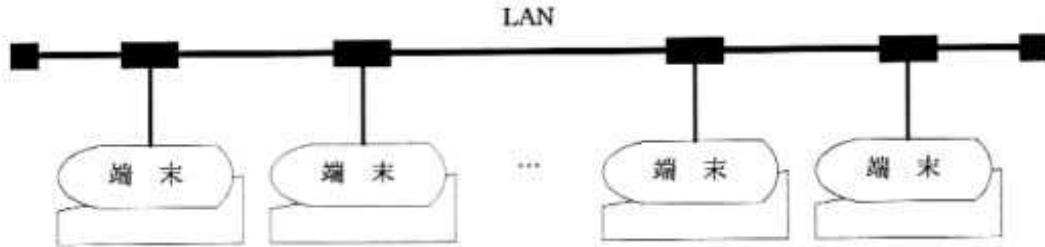


問1 LAN に関する次の記述を読んで、設問 1 ~ 3 に答えよ。

CSMA / CD 方式を用いたバス型の LAN に 30 台の端末が接続され、相互にファイル転送や電子メール送受信などが行われている。この LAN の物理媒体の伝送速度は、10M ビット / 秒である。



5

図 CSMA/CD 方式を用いたバス型の LAN

図 CSMA / CD 方式を用いたバス型の LAN

ある 2 台の端末間で 30M バイトのファイルを転送するために、平均 2 分を要している。すなわち、これらの端末からみたデータ伝送速度は、

$$10 \quad 30 \times 10^6 \times 8 \div 120 = 2 \times 10^6 = 2M \text{ (ビット / 秒)}$$

となり、これを実効的なデータ伝送速度と呼ぶことにする。

設問1 この LAN の場合、実効的なデータ伝送速度が、物理媒体の伝送速度よりも低くなる原因として正しいものを二つ選べ。

- 15
- ア 自分の端末に割り当てられたタイムスロットを待つ時間
 - イ 他の端末によるデータ伝送要求との競合
 - ウ 通信手順 (プロトコル) によるオーバヘッド
 - エ トークンの巡回を待つ時間
 - オ パケット交換の際の時間遅れ

20

設問2 端末上ではデータの圧縮・伸張ソフトウェアが利用でき、それを利用すると対象データを本来のデータサイズの 1 / 10 に圧縮できる。この圧縮、伸張それぞれに要する時間は、圧縮前のデータサイズ 1M バイト当たり 1.5 秒である。

25 実効的なデータ伝送速度が 2M ビット / 秒の場合、30M バイトのファイル全体を圧縮して転送し、受信後伸張が終了するまでの総所要時間は何秒になるか答えよ。ただし、圧縮、転送及び伸張は、並行して行うことはできないものとする。

30 設問3 設問 2 の条件では、実効的なデータ伝送速度が低い場合、ファイル転送に要する総所要時間を短くするには、データ圧縮、伸張を行う方が有利になる。データ圧縮を行う場合と行わない場合の総所要時間が等しくなるのは、実効的なデータ伝送速度が何 M ビット / 秒のときか答えよ。答えに小数第 2 位以降に端数がある場合は、小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。

問2 プロセスのスケジューリングに関する次の記述を読んで、設問 1 ~ 3 に答えよ。

OS におけるプロセスのスケジューリング方式の一つに、各プロセスに優先度を与えて、優先度の高い順に CPU を割り当てる優先度順方式がある。

5 次の条件で優先度順方式のプロセスのスケジューリングを行う場合を考える。各プロセスの優先度は数値で表すこととし、数値が大きいほど優先度が高いものとする。

〔条件〕

(1) 各プロセスは、起動されると同時に実行可能状態となる。

10 (2) 各プロセスの優先度によってプリエンプションが発生する。ただし、プリエンプションのためのオーバーヘッドは無視できる。

(3) 複数のプロセスが資源 R を使用する場合、その排他制御を行うために 2 進セマフォ S を使用する。セマフォ S を獲得したプロセスは、資源 R を使い終わるまでセマフォ S を解放しない。

15 (4) プロセスの実行中に、セマフォ S を獲得しようとして、セマフォ S を獲得できない場合には、そのプロセスの実行が中断され、他の実行可能状態のプロセスの中で優先度の高いプロセスに CPU が割り当てられる。

20 (5) セマフォ S の解放を待っているプロセスがある場合は、セマフォ S が解放された時点で、セマフォを解放したプロセスとセマフォを待っているプロセスとの中で、優先度の高いプロセスに CPU が割り当てられる。

設問1 二つのプロセス A, B を(1)~(5)の条件でスケジューリングする。プロセス A, B が、表 1 に示す属性をもっている場合に、プロセス B の実行開始時刻と終了時刻は、プロセス A の起動時刻を起点として、それぞれ何ミリ秒後になるか答えよ。

25

(ここに表がはいる【表 1 プロセス A, B の属性】)

表1 プロセスA, Bの属性

(優先度以外の単位：ミリ秒)

| | 優先度 | 起動時刻 | CPU 使用時間 | セマフォの獲得が必要となるまでの CPU 使用時間 | セマフォを保持している時間 |
|-------|-----|------|----------|---------------------------|---------------|
| プロセスA | 10 | 0 | 220 | 100 140 | 20 10 |
| プロセスB | 30 | 110 | 100 | 50 | 20 |

表 1 の数字の意味は次のとおりである。

30 1 起動時刻は、プロセスが最初に実行可能状態となる時刻である。ただし、プロセス A の起動時刻を 0 とする。

- 2 CPU 使用時間は、そのプロセスが CPU を使用する時間である。プロセスは CPU だけを使用して、I / O 待ちは発生しない。
- 3 セマフォの獲得が必要となるまでの CPU 使用時間は、プロセスが CPU を連続して使用できた場合に、CPU を使いはじめてからセマフォ S の獲得が必要となるまでの CPU 使用時間である。
- 4 プロセス A は、起動後 100 ミリ秒からと 140 ミリ秒からの 2 回、セマフォ S を獲得する必要がある。
- 5 セマフォを保持している時間は、セマフォ S を獲得した後でセマフォ S を解放するまでに必要な CPU 使用時間である。この時間は CPU 使用時間に含まれる。

10 設問 2 設問 1 のプロセス B は、高い応答性が必要なプロセスである。ここで、プロセス A、B(表 1)に、表 2 に示すプロセス C が加えられたときにどのような不具合が発生するか、40 字以内で述べよ。ただし、プロセス C は資源 R を使用しないが、プロセス A、B とともに (1) ~ (5) の条件でスケジューリングされる。

15 表 2 プロセス C の属性

表 2 プロセス C の属性
(優先度以外の単位：ミリ秒)

| | 優先度 | 起動時刻 | CPU 使用時間 |
|--------|-----|------|----------|
| プロセス C | 20 | 120 | 300 |

設問 3 次の記述中の [a] ~ [e] に入れる適切な字句を、解答群の中から選べ。

20 OS におけるプロセスのスケジューリング方式には、要求された順に CPU 時間を割り当て、プロセスの実行が終了するまで CPU を使い続ける [a] 方式や、要求された順に一定時間ずつ CPU を割り当て、割り当てられた時間を使い切ったプロセスは、待ち行列の最後に回す [b] 方式などがある。[b] 方式は、[c] システムなどで使用される。

25 また、スケジューリング方式として優先度順方式を採用する場合、プロセスの優先度の与え方として、最初に OS プロセス、次に高い応答性が求められるような [d] プロセス、最後に [e] プロセスの順に優先度を下げていく方式がよく使われる。

- 30 解答群
- ア SJF (Shortest Job First)
 - イ キャッシュ
 - ウ 時分割 (タイムシェアリング)
 - エ 処理時間順
 - 35 オ タイムクォンタム

- カ 対話形
- キ デッドライン
- ク 到着順
- ケ バッチ
- 5 コ ページング
- サ ラウンドロビン

問3 関係データベースを用いた部品受注システムに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

5 ある耐久消費財の修理用部品（以下部品という）の受注システムがある。このシステムのE-R図（実体関連図）を図1に、テーブルの構成を図2に示す。ただし、図2の下線を付した項目はテーブルの主キーとなる項目である。

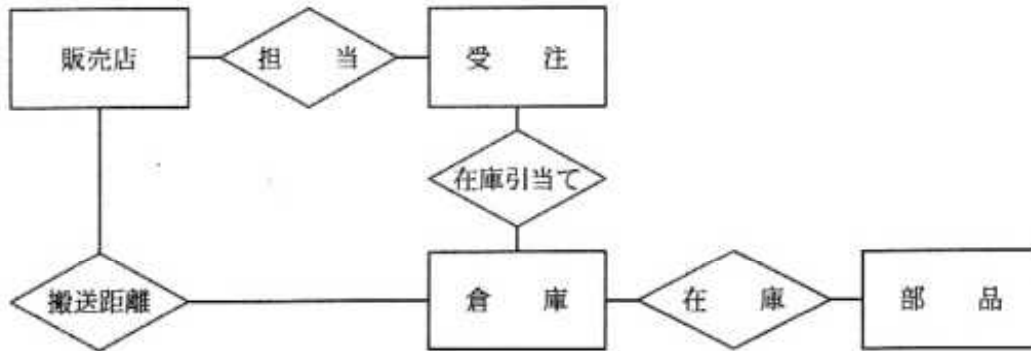


図1 E-R図

| | | | | | | | |
|---------------|---------------|--------------|---------|----------|-------|-----|----|
| 販売店テーブル | <u>販売店コード</u> | 販売店名称 | | | | | |
| 受注テーブル | <u>受注番号</u> | 販売店コード | 受注部品コード | 受注数量 | | | |
| 在庫引当て テーブル | <u>受注番号</u> | 一連番号 | 倉庫コード | 引当て部品コード | 引当て数量 | | |
| 搬送距離 テーブル | <u>販売店コード</u> | <u>倉庫コード</u> | 搬送距離 | | | | |
| 倉庫テーブル | <u>倉庫コード</u> | 倉庫名称 | | | | | |
| 在庫テーブル | <u>倉庫コード</u> | <u>部品コード</u> | 在庫数量 | | | | |
| 部品テーブル | <u>部品コード</u> | 部品名称 | 価格 | 代替部品コード | | | |
| | | | | 1 | 2 | ... | 10 |

図2 各テーブルの構成

10

このシステムは、販売店のオンライン端末からの注文に対して、在庫テーブルの検索、在庫テーブルからの引当て、在庫引当てテーブルの作成を行っている。部品は、複数の倉

庫に在庫があり，各販売店には原則として最も近い倉庫から配送することになっている。
販売店と倉庫の距離は，搬送距離テーブルに記録されている。部品には代替部品が最大 10
種類用意されている。代替部品が n 種類ある場合，部品テーブルの代替部品コードの 1 番
目から n 番目までに記録されていて，代替部品コードの $(n + 1)$ 番目以降は Null となっ
5 ている。代替部品の代替部品は，元の部品の代替部品にはならない。

〔在庫引当て処理〕

在庫引当ての処理は，次のとおりとする。

(1) 販売店に一番近い倉庫の在庫から，受注した部品（以下，受注部品という）の受注
10 数量を引き当てる。

(2) 在庫数量が受注数量に満たない場合は，在庫数量を引き当てた残りの量を代替部品
で引き当てる。

(3) 代替部品を引き当てても足りない場合は，不足する数量を次に近い倉庫から引き当
てる。この場合も (1), (2) の手順に従う。

15

〔一連番号の割当て〕

オンライン端末からの注文に含まれる受注部品ごとに，受注番号を割り当てる。在庫引
当て処理で，一つの受注部品が複数の倉庫又は複数の部品で引き当てられた場合，受注番
号以外に，一連番号として 1 から順に番号を付け，在庫引当てテーブル上では別の行とす
20 る（一つの倉庫，かつ一つの部品で引当てができた場合には，一連番号を 1 とする行だけ
となる）。

受注部品に対し，実際に引き当てた部品を引当て部品と呼ぶ。引き当て可能な部品をす
べて引き当てても受注数量に満たない場合は，在庫引当てテーブルの引当て数量の合計が
受注テーブルの受注数量より小さくなる。

25

設問 1 次の各実体間の対応関係を，それぞれ解答群の中から選べ。

(1) 販売店 - 受注

(2) 倉庫 - 部品

30 解答群

ア 1 対 1

イ 1 対 m

ウ m 対 1

エ m 対 n

35

設問 2 部品テーブルの正規化に関する次の記述中の [a] ~ [d] に入れる適切
な字句を，それぞれ 15 字以内で述べよ。

図 2 の部品テーブルは代替部品コードが [a] 項目となっているので，部品と代替
40 部品の整合性を保つには，複雑で大きな負荷を伴う処理が必要になる。そこで [a]

- 項目を排除して第一正規形にし、代替部品テーブルを新設することにした。代替部品テーブルに最低限必要な項目を列挙すると [b] となるが、この中で主キーとなる項目をすべて挙げると [c] となる。ここで [d] を設定しておくこと、関連する代替部品をすべて削除しないと部品が削除できないようにも、部品を削除すると自動的に関連する代替部品がすべて削除されるようにもできるので、部品と代替部品の整合性を保つのに好都合である。

設問 3 在庫の引当てが受注数量に満たないものを調べるための SELECT 文を作成した。
[e] を埋めよ。

- ```
10 SELECT 受注テーブル.受注番号, 受注部品コード, 受注数量, SUM(引当
て数量)
FROM 受注テーブル, 在庫引当てテーブル
[e]
GROUP BY 受注テーブル.受注番号, 受注部品コード, 受注数量
15 HAVING 受注テーブル.受注数量 > SUM(引当て数量)
```

問4 オブジェクト指向設計に関する次の記述を読んで、設問1～5に答えよ。

5 スポーツクラブの会員管理に関するシステムを、オブジェクト指向の考え方で設計することになった。ただし、本問での表記法は図1のとおりとする。

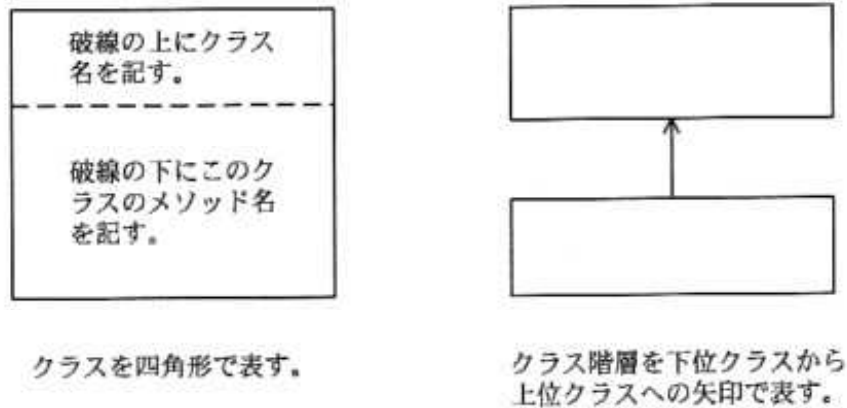


図1 クラスとクラス階層

図1 クラスとクラス階層

10

システムの要件は次のとおりである。

- (1) 会員の種別には、正会員と週末会員がある。
- (2) 正会員の入会金は5万円、週末会員の入会金は3万円である。
- (3) 入会時に、住所、氏名、生年月日などの管理情報をシステムに登録する。
- 15 (4) 会員が退会した場合には、登録済みの管理情報を削除する。
- (5) 会員からは、毎月会費を徴収する。
- (6) 会員には、クラブ主催のイベント情報を通知する。ただし、通知の時期は、正会員にはイベントの開催1か月前、週末会員には2週間前とする。
- (7) 週末会員は、入会金の差額を払うと正会員への種別変更が可能である。

20

このシステムのメソッドを含んだクラス構造を図2のように設計した。



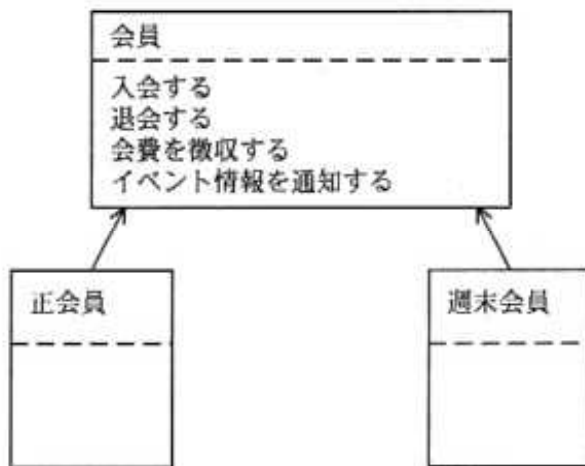


図 2 クラス構造

図 2 クラス構造

- 5 設問 1 図 2 はシステムの要件をすべては満足していない。メソッドを一つ追加することで、システムの要件をすべて満足するように、答案用紙の図 3 を完成させよ。  
(注：図 3 は添付していないが、おそらく図 2 と同様 / 以下の図 4 についても同様))

- 10 設問 2 図 2 では、会員クラスで定義している各種メソッドを、正会員や週末会員のクラスでは定義していない。このように、オブジェクト指向ではクラス階層の上位クラスで定義したメソッドやデータを下位クラスが引き継ぐことができる。これを何と呼ぶか答えよ。

- 15 設問 3 システム要件 (6) を満足するためには、図 2 の正会員クラスと週末会員クラスのインスタンスが受け付けるメッセージ“ イベント情報を通知する ” は、同じメッセージ名でも処理内容が異なる。これをオブジェクト指向では何と呼ぶか答えよ。

設問 4 会員の種別として、新規に平日会員を追加することになった。平日会員に対するシステムの要件は次のとおりである。また、それにあわせて、正会員のサービスも一つ追加した。

- 20 (1) 平日会員の入会金は、2 万円である。  
(2) 平日会員にもクラブ主催のイベント情報を通知する。ただし、通知の時期は 2 週間前とする。  
(3) 入会、退会、毎月の会費徴収は、他の会員と同様とする。  
(4) 平日会員は他の種別の会員に変更することはできず、新たに入会し直さなければならない。  
25 (5) 正会員と平日会員には比較的クラブが空いているお勧め曜日を通知する。

ただし、本システムではお勧め曜日の決定は行わない。

この場合，図 2 をどのように拡張する必要があるか。答案用紙の図 4 を完成させよ。ただし，会員クラスにはメソッドは追加しないものとする。また，設問 1 に対応するメソッドは，本設問では対象外とする。

- 5 設問 5 新たに平日会員の種別を追加する場合，オブジェクト指向で設計したことによって，どのような開発上の利点が得られるか。20 字以内で述べよ。

問 5 システム構成技術に関する次の記述を読んで，設問 1 ～ 3 に答えよ。

全国に支店をもつ保険会社の F 社は，本部システムの営業情報サーバに蓄積された営業情報を各支店の端末からオンラインで検索するシステムを計画している。このシステムの構成を図に示す。

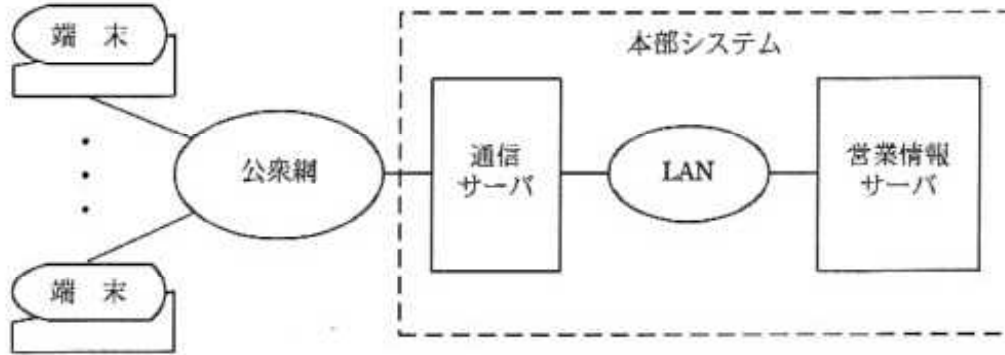


図 システムの構成

このシステムの仕様は，次のとおりである。

- 10 (1) 営業情報サーバには，1 件当たり平均 5k バイトの営業情報が蓄積されている。
- (2) 営業情報サーバと通信サーバは，システムアーキテクチャ，信頼度及び性能ともまったく同一のコンピュータを使用している。そのコンピュータは標準で 4G バイトのディスクを 1 台装備している（以下，増設機器のないコンピュータを，標準構成のコンピュータという）。
- 15 (3) 標準構成のコンピュータにディスクを増設する場合は，4G バイトのディスク単位で行う。
- (4) 各サーバは標準構成のコンピュータのディスクを含め，ディスク 1 台ごとに二重化構成にすることができる。
- (5) 同じディスク構成のサーバを 2 台組み合わせて，並列冗長構成のサーバにすることができる。
- 20 (6) 営業情報以外に，OS やアプリケーションプログラムを格納する領域及び実行時に使用する作業領域として，1.5G バイトのディスク領域が必要である。

各装置の信頼度は次のとおりである。

- 25 1 LAN の信頼度は L である。
- 2 標準構成のコンピュータの信頼度は C である。
- 3 増設ディスク及び標準構成のコンピュータのディスクの信頼度はともに D であり，標準構成のコンピュータからディスクを除いた信頼度は C / D である。

30

設問 1 標準構成のコンピュータを 2 台使って通信サーバを二重化した場合，本部システム

ムの信頼度を表す次式の [ a ] を埋めて式を完成させよ。ただし、営業情報サーバにはディスクの増設はないものとする。

$$\text{本部システムの信頼度} = L \times C^2 \times ([ a ])$$

5 (注:「^」はべき乗を示す/以下同じ)

設問 2 営業情報サーバのディスクを N 台 (N = 3, 標準構成のコンピュータのディスクも含む) の構成とし、1 台を他の N - 1 台のパリティディスクとすることで、どの 1 台が故障しても残りの N - 1 台でサービスを続行できるディスクアレイ構成を検討した。

10 このディスクアレイ構成での営業情報サーバの信頼度を表す次式の [ b ] を埋めて式を完成させよ。

$$\text{ディスクアレイ構成の営業情報サーバの信頼度} = CXD^{(N - 2)} \times ([ b ])$$

15 設問 3 ディスク 1 台の信頼度 D を 0.9900 とすると、次の条件のもとで営業情報サーバの信頼度は 0.9700 となった。

1 営業情報の上限件数を 200 万件とする。

2 ディスクは冗長構成にしないで、必要最小限のディスク台数に増設する。

20 ここで、それぞれのディスクをすべて二重化した場合の営業情報サーバの信頼度を答えよ。答えは小数第 5 位を四捨五入して、小数第 4 位まで求めよ。

問 6 需要予測に関する次の記述を読んで、設問 1 ~ 3 に答えよ。

需要予測を行うとき、よく用いられる手法の一つに、回帰分析がある。

- 5 回帰分析とは、観測値  $x_i, y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) の間にどのような関係があるかを調べる代表的な方法で、最小 2 乗法と呼ばれる手法を使い、観測値に最もよく当てはまる直線又は曲線を求める。

直線の式 (回帰式)  $Y = ax + b$  の係数  $a, b$  を最小 2 乗法で求める手順は、次のとおりである。

[係数  $a, b$  を求める手順]

観測値  $x_i$  に対する回帰式の値  $Y_i$  と、観測値  $y_i$  との差を  $\varepsilon_i$  とすると、

$$\varepsilon_i = y_i - Y_i = y_i - (ax_i + b)$$

この差  $\varepsilon_i$  の平方の和 (残差平方和) を  $s$ 、観測点数を  $n$  とすると、

$$s = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2$$

$s$  を最小にする  $a, b$  の値は、 $s$  を偏微分し、

$$\frac{\partial s}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial s}{\partial b} = 0$$

として、連立方程式

$$a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i + nb = \sum_{i=1}^n y_i$$

を  $a, b$  について解くと、求められる。

ここで、データ  $x_i$  の平均値を  $\bar{x}$ 、データ  $y_i$  の平均値を  $\bar{y}$  とすると、

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

となる。

10

図 1 回帰式の係数  $a, b$  を求める流れ図

- 15 設問 1 係数  $b$  の式はどうなるか。係数  $a$  の式にならぬ答えよ。なお、式の記述の中に  $a$  を用いてもよい。

設問 2 データ  $X, Y$  を読み、回帰式の係数  $a, b$  を求める図 1 の流れ図中の [ ア ] ~ [ ウ ] に入れる適切な式を答えよ。

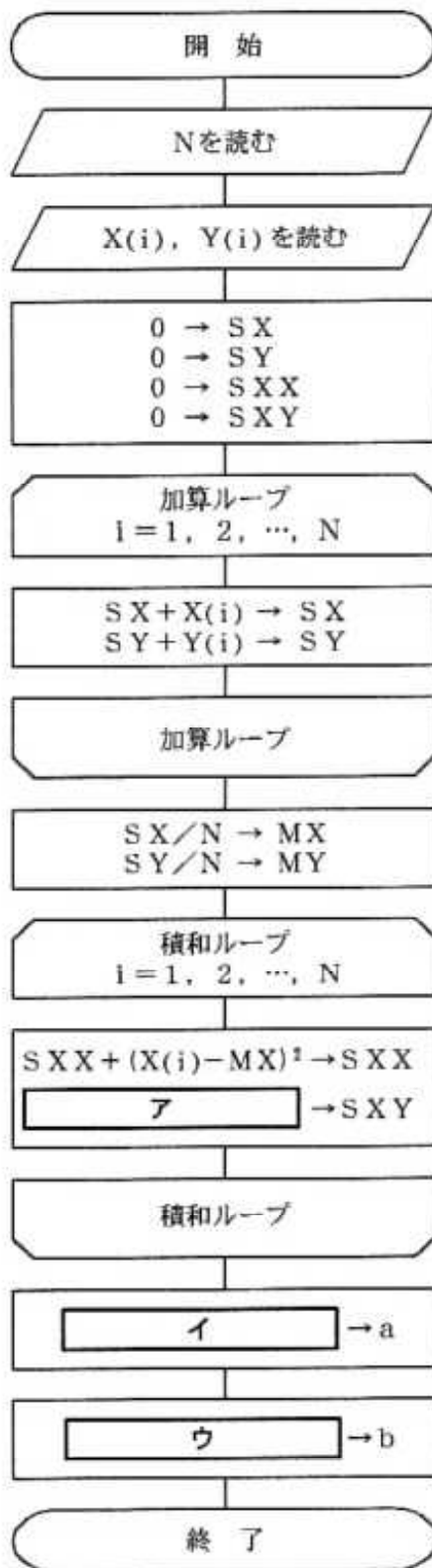


図1 回帰式の係数 a, b を求める流れ図

設問3 図2のワークシートは回帰式による需要予測を、表計算ソフトを用いて行ったものである。ワークシートの次のセルに設定されている計算式を答えよ。

- (1) セルE3
- (2) セルB16

5

表計算ソフトの機能、用語は、次のとおりである。

- a ワークシート：表計算ソフトの作業領域のこと。
- b セル：ワークシートを縦、横に分割した一つのマス目のこと。列A行1のセルは、A1と表す。

10 c 計算式

- 1 計算式には、数学で用いられる数式が利用できる。
- 2 計算式で使用する算術演算子は、“+”(加算)、“-”(減算)、“\*”(乗算)、“/”(除算)、“ ”(べき算)とする。
- 3 算術演算子による計算の優先順位は、数学の優先順位と同じである。

|    | A    | B     | C     | D                                | E                   |
|----|------|-------|-------|----------------------------------|---------------------|
| 1  | 年度   | X     | Y     | $(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$ | $(X_i - \bar{X})^2$ |
| 2  | 1983 | 114   | 406   | 3394.48                          | 912.04              |
| 3  | 1984 | 119   | 422   | 2429.28                          | 635.04              |
| 4  | 1985 | 124   | 436   | 1664.48                          | 408.04              |
| 5  | 1986 | 136   | 487   | 257.48                           | 67.24               |
| 6  | 1987 | 167   | 603   | 1928.88                          | 519.84              |
| 7  | 1988 | 168   | 621   | 2441.88                          | 566.44              |
| 8  | 1989 | 166   | 591   | 1582.68                          | 475.24              |
| 9  | 1990 | 171   | 621   | 2749.68                          | 718.24              |
| 10 | 1991 | 137   | 493   | 182.88                           | 51.84               |
| 11 | 1992 | 140   | 504   | 60.48                            | 17.64               |
| 12 | 合計   | 1442  | 5184  | 16692.2                          | 4371.6              |
| 13 | 平均   | 144.2 | 518.4 |                                  |                     |
| 14 |      |       |       |                                  |                     |
| 15 | N=   | 10    |       |                                  |                     |
| 16 | a=   | 3.8   |       |                                  |                     |
| 17 | b=   | -32.2 |       |                                  |                     |

図2 表計算ソフトによる回帰式計算のワークシート



問 7 暗号化に関する次の記述を読んで，設問 1 ～ 3 に答えよ。

5 A 社では，電子メールを日常業務に利用している。このたび，人事情報など機密情報の伝達にも電子メールを利用するために，暗号を利用したメールシステムを導入することにした。

まず暗号化方式として，代表的な秘密かぎ方式と公開かぎ方式を検討した。

図 1 に秘密かぎ方式の手順を示す。

- 10 (1) 発信者 A は，受信者 B と共有する秘密かぎでメールの本文を暗号化し，平文（テキスト形式）の自分の所属，氏名とともに，受信者 B に送付する。
- (2) 受信者 B は，メールの発信者を確認し，発信者 A と共有する秘密かぎでメールの本文を復号する。

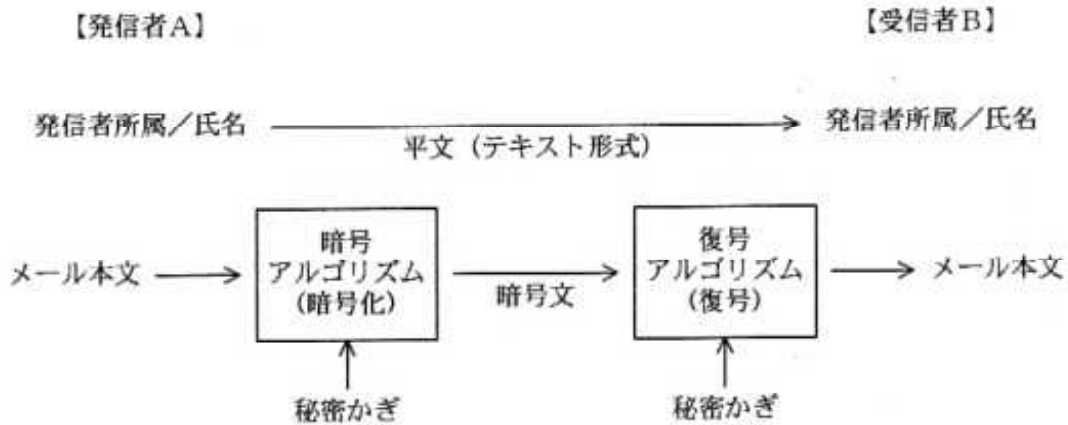


図 1 秘密かぎ方式

図 1 秘密かぎ方式

15

図 2 に公開かぎ方式の手順を示す。ここで，図 2 の公開かぎ管理ファイルは，各社員の公開かぎを保管するファイルであり，全社員が参照可能である。

- (1) 発信者 A は，公開かぎ管理ファイルからメールを送りたい受信者 B の公開かぎを入手する。
- 20 (2) 発信者 A は，入手した受信者 B の公開かぎでメール本文を暗号化し，受信者 B に送付する。
- (3) 受信者 B は，自分が管理している秘密かぎで，メール本文を復号する。

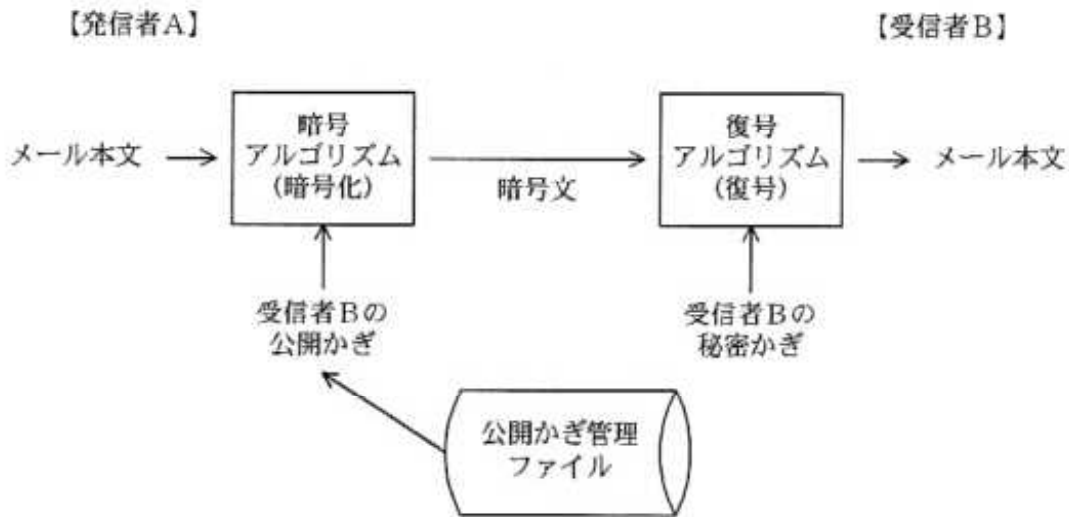


図 2 公開かぎ方式

図 2 公開かぎ方式

- 5 設問 1 図 1 の秘密かぎ方式では，発信者と受信者で共有する秘密かぎが重要であり，これが第三者に知れた場合には，暗号の意味をなさなくなる。

そこで，A 社の電子メールの利用を個人対個人だけとし，メールをやりとりする二者間の秘密かぎは，本システム導入時に双方で一つ決定しておくことにした。A 社の社員数は N 人とし，自分を除く全社員に対して機密情報のメールを送ることができるためには，各個人は最大何個の秘密かぎをもつ可能性があるか答えよ。

10

設問 2 図 2 の公開かぎ方式では，暗号化かぎを公開する。第三者による解読を防ぐために，秘密かぎ方式に比べてかぎのサイズを長くする必要があり，暗号化 / 復号に処理時間がかかる。

15

そこで，暗号化 / 復号のかぎはメール発信者が毎回生成し，メール本文はこのかぎで暗号化 / 復号する秘密かぎ方式とし，ここで生成したかぎは公開かぎ方式で暗号化し送付する方式を検討した。この場合メールの送付手順は次のようになる。次の説明中の [ a ]，[ b ] に入れる適切な字句を，それぞれ 15 字以内で述べよ。

20

- (1) 発信者は，暗号化かぎを任意に作る。
- (2) 発信者は，作った暗号化かぎでメール本文を暗号化する。
- (3) 発信者は，メールを送りたい受信者の公開かぎを公開かぎ管理ファイルから入手する。
- (4) 発信者は，(1) で作成したかぎを受信者の公開かぎで暗号化し，[ a ] とともに受信者に送付する。

25

- (5) 受信者は，自分が管理している秘密かぎで送られてきたかぎを復号する。
- (6) 受信者は，[ b ] でメール本文を復号する。

設問 3 公開かぎ方式では，ほかの人になりすましてメールを送ることができ，本当の発信者がわからないという問題がある。

公開かぎ方式の中には，メール本文の暗号化 / 復号だけでなく，発信者の認証にも利用できるものがある（例：RSA 暗号方式）。

- 5 これを利用すると，次のような手順でなりすましの防止が可能であることを確認した。ここでは，公開かぎ方式での秘密かぎは本人しか知らない，という特徴を利用している。次の説明中の [ c ]，[ d ] に入れる適切な字句を，それぞれ 10 字以内で述べよ。
- (1) 発信者は，メール本文を [ c ] で暗号化する。
- (2) (1) で暗号化したメール本文を，受信者の公開かぎで再度暗号化する。
- 10 (3) 発信者は，(2) で再度暗号化したメール本文を，平文の自分の所属，氏名とともに受信者に送付する。
- (4) 受信者は，自分の秘密かぎでメール本文を復号する。
- (5) 受信者は，公開かぎファイルから入手した [ d ] で (4) の結果を再度復号する。

問 8 データの記録装置に関する次の記述を読んで、設問 1, 2 に答えよ。

図は、通信回線からのデータをフロッピーディスクに記録するデータ記録装置のブロック図である。通信回線からのデータを記録する方法は、次のとおりである。

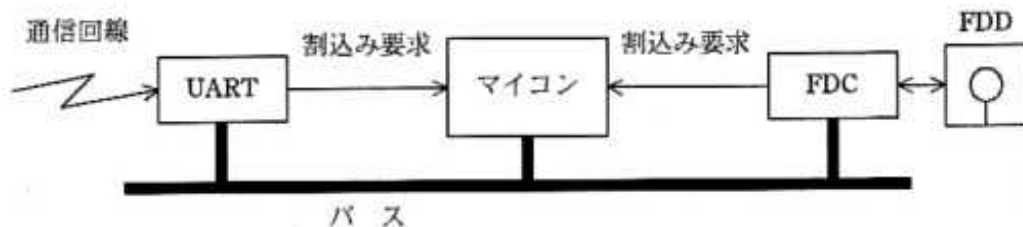
(1) マイコンは、通信回線のデータを UART (通信回線コントローラ) で受信し、メモリに蓄積 (バッファリング) する。この UART の仕様を表 1 に示す。

(2) マイコンは、バッファリングしたデータがフロッピーディスクの 1 セクタ分 (256 バイト) になると、FDC (フロッピーディスクコントローラ) にデータを書き込む。この FDC の仕様を表 2 に示す。

(3) マイコンは、1 セクタ分のデータを、1 バイト単位で FDC に書き込む。FDC は、1 バイトのデータを書き込み始めると、割込み要求を出して次のデータを要求する。FDC からの割込み要求があると、マイコンは次のデータを FDC に転送する。

これを繰り返して、1 セクタ分のデータをフロッピーディスクに書き込む。

なお、通信回線からはデータが絶え間なく転送されており、FDC に書き込み中も、通信回線からデータを受信する必要がある。



注 FDD : フロッピーディスクドライブ

図 データ記録装置

設問 1 次の記述中の [ a ], [ b ] に入れる適切な数値を答えよ。答えが整数でない場合は、小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

FDC からの割込み要求は、フロッピーディスクのアンフォーマット容量、トラック数と回転数を基に計算すると、8.1 マイクロ秒間隔で発生する。

一方、通信回線からは最大で 1 秒間に [ a ] キャラクタが送信されてくるので、UART は [ b ] ミリ秒間隔で割込み要求を発生する。

表 1 UART の仕様

|         |                                                                                 |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 通信方式    | 調歩同期式                                                                           |
| データ信号速度 | 2,400 ビット/秒                                                                     |
| キャラクタ構成 | スタートエレメント：1ビット，ストップエレメント：2ビット，<br>データ長：8ビット，パリティビット：1ビット                        |
| データ受信方法 | マイコンは，UART から1バイトずつデータを読み出す。通信回線からデータが到着した時に，前のデータが読み出されていないければ，オーバーランエラーが発生する。 |
| 割込み     | 1キャラクタごとに受信割込み要求が発生する。                                                          |

表 2 FDC の仕様

|        |                                                                                                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| データ書込み | フロッピーディスクへの書込みは，1バイト単位で行う。FDC に1バイトのデータが書き込まれると，フロッピーディスクにデータを書き始める。                             |
| 割込み    | FDC は，1バイトのデータをフロッピーディスクに書き始めた時に，次のデータを要求する割込み要求が発生する。割込み要求の発生から次の割込み要求発生までにデータが書き込まれなければエラーとなる。 |

- 設問 2 次の記述中の [ c ] ~ [ f ] に入れる適切な字句を，それぞれ 10 字以内で述べよ。

受信処理中に，FDC に対する書込みエラーが発生する場合があった。この原因を探るため，プログラムを調査した結果，次のことが分かった。

- (1) UART の受信割込みプログラム処理時間は 6.3 マイクロ秒である。このプログラムは，UART からデータを 1 バイト読み出しバッファリングするものである。
- 10 (2) FDC の割込みプログラム処理時間は 4.8 マイクロ秒である。このプログラムは，バッファリングしてあるデータを FDC へ 1 バイト書き込むものである。
- (3) 割込み処理は両方とも割込み禁止の状態で行われている。

この結果から，エラーは [ c ] からの割込み直後に [ d ] から割込み要求があったとき，[ e ] の処理が間に合わない場合に発生することが分かる。

- 15 この対策案として，マイコンのクロックを速くする方法，高速のマイコンに変更する方法，[ f ] を追加し FDC へのデータ転送をマイコンを介さずに行う方法などが考えられる。

問 9 2 分探索木に関する次の記述を読んで、設問 1 ~ 3 に答えよ。

- 次のような木を 2 分探索木という。各ノード（節）の子ノードの数は、たかだか 2 個であり、任意のノード  $x$  に対して、 $y$  がその  $x$  の左側の部分木内のノードであれば、“ $y$  のキー  $<$   $x$  のキー” が成り立ち、 $y$  が  $x$  の右側の部分木内のノードであれば、“ $x$  のキー  $<$   $y$  のキー” が成り立つ。キーは、各ノードがもっている値である。

図 1 に 2 分探索木の例を示す。

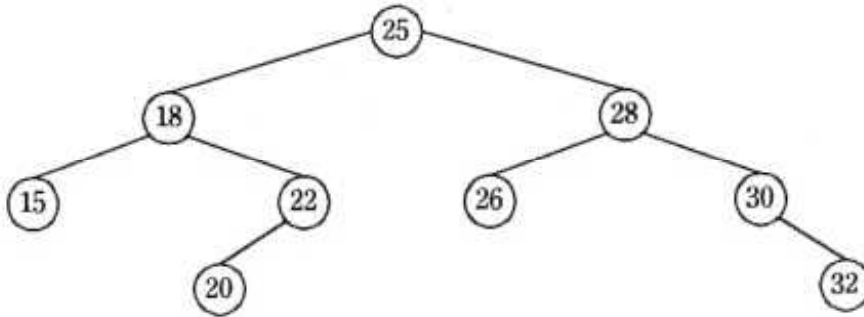


図 1 2 分探索木の例

- 10 設問 1 1 より大きく 1,000 より小さい値をもつノードから構成されている五つの 2 分探索木ア～オを作成した。これらの 2 分探索木のルート（根）ノードからキーが 468 のノードを探索したところ、次の表の順序でキーの比較が行われた。このキーの順序を基に、正しく作成されている 2 分探索木をすべて選び、木の名称で答えよ。
- 15 表 木の名称とキーの順序

表 木の名称とキーの順序

| 木の名称 | キーの順序                                  |
|------|----------------------------------------|
| ア    | 2, 920, 530, 216, 120, 560, 421, 468   |
| イ    | 2, 961, 214, 663, 219, 336, 568, 468   |
| ウ    | 980, 640, 490, 515, 500, 495, 470, 468 |
| エ    | 563, 612, 881, 760, 593, 663, 388, 468 |
| オ    | 263, 990, 870, 761, 291, 336, 618, 468 |

- 設問 2 2 分探索木に、新たなノードを挿入する流れ図を図 3 に示す。流れ図中の書き方にならって [ a ] ~ [ c ] に入れる適切な字句を答えよ。

〔流れ図の説明〕

(1) ノードのデータ構造は、図 2 のとおりである。

- (2) 新たなノードのデータ項目の初期値は、キーを除いて NIL (ポインタとして使わない特別な値) である。
- (3) 新たなノード内のキーと同じ値をもつノードが、2 分探索木に存在しないときだけ、ノードを挿入する。
- 5 (4) 2 分探索木内のノードの P-Pointer, L-Pointer 及び R-Pointer には、指し示す先がないとき、NIL が入っている。
- (5) t には、2 分探索木のルートノードへのポインタが入っている。
- (6) k には、新たなノードへのポインタが入っている。
- 10 [ 表記上の説明 ]
- (1) Key[p] は、ポインタ p が指すノードのキーを示す。
- (2) P-Pointer[p] は、ポインタ p が指すノードにおける親ノードへのポインタを示す。
- (3) L-Pointer[p] は、ポインタ p が指すノードにおける左部分木へのポインタを示す。
- (4) R-Pointer[p] は、ポインタ p が指すノードにおける右部分木へのポインタを示す。

15

|     |                |                |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|
| キー  | 親ノードへの<br>ポインタ | 左部分木への<br>ポインタ | 右部分木への<br>ポインタ |
| Key | P-Pointer      | L-Pointer      | R-Pointer      |

図 2 ノードのデータ構造

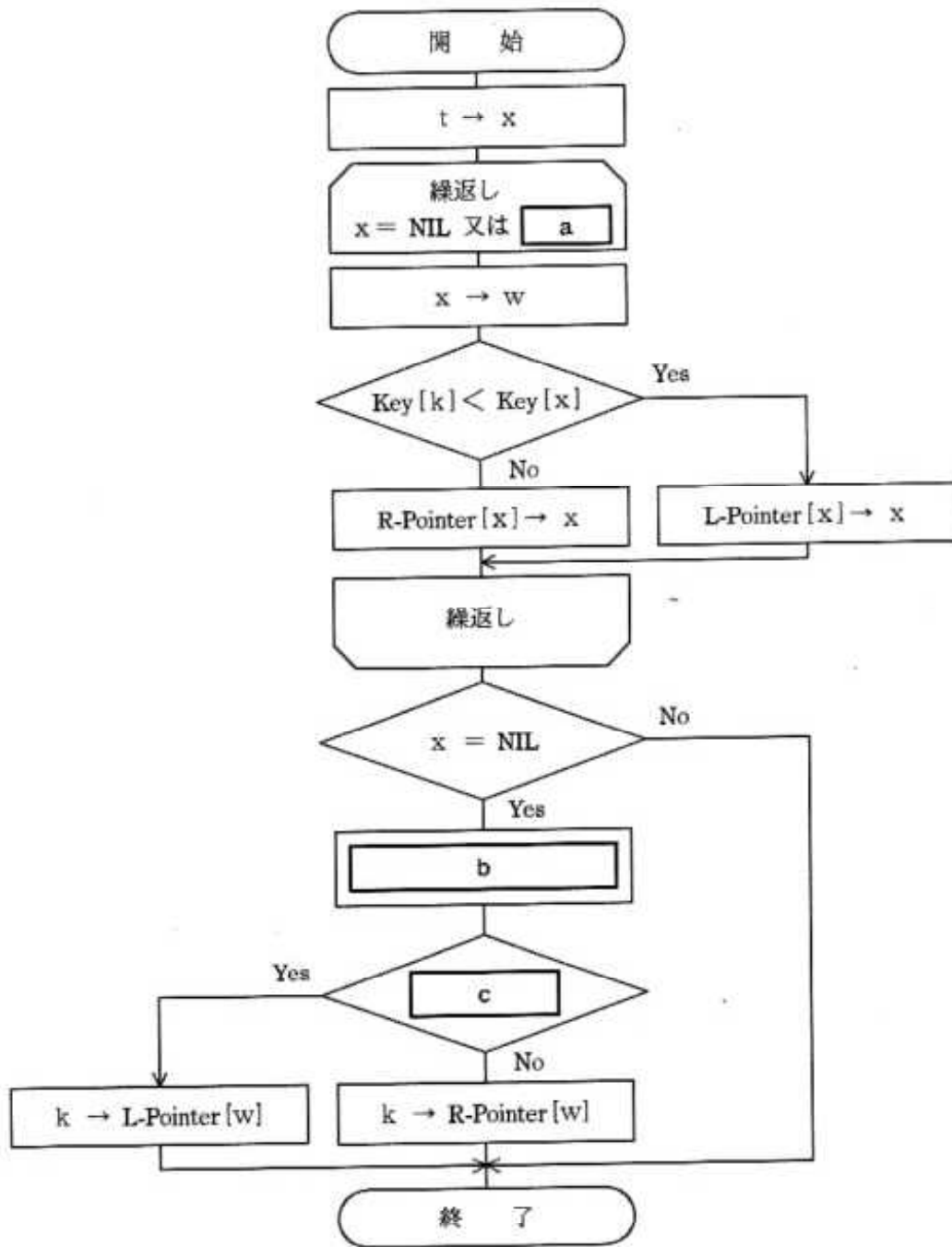


図3 2分探索木にノードを挿入する流れ図

- 設問3 スタックを利用して、2分探索木に蓄えられたキーを昇順に表示する流れ図を作った。流れ図中の [ d ] ~ [ f ] に入れる適切な字句を、それぞれ 15 字以内で述べよ。ここで、2分探索木のルートノードへのポインタを t とする。ノード [ x ] は、ポインタ x が指すノードを示す。2分探索木のデータ構造は、設問2と同じとする。



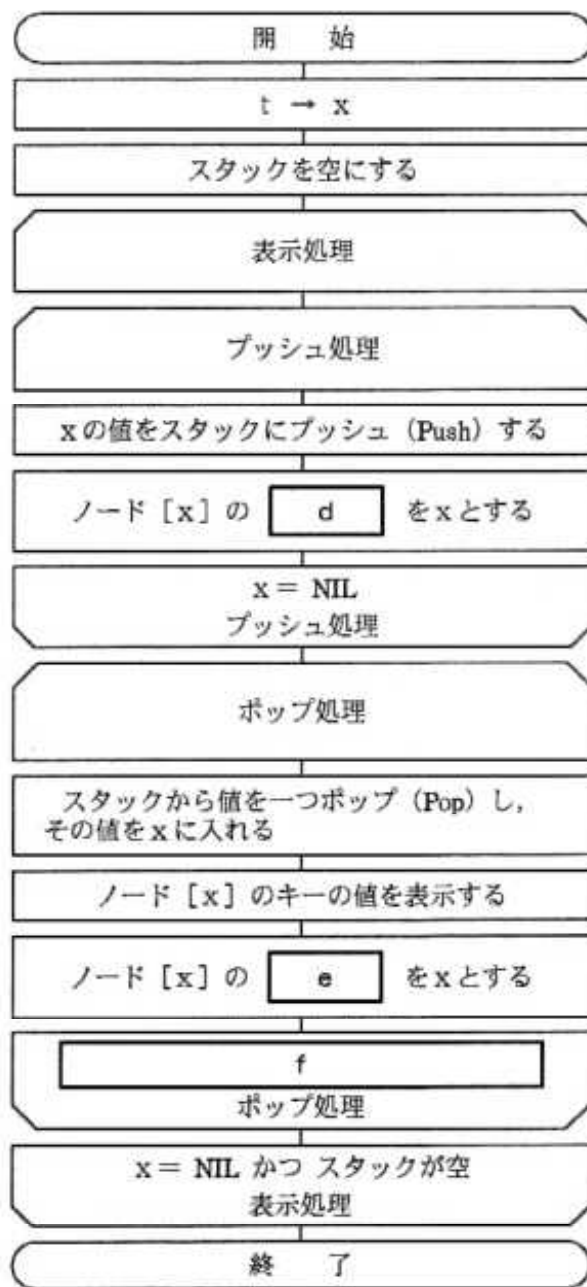


図4 2分探索木からキーの値を昇順に表示する流れ図

問 10 ファイルシステムに関する次の記述を読んで、設問 1 ~ 3 に答えよ。

次の条件でファイルシステムを設計する。

- (1) ファイルシステムはディスク上に構築する。ディスクは 1,000 (1k) バイトごとの  
5 ブロックに分割して管理する。各ブロックには 0 から始まるブロック番号を付ける。  
(2) ファイルには、それぞれに固有の ID 番号を付ける。  
(3) ディスクをファイル管理テーブル領域とデータ領域に分け、ファイルのデータはデータ領域上に置く。個々のファイルを管理するためのデータは、ファイルごとにファイル管理テーブルにまとめ、ファイル管理テーブル領域に置く (図 1 参照)。  
10 (4) ファイル管理テーブルには、ID 番号に対応するファイルの大きさ、ファイルのデータが置かれているブロック番号などのファイル管理データを格納する。  
(5) ブロック数が 500,000 ブロックのディスクを考える。最初の 10,000 ブロック (ブロック番号 0 から 9,999) をファイル管理テーブル領域として使用し、残りをデータ領域として使用する。  
15 (6) OS などでのバッファリングは行わない。

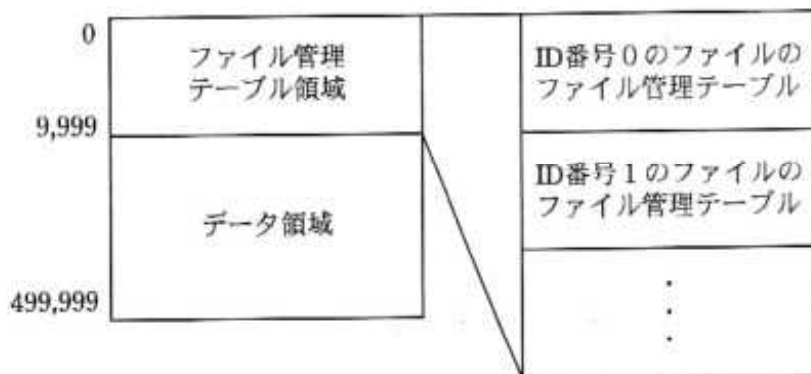


図 1 ファイル管理テーブル領域とデータ領域

- 20 図 1 のデータ領域にファイルのデータをブロック単位で割り当てる。割り当てたブロックを管理する方式として、次の二つを考える。  
1 連続ブロック方式  
2 分散ブロック方式
- 25 〔連続ブロック方式〕  
ファイルのデータ用に、ディスク上の連続したブロックを割り当てる方式である。この方式では、ファイル管理テーブルに、データが格納されている先頭のブロックの番号 (スタートブロック番号) と割り当てたブロック数を保持する。  
また、ファイルごとに用意されるファイル管理テーブルとは別に、割当て済みブロック  
30 管理テーブルをファイル管理テーブル領域中に一つ用意する。

割当て済みブロック管理テーブルは、データ領域中のブロックが割当て済みかどうかを知るためのテーブルである。このテーブルの各エントリは、割当て済みの領域のスタートブロック番号とスタートブロックから連続して割り当てたブロック数を保持している。

5 【分散ブロック方式】

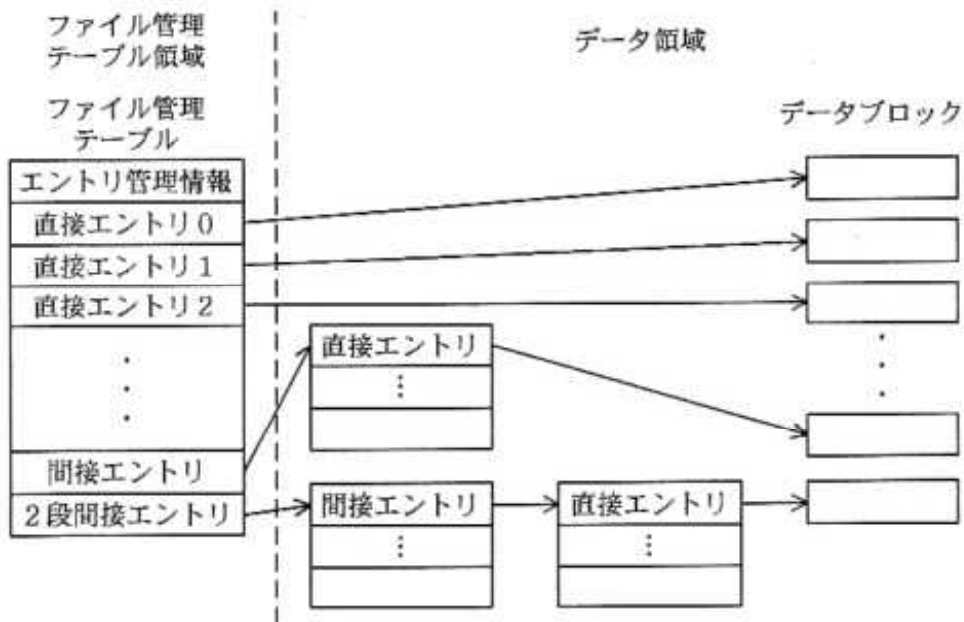
ファイルのデータ用に、必ずしも連続していないブロックを割り当てる方式である。データが格納されているブロック（データブロック）を管理するために、次の三つの指定方法を考える（図2参照）。

10 (1) 直接指定：データが格納されているブロックの番号を記入したエントリ（直接エントリ）を、ファイル管理テーブル内に保持する。

(2) 間接指定：データが格納されているブロックの番号を、まとめて記入したブロックをデータ領域中に作り、そのブロックの番号を記入したエントリ（間接エントリ）をファイル管理テーブル内に保持する。この指定方法は、直接指定の直接エントリを幾つかまとめてファイル管理テーブルからデータ領域に移したものである。

15 (3) 2段間接指定：間接エントリを幾つかまとめてブロックとし、そのブロックをファイル管理テーブルからデータ領域に移す指定方法である。データ領域に移した間接エントリの集まりが格納されているブロックの番号をファイル管理テーブル内に保持する。このエントリを2段間接エントリという。間接エントリと直接エントリとの関係は間接指定の場合と同じである。

20



注 エントリ管理情報は、ファイル管理テーブル内のエントリ構成などの情報である。

図2 分散ブロック方式のファイル管理テーブルとデータブロック

設問 1 連続ブロック方式を使ってデータブロックの割当てと管理を行うことにした。ここで、連続したブロックを割り当てるアルゴリズムとして、ベストフィット方式とファーストフィット方式の二つの方式を考える。ベストフィット方式は、必要な大きさ以上の空き領域の中から、最も小さな領域を選択する方式である。ファーストフィット方式は、データ領域の空き領域をブロック番号の小さい順に探して、最初に見つかった必要な大きさ以上の領域を割り当てる方式である。次の問いに答えよ。

(1) 割当て済みブロック管理テーブルが表 1 のとき、4M (1M は 1,000,000) バイトのファイルをベストフィット方式とファーストフィット方式で割り当てると、スタートブロック番号は、それぞれ幾つになるか答えよ。ただし、スタートブロックとしては、できるだけ小さい番号のブロックを選択する。

表 1 割当て済みブロック管理テーブル

表 1 割当て済みブロック管理テーブル

| スタートブロック番号 | 使用ブロック数 |
|------------|---------|
| 10,000     | 2,000   |
| 12,000     | 1,000   |
| 14,000     | 4,000   |
| 30,000     | 3,000   |
| 35,000     | 2,000   |
| 50,000     | 2,000   |
| 57,000     | 5,000   |
| 70,000     | 2,000   |
| 120,000    | 4,000   |
| 150,000    | 5,000   |

(2) 連続ブロック方式の短所を二つ、それぞれ 30 字以内で述べよ。ただし、アクセスの速度については、ここでは考慮しない。

設問 2 次に、分散ブロック方式を使ってデータブロックの割当てと管理を行うことにした。ファイル管理テーブルには、直接エントリを 10 個、間接エントリを 1 個、2 段間接エントリを 1 個もつことができるようにした。間接エントリが指すブロックは、250 個の直接エントリをもつことができ、2 段間接エントリが指すブロックは、250 個の間接エントリをもつことができる。次の問いに答えよ。

(1) この方式で、間接指定や 2 段間接指定を導入することで可能になることは何か、30 字以内で述べよ。

(2) この場合，一つのファイル管理テーブルでは，最大何  $k$  バイトまでのファイルを扱うことができるか答えよ。

5 設問 3 ブロックの割当て管理方式として分散ブロック方式を採用し，未使用のデータ領域のブロックは，ブロックをリストでつないだフリーリストで管理する。ファイルのデータをディスクに格納する場合には，フリーリストから未使用ブロックを取得した後，取得したデータブロックにデータを書き込むことと，ファイル管理テーブルを変更することが必要である。ファイルを削除する場合には，使用していたデータブロックをフリーリストに  
10 戻すことと，データブロックの削除を反映するようにファイル管理テーブルを書き換えることが必要である。

ここで，電源断などでファイルの格納又は削除の一連の操作が途中で中断された場合を考える。システムを再起動した後，ファイルシステムの不整合ができるだけ発生しないようにするためには，ファイル管理テーブルとデータブロックに対して，どのような順番で格納と削除の操作を行うべきか。次の記述の中から正しいものを一つ選べ。

15 ここでいうファイルシステムの不整合は，ファイルにアクセスした場合に，ファイル管理テーブルで指定されるブロックに期待されないデータが入っていることである。使用できなくなるブロックの発生は許すものとする。

- ア 格納：ファイル管理テーブル データブロック
- 20 削除：ファイル管理テーブル データブロック
- イ 格納：データブロック ファイル管理テーブル
- 削除：ファイル管理テーブル データブロック
- ウ 格納：ファイル管理テーブル データブロック
- 削除：データブロック ファイル管理テーブル
- 25 エ 格納：データブロック ファイル管理テーブル
- 削除：データブロック ファイル管理テーブル

問 11 システム評価に関する次の記述を読んで、設問 1 ~ 4 に答えよ 0

X 社では、図のような構成のシステムを計画している。各端末から処理要求パケットが通信回線（全二重）、交換機を通してホストコンピュータへ送信され、処理された後、応答パケットが端末に返される。

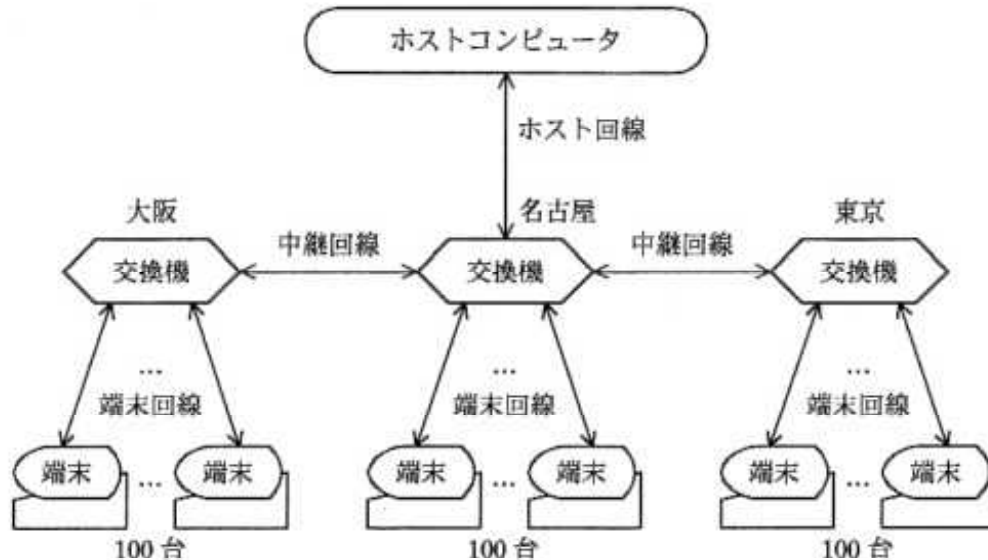


図 システム構成

端末台数、処理要求の頻度、パケットサイズ、各部での処理時間などは次のとおりである。

- (1) 接続される端末台数 : 各交換機ごとに 100 台
- 10 (2) 処理要求パケットの発生頻度 : 1 端末当たり平均 0.1 回 / 秒
- (3) 処理要求・応答パケットのサイズ : 1 パケット当たり平均 300 バイト
- (4) ホストコンピュータでの処理時間 : 1 要求パケット当たり平均 20 ミリ秒
- (5) 交換機での処理時間 : 1 パケット当たり一律に 10 ミリ秒
- (6) 回線速度 :
- 15        ホスト回線（名古屋の交換機とホストコンピュータ間）: 96k ビット / 秒
- 中継回線（交換機相互間） : 48k ビット / 秒
- 端末回線（交換機と端末間） : 9.6k ビット / 秒

このシステムを評価する際の重要な指標は、各端末から見た応答時間である。この応答時間は、各通信回線を処理要求パケットや応答パケットが流れる時間、ホストコンピュータ、各交換機での処理時間の合計になるものとする。

例えば、全体的に処理要求が非常に少なく、各部での処理競合による待ち時間が無視できるとすれば、東京の端末から見た平均応答時間（秒）は次のように計算される。

25         $(300 \times 8 / 9600 + 0.01 + 300 \times 8 / 48000 + 0.01 + 300 \times 8 / 96000) \times 2 + 0.02 = 0.71$

現実には、ホストコンピュータ、ホスト回線、中継回線においては、処理競合による待ち時間が無視できない。その状態は、それぞれ、 $M / M / 1$  モデルで近似できるとして、待ち行列、待ち時間を計算することにする。

5 この場合、平均待ち行列長（処理中、又は処理を待っているパケットの数）は、次の式で計算される。

$$NT \div (1 - NT)$$

N : 1 秒当たりの平均処理（又は伝送パケット）数

T : 一つの処理（又は 1 パケットの伝送）に要する平均時間（秒）

10

設問 1 このような  $M / M / 1$  モデルが正確に適用されるには、次のような条件が求められる。[ a ] ~ [ d ] に入れる適切な字句を、解答群の中から選べ。

(1) ある時間内の処理要求パケットの到着個数は、[ a ] 分布に従う。

15 (2) ホストコンピュータでの処理時間及び処理要求パケットや応答パケットのサイズは、[ b ] 分布に従う。

(3) パケットのホストコンピュータでの処理や、回線上での伝送は、[ c ] 行われる。

(4) 各部での待ち行列のバッファの大きさは、[ d ]

20 a, b に関する解答群

ア 一様

イ 指数

ウ 正規

エ ポアソン

25

c に関する解答群

ア 一括して

イ 一つずつ順次に

ウ 複数並行して

30 エ 優先度に応じて

d に関する解答群

ア 十分大きく、あふれることはない

イ 制限があり、あふれることがある

35

設問 2 端末から見た平均応答時間は次のように計算できる。次の記述中の [ e ] ~ [ n ] に入れる適切な数値を答えよ。答えが整数でない場合は、小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

40 ホストコンピュータの 1 秒当たりの平均処理数は、通常の場合、発生する処理要求パケ

ットの総数に等しく、 $[ e ]$  個である。一つの処理に要する時間は平均 20 ミリ秒であることから、その平均待ち行列長は、 $[ f ]$  となる。そのため、平均待ち時間は  $20 \times [ f ]$  ミリ秒となる。

5 ホスト回線の 1 秒当たりの平均伝送パケット数は一方向当たり  $[ e ]$  であり、1 パケットが伝送される時間は平均  $[ g ]$  ミリ秒であることから、同様にしてその平均待ち行列長が計算でき、平均待ち時間は  $[ h ]$  ミリ秒となる。

端末回線上では待ちは発生せず、1 パケットが伝送される時間は平均  $[ i ]$  ミリ秒である。

10 これらの時間や交換機での処理時間を考慮すると、名古屋の端末から見た平均応答時間は  $[ j ]$  ミリ秒となる。

また、東京～名古屋間の中継回線の 1 秒当たりの平均伝送パケット数は、一方向当たり  $[ k ]$  個であり、平均待ち行列長は  $[ l ]$ 、平均待ち時間は  $[ m ]$  ミリ秒である。

これを考慮すると、東京の端末から見た平均応答時間は  $[ n ]$  ミリ秒となる。

15

設問 3 東京の端末から見た応答時間を小さくするために、次の対策の中で最も効果の大きいものを選び記号で答えよ。

ア ホストコンピュータの処理能力を倍増し、1 要求当たりの平均処理時間を 10 ミリ秒にする。

20 イ 交換機の処理能力を倍増し、1 パケットの処理時間を 5 ミリ秒にする。

ウ ホスト回線の伝送能力を倍増し、192k ビット/秒にする。

エ 中継回線の伝送能力を倍増し、96k ビット/秒にする。

オ 端末回線の伝送能力を倍増し、19.2k ビット/秒にする。

25 設問 4 X 社では今後、各端末での要求パケットの発生頻度が、年に 10 % 程度上昇することを予想している。現在のシステム構成で、その利用率が最初に 100 % に近づき、パケットの処理が不可能となる箇所はどこか。次の中から正しいものを選び記号で答えよ。

ア ホストコンピュータでの処理

イ ホスト回線上の伝送

30 ウ 中継回線上の伝送



問 12 量販店の注文システムに関する次の記述を読んで、設問 1 ~ 3 に答えよ。

- 化粧品を販売する店舗を全国にもつ量販店の K 社は、各店舗に設置したコンピュータからメーカーに対して、注文ファイルを伝送するオンラインシステムを稼働させている。K 社と取引をしているメーカーは数社あり、本部のコンピュータ経由で注文ファイルを伝送している。次にシステムの概念図を示す。

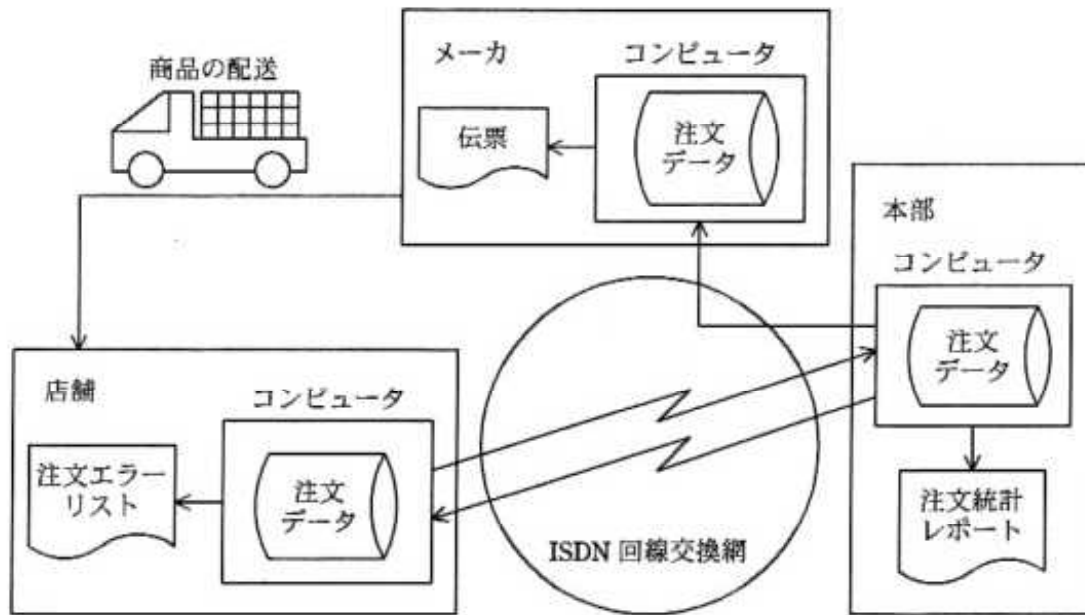


図 1 システムの概念図

このシステムの特徴は、次のとおりである。

- 10 (1) 店舗のコンピュータでは、注文データ入力時に商品情報マスタファイルと照合し、正しい商品コードのデータだけを入力する。1日に発生するすべての注文を入力したファイルを作り、1日1回本部あてにファイル伝送を行う。
- (2) 商品情報マスタファイルは、月初めに1回本部から各店舗に送信される。月の途中で販売をやめた商品の注文など、店舗での入力時にはエラーとならない注文データも、本部コンピュータによるチェックで、エラーデータとなる可能性がある。
- 15 (3) 本部は、1日1回店舗から受信した全店舗分のデータを一括して処理する。受信したデータを商品マスタファイルと照合し、確認のために店舗のコンピュータへ、受信データ件数及び注文データの中でエラーとなったデータを送信する。月初日の場合、商品情報マスタファイル更新用のデータもエラーデータと同時に送信する。
- 20 (4) 店舗では、受信したエラーデータに商品名を追加編集して注文エラーリストを出力する。
- (5) 本部からメーカーへは、正常なデータだけが、当日中に送信される。
- (6) メーカーのシステムでは、受信した注文データから、店舗ごとに伝票が印刷され、メーカーの配送担当者によって、伝票に記載された商品が店舗へ配送される。
- 25 (7) 本部では、月初めから蓄積した注文累積ファイルを使って、月末に商品ごとに全店

舗の注文合計を注文統計レポート(図2)として印刷し、本部の社員がメーカーとの仕入れ価格の交渉に使用している。注文累積ファイルは、会計システムの入力ファイルとしても使用する。

(8) 本部のシステムで使用する商品名は商品マスタファイル、メーカー名はメーカーマスタファイルに登録されている。

(9) 本部から店舗及びメーカーへのファイル伝送は、本部の一括処理の中で自動的に行われる。店舗のコンピュータ回線の電話番号は、店舗マスタファイルに登録されている。メーカーのコンピュータ回線の電話番号は、メーカーマスタファイルに登録されている。

| *** 注文統計レポート (YYYY年MM月) *** |            |        |            | YYYY/MM/DD | PAGE. XX |
|-----------------------------|------------|--------|------------|------------|----------|
| メーカーコード                     | メーカー名      | 商品コード  | 商品名        | 注文数量       |          |
| =====                       | =====      | =====  | =====      | =====      |          |
| XXXXXX                      | XXXXXXXXXX | XXXXXX | XXXXXXXXXX | XXXXXX     |          |
|                             |            | XXXXXX | XXXXXXXXXX | XXXXXX     |          |
|                             |            | XXXXXX | XXXXXXXXXX | XXXXXX     |          |
|                             |            | XXXXXX | XXXXXXXXXX | XXXXXX     |          |
|                             |            | XXXXXX | XXXXXXXXXX | XXXXXX     |          |
| XXXXXX                      | XXXXXXXXXX | XXXXXX | XXXXXXXXXX | XXXXXX     |          |
|                             |            | ⋮      | ⋮          | ⋮          |          |
|                             |            | XXXXXX | XXXXXXXXXX | XXXXXX     |          |

図2 注文統計レポートの印刷様式

10 このシステムの注文処理の概要をモデル化したデータフロー図(DFD)は、図3のとおりである。

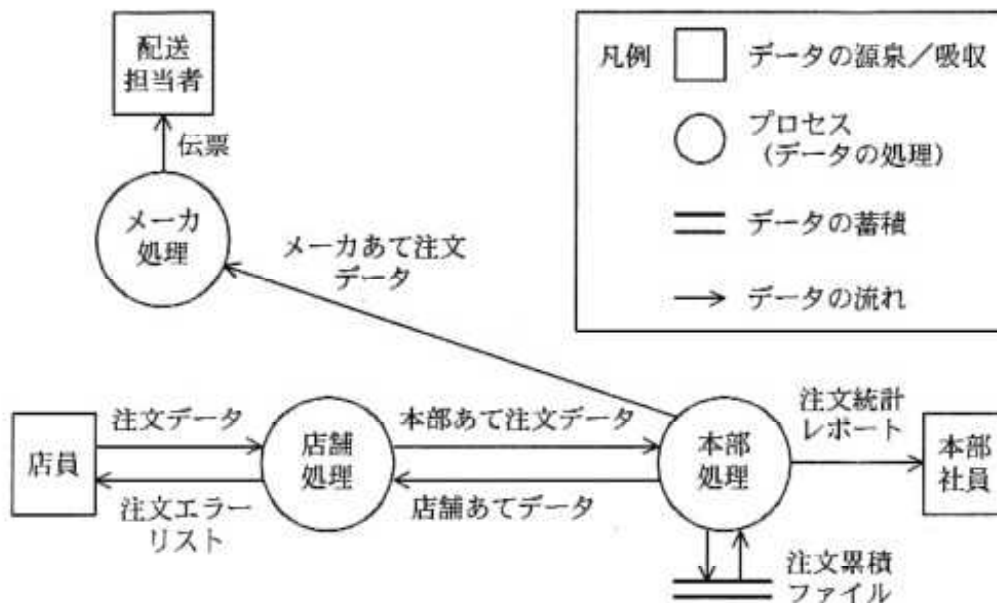


図3 データフロー図(DFD)

設問1 店舗処理，本部処理，メーカー処理をさらに細かく分析した結果のDFDを図4に示す。図4中の[ a ]～[ d ]に当てはまる適切なマスタファイル名を答えよ。

- 5 設問2 図4の本部処理の部分で，マスタファイル([ a ]～[ c ])から“プロセス”に向けた矢印が，全部で2本抜けている。始点ノード(a, b, cの記号)と終点ノード(プロセスの名前)の組合せを答えよ。

ただし，“送信”の処理には，マスタファイルの入力はないこととする。

- 10 設問3 店員の確認用として，正常に処理された注文データの一覧を“注文レポート”として，店舗コンピュータで印刷することにした。このために，本部から送信される注文エラーデータを利用し，“注文レポート”には商品名も表示するようにしたい。答案用紙の図5のDFDに“データの流れ”を表す適切な矢印及び渡されるデータ名を記入して答案用紙の図5を完成させよ。

- 15 ただし，データ名は設問3の文中から選択し，矢印はデータの蓄積又はデータの源泉/吸収とプロセスの間とする。

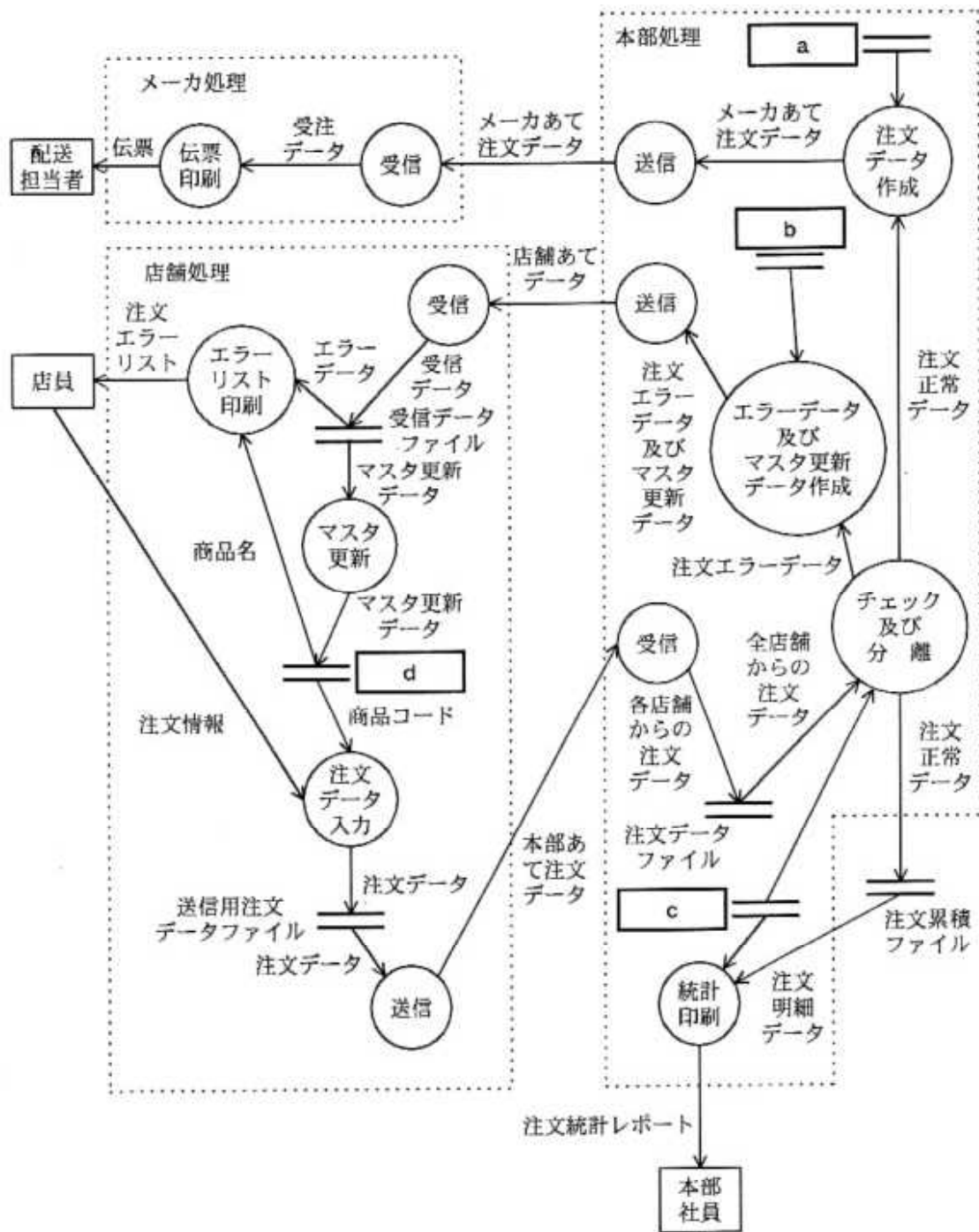


図4 詳細データフロー図 (DFD)

図4 詳細データフロー図 (DFD)

問 13 ミニシンセサイザに関する次の記述を読んで、設問 1 ~ 3 に答えよ。

図 1 にマイコンを用いたミニシンセサイザの構成図を示す。音階（音の高低）は、ポート、クロック 1、カウンタ及び FF（フリップフロップ）で制御し、音の長さはクロック 2 によって 1 ミリ秒間隔で発生する割込み 1 で制御する。音の強弱は増幅器で直接調整し、マイコンは関与しないものとする。

マイコンには、楽譜をテンポと音符に分けてそれぞれテーブルとして記憶させておく。演奏開始スイッチを“入”にすると、割込み 0 が発生して演奏を開始する。

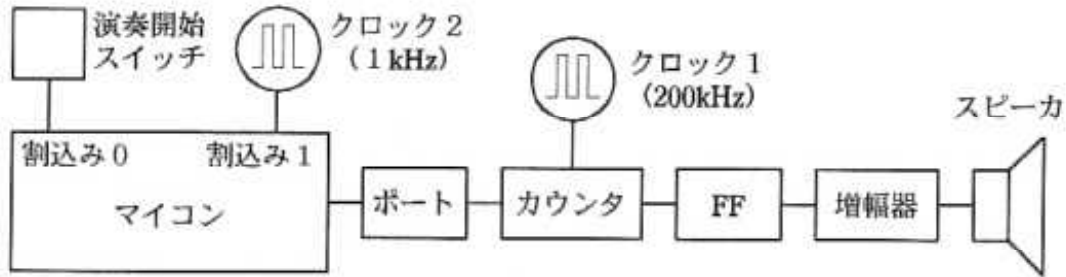


図 1 ミニシンセサイザ構成図

表 1 に音階と音の周期の関係を示す。例えば、ドの音を発生させるには、図 2 に示すようにポートに 382 を設定することによって、3.82 ミリ秒の周期で FF の値を変化させればよい。図 3 はこのときのカウンタと FF の動作の関係を示す。

なお、ポートに数値を設定すると、カウンタの内容はクリアされるものとする。また、ポートに 0 を設定したときは、音を発生しない。

15

表 1 音階と周期の関係

| 音階       | ド    | レ    | ミ    | ファ   | ソ    | ラ    | シ    |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| 周期 (ミリ秒) | 3.82 | 3.41 | 3.03 | 2.86 | 2.55 | 2.27 | 2.03 |

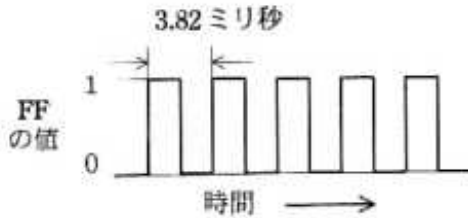


図2 FFの値  
(ポートに382を設定したとき)

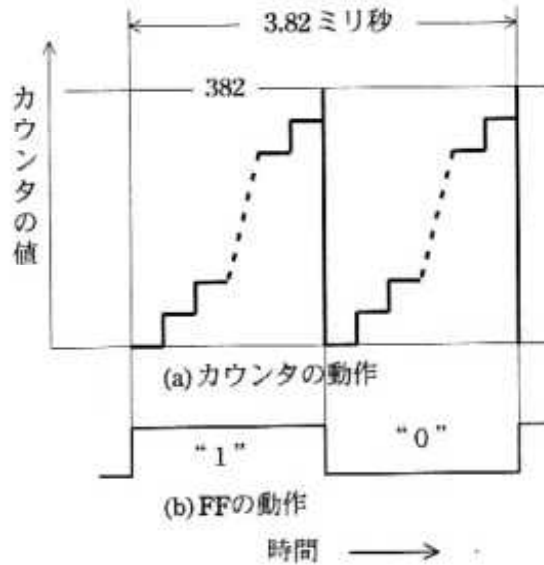


図3 カウンタとFFの動作

音符は表2に示す記号を用いるものとし、音の長さは8分音符を1とする相対的な長さ(以下、相対長という)で定義する。

5

表2 音符と音の長さの関係

| 名称  | 全音符 | 2分音符 | 4分音符 | 8分音符 |
|-----|-----|------|------|------|
| 記号  | ●   | ♪    | ♪    | ♪    |
| 相対長 | 8   | 4    | 2    | 1    |

発音時間はテンポを基に決定する。テンポは曲ごとに、1分間に発生させる音符の数で指定する。例えば、“テンポ(注：四分音符) = 50”と指定されたときは、4分音符を1分間に50個発生させる。音の長さの制御は割り込み1によって起動されるプログラムで行う。各音符の発音時間(Tミリ秒)は次の式で計算できる。

10

$$T = (\text{各音符の相対長}) / (\text{テンポを指定する音符の相対長}) * (60,000) / (\text{テンポを指定する音符の1分間の発生数})$$

15

設問1 音階を制御する方法を説明した次の記述中の [ a ] ~ [ c ] に入れる適切な数値を答えよ。

20

図3はドの音を発生させる場合のカウンタとFFの動作を1波長だけ示している。カウンタをクロックの立上がりで動作させれば、カウンタの値は [ a ] マイクロ秒ごとに

増加し, 382 (時間は [ b ] ミリ秒) になるとクリアされる。そのとき FF の値は 0 から 1, 又は 1 から 0 へ反転する。このため増幅器の入力は, 周期が 3.82 ミリ秒の矩形波となり, スピーカから出る音の基本波周波数は [ c ] ヘルツとなる。この動作はポートの値が変わるまで繰り返し行われる。

5

設問 2 マイコンのソフトウェアに関する次の記述を読んで, 流れ図中の [ d ] ~ [ f ] に入れる適切な数値又は字句を, それぞれ 6 字以内で答えよ。

図 4 に演奏する楽譜を記憶するテーブルを示す。それぞれのデータは 1 語に記憶する。ただし, テーブルに記憶する周期は, 0.01 秒単位の整数 (3.82 ミリ秒のときは 382) とする。

10

図 5 に割込み 1 (1 ミリ秒ごとの割込み) の処理の流れ図を示す。F, C, T はそれぞれ 1 語の作業領域であり, F は演奏を開始したか否かを示すフラグ, C は計数を表す変数, T は発音時間を表す変数である。

15

電源投入時にはポートに 0 を設定し, 割込み 0 (演奏開始の割込み) を割込み許可状態, 割込み 1 を割込み禁止状態とする。割込み 0 の処理で F に 0 を設定し, 割込み 1 を割込み許可状態とする。

20

25

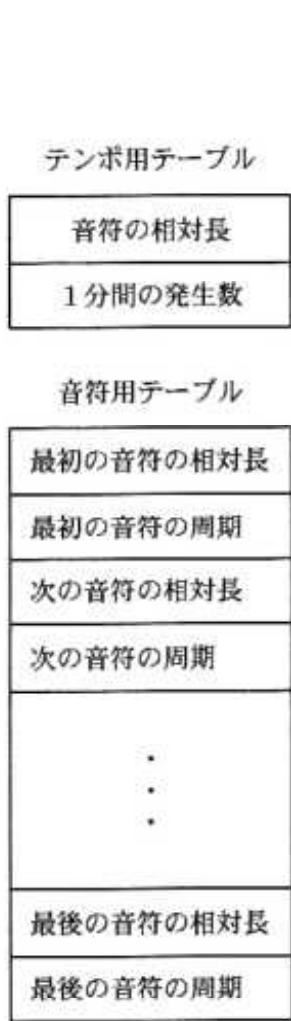


図4 楽譜用テーブル

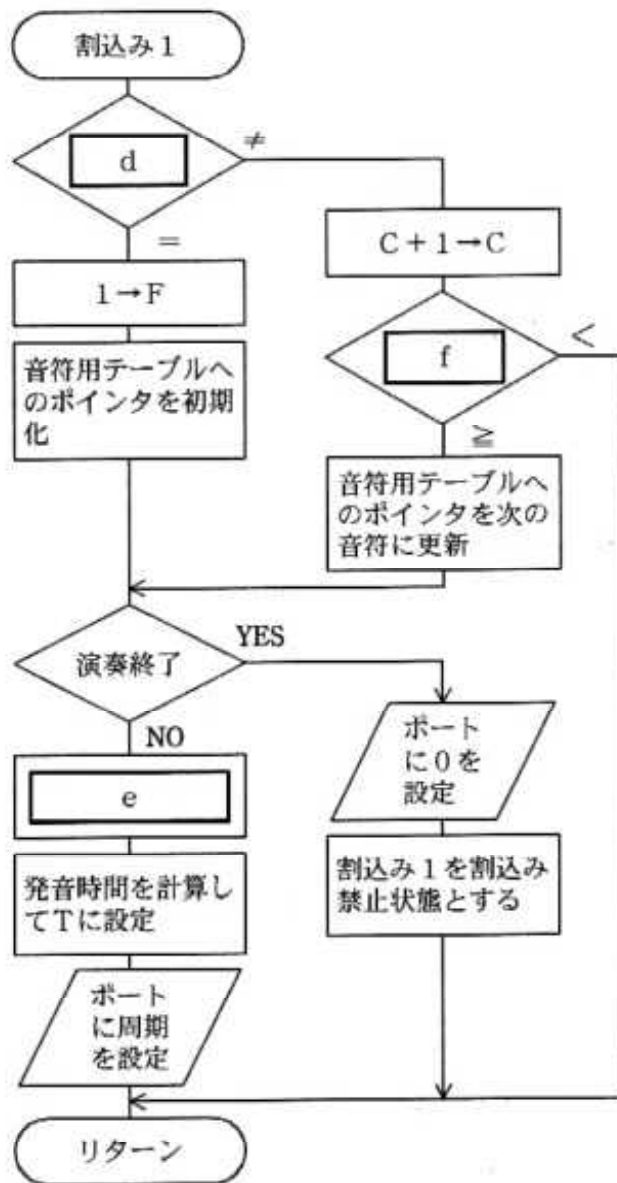


図5 流れ図

設問3 音符用テーブルを説明した次の記述中の [ g ], [ h ] に入れる適切な数値を整数で答えよ。

- 5 図6に示す楽譜の場合、最後の音符の、相対長は [ g ], 周期は382となる。この音の発音時間は [ h ] ミリ秒である。





図6 楽譜の例

(最後の音符)