

平成 19 年度 春期
テクニカルエンジニア（エンベデッドシステム）
午後 I 問題

試験時間

12:10 ~ 13:40 (1 時間 30 分)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いて中を見てはいけません。
2. この注意事項は、問題冊子の裏表紙に続きます。必ず読んでください。
3. 答案用紙への受験番号などの記入は、試験開始の合図があってから始めてください。
4. 問題は、次の表に従って解答してください。

問題番号	問 1, 問 2	問 3, 問 4
選択方法	必須	1 問選択

5. 答案用紙の記入に当たっては、次の指示に従ってください。
 - (1) HB の黒鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
 - (2) 受験番号欄に、受験番号を記入してください。正しく記入されていない場合は、採点されません。
 - (3) 生年月日欄に、受験票に印字されているとおりの生年月日を記入してください。正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
 - (4) 選択した問題については、次の例に従って、選択欄の問題番号を○印で囲んでください。

なお、○印がない場合は、採点の対象になりません。2 問とも○印で囲んだ場合は、はじめの 1 問について採点します。

- (5) 解答は、問題番号ごとに指定された枠内に記入してください。
- (6) 解答は、丁寧な字ではっきりと書いてください。読みにくい場合は、減点の対象になります。

〔問 4 を選択した場合の例〕

選択欄
問 1
問 2
問 3
問 4

注意事項は問題冊子の裏表紙に続きます。
こちら側から裏返して、必ず読んでください。

次の問 1, 問 2 は必須問題です。

問 1 料理運搬用エレベータの制御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 階建て建物内の料理運搬用エレベータ（以下、エレベータという）の制御システムを開発している。1 階に調理場があり、料理をエレベータで 2～5 階の指定階まで運ぶ。また、2～5 階の各階から、片付けた食器をエレベータで 1 階の調理場まで運ぶ。

かごと位置センサの位置関係を図 1 に、1 階及び 2～5 階のボタンとランプの構成を図 2 に示す。ただし、エレベータの各階のドアは手動で開閉させ、かごにはドアはないものとする。

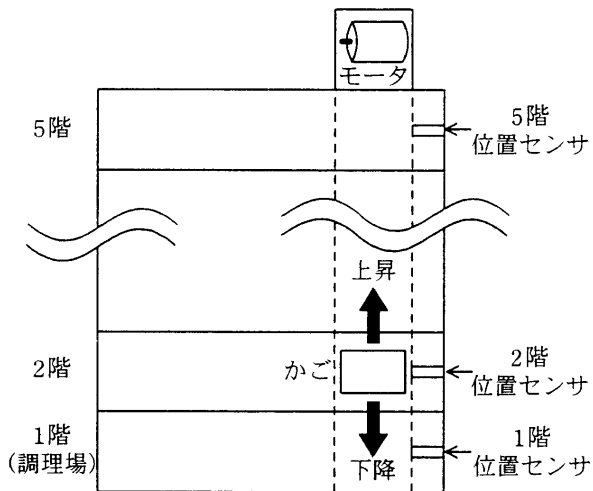


図 1 かごと位置センサの位置関係

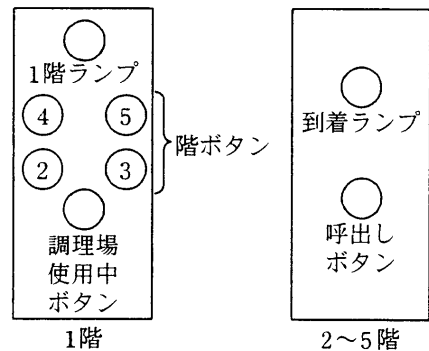


図 2 1階及び2～5階のボタンとランプの構成

〔位置センサによるかごの位置検出〕

かごの上端と下端の間に位置センサがあれば、その位置センサは ON となる。かご上昇時の位置センサの ON と OFF の状態変化の様子を図 3 に示す。

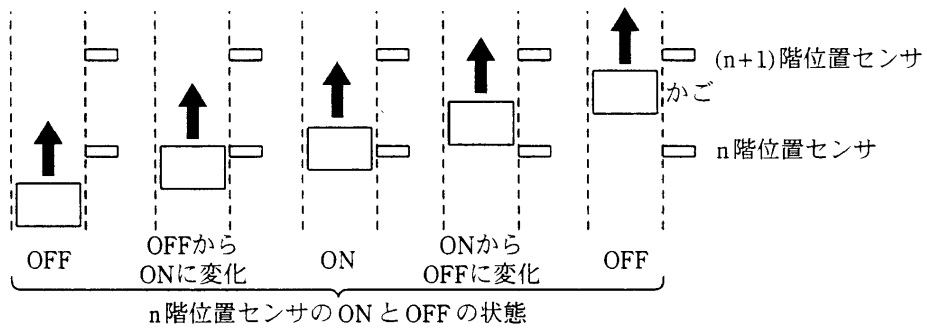


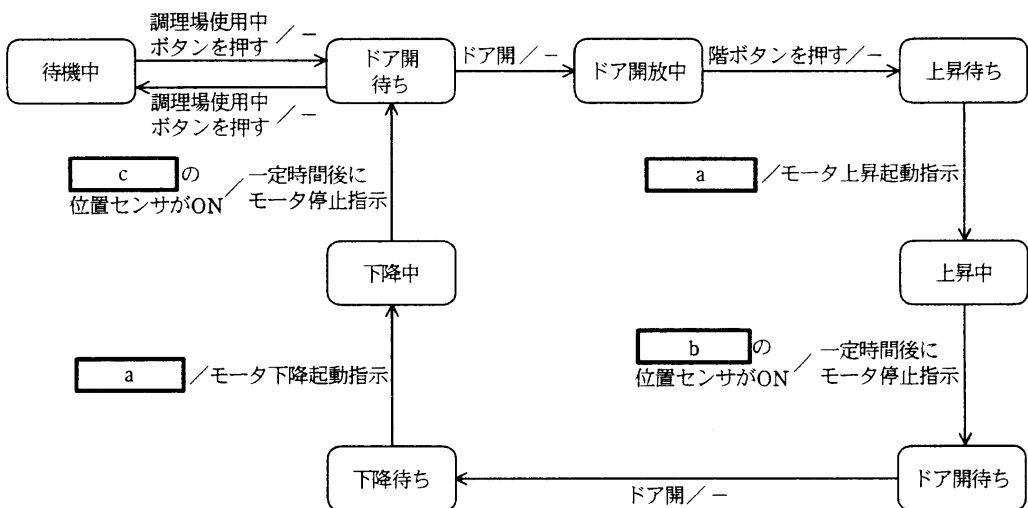
図3 かが上昇時の位置センサのONとOFFの状態変化の様子

[エレベータの制御システムの動作]

エレベータを用いて、料理の運搬と片付けた食器の運搬を行う。これを実現するための制御動作には、料理の運搬動作と片付けた食器の運搬動作がある。

(1) 料理の運搬動作

料理運搬時の状態遷移図を図4に示す。図4の状態遷移図において、“/”の左側は状態遷移を引き起こすイベント、右側はイベントが起きたときに実行するアクションを示す。ただし、“-”は該当するアクションが存在しないことを示す。また、図4の状態遷移図では、状態遷移を引き起こすイベント以外のイベントは、その状態ではすべて無視されるものとする。



注1 待機中は、かがが1階にあり、調理場使用中ボタンが押されてなく、2～5階の呼出しボタンが押されていない状態

注2 ランプの点滅については省略

図4 料理運搬時の状態遷移図

① 調理場での操作

- ・調理場使用中ボタンを押すと、エレベータが待機中の場合にはドア開待ちになり、1階ランプが点灯する。
- ・エレベータの1階のドアを開け、料理をかごに入れ、運ぶべき階を階ボタンで指定する。ドアを閉めるとかごが移動を開始する。
- ・かごが1階に戻ると、1階ランプが点灯する。
- ・運ぶべき料理がまだある場合には、再びドアを開け、料理を入れ、階ボタンを押し、ドアを閉める。
- ・運ぶべき料理がなくなった場合、かごが1階に戻ってから調理場使用中ボタンを押し、待機中に戻して料理の運搬作業を終了する。

② 2～5階での操作

- ・かごが到着すると、その階の到着ランプが点灯する。ドアを開けて料理を取り出し、ドアを閉めるとかごは1階まで戻る。

(2) 片付けた食器の運搬動作

2～5階では、片付けた食器を調理場に運ぶため、呼出しボタンを押してかごを呼ぶ。エレベータが待機中の場合には、呼び出した階にかごが移動する。

かごが到着すると、その階の到着ランプが点灯する。ドアを開けて食器を入れ、ドアを閉めると、かごは1階に戻る。

設問1 エレベータの制御システムのソフトウェア仕様について検討する。

(1) 図4中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

(2) かごの上端と下端の中心に位置センサが来るようにかごを停止させる。そのためには、停止階の位置センサが OFF から ON に変化した後、一定時間経過してからモータに停止指示を出す必要がある。かごを移動させるときの速度変化を図5に示す。上昇と下降では、かごを移動させるときの速度変化は同じとする。かごの高さを1.2mとしたとき、停止階の位置センサが OFF から ON に変化した後、何ミリ秒後にモータに停止指示を出せばよいか求めよ。ただし、位置センサの応答遅れは無視できるものとする。答えは小数第1位を四捨五入して、整数で求めよ。

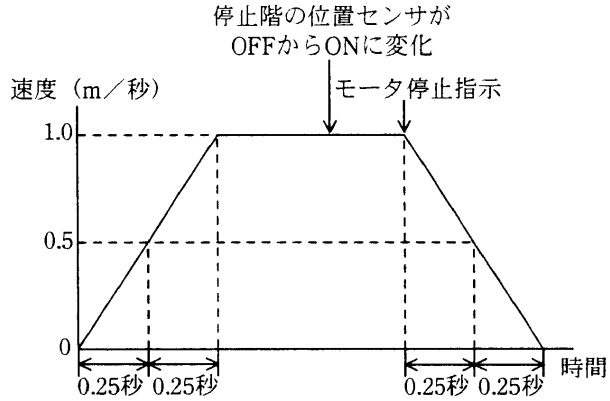


図5 かごを移動させるときの速度変化

設問2 エレベータの制御システムの電源投入時の動作について検討する。

電源投入時の処理の流れを図6に示す。電源投入時には、かごの位置が分からないので、図6の流れ図の処理でかごを1階に移動させ、かごの上端と下端の中心に1階の位置センサが来るようにかごを停止させる。

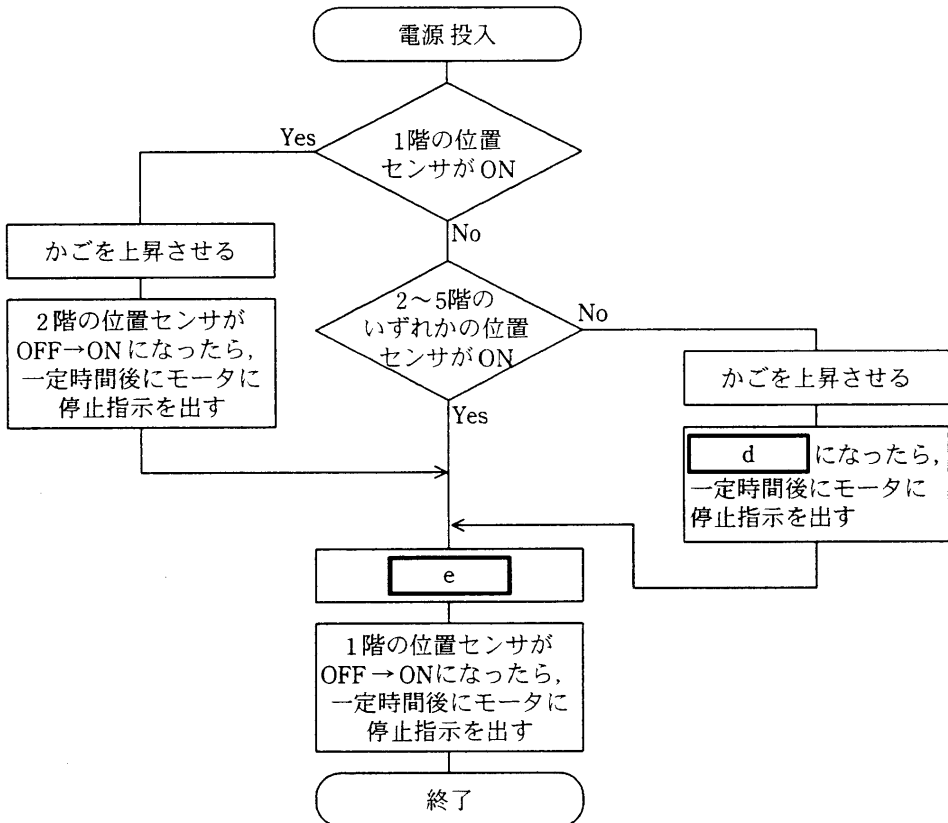


図6 電源投入時の処理の流れ図

- (1) 図 6 中の , に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 図 6 の流れ図の中で、1 階の位置センサが ON の場合、2 階までかごを上昇させるのはなぜか。その理由を 50 字以内で述べよ。

設問 3 エレベータの安全対策について検討する。

- (1) エレベータのドアが開いているときにかごが移動してしまうことを防ぐ必要がある。そのためには、ドアが開いているのにドア閉と検出してしまうことを防がなければならない。

ドアの開閉はスイッチで検出しており、スイッチの状態変化で割込みが発生する。割込み処理の中でドアのスイッチ状態を読み込んだとき、チャタリングによって、ドア開にもかかわらずドア閉と読める場合がある。このとき誤ってかごの移動を開始させないためには、ソフトウェアではどのような処理を行えばよいか。30 字以内で述べよ。

- (2) 次の記述中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。

- (a) かごをある階から別の階に移動させる際、ある時間だけ待ってもかごが到着しないことを検出したい。

例えば、かご上昇時には と同時にタイマを起動して到着を監視する。タイマ起動時に設定するタイマ値は、かごを移動させるときの と移動階数によって得られる到着予定時間より少し長い時間を設定する。

- (b) 5 階位置センサが故障していて、かごの検出ができない場合でも、かごが 5 階を越えて上昇してしまうことを防ぎたい。

タイマを利用することによって、到着予定時間より少し長い時間待つてから ことはできるが、到着予定時間より早くかごが 5 階に到着した場合には、かごが 5 階を越えて上昇してしまうことになる。

そこで、5 階位置センサの上部にセンサを新設し、新設したセンサが を検出したら、直ちに ようにする。

問2 穴あけ加工機械（ボール盤）の位置決め制御装置の設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

ボール盤のXYテーブルを動かして位置決めをする、位置決め制御装置の開発を行うことになった。ボール盤と位置決め制御装置を図1に示す。位置決め制御装置は操作盤を備えている。操作盤には、7セグメントLEDを用いた座標表示窓とモード切替スイッチ、マシン原点復帰ボタンなどの各種スイッチ/ボタンがある。

位置決め制御装置は、ステッピングモータによって、XYテーブルをX軸、Y軸のそれぞれ任意の方向に移動できる。XYテーブルの移動可能域はX軸、Y軸ともに200.0mmである。

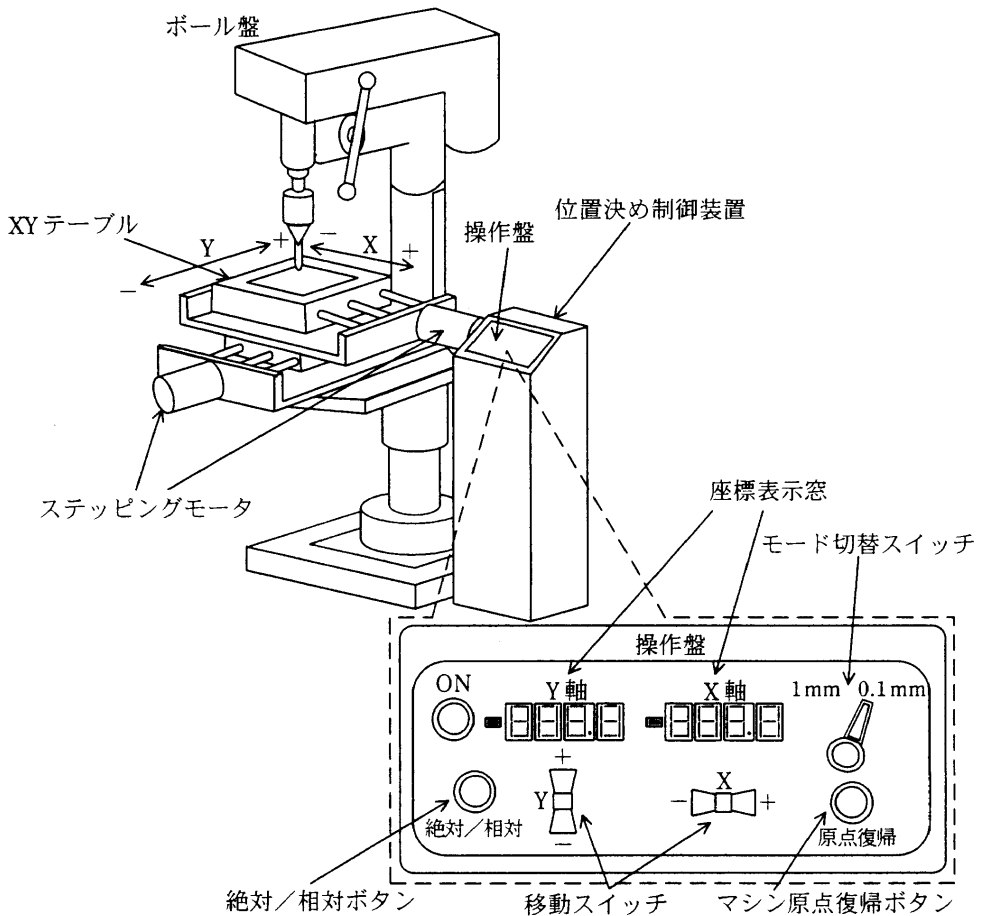


図1 ボール盤と位置決め制御装置

操作盤の X 軸用の移動スイッチや Y 軸用の移動スイッチを + 側又は - 側に押し続けていると、XY テーブルはその軸方向に連続移動する。移動スイッチは、+、- と中立の三つの状態があり、指を離せば中立状態に復帰する自動復帰型スイッチである。移動スイッチを一度押して 0.2 秒以内で離した場合には、モード切替スイッチで指定した距離（1mm 又は 0.1mm）だけ移動する。

位置決め制御装置のシステム構成を図 2 に示す。操作盤及びステッピングモータの制御には、プログラマブルパラレル入出力コントローラ（PPI1, PPI2）を用いる。

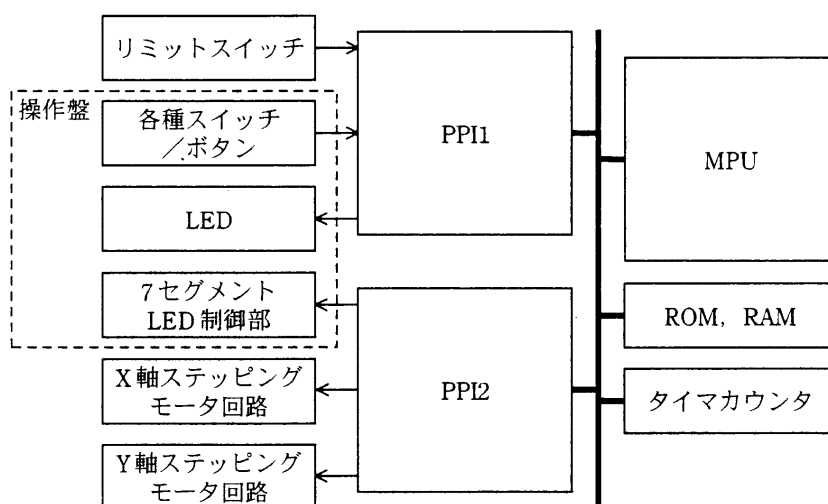


図 2 位置決め制御装置のシステム構成

設問 1 ステッピングモータの制御方法について検討する。

ステッピングモータが 1 回転するためには、400 パルスが必要とする。ステッピングモータの回転は軸に直結されたボールねじによって 1 回転当たり 4 mm の直線運動に変えられ、XY テーブルを X 軸方向、Y 軸方向にそれぞれ移動させる。XY テーブルの連続移動時の軸方向の位置決め速度は 2.7m/分である。

(1) X 軸方向、Y 軸方向の最小移動距離は、それぞれのステッピングモータが 1 パルスで回転する角度によって定まる。1 パルス当たりの移動距離は何 mm か求めよ。答えは小数第 3 位を四捨五入して、小数第 2 位まで求めよ。

(2) 連続移動時に 2.7 m/分の位置決め速度を実現するには、ステッピングモータに与えるパルスの出力周波数を何 Hz にすればよいか求めよ。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。

設問 2 位置決め制御装置では、入出力用に二つのプログラマブルパラレル入出力コントローラ (PPI1, PPI2) を用いる。各 PPI は三つの 8 ビットデジタルポート (ポート A ~ C) と 8 ビットのコントロールレジスタを内蔵しており、コントロールレジスタに設定するコントロールワードによってポートの入力、出力を指示できる。コントロールワードの構成を図 3 に示す。

なお、コントロールワードのビット 7 は 1 の固定値、ビット 6, ビット 5, ビット 2 はそれぞれ 0 の固定値としている。

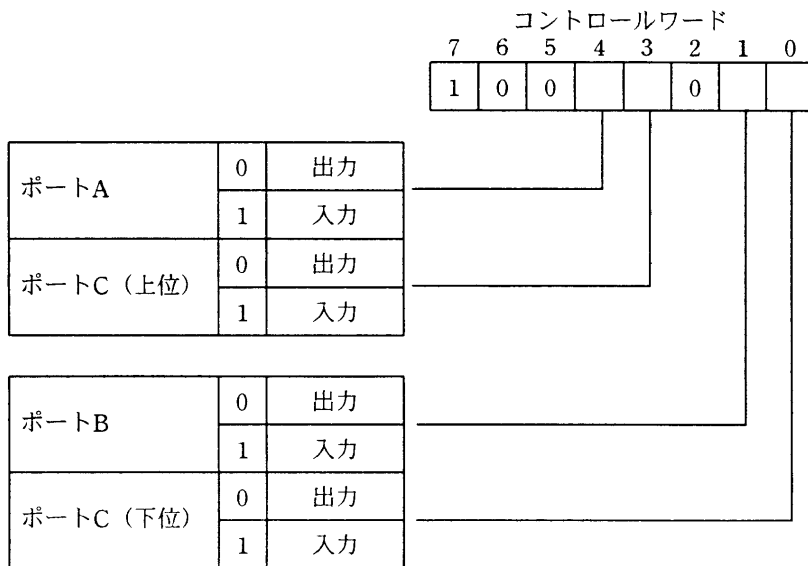


図 3 コントロールワードの構成

位置決め制御装置で用いる PPI の各ポートの機能割付けを表に示す。

表 PPI の各ポートの機能割付け

PPI	ポート	アドレス (16 進数)	ビット	機能 (各入力ビットは正論理で ON のとき 1 である)	入出力
PPI1	A	F8	0	非常停止	入力
			1	マシン原点復帰ボタン	
			2	モード切替スイッチ：ON 時 1mm	
			3	モード切替スイッチ：ON 時 0.1mm	
			4	移動スイッチ：ON 時 X 軸の+側	
			5	移動スイッチ：ON 時 X 軸の-側	
			6	移動スイッチ：ON 時 Y 軸の+側	
	7	移動スイッチ：ON 時 Y 軸の-側			
	B	F9	0	ON スイッチ	入力
			1	絶対/相対ボタン	
2～7			リミットスイッチ		
C	FA	0～3	LED 表示	出力	
		4～7	未使用		
PPI2	A	F4	0～3	7 セグメント LED 表示データ：0～9 以外のおときにはブランク（消灯）	出力
			4～7	未使用	
	B	F5	0～3	X 方向 7 セグメント LED1～LED4 選択	出力
			4～7	Y 方向 7 セグメント LED1～LED4 選択	
	C	F6	0	X 軸モータ駆動パルス出力	出力
			1	X 軸モータの回転方向（1：右回り，0：左回り） ⁽¹⁾	
			2	Y 軸モータ駆動パルス出力	
3			Y 軸モータの回転方向（1：右回り，0：左回り） ⁽¹⁾		
4～7			未使用		

注⁽¹⁾ 回転方向が右回りのとき，XY テーブルは軸の+側方向に，左回りのとき軸の-側方向にそれぞれ直線移動する。

(1) コントロールレジスタの設定について検討する。次の記述中の

a

～ d に入れる適切な字句又は英数字を答えよ。

PPI1 と PPI2 の各ポートは、表で示したような使い方をしたい。各ポートをどのように利用するかは、図 3 のコントロールワードのビット 0, ビット 1, ビット 3, ビット 4 で指定する。PPI1 は とポート B が入力であるので、設定するコントロールワードは 16 進数で という値にしてコントロールレジスタに書き込む。一方、PPI2 は、すべてのポートを として用いるので、16 進数で という値にする。

(2) PPI を用いたステッピングモータの制御について検討する。次の記述中の ~ に入れる適切な字句又は英数字を答えよ。

ポートアドレスの F8 番地の入力値が 0.2 秒を超えても 16 進数で 14 のまま変わらないときには、プログラムの処理としては、XY テーブルを 方向に させる必要がある。この制御のためには、 番地のビット を 1 とし、ビット からパルスを出力すればよい。

設問 3 相対座標表示の実現方法に関する次の記述中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。

位置決め制御装置の XY テーブルの位置の表示には、絶対座標表示と相対座標表示があり、絶対／相対ボタンを押すことによって切り替えられる。絶対座標表示は、XY テーブルの移動可能域の右上隅から各軸方向への距離を座標表示窓に表示するものである。一方、相対座標表示は、絶対座標表示から相対座標表示に切り替えられたときの位置から各軸方向への移動距離を表示するものである。絶対座標表示中に絶対／相対ボタンが押されたときには、座標表示窓の距離を 000.0 とし、その後の各軸方向への移動距離を積算して表示する。相対座標表示中に再び絶対／相対ボタンが押されると、絶対座標表示に戻らなければならない。このため、相対座標表示に切り替えるときには、そのときの各軸の をバッファに記憶させる。その後、絶対座標表示に切り替えるときには、 と相対座標を し、座標表示窓に表示する。

座標表示窓には、数値を示す 8 個の 7 セグメント LED のほかに、負のときに点灯する LED がある。この LED が点灯し、負の数を表示するのは、 表示中に限られる。

次の問3，問4については1問を選択し，答案用紙の選択欄の問題番号を○印で囲んで解答してください。

なお，2問とも○印で囲んだ場合は，問3について採点します。

問3 指紋を利用した入退管理システムに関する次の記述を読んで，設問1～3に答えよ。

指紋照合によって，登録されている指紋と一致する場合にだけ部屋の扉を開ける入退管理システム（以下，システムという）のソフトウェア開発を行っている。

〔システムの外観〕

入室側から見たシステムの外観を図1に，真上から見た赤外線センサと光センサの配置を図2に示す。

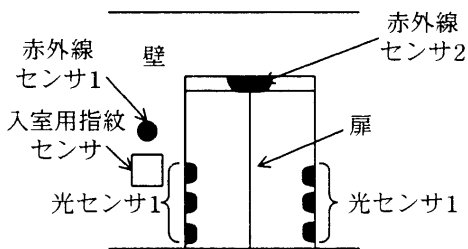


図1 入室側から見たシステムの外観

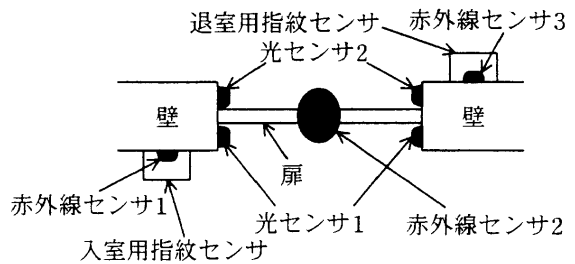


図2 真上から見た赤外線センサと光センサの配置

〔システムの構成〕

システムの構成を図3に示す。

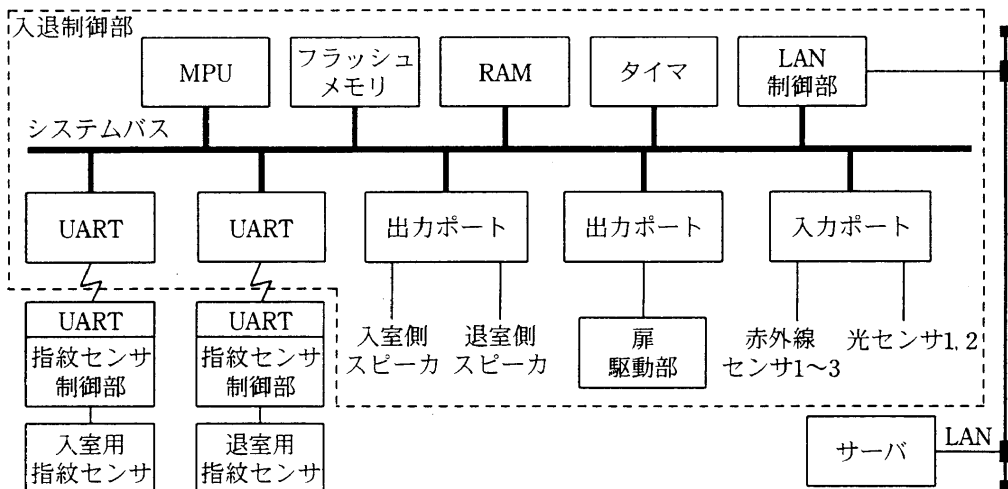


図3 システムの構成

〔システムの動作〕

入室時のシステムの動作は、次のとおりである。

- (1) 入室用指紋センサの前に人が立ったことを赤外線センサ 1 が検知すると、指紋センサに指を置く指示のアナウンスをする。入室用と退室用の指紋センサの前に同時に人が立ったことを赤外線センサで検知した場合は、入室側では指紋センサに指を置く指示のアナウンスを行い、退室側では待つ指示のアナウンスをする。
- (2) アナウンス後、指紋センサに指が置かれると指紋を読み取る。読み取った指紋データは、入退制御部を経由してサーバに送信される。
- (3) サーバは、送信されてきた指紋データと登録されている指紋データを照合し、照合結果を入退制御部に送信する。
- (4) 照合結果が一致の場合は、確認音を鳴らし、扉を開く。一方、照合結果が不一致の場合は、入室を許可できない旨を告げるアナウンスをする。
- (5) 入室の記録をサーバに送信し、サーバに保存する。

〔システムのセンサの検知範囲〕

真上から見た赤外線センサ 2 と光センサ 1, 2 の検知範囲を図 4 に示す。図 4 では、人が光センサ 1 と赤外線センサ 2 の検知範囲に入っている状態を示している。

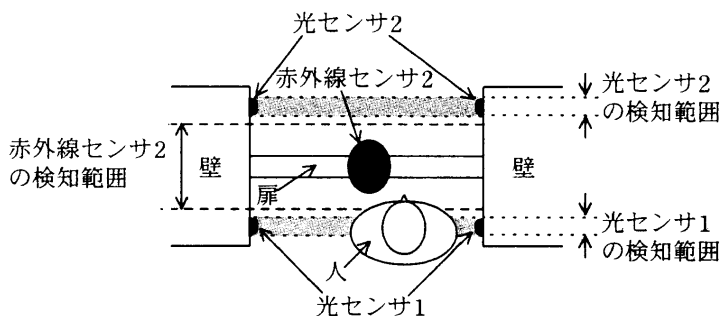


図 4 真上から見た赤外線センサ 2 と光センサ 1, 2 の検知範囲

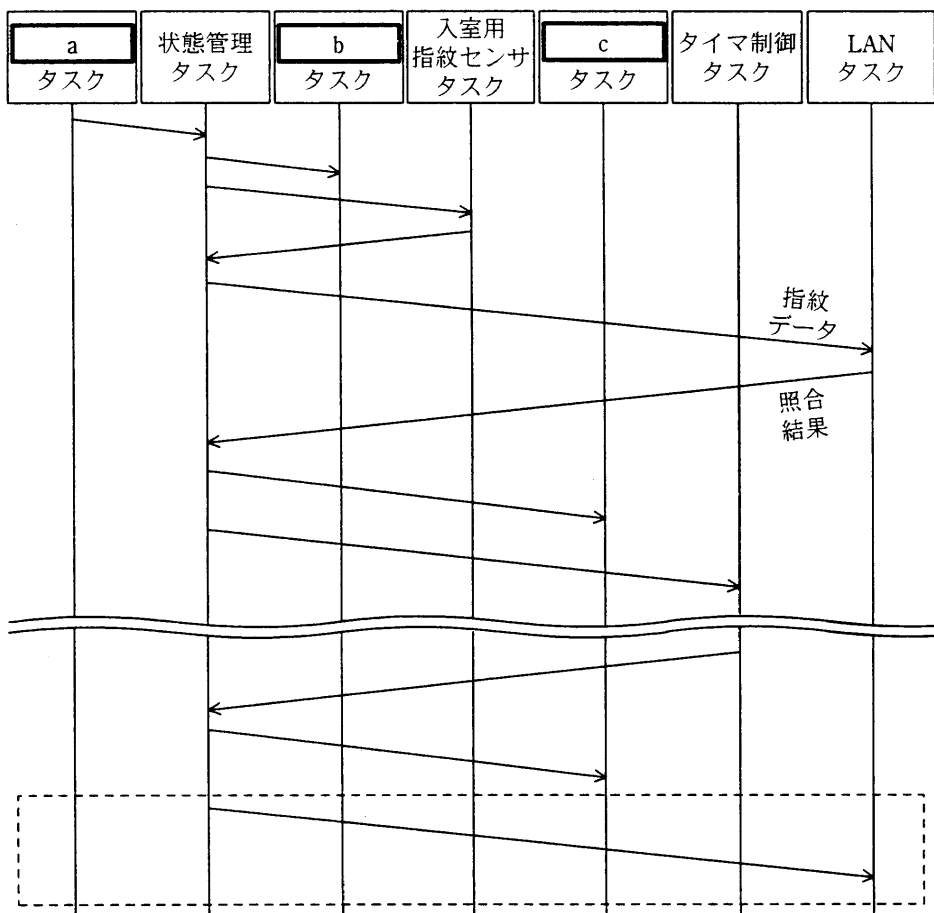
〔システムのソフトウェア仕様〕

- (1) システムのタスク一覧を表 1 に示す。
- (2) システムは、リアルタイム OS を使用している。各タスク間のメッセージ通信には、メールボックスを使用する。

表 1 システムのタスク一覧

タスク名	処理概要
状態管理タスク	システム全体の状態管理を行う。
赤外線センサタスク	赤外線センサが人を検知すると、状態管理タスクに通知する。
光センサタスク	光センサの状態が変化すると、状態管理タスクに通知する。
入室用指紋センサタスク	状態管理タスクからの読取り指示によって、指紋データを読み取り、読み取ったデータを状態管理タスクに通知する。
退室用指紋センサタスク	状態管理タスクからの読取り指示によって、指紋データを読み取り、読み取ったデータを状態管理タスクに通知する。
LAN タスク	状態管理タスクから送信依頼されたデータをサーバに送信する。また、サーバから受信したデータを状態管理タスクに通知する。
音声タスク	状態管理タスクから通知された内容の音声を出力する。
扉開閉タスク	状態管理タスクからの指示によって、扉の開閉を制御する。
タイマ制御タスク	状態管理タスクからの指示によって、タイマを起動させる。タイマがタイムアウトになると、状態管理タスクに通知する。

- (3) 入室動作シーケンスの一部を図 5 に示す。



注 矢印はメッセージ通信の方向を表す。

図5 入室動作シーケンスの一部

設問1 システムの要求仕様について検討する。

- (1) 入室用指紋センサ及び退室用指紋センサに使用している指紋読取り用センサのデバイス仕様を表2に示す。また、指紋センサ制御部のUART仕様を表3に示す。

表2 指紋読取り用センサのデバイス仕様

項目	仕様
センシングエリア	mm 10.0×12.0
センシングエリア構成	ピクセル 200×240
ピクセルピッチ	mm 0.050×0.050
指紋読取り時間	秒 0.9

表 3 指紋センサ制御部の UART 仕様

項目		仕様
転送レート	ビット/秒	40,000
データ	ビット	8
スタートエレメント	ビット	1
ストップエレメント	ビット	1
パリティビット	ビット	なし

システムで指紋の読取りを開始してから、読み取ったデータの入退制御部への送信が完了するまでの時間を検討する。

(a) 表 2 のデバイスで読み取った指紋データは、何バイトになるか求めよ。ただし、表 2 のデバイスは、白と黒の 2 値で読み取るものとする。

(b) 表 2 のデバイスから読み取った指紋データを表 3 の UART によって送信すると何秒かかるか求めよ。答えは小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。ただし、ストップエレメント終了後にすき間なくスタートエレメントが続くようにして、連続して送信するものとする。

(c) 表 2 のデバイスが指紋の読取りを完了してから UART で送信を開始するまでの時間は、100 ミリ秒である。読み取った指紋データを (b) のように UART によって送信すると、表 2 のデバイスで読取りを開始してから、UART による送信が終了するまでに何秒かかるか求めよ。答えは小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。

(2) 1 人の人が入室するときの赤外線センサ 2 と光センサ 1, 2 の動作について検討する。

(a) 途中で後戻りすることなくまっすぐ歩いて入室し、入室を完了した場合、赤外線センサ 2 と光センサ 1, 2 がどのような順番で人を検知するか、その順番を答えよ。

(b) 赤外線センサ 2 と光センサ 1, 2 が、光センサ 1 → 赤外線センサ 2 → 光センサ 2 → 赤外線センサ 2 → 光センサ 2 の順番で人を検知した。この場合、人がどのように動いたか。45 字以内で述べよ。

設問2 図5に示す動作シーケンスについて検討する。

- (1) 図5中の a ~ c に入れる適切なタスク名を、表1中に示すタスク名で答えよ。
- (2) 図5中の破線で囲まれた部分で、LANタスクに送信依頼をしている。送信依頼の内容を、15字以内で述べよ。
- (3) 図5において、タイマがタイムアウトした場合でも扉を閉めない場合がある。それはどのような場合か。25字以内で述べよ。

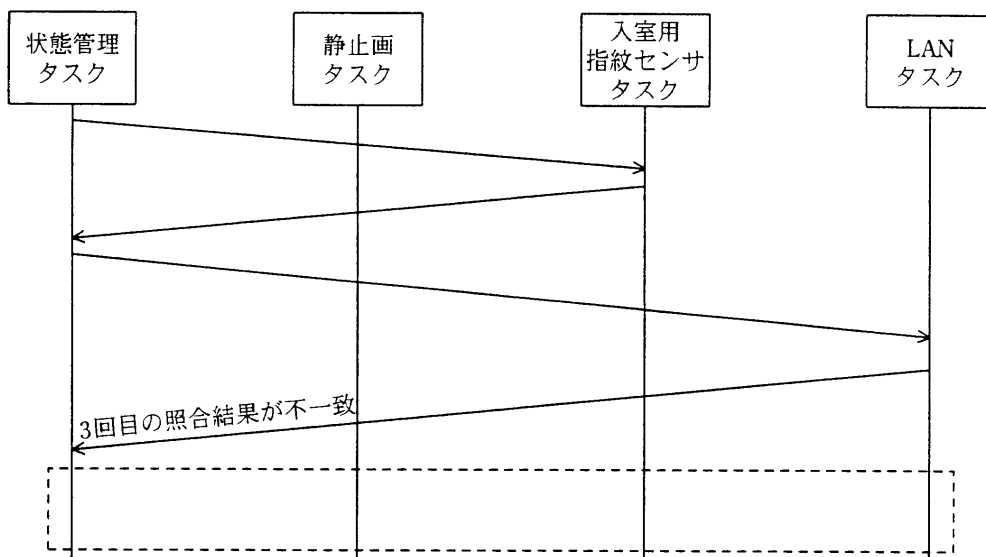
設問3 システムへの機能の追加について検討する。

- (1) 入室時の指紋照合結果が不一致となった場合に、アナウンスによって、再度指紋センサに指を置く指示を行う。この指示によって指が置かれると、指紋データを読み取り、再度サーバで照合する。連続して照合結果が3回不一致となった場合は、不正な入室の試みと判断し、照合を行っていた人をカメラで撮影する。また、撮影した静止画データを、LAN経由でサーバに送信して、静止画をサーバに残すようにする。この機能を実現するために、入室用指紋センサの位置にカメラを追加設置し、タスクを追加する。カメラ制御のために追加するタスクの仕様を表4に示す。

表4 カメラ制御のために追加するタスクの仕様

タスク名	処理概要
静止画タスク	状態管理タスクからの指示によって、カメラで静止画を撮影する。撮影処理が終了したら、結果を状態管理タスクに通知する。

表4の静止画タスクを追加し、照合結果が連続して3回不一致の場合に静止画を撮影するシーケンスの一部を、図6に示す。図6中の破線で囲まれた部分を埋め、静止画データをサーバに送信するまでのシーケンスを完成させよ。



注 矢印はメッセージ通信の方向を表す。

図 6 静止画を撮影するシーケンスの一部

(2) 前述の(1)で追加設置したカメラでは、入室側で指紋認証し、扉が開いたときに、室内にいる人が扉を通過することが可能となり、指紋照合を行わないで扉を通過する人を撮影することができない。この対策として、扉内を撮影できるカメラを追加設置して、人が扉を通過した記録を動画にて撮影することにした。撮影した動画データは、LAN 経由でサーバに送信する。この機能を実現するために、動画撮影割込みハンドラと動画データ送信タスクを追加する。

動画の撮影と動画データの保存は、ハードウェアが行う。動画データの保存には、リングバッファを用いる。ハードウェアが 1 フレームの動画データをリングバッファに保存すると、1 フレームの動画撮影完了を通知する割込みが発生する。

その割込みを処理するために、動画撮影割込みハンドラを割込みベクタに登録する。

(a) リアルタイム OS の起動時に動画撮影割込みハンドラを割込みベクタに登録するまで、ハードウェアからの割込みを禁止しておく必要がある。その理由を 40 字以内で述べよ。

(b) 次の記述中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

既存のタスクを変更せずに、動画データを LAN 経由でサーバに送信する方法を検討する。

動画撮影を行う場合、動画データ送信タスクから動画撮影割込みハンドラに撮影開始を依頼する。動画撮影割込みハンドラでは、撮影開始をハードウェアに指示する。

1 フレームの動画撮影完了の した場合、 が起動され、 タスクに動画データの送信依頼をする。 タスクは、動画データをサーバに送信するために タスクに送信依頼する。

問4 IP 網を利用した告知放送の受信と、電話利用が可能な端末に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

A 社は、IP 網経由で警報や案内などの告知放送を聴くことができる告知放送受信端末（以下、端末という）を開発している。端末は、IP 網を使った電話（以下、IP 電話という）や電話回線を使った電話（以下、アナログ電話という）の利用も可能である。端末を IP 網と電話回線に接続した場合のシステム構成を、図1に示す。電話機は端末に接続されている。

告知放送は、放送局からパケット単位で送られてくる音声データを端末で受信し、再生される。IP 電話使用中又はアナログ電話使用中であっても、告知放送を受信すると直ちに再生される。

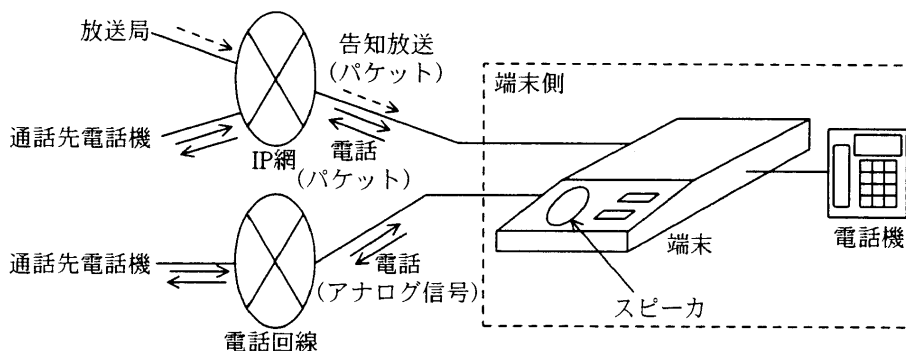


図1 端末を IP 網と電話回線に接続した場合のシステム構成

〔端末の仕様〕

端末のハードウェア構成を図2に、主なハードウェアの機能を表に示す。

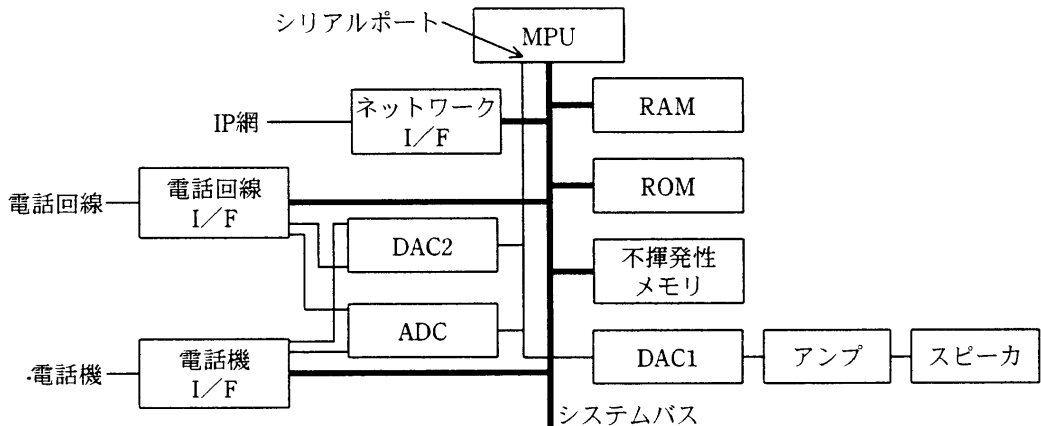


図2 端末のハードウェア構成

表 主なハードウェアの機能

ハードウェア名	機能
MPU	端末の制御、ソフトウェアによる音声データの圧縮・伸長、オーディオ用シリアルポートを使用した音声データの入出力を行う。 システムバス経由でRAM、ROM、不揮発性メモリ、ネットワーク I/F、電話回線 I/F、電話機 I/F と接続されている。 割込みコントローラや DMA コントローラも内蔵する。
不揮発性メモリ	告知放送を、圧縮されたままの音声データで記録する。
ネットワーク I/F	IP 網とのデータ入出力を行う。
電話回線 I/F	電話回線と接続するための制御やアナログ音声信号の入出力を行う。
電話機 I/F	電話機への電源供給、電話機と接続するための制御やアナログ音声信号の入出力を行う。
DAC1	モノラル用の D/A 変換器。告知放送の音声データの D/A 変換を行う。 音声データは 8kHz、8 ビットでサンプリングされている。
DAC2	ステレオ用 2 チャンネル (Lch/Rch) の D/A 変換器。電話回線 I/F 及び電話機 I/F と接続され、音声データの D/A 変換を行う。音声データは 8kHz、8 ビットでサンプリングされている。
ADC	ステレオ用 2 チャンネル (Lch/Rch) の A/D 変換器。電話回線 I/F 及び電話機 I/F と接続され、アナログ音声信号を 8kHz でサンプリングし、1 サンプリング当たり 8 ビットのデジタルデータに変換する。

告知放送の受信では、IP 網による遅延の変動を考慮し、端末はパケットをいったん受信バッファに格納する。次に、端末はパケットから音声データを再生順に抜き出し、伸長処理を行ってからアナログ音声信号に変換し、スピーカを用いて音声を再生する。音声データは同時に、圧縮されたまま不揮発性メモリに蓄積され、聞き逃しても後で再生できる。告知放送のうち、地震や津波などの緊急放送受信時は、スピーカの音量を最大にする。

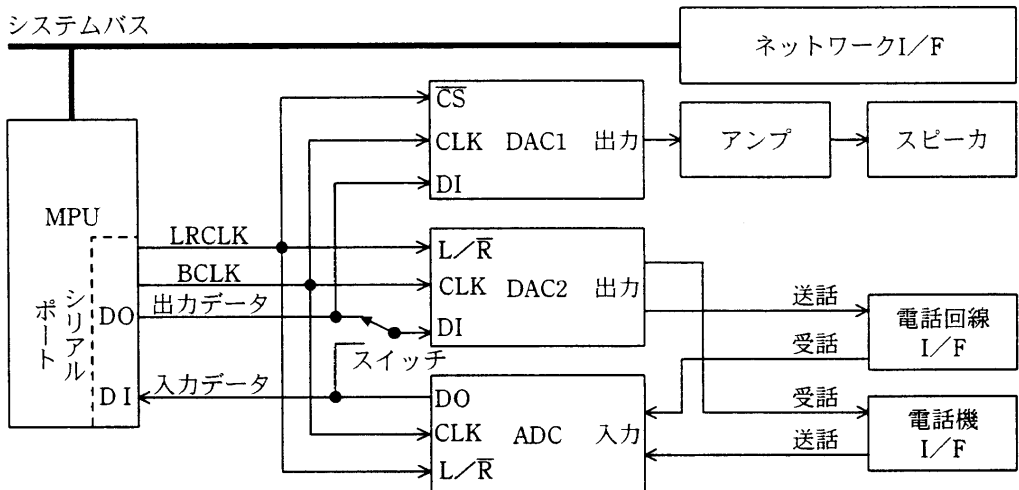
IP 電話の場合、送話については、電話機からのアナログ音声信号が A/D 変換され、圧縮処理の後、パケット化に必要な処理が行われ、IP 網へ送信される。一方、IP 網から受信したパケットは、いったん受信バッファに格納される。端末は、送出された順番を確認しながら、パケットから音声データを抜き出し、伸長処理の後、アナログ音声信号に変換して電話機に送出する。

アナログ電話の場合、電話機からのアナログ音声信号は、端末においていったん A/D 変換された後、再びアナログ音声信号に変換され、電話回線へ送出される。一方、電話回線からのアナログ音声信号は、端末においていったん A/D 変換された後、再びアナログ音声信号に変換され、電話機に送出される。

[シリアルポート]

アナログ音声信号及び音声データの入出力部ハードウェアを図 3 に、シリアルポートを用いた音声データ入出力のタイミングを図 4 に示す。

MPU のシリアルポートはステレオ音声用に構成されているが、本装置では独立した 2 チャンネルのモノラル音声データを入出力する。LRCLK によってチャンネルが区別され、BCLK に同期してデータが入出力される。A/D 変換及び D/A 変換は LRCLK の周期ごとに行われる。1 変換のデータは各 8 ビットで、図 4 に示すタイムスロットで区別され、入出力される。



DO : シリアルデータ出力端子, DI : シリアルデータ入力端子, CLK : クロック入力端子
 CS : 入力端子 (ローレベルのときデータを入力する)
 L/R : 入力端子 (ハイレベルのときLch, ローレベルのときRchのデータを入力又は出力する)

図3 アナログ音声信号及び音声データの入出力部ハードウェア

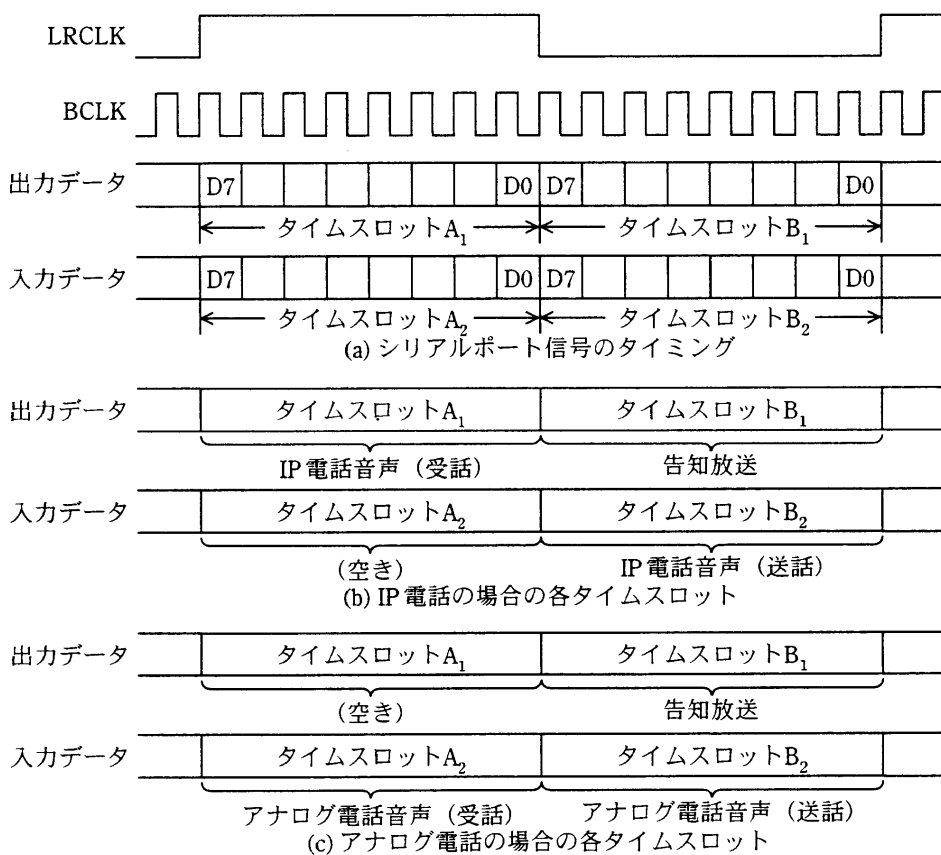


図4 シリアルポートを用いた音声データ入出力のタイミング

告知放送の音声は、DAC1 からアンプを経由してスピーカへ送出される。DAC1 の DI 端子は出力データに接続され、タイムスロット B₁のタイミングでデータが取り込まれ、D/A 変換され、出力される。

IP 電話の場合は、DAC2 及び ADC を用いて MPU と電話機間で音声データやアナログ音声信号が入出力される。DAC2 の DI 端子は出力データに接続され、タイムスロット A₁のタイミングで、MPU からの音声データが DAC2 に取り込まれ、D/A 変換の後に電話機に出力される。ADC の DO 端子は入力データに接続され、タイムスロット B₂のタイミングで電話機からの音声データが MPU に取り込まれる。

アナログ電話の場合は、DAC2 及び ADC を経由して電話回線と電話機間でアナログ音声信号が入出力される。この場合、DAC2 の DI 端子はスイッチを入力データ側に接続する。タイムスロット B₂のタイミングでは、電話機からの音声データが ADC の DO 端子から出力され、DAC2 へ取り込まれ、電話回線へ送出される。タイムスロット A₂のタイミングでは、電話回線からの音声データが ADC の DO 端子から出力され、DAC2 へ取り込まれ、電話機に出力される。

設問 1 端末の仕様について検討する。

告知放送の音声データは 20 ミリ秒ごとに圧縮され、パケット化されて配信される。このとき圧縮された音声データだけを見ると、8k ビット/秒で送信されている。ただし、1k ビットは 1,000 ビットとする。

- (1) IP 網の遅延を 500 ミリ秒以下とする。IP 網以外の処理による遅延時間には変動がないものとする。音声を送切れないように再生するために必要な告知放送分の受信バッファメモリの容量は何バイトか求めよ。答えは整数で求めよ。ただし、パケットは音声データ以外に 20 バイトの付加情報を含むものとし、パケットの損失がないものとする。
- (2) 不揮発性メモリの容量は 256 k バイトとし、圧縮された音声データだけを記録するものとして、何回分の告知放送を録音できるか求めよ。答えは小数第 1 位以下を切り捨て、整数で求めよ。ただし、1 回の告知放送は 30 秒までとし、固定長で記録する。

設問 2 シリアルポートを用いた音声の入出力について検討する。

- (1) 図 4 に示した LRCLK の周波数は、何の周波数に等しいか答えよ。

- (2) DAC2 の Lch 出力及び Rch 出力は、それぞれの I/F に接続されているか答えよ。
- (3) アナログ電話の場合にも告知放送を再生できるようにするため、図 4 の方式を採用した。次の記述中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

電話回線と電話機間でアナログ音声信号を入出力するために、DAC2 と ADC は Lch, Rch の両チャンネルとも使用する。DAC2 の DI 端子のスイッチを入力データ側に接続し、DAC2 と ADC がタイムスロットを する。このとき ADC の DO 出力は、タイムスロット が電話回線からの受話音声のサンプリングデータであり、タイムスロット が電話機からの送話音声のサンプリングデータである。このようにスイッチを切り替えることで、出力データは DAC2 から切り離され、告知放送の再生に使用できる。

設問 3 IP 電話、アナログ電話のそれぞれにおいて、通話中に緊急放送を受信した場合の、電話機を受話音声を送信音声に切り替える機能の追加を検討する。

- (1) IP 電話の通話中に緊急放送を受信した場合、通話を中断し、電話機に放送音声を送出し、通話先には通話中断のアナウンスを送信するようにしたい。ハードウェアを変更することなく、電話機にも放送音声を送出するには、どのタイムスロットを放送音声に変更すべきか答えよ。
- (2) アナログ電話で通話していた場合、放送音声のタイムスロットの変更だけでは放送音声を電話機に送出できない。そこで、DAC2 の DI 端子のスイッチを出力データ側に切り替えて、放送音声を電話機にも送出できるようにする。このとき、通話先には通話中断のアナウンスを送信するようにしたいので、ハードウェアに変更を加え、設定の変更を検討する。次の記述中の , に入れる適切な字句を答えよ。

緊急放送を受信した場合、通話先にはあらかじめ用意した通話中断のアナウンスを送りたい。このため、タイムスロット にアナウンスの音声データを出力する。しかし、このままではスピーカの音声も通話中断のアナウンスになってしまうので、DAC1 の \overline{CS} 端子と LRCLK 間に、緊急放送時に LRCLK を する回路を追加する。

[メモ用紙]

6. 途中で退室する場合には、手を挙げて監督員に合図し、答案用紙が回収されてから静かに退室してください。

退室可能時間	12:50 ~ 13:30
--------	---------------

7. 問題に関する質問にはお答えできません。文意どおり解釈してください。
8. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いません。
9. 電卓は、使用できません。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
11. 答案用紙は、白紙であっても提出してください。
12. 試験時間中にトイレへ行きたくなったり、気分が悪くなったりした場合は、手を挙げて監督員に合図してください。
13. 午後Ⅱの試験開始は 14:10 ですので、14:00 までに着席してください。

試験問題に記載されている会社名又は製品名は、それぞれ各社の商標又は登録商標です。

なお、試験問題では、® 及び ™ を明記していません。