートから始まる。絶対パスの最後の名前は、ディレクトリでも、ファイルでもよい。パス途中の名前は必ずディレクトリ名でなければならない。最初の「/」はルートディレクトリを表し、途中にある「/」はディレクトリやファイルの名前を区切るための記号である。

② 相対パス

相対パスは、カレントディレクトリから始まり、特定のディレクトリやファイルにたどりつくための一意的な経路である。カレントディレクトリに登録されているディレクトリやファイルを指定するときは、その名前だけを指定すればよい。相対パスによって、カレントディレクトリ以外のファイルシステム内の他のディレクトリやファイルも指定できる。親ディレクトリを指定するには、「..」という記号(ドットドット)を使用する。

⑨ スプレッドシート

① スプレッドシートとは

表計算ソフトともいい、シート上に配置した表データを集計したり、表を表現力豊かな様式に編集し印刷したり、データを利用してグラフを作成したり、仕事に使用するために一連の作業を自動化したり、一般の業務に必要な様々な機能が付加されている。これらの機能は、財務処理、在庫管理、経営予測や売上分析などに用いられる。

② ワークシート

ワークシートは格子状のセルの集まりであり、セルがデータを管理する最小の単位になる。ワークシートには、個々のセルを特定するために列番号と行番号がつけられている。列番号にはアルファベット、行番号には数字がふられており、列番号と行番号の組み合わせでセルを特定する。ワークシートは、1つのファイルに複数用意することができ、ワークシート間の演算もできるため、複数枚のワークシートをまとめて台帳として利用することができる。

③ セル

データを記憶するだけでなく、セル毎に属性を定義することができる。セル内の表示位置や

数字にカンマを付けたり、¥マークを付けたり、字体や文字の大きさを変えたりすることが可能になる。セルには文字や数値だけでなく、数式を設定することができる。数式にはセル番地を指定できるのでセル同士の演算が可能になる。演算対象のセルの値を変えるだけで自動的に再計算できるため、次々と値を変えて実験するシミュレーションに適している。演算結果は数式を記入したセル上に表示される。

④ 数式

四則演算や関数が指定できる。関数には、算術関数、統計関数、文字列関数、論理関数など種々の関数を使用できる。関数を用いることによって、複雑な計算式が単純化でき、意味がわかりやすくなる。

⑤ その他の機能

セルの内容を別のセルに移動したり複製したりすることができる移動・複製は、レイアウトの変更や同じデータが連続する場合に利用できる。セルの周辺に罫線を引くことができ、罫線の太さや線種が選択でき、色を変えることもできるためきれいな読みやすい文書を作成することができる。

⑩ 相対セル番地と絶対セル番地

① 相対セル番地

式や関数が入力されているセルを基準の位置として、そのセルの中に記述された式や関数が参照しているセルの位置を相対的に表す。

計算式が相対セル番地で指定してある場合に、これを複製すると複製先が指定されるたびに、参照すべき数値の指定も相対的に移動するため、自動的に該当する数値の計算を行うことができる。セル番地が G 2 を参照している場合、G 2 の計算式を G 3 に複製した場合、計算式の中の参照するセル番地は、列方向の値に + 1 したセル番地になる。

この相対参照機能があるために、セル E 3 を同じ列で異なる行方向のセル E 6 と E 7 にコピーすると、それぞれのセルが =SUM(B6:D6)、=SUM(B7:D7) と変化し、自動的に計算位置を修正してくれる。

② 絶対セル番地

常に特定のセルを参照している場合、相対的にセル番地を指定すると不都合を生じる場合がある。特定のセルを指定するセル番地のことを絶対セル番地という。絶対セル番地でセルを指定するときは、セル番地に \$ を付ける。B 4 が絶対セル番地の意味を表すときは、\$ B \$ 4 として表示する。

⑪ 表計算の代表的な機能

① グラフ機能

セルの内容をもとにグラフを作成する機能である。グラフの種類には、棒グラフ、折れ線グラフ、円グラフ、レーダチャートなどがある。セルの内容が変わると、即座にグラフに反映されるので、分析や予測に適している。軸名や表題、あるいは凡例などを付けることもできる。

② データベース機能

ワークシート上に作成したデータから、条件に合ったデータや特定の項目のみを抽出したり、分類・並べ替えを行うことができる。条件の設定には、＝、＜、＞などの記号を使い、さらにAND、ORを使って複数の条件を満たしたデータを抽出することができる。製品コードを与えて、製品名や製品価格のデータの抽出が可能で、住所録や顧客管理データなどの情報を体系的に管理し、多目的に活用することができる。

③ 図形作成機能

ワークシート上に自由に図形を描くことができる機能である。図形の種類には、直線、曲線、四角、丸などが用意されている。塗りつぶし、変形、移動なども簡単に行える。図表に引出線を付けコメントを入れ、わかりやすい文書を作成できる。

④ マクロ機能

繰り返し行う作業を自動化し、作業の効率化を図る機能がマクロ機能である。自動化することによって、作業ミスの軽減にもつながる。売上高データを定期的にグラフ化したり、報告書を作成したりする場合、その手順をマクロ化することにより自動化することができる。

例題演習

オペレーティングシステムのデータ管理のもつ役割として、正しいものはどれか。

- ア 各種の入出力装置を、正確かつ効率よく動作させるように制御する。
- イ 各種の補助記憶装置へのアクセス手段を、装置に依存しないインタフェースで提供する。
- ウ タスクの状態管理を行い、処理装置を有効に利用する。
- エ 補助記憶装置を利用して、大きな論理記憶空間を提供する。

解答解説

データ管理に関する問題である。

入出力データは物理的な装置により取り扱い方法が異なる。そのため入出力手順をプログラムしなければならなくなる。この手間を省くため、データをデータセット(ファイル)として一括管理する方法が用いられる。これによって、入出力装置を意識せずにデータを取り扱うこと

が可能となる。データ管理は入出力データに関わる制御を行うプログラムである。

アは入出力制御、イはデータ管理、ウはタスク管理、エは仮想記憶管理である。求める答えはイとなる。

例題演習

階層構造のディレクトリを用いたファイル管理を行うオペレーティングシステムにおいて、ファイルが置かれているディレクトリを指すときに指定するものはどれか。

ア 拡張子
ウ パス

イ サブディレクトリ
エ ルートディレクトリ

解答解説

ファイルシステムに関する問題である。

階層構造をもつファイルシステムで、特定のファイルを呼び出す道筋はパスで指定する。MS-DOSやUNIXのようなOSにおけるファイル管理の単位をディレクトリという。ディレクトリは、階層構造に作成することができる。最上位のディレクトリをルート・ディレクトリという。その下に作成されたディレクトリをサブディレクトリという。

アの拡張子は、ファイル名のうちピリオドで区切られた右側の文字列部分で、MS-DOSやWindowsなどで主に使われる。拡張子の名称によって、そのファイルがどんな性質のファイルなのかを判断することができる。

イのサブディレクトリは、ルートディレクトリやサブディレクトリの下に作られるディレクトリである。

ウのパスは、UNIXやMS-DOS、Windowsなどでファイルやフォルダ(ディレクトリ)の位置を示す方法であり、MS-DOSやWindowsであればドライブ名とフォルダ名(ディレクトリ名)をコロンと円記号で区切って表す。求める答えはウとなる。

エのルートディレクトリは、最上位のディレクトリである。

例題演習

表計算ソフトにおいて、各セルに次のような計算式が設定してある。セルA1に数値2を入力すると、セルB3に表示される数値はどれか。ここで、あるセルに値が入力されると、ほかのセルの再計算が直ちに行われるものとする。

ア 4
イ 5
ウ 9
エ 10

	A	B
1		A1
2	A1 + 1	A2 + B1
3	A2 + 1	A3 + B2

解答解説

表計算に関する問題である。

	A	B
1	2	2
2	3	5
3	4	9

セルA 1に2を入れて运算処理した結果を表に示す。

各式の表示は相対セル方式であるから、表のように各セルの値が得られる。

セルA 1に2を代入すると、

$B\ 1 = 2$ 、 $A\ 2 = 2 + 1 = 3$ 、 $B\ 2 = 3 + 2 = 5$ 、 $A\ 3 = 3 + 1 = 4$ と順次各セルの計算が行われて、セルB 3 = $4 + 5 = 9$ となる。求める答えはウとなる。

例題演習

ファイルやライブラリの格納場所や属性を管理する登録簿はどれか。

- ア インデックス
- イ カタログ
- ウ ファイルサーバ
- エ ディスパッチ

解答解説

ファイルシステムの登録簿に関する問題である。

アのインデックスは、索引で、ファイルやレコード、データを整理して、必要なものが取り出しやすいようにつくられたものである。

イのカタログは、ディレクトリ(登録簿)ともいわれ、記憶媒体等につくられるもので、ファイルに関する情報の一覧表である。内容には、ファイル名、データの形式や種類、記憶媒体中の記憶位置、ファイルの大きさ、作成年月日、属性などがある。求める答えはイである。

ウのファイルサーバは、複数のワークステーションやパソコンで共用するファイルを管理するサーバである。

エのディスパッチは、優先順位の高いタスクを呼び出し、CPUの使用権を与えるプログラムである。

例題演習

ファイルの格納に関する記述のうち、アーカイブの説明として適切なものはどれか。

- ア 主記憶における特定のデータやレジスタの値などを一時的にほかの記憶装置に格納する。
- イ 同一のファイルを二つのディスクにコピーし、データ保存の信頼性を確保する。
- ウ ファイルの更新履歴を磁気ディスク装置に格納する。
- エ 複数のファイルを一つのファイルにまとめて、記憶装置に格納する。

解答解説

アーカイブに関する問題である。

アーカイブは、公記録保管所、公文書、公文書の保管所、履歴などを意味し、記録を保管しておく場所のことであり、複数のファイルを1つのファイルにまとめることにも用いる。

アは一時的な格納であり退避処理である。

イはデータ保存の信頼性の確保のことであり、ミラーリングである。

ウは更新履歴の格納であり、ロギングである。

エはファイルにまとめて格納することであり、アーカイブである。求める答えはエとなる。

例題演習

三つの学校で実施した小遣い金額調査の集計結果を用いて、3校生徒全体の一人当たりの平均小遣いを求めるとき、セルC5に入れる式はどれか。

	A	B	C
1		人数	学校平均小遣い
2	M校	150	1,250
3	N校	250	850
4	P校	60	1,530
5	生徒平均小遣い		

ア $(B2*B3*B4)/(C2*C3*C4)$

イ $(B2*C2+B3*C3+B4*C4)/\text{合計}(B2\sim B4)$

ウ $\text{合計}(C2\sim C4)/\text{合計}(B2\sim B4)$

エ 平均 $(C2\sim C4)$

解答解説

表計算ソフトの利用して平均値を計算する問題である。

3つの学校の平均値は次の式を用いて求める。

$(M\text{校の人数} \times \text{平均小遣い} + N\text{校の人数} \times \text{平均小遣い} + P\text{校の人数} \times \text{平均小遣い}) / \text{人数の合計}$
セルC5に入る式は次のようになる。

$$(B2 * C2 + B3 * C3 + B4 * C4) / \text{合計}(B2 \sim B4)$$

求める答えはイとなる。

例題演習

検索システムにおいて、最初にAという条件で検索したところ、検索結果は5,000件であった。更にBという条件で絞り込むと、その30%が残った。最初にBという条件で検索した検索結果が10,000件である場合、更にAという条件で絞り込むと何%が残ることになるか。

ア 15

イ 30

ウ 35

エ 60

解答解説

検索システムに関する問題である。

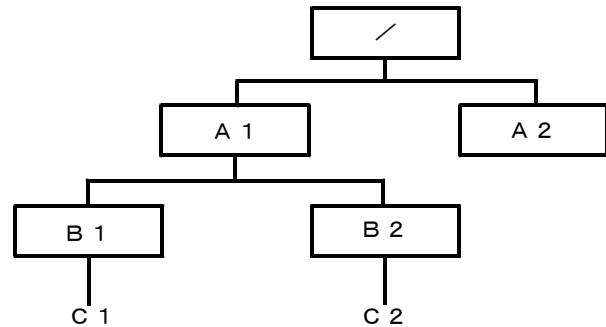
最初にAの条件で検索した結果、5000件検出され、次にBの条件で検索すると、30%となり、1500件となる。

これを逆に、Bという条件で検索すると、10000件検索される。次にAの条件で検索すると1500件となるから、絞り込む割合は15%となる。求める答えはアとなる。

例題演習

次の階層型ファイルシステムにおいて、カレントディレクトリがB1であるとき、ファイルC2を指すパスはどれか。ここで、パスの表現において“..”は親ディレクトリを表し、“/”はパス表現の先頭にある場合はルートディレクトリを、中間にある場合は、ディレクトリ名またはファイル名の区切りを表す。また、図中の□はディレクトリを表すものとする。

- ア .. / A 1 / B 2 / C 2
- イ .. / B 2 / C 2
- ウ A 1 / B 2 / C 2
- エ / A 1 / B 2 / C 2



解答解説

ファイルシステムに関する問題である。

ファイルシステムは、ファイルを分類、整理して管理するのに適するように階層構造になっている。基本的には、ディレクトリとファイルから構成されている。

ディレクトリは、ファイルの管理情報を保存する登録簿で、登録簿の下に多数のファイルと別のディレクトリを持っている。階層構造の最上位にあるのがルートディレクトリ、ルートディレクトリの下ディレクトリをサブディレクトリ、現在使用中のディレクトリをカレントディレクトリという。ファイルの所在を指定する方式に、ルートディレクトリから始める絶対パス方式とカレントディレクトリから始める相対パス方式がある。

カレントディレクトリがB 1であるから、C 2はB 2の子ディレクトリであり、B 2はB 1と同じレベルのディレクトリで親ディレクトリが同じであるから次のように表現できる。

../ B 2 / C 2

求める答えはイとなる。

例題演習

ファイルシステムの絶対パス名を説明したものはどれか。

- ア あるディレクトリから対象ファイルに至る幾つかのパス名のうち、最短のパス名
- イ カレントディレクトリから対象ファイルに至るパス名
- ウ ホームディレクトリから対象ファイルに至るパス名
- エ ルートディレクトリから対象ファイルに至るパス名

解答解説

絶対パス指定に関する問題である。

パス指定は、ファイルシステム内の特定のファイルを検索するとき、そのファイルを検索する経路のことである。ファイルシステム内のディレクトリやファイルは、すべて一意のパス名で識別することができる。パス指定の方式には、絶対パス指定と相対パス指定がある。

絶対パスは、ファイルシステムの最上位(ルート)から始まり、特定のディレクトリやファイルにたどりつくための一意的な経路である。絶対パスを指定すると、ファイルシステム内のどのディレクトリやファイルにもたどりつくことができる。絶対パスの先頭の名前は必ずルートから始まる。絶対パスの最後の名前は、ディレクトリでも、ファイルでもよい。パス途中の名前は必ずディレクトリ名でなければならない。最初の「¥」はルートディレクトリを表し、途中にある「¥」はディレクトリやファイルの名前を区切るための記号である。

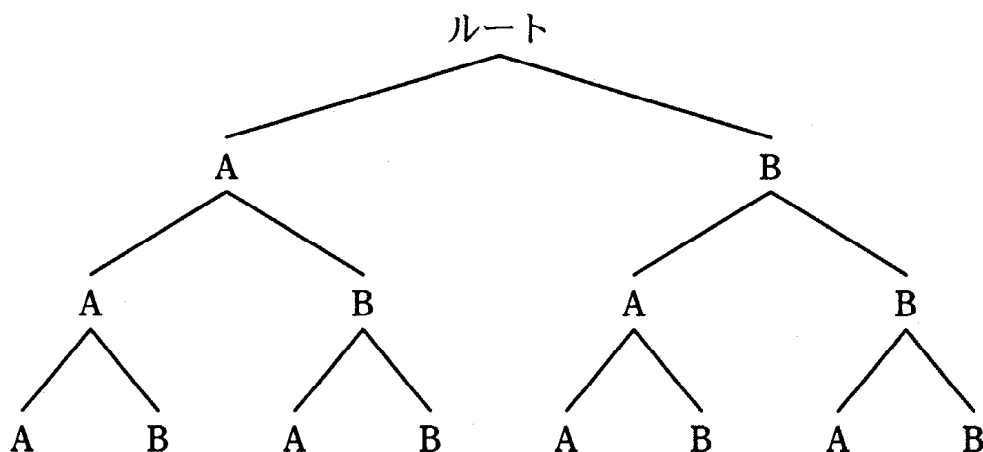
ア、イ、ウは、相対パス指定、エは絶対パス指定である。求める答えはエとなる。

例題演習

A, Bという名の複数ディレクトリが図に示す構造で管理されている。“¥B¥A¥B”がカレントディレクトリになるのは、カレントディレクトリをどのように移動した場合か。ここで、ディレクトリの指定は次の方法によるものとし、→は移動の順序を示す。

〔ディレクトリ指定方法〕

- (1) ディレクトリは、“ディレクトリ名¥…¥ディレクトリ名”のように、経路上のディレクトリを順に“¥”で区切って並べた後に“¥”とディレクトリ名を指定する。
- (2) カレントディレクトリは、“.”で表す。
- (3) 1階層上のディレクトリは、“..”で表す。
- (4) 始まりが“¥”のときは、左端にルートディレクトリが省略されているものとする。
- (5) 始まりが“¥”, “.”, “..”のいずれでもないときは、左端にカレントディレクトリ配下であることを示す“.”¥”が省略されているものとする。



ア ¥A → .. ¥B → . ¥A ¥B

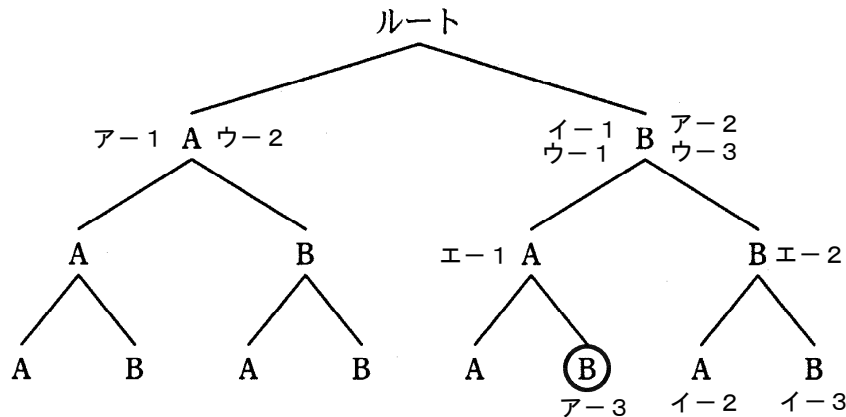
ウ ¥B → ¥A → ¥B

イ ¥B → . ¥B ¥A → .. ¥B

エ ¥B ¥A → .. ¥B

解答解説

ファイルシステムに関する問題である。



解答群のア～エの移動状況を示すと右の図のようになる。○印が¥B¥A¥Bの位置を表す。図から求める答はアとなる。

例題演習

用語が統一されていない文書を対象として全文検索を行うとき、シソーラスを用いることによって得られる効果はどれか。

- ア 階層関係における上位語を利用して、より厳密に検索対象を絞り込むことが可能になる。
- イ 異なるカテゴリに属する関連語を利用して、文章の意味解析に基づく検索が可能になる。
- ウ 同義語の利用によって表記の揺れを吸収し、漏れの少ない検索が可能になる。
- エ 類義語を用いて検索式を展開し、効率よく対象を絞り込むことが可能になる。

解答解説

シソーラスの効果に関する問題である。

シソーラスは、データベースでキーワードを関連づけて編集した辞書システムで、検索キーワードに一致する類語や関連語を含めて効率的に検索を行う。

データベース検索では、検索したい内容を的確に表すキーワードを入力しなければならないが、データベースの言葉と検索で指定した言葉の表現が異なると、同じ意味なのに検索漏れになる場合がある。それを防ぐために、検索に使える言葉を分類して、同義語、関連語、広義語、狭義語といった言葉を分野や内容に応じて整理したシソーラスを使用して、検索した言葉と完全に一致しない言葉でも検索の対象になり、検索漏れを防ぐことができる。求める答えはウとなる。

① ファイル編成法の種類

① 順編成ファイル

一連の論理レコードを物理的に連続した順序で記憶したファイルである。レコードはキー順に並んでいるか、入力した順番に並んでいる。

② 直接編成ファイル

特定のレコードを見つけるのにそのレコードが記録されているアドレスを用いて、特定のレコードのみを処理できる。

③ 区分編成ファイル

メンバと呼ばれる区分された順次編成ファイルの集合で、直接アクセスによってメンバを検索できるディレクトリがある。

④ 索引編成ファイル

基本的には順編成ファイルであるが、特定のレコードを直接アクセスするために索引を利用する。順次アクセス、直接アクセスが可能である。

⑤ VSAMファイル

仮想記憶オペレーティングシステムのもとで利用できるファイル編成方式で、入力順データセット、キー順データセット、相対レコードデータセットの3種類の編成法がある。データセットの構造はシリンダに相当する制御域とトラックに相当する制御インタバルで構成される。

② 順編成

① 構造と用途

順編成は一連の論理レコードを物理的に連続した順序で記録したファイルである。通常、レコードはキー順に物理的に連続して並んでいる。キー順に入力するのは、キー順に処理する仕事が多いためである。順編成ファイルはマスターファイルやトランザクションファイル(変動ファイル)に広く利用され、ファイルの突き合わせ作業に用いられる。

② 領域確保とレコードの入力

領域の確保はファイルを記憶させるために必要な大きさの場所をディスク上に確保することであり、この場所をエクステンツでVTOCに登録する。入力レコードをキー順に並べ、ユー

ユーティリティプログラムを利用して磁気ディスクに書き込む。入力レコードは入力した順番にエクステントの最初のトラックから連続して記録されていく。記録されるのは物理レコードである。固定長、可変長、不定長のすべての形式の書き込みが可能である。レコードのブロック化はユーティリティプログラムが行う。

㉓ 更新

順編成ファイルの更新とは状況の変化に対応して、ファイル内の特定のレコードのデータ項目を変えていくことである。新しいデータを含んだ変動ファイルとマスタファイルを突き合わせて、マスタファイルの内容を更新する場合に利用する。

磁気ディスクの更新は、更新したレコードをディスク上のもとの場所に戻す。磁気テープの更新は、別の磁気テープに新規の順編成ファイルとして作成する。更新時にレコードの長さの変更を伴うものは、磁気ディスクの場合でも新マスタファイルは新規のファイルとして別に用意したエクステントに作成する。

㉔ 追加・削除

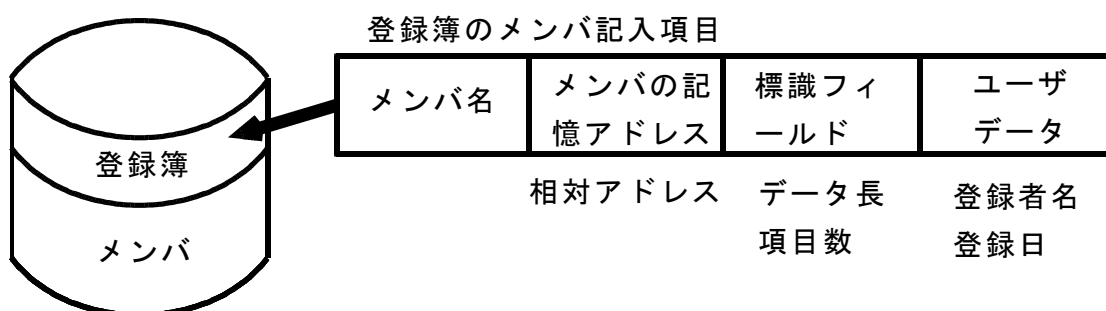
順編成の削除は、変動ファイル、マスタファイルからそれぞれのレコードを読み、キー項目の値が一致すればそのレコードを削除する。通常は、レコードの削除は論理的な削除であり、物理的な削除はしない。ファイルの再編成時に物理的な削除を行う。

磁気テープの場合、変動レコードとキー項目の一致しないレコードは新マスタファイルに書き写し、一致するレコードは書き写さない。書き写さない時は物理的に削除されてしまう。順編成の追加は、新しいレコードを既存のファイルの所定の箇所に挿入することである。

マスタファイルと変動ファイルを突き合わせ、順編成ファイルの連続したレコードの間に追加レコードを挿入する場合は、新マスタファイルを旧マスタファイルと別個に作り直す必要がある。磁気ディスク、磁気テープとも同様の処理になる。

③ 区分編成

㉕ 区分編成とは



区分編成は磁気ディスク等の直接アクセスが可能な媒体が対象となり、メンバとディレクト

リ(登録簿)で構成される。

⑥ メンバ

ファイル単位でメンバは構成される。メンバ内では、ファイルは順次編成で記録され、入力順に記憶される。メンバを処理するときは、名前を指定し、名前をディレクトリで探索し、該当のメンバを取り出す。メンバ毎に迅速なアクセスができる。

⑦ ディレクトリ(登録簿)

メンバ索引用登録簿で、メンバの名称、メンバの記憶アドレスをメンバ名の昇順に記録する。メンバ名は、メンバを作成するときに命名し記入項目に登録される。メンバの記憶アドレスは、そのメンバが記憶されている場所の先頭アドレスが相対トラック番号と相対レコード番号で記憶される。標識フィールドは、後続のユーザデータの長さ、その中のデータ項目の個数などが記憶される。ユーザデータはそのメンバの登録者名、登録日、バージョンなどが記憶される。

⑧ 区分編成ファイルの用途

各種プログラムファイル、システムの各種パラメータを記録するシステムファイル等に利用される。代表的なものが、プログラムライブラリで、一つのプログラムがメンバとなる。ジョブの実行順序を記述したジョブ制御言語、コマンドのプロシジャライブラリの格納に利用する。プロシジャ名をメンバ名とする。

⑨ 区分編成ファイルの作成

ディレクトリおよびメンバ記憶域の容量を決定し、記憶媒体上にファイルに必要な記憶領域を設定する。区分編成ファイル用処理プログラムを使用して、ディレクトリ領域を設定し、メンバを順次編成で読み込む。メンバ作成後にディレクトリにメンバ名とアドレスが記録される。

⑩ 変更・追加・削除

メンバ内のデータ項目を更新することは可能であるが、データ項目の新規追加、削除は不可能である。メンバ単位の追加・削除は、メンバおよびディレクトリ領域内の該当メンバの記入項目を追加削除して行う。削除の場合、メンバ領域のファイルはそのまま保存される。空きファイルの整理や追加メンバ記憶領域の確保を目的に、適宜、区分編成ファイルの再構成を行う。

⑪ 区分編成法の特徴

- ㊦ メンバと呼ばれる区分された順次編成ファイルと登録簿で構成される。
- ㊧ メンバ内のファイルは順次アクセスによる。
- ㊨ メンバはディレクトリを用いて直接アクセスにより検索が可能である。
- ㊩ ファイル単位での管理に適する。
- ㊪ 記憶媒体は、磁気ディスクなどのDASDを用いる。

- ㊸ 各種プログラムファイル、システムの各種パラメータなどを記録するシステムファイルなどに用いる。
- ㊹ ファイルの編成はメンバ領域にファイルを順次編成し、ディレクトリを作成する
- ㊺ 更新は、メンバ内のデータ項目でも可能であるが、追加や削除はメンバ単位でのみ可能である。
- ㊻ 追加削除は、メンバおよびディレクトリの該当領域の修正により行う。
- ㊼ 削除ファイルは、そのまま保存されるため、記憶領域の効率的な利用を考慮してファイルの再編成が必要である。

④ 索引編成

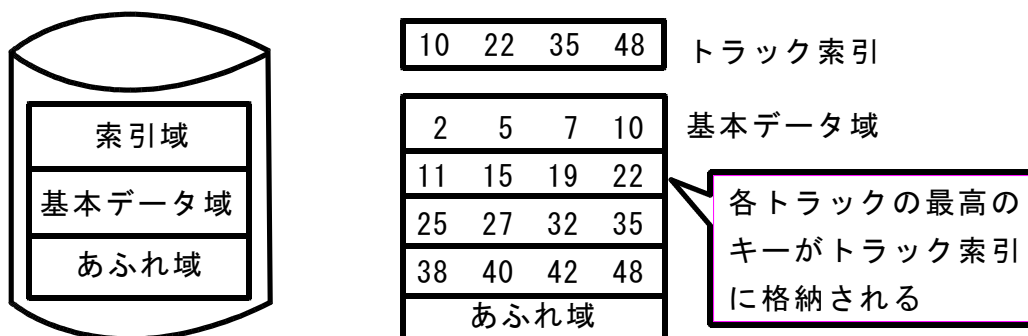
㊶ 索引編成ファイルの構造

基本データ域は、ファイルレコードそのものを記録する場所であり、レコードは、キー順に記録される。レコード形式は、キー付きになる。索引域は、トラック索引、シリンダ索引、マスタ索引の3レベルから構成される。

㊷ トラック索引

基本データ域のそれぞれのシリンダ毎に、各シリンダのトラック0に作られる。役割はそのシリンダ内のレコードを迅速に探索することにある。そのシリンダの各トラックに収容されているレコードの最大キーの値とそのトラック番号を記入する。トラック索引を調べると、特定のレコードがどのトラックにあるかが分かる。トラックが分かると、そのトラックの先頭から順に探して、該当レコードを見つければよい。

㊸ シリンダ索引



シリンダ索引は、ファイルに対して一つだけ作る。特定レコードが収容されているシリンダを迅速に確定するためである。各シリンダに収容されているレコードの最大キーとシリンダ番号を記入する。特定レコードを検索する場合、シリンダ索引からそのレコードが収容されているシリンダを確定する。そのシリンダのトラック索引を調べ、該当トラックを見つけ、そのトラック内を順次探索して該当レコードを見つける。

㊦ マスタ索引

シリンダ索引自体が大きくなって、その探索に時間がかかるときに作成する。マスタ索引を作成することによってシリンダ索引の探索が効率的になる。マスタ索引の記入項目はシリンダ索引の各トラックに対応して1個ずつ作られる。シリンダ索引のトラックの最大キーとトラック番号が記入される。特定のレコードを検索する場合、最初にマスタ索引を調べシリンダ索引の該当トラックを確定し、そのシリンダ索引のトラックを調べ該当シリンダを確定する。そのシリンダのトラック索引を調べ該当レコードのトラックを確定し、そのトラック内を順次探索して該当レコードを見つける。

㊧ あふれ域

レコードは基本データ域にキー順に連続して並んでいる。レコードの追加を行う場合、キーの値に応じて途中に挿入する。追加レコードの挿入されたトラックは結果としてレコードがあふれる。あふれたレコードはあふれ域に収容される。あふれ域はシリンダあふれ域と独立あふれ域がある。シリンダあふれ域は、そのシリンダ内のトラックからあふれたレコードを収容する。独立あふれ域は、シリンダあふれ域からさらにあふれたレコードを収容する。

㊨ 索引編成ファイルの作成

順編成ファイルの作成と同じである。キーの昇順に並べた入力レコードを用意し、ユーティリティプログラムでファイルに読み込んでいく。レコードは、基本データ域にキー順に並べられる。索引は、ユーティリティプログラムが自動的に作成する。基本データ域、索引域、あふれ域は、ファイル設計時にあらかじめ用意しておく。

㊩ 順次アクセスによる処理

基本的には順編成ファイルでのやり方と同じである。レコードの更新や追加、削除は、変動ファイルと基本ファイルの突合せで行う。レコードの追加はファイルの途中に追加することができない。追加できるのはファイルの最後のレコード以降である。

㊪ 直接アクセスによる処理

レコードの更新と削除、追加は変動ファイルと基本ファイルの突合せの形で行う。読み取った変動レコードのキー値をセットすれば索引を調べて該当レコードを見つける。ファイル上にはレコードはキー順に連続して記録されている。追加レコードもこのキー順に該当の場所に挿入される。

挿入時にあふれたレコードはシリンダあふれ域に収容され、トラック索引の内容の正規記入項目、あふれ記入項目が更新される。基本データ域のレコードとあふれ域のレコードはチェーン法によって関係がとられている。あふれ記入項目にはあふれレコードを含めたそのトラックの最高キーを記憶し、あふれレコードが記憶されているアドレスが記憶される。

あふれレコードをあふれ域に記憶する場合、レコードの先頭に関係フィールドを設定し、次のレコードのアドレスを記憶する。関係フィールドを利用して基本データ域のレコードとあふれ域のレコードとの関係が図られて、レコードがキー順にアクセス可能になる。

トラック索引以降の検索の場合、トラック索引のトラック 1 に対する正規記入項目を調べる。正規記入項目になればトラック 1 のあふれ記入項目を調べる。あふれ領域にあれば、あふれ記入項目から最新のあふれレコードのアドレスを調べて、そのレコードの連係フィールドを順次辿って目的のレコードにたどり着く。

シリンダあふれ域はファイル作成時に各シリンダに必要なトラック数を指定する。追加レコードが各シリンダに均等に発生しないときは独立あふれ域を利用する。独立あふれ域はシリンダあふれ域からあふれたレコードを収容するために設ける。シリンダあふれ域を設けずに独立あふれ域だけを作り、基本データ域からあふれたレコードをすべて独立あふれ域に収容することもできる。

① ファイルの再編成

あふれレコードが多くなると処理時間が長くなる。レコードの削除が多くなると、場所の無駄遣いになる。この問題を解決するためにファイルの再編成を行う。ファイル再編成によってあふれ域のレコードはすべて基本データ域に移される。また、削除レコードはファイル上から削除される。再編成は基本データ域の余裕がないときは別の大きな区域に作り直す。再編成はユーティリティプログラムを使用して行う。

① 索引順次編成ファイルの特徴

- ㊦ レコードはキー値順に記録される。
- ㊧ 索引はトラック毎のレコードに対して作成される。
- ㊨ キー値順に順次アクセスや、索引を使ってランダムにアクセスもできる。
- ㊩ ランダムにアクセス後、順次アクセスすることもできる。
- ㊪ ファイルは、索引域、基本域、あふれ域の 3 区域で構成される。
- ㊫ 基本域とあふれ域にレコードは記録される。
- ㊬ 索引域には、レコードの索引情報が記録される。

⑤ 直接編成

㊐ 直接編成とは

直接編成は特定のレコードを見つけるのに、そのレコードが記憶されているアドレスを用いて特定のレコードのみを処理する方式である。レコードアクセスを用いて特定のレコードだけを直接記録したり、取り出したりできるように編成する。レコードは指定したレコードアドレスに記録される。リアルタイム処理を必要とする業務に利用される。レコードの位置決めの方法には、実アドレス指定法と相対アドレス指定法がある。

⑥ 実アドレス指定法

磁気ディスク上でレコードが実際に記録されているアドレスをそのまま指定するやり方である。アドレスとして、CCHHRを用いる。ファイル再編成時にレコードの記憶場所が移動したとき、それらの情報の変更が必要である。

⑦ 相対アドレス指定法

相対アドレスは、ファイル先頭の記憶場所から数えた相対的なトラック番号、レコード番号を用いて表したアドレスである。相対ブロック番号方式と相対トラック番号・相対レコード番号方式がある。

相対ブロック番号方式は、相対アドレスを相対ブロック番号で表す。相対レコード番号でアドレスを指定するやり方が該当する。

相対トラック番号と相対レコード番号方式は、相対トラック番号はファイルのために割り振られたエクステントの最初のトラック番号を00とし、続くトラック番号を01、02、…、と数えるやり方である。相対レコード番号は、それぞれのトラックの始めを起点として数えたレコード番号である。相対トラック番号と相対レコード番号でレコードアドレスを表す。

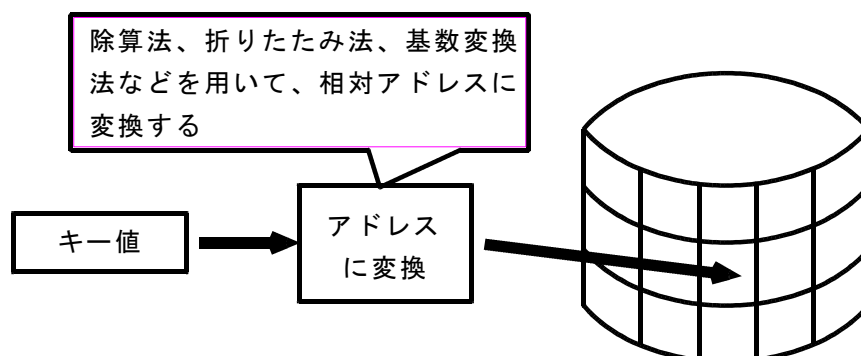
相対アドレス指定方式を用いた場合、ディスク上の実際のレコードをアクセスするときは、実アドレスに変換する必要がある。相対アドレスの実アドレスへの変換は、VTOCのそのファイルに対するエクステント情報の開始アドレスCCHHを用いて行う。

相対アドレスに変換する方法に除算法、折りたたみ法、基数変換法がある。

㊦ 除算法 : キー値をある除数で割り、その結果を相対アドレスとする。

㊧ 折りたたみ法 : キー値をいくつかの部分に分割し、それらを加え合わせ、その合計を相対アドレスにする。

㊨ 基数変換法 : キー値を10以外の基数で変換し、その結果を相対アドレスにする。



⑧ 直接編成の作成

直接アドレス方式で行う場合、入力レコードのキー値を昇順に並べてアドレスカウンタと比較し、一致すればキー値をアドレス変換する。不一致ならば、ダミーレコードを書き出す。間

接アドレス方式で行う場合、最初にファイル全体にダミーレコードを書いて入力レコードをアドレス変換してファイルに書き込んでいく。レコードがすでに存在するときはシノニムレコードになる。シノニムレコードの処理は、シーケンシャル法またはチェーン法で行う。シーケンシャル法はホームアドレスの近くの空いているアドレスに書き出す方法である。チェーン法はシノニムレコードをポインタで繋いでいく方法である。

④ 更新・追加・削除

更新は順編成ファイルと同様に変動ファイルとマスタファイルの突合せによって行う。追加はファイル作成と同じ要領で行う。ダミーレコードを利用して追加レコードを入力レコードと同じように処理する。削除は順編成ファイルと同様に、削除文字をレコードの一部に書き込む。削除したレコードは、ダミーレコードと同様に取り扱う。

⑤ 直接編成法の特徴

- ㊦ ランダムにレコードを検索する場合、使用効率が高い。
- ㊧ 順番にレコードを検索する場合、順編成に比較して使用効率が低い。
- ㊨ キーに基づくアドレスであるため、一般的に記憶領域の利用効率は高くない。
- ㊩ レコードの更新、追加、削除が比較的容易である。
- ㊪ 記憶媒体は、磁気ディスクやフロッピーディスクのDASDが利用される。
- ㊫ アクセス方式には、直接アドレス方式、間接アドレス方式がある。
- ㊬ 間接アドレス方式では、除算法、重ね合わせ法、基数変換法が使用される。
- ㊭ 異なるキーが同一のアドレスを指定する複数のレコードが発生するシノニム現象が生じる。
- ㊮ 編成は最初に領域全体にダミーレコードを記録した後、初期レコードを記録する。
- ㊯ 更新、追加、削除とも直接アクセスが可能である。削除はダミーレコードに置換する。

⑥ VSAMファイル

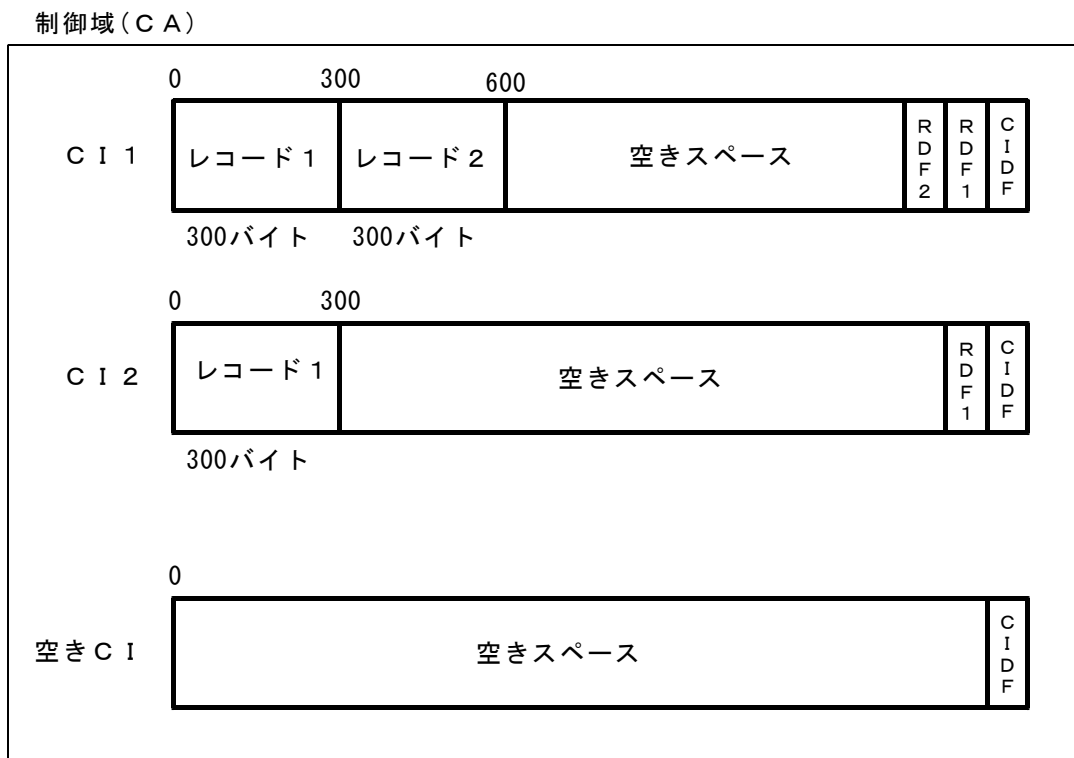
① VSAMファイルとは

仮想記憶オペレーティングシステムのもので利用できるファイル編成法とアクセス方式である。入力順データセット(ESDS)、キー順データセット(KSDS)、相対レコードデータセット(RRDS)の3種類の編成法がある。ESDSは順編成ファイル、KSDSは索引編成ファイル、RRDSは直接編成ファイルに相当する。ファイルをデータセット、エクステントをデータスペースという。

② データスペース

データスペースはVSAMデータセットのためにDASD上に割り当てられた記憶域であり、一つ又は複数のデータセットを収容する。ボリューム通し番号やスペースの大きさなどのデー

タスペースの情報はV S A Mカタログに記憶される。データスペースの確保はアクセス方式サービス (AMS) というユーティリティプログラムを用いて行う。AMSは、クラスタの定義、データセットの複写、移動、削除といった機能を果たす。



㉔ V S A Mデータセット

V S A Mデータセットは、制御域 (C A) や制御インターバル (C I) の論理的な構成要素の集合であり、この集合をクラスタという。データセットは、シリンダに相当するいくつかの制御域で構成される。また、一つの制御域はトラックに相当するいくつかの制御インターバルから構成され、論理レコードは制御インターバルのなかに記憶される。

制御域は、データセットを編成する上での論理的な区域で、レコードを記憶するために使用する。データセットの終わりの部分に空き C A を設ける。一つのデータセットは複数個の C A から構成され、空き C A は追加レコードが発生したとき、それを収容するのに使用する。空き C A がなくなると、新しい C A を設定する。

制御インターバルは、制御域を細分化したもので論理的領域である。制御インターバルは入出力操作の単位で、制御域の残りの部分に空き制御インターバルを設定し、レコードの追加のために使用する。レコードの追加が発生すると、制御域の中の空き制御インターバルに収容する。そこが使い尽くされると、空き制御域の制御インターバルを使用する。

㉕ 論理レコードの記憶形式

論理レコードは制御インターバルに記録される。論理レコードの形式は、固定長でも可変長でもよい。各レコードは制御インターバルの先頭から順番に記録される。同時に、レコード長などの情報を含んだレコード定義フィールド (R D F) が制御インターバルの右側に作成される。

レコードとR D Fの間があきスペースになる。空きスペースに関する情報が制御インタバールの最右端の制御インタバール定義フィールド(C I D F)に記憶される。C I D Fには、空きスペースの長さや相対的位置などが記憶される。空きスペースは、追加や削除により、長さや相対位置が変わる。それに応じて、C I D Fは、V S A Mによって自動的に更新される。

㊦ 相対バイトアドレス

V S A Mデータセットでは、各レコードの記憶アドレスを相対バイトアドレス(R B A)で表現する。R B Aは、データセットの最初の制御域の最初の制御インタバールの先頭バイトを0として、そこから数えたバイト数である。レコードの記憶アドレスにR B Aを用いることで、ハードウェアからの独立性が実現できる。D A S Dの種類に無関係に、どんなD A S D上にあっても、また、D A S DのどこにあってもR B Aそのものは変わらない。これによってデータセットの保守作業や移動が容易になる。

例題演習

ファイル編成法の一つである索引編成ファイルの説明として、正しいものはどれか。

- ア 各レコードのもっているアドレスによって、レコードに直接アクセスできる。媒体の利用効率が悪くなることがある。
- イ データを記録する領域と、特定のレコードを直接アクセスするための情報を記録する領域で構成する。媒体の利用効率がよく、大規模なファイルを作ることができる。
- ウ 物理的に書き込んだ順番にレコードを記録する。順次アクセスだけができる。
- エ メンバと呼ぶデータ領域と、メンバの情報を管理する登録簿域で構成する。プログラムの格納に適している。

解答解説

索引編成ファイルは、索引キーによる直接アクセスができるファイル編成法である。

索引順次編成ファイルの特徴

- ① レコードはキー値順に記録される。
- ② 索引はトラック毎のレコードに対して作成される。
- ③ キー値順に順次アクセスすることもできるし、索引を使ってランダムにアクセスすることもできる。
- ④ ランダムにアクセス後、順次アクセスすることもできる。
- ⑤ ファイルは、索引域、基本域、あふれ域の3区域で構成される。
- ⑥ 基本域とあふれ域にレコードは記録される。
- ⑦ 索引域には、レコードの索引情報が記録される。

イのデータ域と索引域で構成されるのは索引編成ファイルである。求める答えはイである。

アは直接編成法、ウは順編成ファイル、エは区分編成ファイルである。

例題演習

索引編成ファイルを構成する領域は、索引領域と基本データ領域ともう一つは何か。。

- | | |
|------------|----------|
| ア あふれ領域 | イ シノニム領域 |
| ウ ディレクトリ領域 | エ メンバ記憶域 |

解答解説

索引編成ファイルを構成する3領域の問題である。

索引編成ファイルは、索引領域、基本データ領域、あふれ域から構成される。

アのあふれ領域は、索引編成ファイルの領域である。正しい。求める答えはアとなる。

イのシノニムは、異なる2つのレコードの格納アドレスが計算結果で同一のアドレスになることである。

ウのディレクトリは、補助記憶装置におけるファイルの階層的な格納構造のことである。ファイル名やそれに関係する情報が格納されている。

エのメンバ領域は、区分編成ファイルを構成するファイル区分である。

例題演習

次の記述のうち、直接編成ファイルの特徴を説明しているのはどれか。

- ア 仮想記憶装置のもとで処理され、順次アクセス、直接アクセスを効率よく行うことができる。
- イ 索引域、基本データ域、あふれ域から構成され、順次アクセス、直接アクセスの両方ができる
- ウ 磁気テープで利用できるのは、この編成のファイルだけである。
- エ レコードアドレスを指定することによって、処理対象となるレコードを特定することができる。

解答解説

直接編成ファイルに関する問題である。

直接編成は、特定のレコードを見つけるのに、そのレコードが記憶されているアドレスを用いて特定のレコードのみを処理する方式である。レコードアクセスを用いて特定のレコードだけを直接記録したり、取り出したりできるように編成する。レコードの格納アドレスを求める際に衝突が発生する。

アはV S A M、イは索引編成、ウは順編成、エは直接編成である。求める答えはエとなる。

例題演習

直接編成ファイルにおけるレコードのキー値を格納アドレスに変換したハッシュ値の分布として、理想的なものはどれか。

- | | | | |
|--------|--------|--------|----------|
| ア 一様分布 | イ 幾何分布 | ウ 二項分布 | エ ポアソン分布 |
|--------|--------|--------|----------|

解答解説

直接編成ファイルのハッシュ値の分布に関する問題である。

直接編成法は、キー値をレコードが格納されているアドレスに変換して、ファイルにアクセスする直接アクセス法とハッシュ関数などで何らかの計算をしてアドレス変換を行う方式の間接アドレス方式がある。ハッシングによりアドレスを分散することができ格納位置の分布は一様分布となる。従って、どのデータも等しい確率で検索、抽出が可能となる。

アの一様分布は、離散型あるいは連続型の確率分布で、サイコロを振ったときの目が出る確率など、すべての事象の起こる確率が等しい現象のモデルである。求める答えはアとなる。

イの幾何分布は、AかBのどちらかしか起こらない現象のベルヌーイ試行において、X回の失敗のあとX+1回目に初めて事象Aが起こる確率の分布である。

ウの二項分布は、結果が成功か失敗のいずれか(ベルヌーイ試行)であるn回の独立な試行を行ったときの成功数で表される離散確率分布である。

エのポアソン分布は、一定の長さの時間、一定の大きさの空間においてごくまれに起こる事象を表現するときに用い分布の考えで、非常に大きな集団においてきわめて起こりにくい事象を対象としたときの分布である。

例題演習

シノニムレコードの発生する可能性があるファイルアクセスはどれか。

- ア 区分編成ファイルへのレコードの追加
- イ 索引順編成ファイルのレコードの更新
- ウ 順編成ファイルのレコードの更新
- エ 直接編成ファイルへのレコードの追加

解答解説

シノニムレコードに関する問題である。

直接編成は、特定のレコードを見つけるのに、そのレコードが記憶されているアドレスを用いて特定のレコードのみを処理する方式で、レコードアクセスを用いて特定のレコードだけを直接記録したり、取り出したりできるように編成する。レコードの格納アドレスを求める際に衝突が発生する。この衝突がシノニム現象である。

ハッシュ法は、データの値から直接、位置を計算する方法である。データの参照を高速に行う。キー値Xを関数 $H(X)$ を用いて、配列の添字やアドレスに変換する。関数 $H(X)$ をハッシュ関数といい、ハッシュ関数が返す値をハッシュ値という。ハッシュ関数を用いて、データを格納する添字やアドレスを求めることをハッシングという。

異なったキー値から同じハッシュ値が求まることを衝突という。先に格納されていたデータをホームデータ、後のデータをシノニムデータという。衝突が発生した場合、この衝突を回避する方法に、チェーン法とオープンアドレス法がある。

シノニム現象が発生するのは、直接編成ファイルにレコードを追加する場合である。求める答えはエとなる。

例題演習

ハッシュ法の説明として、適切なものはどれか。

- ア 関数を用いてレコードのキー値からレコードの格納アドレスを求めることによってアクセスする方法
- イ それぞれのレコードに格納されている次のレコードの格納アドレスを用いることによってアクセスする方法
- ウ レコードのキー値とレコードの格納アドレスの対応表を使ってアクセスする方法
- エ レコードのキー値をレコードの格納アドレスとして直接アクセスする方法

解答解説

ハッシュ法に関する問題である。

ハッシュ法はハッシュ関数を使用して、データの探索キーの値をデータの格納アドレスに変換することである。データの参照を高速で行う。ハッシュ法では、異なるキーから同じハッシュ値が求まる場合があり、これを衝突という。衝突した場合の対策として、チェーン法とオープンアドレス法がある。チェーン法は同じハッシュ値を持つデータをポインタを利用してリストでつなぐ方法である。オープンアドレス法は、元のハッシュ値+1で再ハッシュを行う方法である。ハッシュ法はアドレスを計算で求めるため、計算量は通常 $O(1)$ である。従って、表探索に利用する場合も衝突が発生しなければ1回の計算で格納場所を決めることができる。

アの関数を用いてレコードのキー値からレコードの格納アドレスを求めるアクセス法はハッシュ法に関する内容である。求める答えはアとなる。

イのレコードに格納されている次のレコードの格納アドレスを用いる方法はリスト構造のデータのアクセスに使用する方法である。

ウのレコードのキー値と格納アドレスの対応表を使用する方法は索引編成の索引を用いるアクセス方式である。

エのレコードのキー値を格納アドレスとして使用する方法は直接編成の実アドレス指定方式である。

例題演習

次に示す番号をキーとする10件のレコードを直接編成ファイルに記録することを考える。ハッシング（アドレス変換）の方法として、7を除数とする除算法を用いたとき、シノニムレコードは何件か。

なお、除算法によるハッシングでは

$$\text{キー値} \div \text{除数} = X \text{ 余り } Y$$

としたときYがレコードアドレスとなる。

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

- ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4

解答解説

ハッシュ関数を用いて、ハッシュ値を求める計算で発生するシノニム現象の発生件数を求める問題である。

左からレコードアドレスを求めると次のようになる。

2、4、6、1、3、5、0、2、4、6

シノニムレコードは、2、4、6の3件である。求める答えはウとなる。

例題演習

格納アドレスが1～6の範囲の直接編成ファイルにおいて、次の条件でデータを格納した場合、アドレス1に格納されているデータのキー値はどれか。

〔条件〕

- (1) キー値が3, 4, 8, 13, 14, 18の順でデータを格納する。
- (2) データのキー値を5で割った余りに1を加えた値を格納アドレスにする。
- (3) 格納アドレスに既にデータがある場合には、次のアドレスに格納する。これを格納できるまで繰り返す。最終アドレスの次は先頭とする。
- (4) 初期状態では、ファイルは何も格納されていない。

ア 8

イ 13

ウ 14

エ 18

解答解説

直接編成ファイルのデータ格納に関する問題である。

データ格納アドレスの計算方法は $\text{格納アドレス} = (\text{キー値} \% 5) + 1$ でけある。

6個のデータの格納アドレスを求めると、次のようになる。

キー値3	$(3 \% 5) + 1 = 4$	格納アドレス4
キー値4	$(4 \% 5) + 1 = 5$	格納アドレス5
キー値8	$(8 \% 5) + 1 = 4$	格納アドレス6
キー値13	$(13 \% 5) + 1 = 4$	格納アドレス1
キー値14	$(14 \% 5) + 1 = 5$	格納アドレス2
キー値18	$(18 \% 5) + 1 = 4$	格納アドレス3

アドレス1に格納されるキー値は13である。求める答えはイとなる。

例題演習

区分編成ファイルに関して、正しい記述はどれか。

- ア シノニムレコードの対策を考慮しなければならない。
- イ 直接アドレス指定方式と間接アドレス指定方式がある。
- ウ 登録簿とメンバに分かれ、登録簿によってメンバを直接アクセスすることができる。
- エ ボリューム管理情報、データセットに対するアクセスの履歴情報、データセットの属性、機密保護情報などを管理するための登録簿がある。

解答解説

区分編成ファイルの特徴に関する問題である。

アのシノニム現象が発生するのは直接編成ファイルである。シノニムとは、異なる2つのレコードが計算結果により同一のアドレスになることである。

イの直接アドレス指定方式、間接アドレス指定方式は直接編成ファイルの特徴である。直接アドレス指定方式はレコードのキー項目を直接記憶媒体のアドレスにすることであり、間接アドレス指定方式は主キーに、ある計算を実行し、その計算結果をアドレスとする方式である。

ウの登録簿でメンバに直接アクセスするのは区分編成ファイルで、求める答えはウとなる。

エのボリューム管理情報、アクセス履歴情報、データセットの属性、機密保護情報の管理のための登録簿はVSAMファイルである。

例題演習

ファイルをメンバと呼ぶ複数の単位に分割する区分編成ファイルに関する記述のうち、正しいものはどれか。

ア 記憶媒体として磁気ディスクおよび磁気テープを使用できる。

イ 区分編成ファイルをプログラム格納用ファイルに使うのは、メンバの容量を超えることが多いので適していない。

ウ メンバ内のレコードはランダムにアクセスされる。

エ メンバの格納位置を登録したディレクトリをもつ。

解答解説

区分編成ファイルの特徴に関する問題である。

区分編成ファイルの特徴は、ディレクトリはランダムアクセスが可能、メンバは順アクセスであり、ライブラリ管理に有効である。

アの磁気テープは不可である。

イの区分編成ファイルはプログラム格納ファイルとして利用する。

ウは、メンバは順アクセスのみで、ランダムアクセスはできない。

エのディレクトリの説明は区分編成ファイルに関するものである。求める答えはエである。