

平成 18 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

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。問題冊子を裏返して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. 試験時間は、次の表のとおりです。

試験時間	12:10 ~ 13:40 (1 時間 30 分)
------	---------------------------

途中で退出する場合には、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出してください。

退出可能時間	12:50 ~ 13:30
--------	---------------

5. 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

6. 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。
7. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いません。
8. 電卓は、使用できません。

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 鉱山で用いる排水ポンプの自動運転制御に関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

鉱山の坑道には地下水がたまるので、ある水位に達したら排水しなければならない。また、坑道にはガスも発生する。発生したガスは排気坑口から放出される。

排水ポンプシステムの構造を、図 1 に示す。

(凡例)

- A: 一酸化炭素(CO)センサ
- B: メタンセンサ
- C: 気流(Air)センサ
- D: 水位上限センサ
- E: 水位下限センサ
- F: 水流センサ

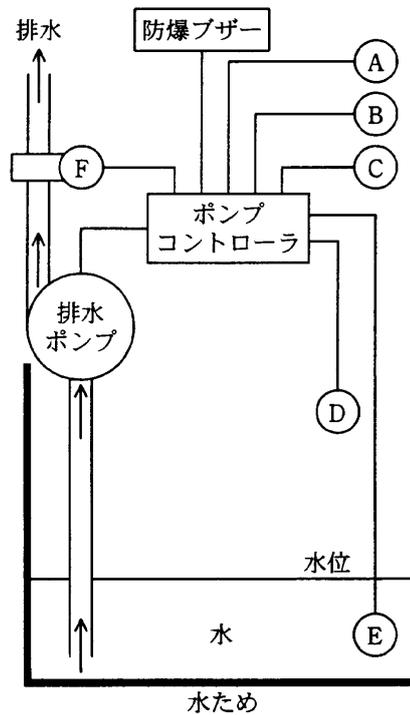


図 1 排水ポンプシステムの構造

[ポンプコントローラの要求仕様]

坑道の地下水は、水ために集められる。水ための水位をセンサ D とセンサ E で検出し、排水ポンプを制御する。センサ A, B, C, F は、それぞれ一酸化炭素 (CO) 濃度、メタン濃度、気流 (Air)、排水の流れを検出する。メタン濃度が危険濃度以上になると、ポンプコントローラは防爆ブザー (以下、ブザーという) を鳴らし、0.3 秒以内に排水ポンプを運転禁止にして排水ポンプの電源をオフにする。運転禁止からの運転再開は、システムリセットによって行う。

〔ポンプコントローラのソフトウェア構成〕

ポンプコントローラのソフトウェアはリアルタイム OS を用いて構築する。

タスク構成を図 2 に、各タスクの仕様を表に示す。

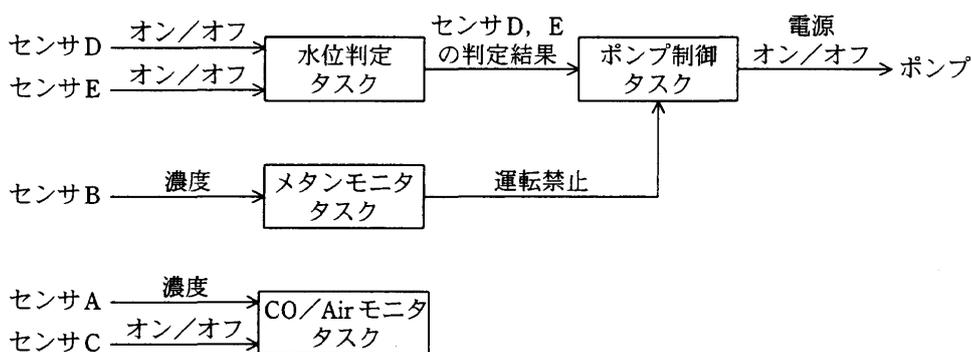


図 2 タスク構成

表 各タスクの仕様

タスク名	機能	起動方法	起動周期 (ミリ秒)	処理時間 (ミリ秒)	タスク 優先度 (¹)
水位判定 タスク	センサ D, E のオン/オフを読み込む。 起動のたびに、ポンプ制御タスクにセン サ D, E の判定結果を通知する。	定周期	1,000	20	4
メタンモニタ タスク	センサ B の値を読み込む。センサの値 が、危険濃度以上のときには、ポンプ制 御タスクに運転禁止を通知するととも に、ブザーを鳴らす。	定周期	95	30	2
CO/Air モニタ タスク	センサ A の値とセンサ C のオン/オフ を読み込む。	定周期	700	50	3
ポンプ制御 タスク	運転禁止でなければ、センサ D, E の判 定結果に基づいて、排水ポンプの運転を 制御する。	タスク間 通信	—	10	1

注 (¹) タスク優先度は、値が小さいほど高い。

設問 1 排水ポンプシステムのソフトウェア仕様について検討する。

センサ D, E は、水ための水位が検出水位以上になるとオンになり、下回るとオフになる。排水ポンプは、運転禁止でなければ、運転開始条件及び運転停止条件によって、次のように制御される。

- ① 運転開始条件が“偽”から“真”に変化した際に、排水ポンプの運転を開始する。
- ② 運転停止条件が“偽”から“真”に変化した際に、排水ポンプの運転を停止する。

水ための水位の変化に対する排水ポンプの運転の様子を、図3に示す。

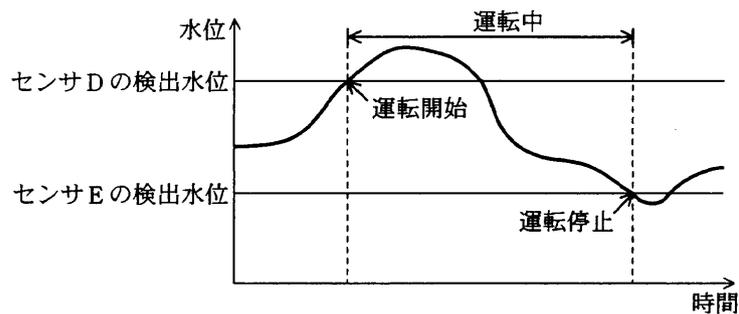


図3 水ための水位の変化に対する排水ポンプの運転の様子

- (1) 水位の変化による排水ポンプの運転開始条件及び運転停止条件について、次の式中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。

〔運転開始条件〕

(センサDの読み込み結果が)

AND (前回の の読み込み結果がオフ)

〔運転停止条件〕

(センサEの読み込み結果が)

AND (前回の の読み込み結果がオン)

- (2) 排水ポンプの故障判定を行いたい。センサFを利用して、水流がある場合には“真”，ない場合には“偽”を返す関数 Pumping を用意する。運転開始条件が“偽”から“真”になった後、実際に排水が始まるのに十分な時間が経過してから、周期的に Pumping 関数を利用して、監視する。運転開始条件と Pumping 関数の戻り値との論理積 (AND) が“偽”になることを、排水ポンプの故障と判断した場合の問題点は何か。60字以内で述べよ。

設問2 ポンプコントローラのタスクの終了までにかかる時間について検討する。

なお、リアルタイムOSの処理時間は無視できるものとする。

- (1) どのタスクも実行していない状態から、水位判定タスク、メタンモニタタスク及びCO/Airモニタタスクが同時に起動した場合を考える。メタン濃度

が危険濃度未満の場合に、水位判定タスクが終了するまでの処理と時間について、次の記述中の ~ に入れる適切な数値又はタスク名を答えよ。

同時に起動した時点から水位判定タスクの実行が始まるまでに ミリ秒かかる。水位判定タスクは、実行が始まってから、連続実行すれば、同時に起動した時点から ミリ秒後に終了する。しかし、再度、 タスクが起動するので、 タスクの処理時間が加算される。また、水位判定タスクは タスクにセンサ判定結果を通知するので タスクの処理時間も加算される。したがって、水位判定タスクが同時に起動してから、終了するまでの時間は ミリ秒になる。

(2) メタン濃度が危険濃度以上になっているときに、メタンモニタタスクが起動されてから実行し、終了するまで最大何ミリ秒かかるか求めよ。

設問3 メタンモニタタスクの設計について検討する。

メタン濃度の A/D 変換には、最大で5ミリ秒を要する。A/D 変換が終了すると A/D 変換終了フラグ（以下、終了フラグという）が 1 にセットされる。A/D 変換開始時に MPU に内蔵されているタイマをスタートして、5ミリ秒を計測する。5ミリ秒後に変換が終了していない場合は A/D 変換器の故障と判定し、メタン濃度が危険濃度以上の場合と同様の処理を行う。図4にメタンモニタタスクの処理の流れ図の一部を示す。

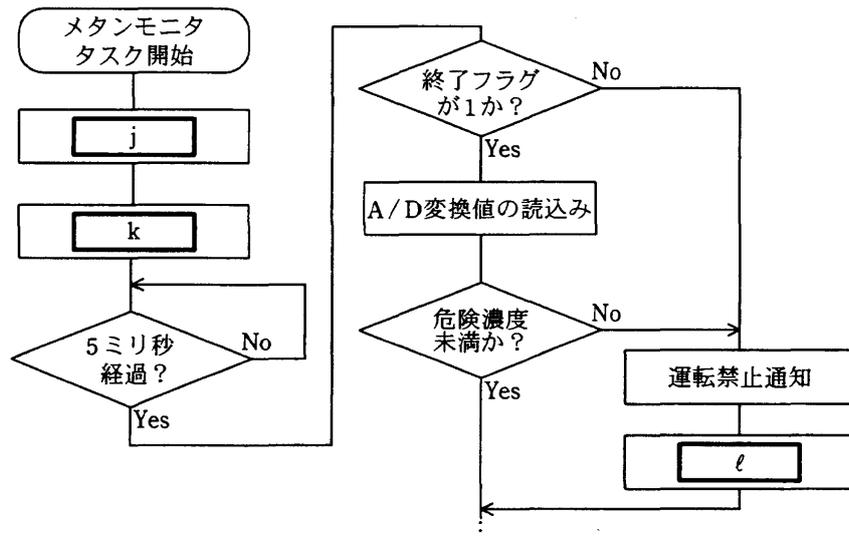


図4 メタンモニタタスクの処理の流れ図（一部）

(1) 図4中の ～ に入れる適切な処理内容を、それぞれ15字以内で答えよ。

(2) A/D変換器は正常であるが、センサの故障によって危険濃度を検出できない場合の対応策を考える。3個のセンサを利用して、一つでも危険濃度以上の場合に、排水ポンプを停止するようにする。メタンモニタタスクの機能を変更し、起動のたびにセンサを切り替えて、3個のセンサのうち一つのセンサの値を読み込むようにする。

一つのセンサが正常で、二つのセンサが故障している場合、メタン濃度が危険濃度以上になってから排水ポンプの電源をオフにするまで、最大何ミリ秒かかるか求めよ。ただし、リアルタイムOSの処理時間とほかのタスクの影響は考えないこととし、危険濃度以上のA/D変換値を読み込んでからポンプの電源をオフにするまでに20ミリ秒かかるものとする。また、メタンモニタタスクが起動してからA/D変換値を読み込むまでの時間は常に一定とし、センサが正常でメタン濃度が危険濃度以上であれば、必ず検出できるものとする。

問2 踏切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。

複線区間用の踏切制御装置を開発している。図1に、踏切制御装置の概要を示す。

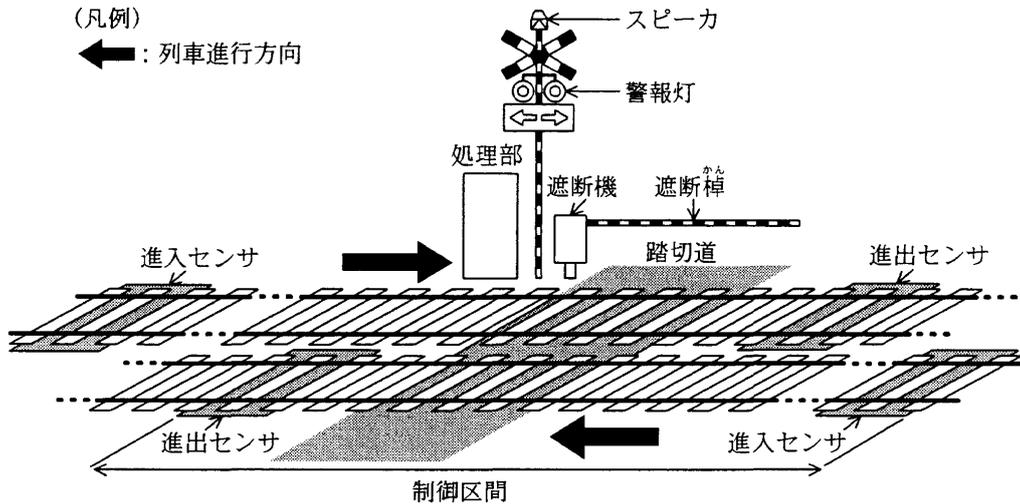


図1 踏切制御装置の概要

踏切制御装置では、踏切の制御区間内に列車が存在するかどうかを判断するために、進入センサと進出センサを対にして上りと下りの線路にそれぞれ設置する。進入センサが制御区間への列車進入を検知すると、踏切制御装置の処理部は警報灯を点滅させ、スピーカから警報音を鳴らす。その後、時間が経過してから遮断棒を降下させ、踏切道の通行を遮断する。また、列車が踏切の制御区間内に存在しなくなったことが確認できると、警報音を停止させ、警報灯を消し、遮断棒を上昇させて踏切道の通行遮断を解除する。

〔警報時間の制御〕

進入センサが踏切の制御区間への列車進入を検知し、警報を開始してから遮断棒の降下を開始して踏切道の通行を遮断するまでの時間を踏切遮断時分という。踏切遮断時分には、歩行者が踏切道を渡りきるのに必要な時間に余裕時間が加えられる。このため、進入センサを設置する位置と踏切道との距離は、踏切遮断時分以内に列車が最高速度で走行する距離以上とする。ただし、列車の走行速度は不均一なの

で、警報を開始してから実際に列車が踏切に達するまでの時間（以下、踏切警報時分という）はばらつくことになる。特に、駅近くの踏切では、駅を通過する列車と停車する列車とで踏切警報時分に大きな差がでる。そのため、踏切制御装置の設計では、列車の通過／停車の判断を加えて踏切警報時分のばらつきを少なくするための工夫を行う。

〔踏切制御装置のシステム構成〕

踏切制御装置の処理部は、万一の故障によって、踏切の無遮断が発生したり、列車の接近時に遮断棒が上昇したりすることがないように、フェールセーフを考慮して設計する。同様に、進入センサや進出センサの故障時にも、システムとして危険な動作が起きないように、それぞれ故障モードを考慮したセンサを使用する。図2に、踏切制御装置のシステム構成を示す。

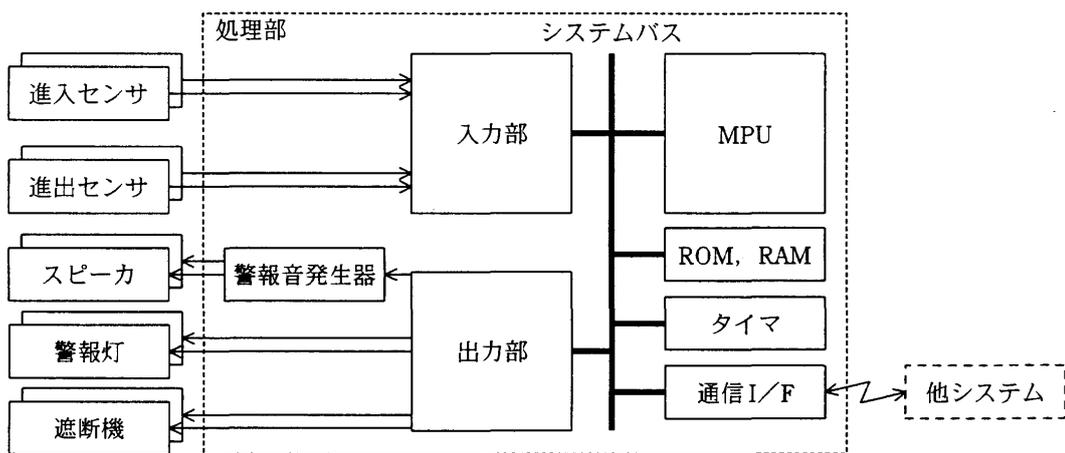


図2 踏切制御装置のシステム構成

設問1 複線区間の踏切制御方法について検討した。

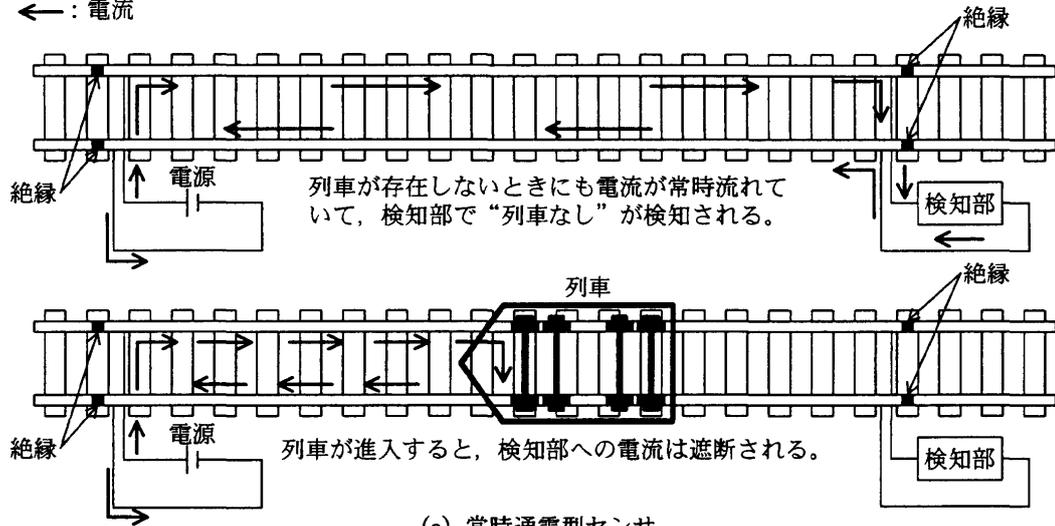
(1) 上り線路の列車だけに注目した場合の、踏切制御の状態遷移図を図3に示す。

こ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。次の図3中の

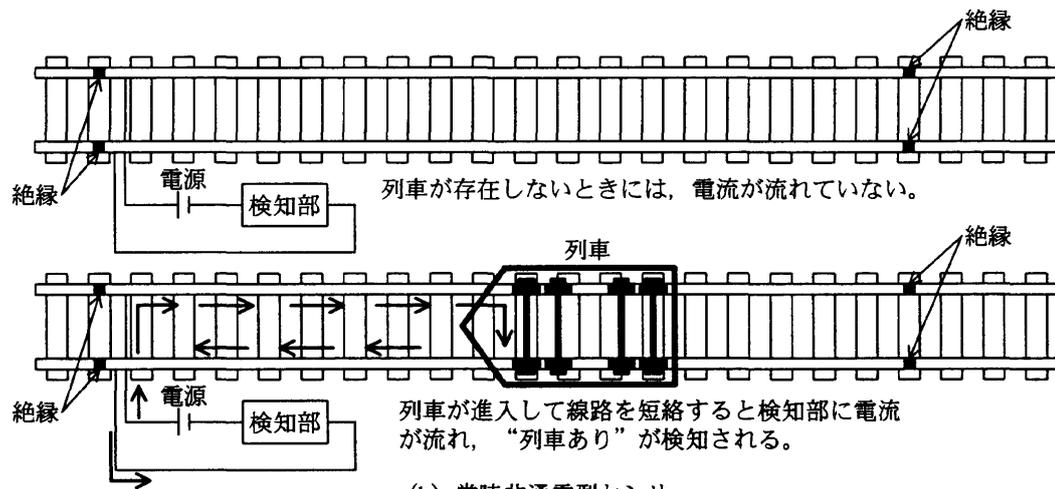
a ~ d に入れる適切な字句を答えよ。

(凡例)

← : 電流



(a) 常時通電型センサ



(b) 常時非通電型センサ

図4 常時通電型センサと常時非通電型センサの例

進入センサに センサを用いると、断線やセンサへの電源停止などの故障時には を検知できず、危険なので、 センサを用いる。一方、進出センサには、万一の電源の瞬断を と誤検知しないように、 センサを用いることにする。

踏切制御にとって、時間のカウントも安全上重要な要素である。処理部では時間のカウントにタイマを用いるが、万一、タイマ自身の故障やクロック周波数の乱れが発生した場合、時間のカウントが正常に行われなくなることが考えられる。

その対策として、 で動作するタイマを別途用意し、処理部のタイマ値と を行い、故障を検出する。また、故障が検出された場合には踏切を する。

設問 3 進入センサの動作に対する処理について検討した。この踏切制御に用いる進入センサは、列車が踏切の制御区間に進入したときに間隔が極端に長いチャタリング（以下、二段動作という）を引き起こすことがある。

- (1) 進入センサの二段動作が起こった場合、この踏切制御の一連の処理では不具合が発生する。考えられる不具合を、50字以内で述べよ。
- (2) 二段動作による不具合を回避するために、ある一定時間内に連続して発生した進入センサの変化をマスクする処理を付加することにした。しかし、この時間をあまり大きくすると、極めて危険な動作を引き起こす懸念がある。考えられる危険な動作について、60字以内で述べよ。

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 複合機に関する次の記述を読んで，設問1～3に答えよ。

複合機は，スキャナで読み込んだ原稿を印刷するコピー機能と，LAN経由で受け取った原稿を印刷するプリンタ機能をもつ。

〔複合機のハードウェア構成〕

複合機のハードウェア構成を，図1に示す。複数枚の原稿をページ順にそろえて複数部印刷するために，印刷する原稿の画像データは，圧縮した形で画像蓄積用メモリに格納される。ここで，スキャナで読み込む原稿，及びLAN経由で受け取る原稿の枚数は，それぞれ単独では画像蓄積用メモリに格納できる最大枚数以下に制限されているものとする。

なお，スキャナで読み取った原稿の画像データは画像処理エンジンで圧縮される。LAN経由ではあらかじめ圧縮された画像データを受け取る。

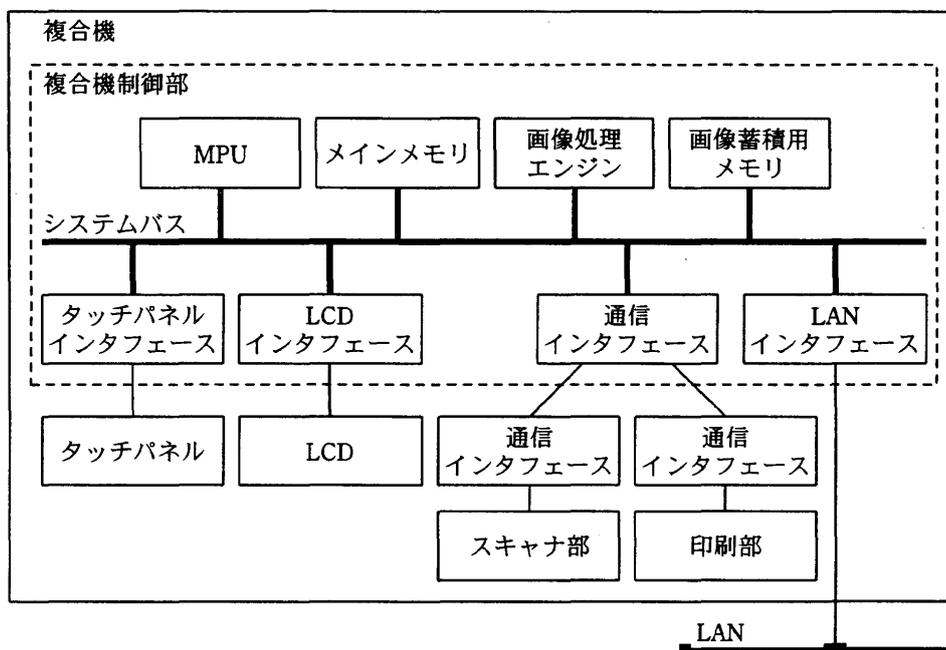


図1 複合機のハードウェア構成

画像処理エンジンは、画像データをノイズ除去した後に圧縮する処理（以下、ノイズ除去・圧縮処理という）と、圧縮データを伸張する処理（以下、伸張処理という）を行う。ただし、この二つの処理は、いずれか片方ずつしか行うことができない。

メインメモリ及び画像蓄積用メモリは、画像処理エンジンからは直接アクセスされるが、通信インタフェースと LAN インタフェースからは直接アクセスされない。

〔複合機の動作と要求性能〕

複合機の動作と要求性能は、次のとおりである。

- (1) タッチパネルでコピー開始操作が行われると、スキャナ部に指示を出して、原稿を 1 枚ずつ画像データとして読み込む。読み込んだ 1 枚分の画像データは、MPU によって通信インタフェースを経由してメインメモリに転送される。メインメモリに転送された画像データは、画像処理エンジンによってノイズ除去・圧縮処理が行われ、画像蓄積用メモリに格納される。
- (2) 印刷するときには、画像処理エンジンによって、画像蓄積用メモリに格納された圧縮データの伸張処理が行われ、伸張された画像データがメインメモリに格納される。メインメモリに格納された画像データは、MPU によって通信インタフェースを経由して印刷部に転送され、印刷される。印刷後、必要のなくなった圧縮データは、直ちに画像蓄積用メモリから消去される。
- (3) コピー機能においては、スキャナ部と印刷部は並列に動作し、毎分 30 枚コピーすることができる。複数部印刷する場合でも、スキャナ部から読み込んだ 1 枚分のデータが画像蓄積用メモリに格納されると、直ちに印刷を開始する。
- (4) LAN 経由で圧縮データを受け取ると、1 枚分ずつ画像蓄積用メモリに格納される。
- (5) プリンタ機能においては、LAN からのデータ受信と印刷部は並列に動作し、毎分 30 枚印刷することができる。複数部印刷する場合でも、LAN から受信した 1 枚分のデータが画像蓄積用メモリに格納されると、直ちに印刷を開始する。
- (6) コピー機能を使用中でも、LAN から毎分 30 枚分の圧縮データを受信することができる。また、プリンタ機能を使用中でも、スキャナ部から毎分 30 枚分の画像データを読み込むことができる。

〔複合機のソフトウェア構成〕

複合機制御部のソフトウェアは、リアルタイム OS を用いて構築する。

複合機制御部のタスク一覧を、表に示す。

表 複合機制御部のタスク一覧

タスク名	処理概要
メインタスク	操作タスクからの操作情報や LAN 受信タスクからの印刷要求などを基に、スキャナ部への読み込み指示、画像処理エンジンへの処理指示、及び印刷部通信タスクへの処理依頼を行い、複合機の動作を制御する。
スキャナ部通信タスク	スキャナ部が 1 枚分の画像データの読み込みを完了すると起動され、読み込んだ画像データをメインメモリに転送する。
印刷部通信タスク	メインメモリ内の画像データを印刷部に転送して、印刷する。
LAN 受信タスク	LAN 経由で受け取った圧縮データを、画像蓄積用メモリに転送する。
表示タスク	LCD への表示処理を行う。
操作タスク	タッチパネルからの入力処理と、操作に対する LCD へのフィードバック処理を行う。

設問 1 複合機の要求性能の達成について検討する。

検討に当たり、原稿 1 枚当たりの画像データ量を 8 M バイト、圧縮率を 1/20 と仮定する。また、メモリのアクセス時間は無視できるものとする。

- (1) 原稿 1 枚の画像データのノイズ除去・圧縮処理時間は、伸張処理時間の 2 倍である。複合機の要求性能を達成するためには、画像処理エンジンは、原稿 1 枚の画像データのノイズ除去・圧縮処理を、何秒以内で行う必要があるか求めよ。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) 画像データ及び圧縮データを転送するために、システムバスの帯域が何 M バイト/秒必要かを検討した。次の記述中の ~ に入れる適切な数値を答えよ。ただし、 に入れる数値は小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。

最初に、毎分 30 枚コピー中に、LAN から毎分 30 枚分の圧縮データを受信している状況を考える。まず、LAN から圧縮データを受信するために、MPU は、LAN インタフェースから画像蓄積用メモリに圧縮データを転送する。そ

の結果、圧縮データは、システムバス上を2回転送されることになる。次に、コピー機能のためのデータ転送について考える。スキャナ部で読み込んだ画像データを通信インタフェースからメインメモリに転送するために、画像データはシステムバス上を 回転送される。また、画像処理エンジンがメインメモリから画像データを読み込むために画像データが 回、ノイズ除去・圧縮処理した結果を画像蓄積用メモリに転送するために圧縮データが1回、システムバス上を転送される。同様に、画像処理エンジンによる伸張処理と印刷のための通信インタフェースへの転送を考えると、合計で、画像データが 回、圧縮データが4回、システムバス上を転送される。これらのデータはすべて、毎分30回、すなわち2秒に1回の頻度で転送される。画像データは8Mバイト、圧縮データは0.4Mバイトであるので、画像データと圧縮データの転送だけで、システムバスの帯域が Mバイト/秒必要になる。

さらに、LAN経由で受け取ったデータを毎分30枚印刷中に、スキャナ部から画像データを毎分30枚読み込んでいる状況も考える必要がある。

- (3) 通信インタフェースとメインメモリの間のデータ転送を、MPUによって行う方法に代えて、通信インタフェースが直接メインメモリにアクセスするように改良した。この場合、画像データ及び圧縮データを転送するために必要なシステムバスの帯域を、何Mバイト/秒減らすことができるか求めよ。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。

設問2 複合機制御部のソフトウェア設計について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) タッチパネル操作を行った場合に、メインタスクを経由せずに、操作タスクから表示タスクに直接送りたい情報がある。それはどのような情報か。40字以内で述べよ。
- (2) 図2に、コピー開始操作後の、スキャナ部と画像処理エンジンの動作、及び主要なタスクのスケジュールを示す。図2中の破線で囲まれた部分を埋め、図2を完成させよ。

(凡例)

■ : タスク実行中

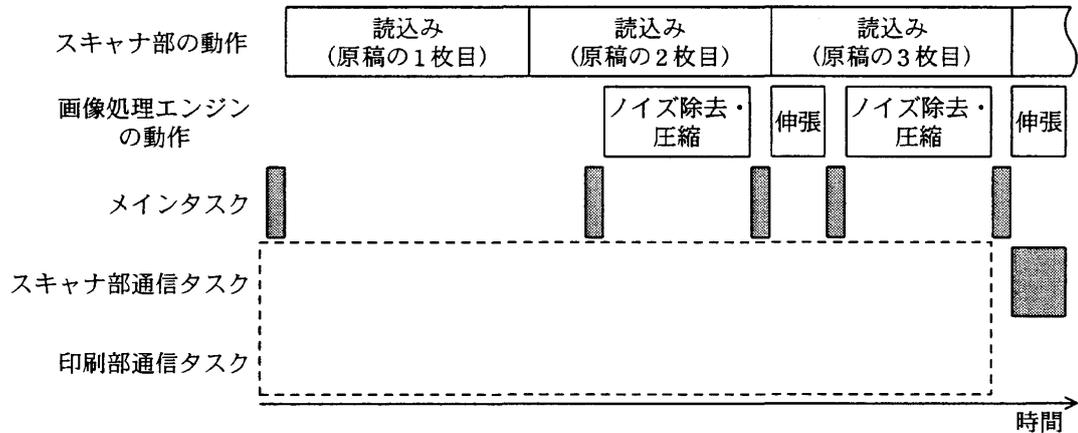


図2 コピー開始操作後の主要なタスクのスケジュール

設問3 複合機の評価について、(1)、(2)に答えよ。

(1) 複合機の性能評価として、スキャナ部通信タスクの処理時間を測定することにした。その測定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。ただし、リアルタイム OS の処理時間は無視できるものとする。

アプリケーションに測定用のコードを追加して、 の開始直後と終了直前にタイマの値を読み込み、その を求めることで処理時間を算出する方法がある。また、ある出力ポートに対して、 の開始直後に 1 を、終了直前に 0 を出力するようなコードを追加し、その出力ポートに出力される波形を などの測定器を用いて測定する方法がある。

ただし、いずれの測定方法でも、スキャナ部通信タスクの処理中に実行された や優先度の高いタスクの処理時間が含まれてしまうという問題がある。そこで、スキャナ部通信タスクだけの処理時間を測定したい場合には、 の出入口処理とリアルタイム OS の の実行履歴を記録する方法がある。

(2) スキャナ部からの画像データの読込みと、LAN からのデータ受信が並列に実行され、スキャナ部からの画像データを印刷中に、画像蓄積用メモリが満杯になった。画像蓄積用メモリが満杯になったことによって、デッドロックが発生する可能性があるが、その発生条件を、55 字以内で述べよ。

問4 路線バスの車内に設置される総合案内システムに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

路線バスの車内に設置される総合案内システムを開発している。総合案内システムは、次の停留所名や沿線の各種情報、コマーシャル、ニュース、天気予報などを、LED表示及び音声で案内する。図1に、総合案内システムの構成を示す。

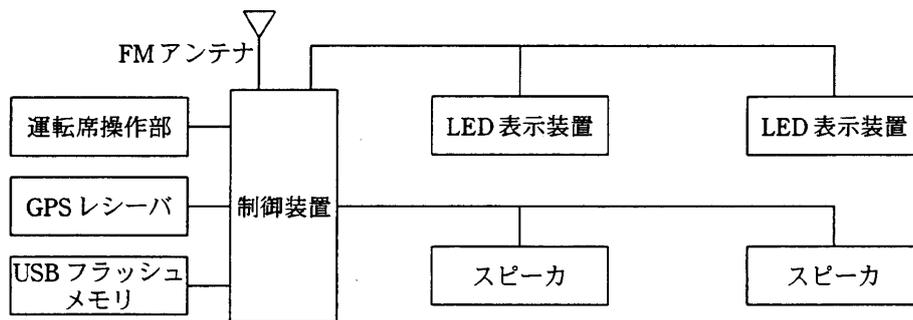


図1 総合案内システムの構成

〔制御装置〕

図2に、制御装置のハードウェア構成を示す。

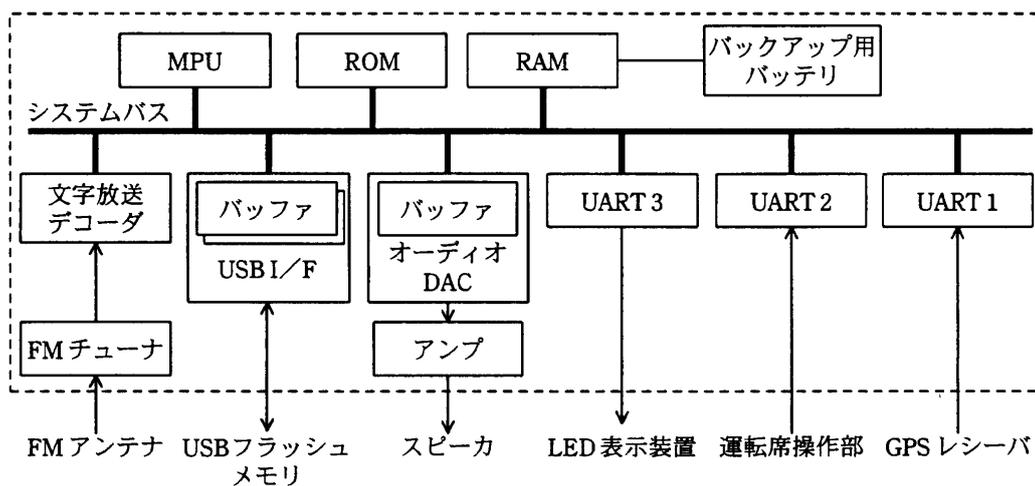


図2 制御装置のハードウェア構成

制御装置は、GPS レシーバからの現在位置情報と、USB フラッシュメモリに記録されている停留所位置情報から、次の停留所までの距離を求める。路線バスが停留所に接近し、ある一定の距離以内に到達すると、停留所名などを LED 表示装置に表示させ、同時に音声による案内を行う。また、文字放送を受信し、ニュースや天気予報なども表示させる。GPS レシーバ、運転席操作部及び LED 表示装置とのデータ送受信には、調歩同期式シリアル通信コントローラ (UART) を使用する。

表 1 に、MPU への割込みを要求する入出力 I/F の概要を示す。

表 1 入出力 I/F の概要

入出力 I/F	概要
USB I/F	停留所位置情報と沿線の各種情報を得るために、USB フラッシュメモリを接続する。USB I/F は 1 k バイトのバッファを二つもち、データ読出し時には、一つのバッファが満杯になると割込みを要求する。
文字放送デコーダ	ニュースや天気予報などの情報を文字放送から得る。文字放送のデータはパケット単位で送信されており、最短では 1 ミリ秒間隔でパケットを受信し、デコードする。デコードが完了すると、割込みを要求する。情報の更新頻度は低いので、運行待機時などに読み出す。 ⁽¹⁾
UART 1	時刻と現在位置情報を得るために、GPS レシーバから 1 秒ごとに 100 バイトのデータを連続して受信する。送信は行わない。データは 9,600 ビット/秒で送信され、1 バイトのデータを受信するごとに割込みを要求する。 ^{(2), (3)}
UART 2	運転席操作部から緊急時の指示を受信する。緊急時なので、最優先に受信するためにほかの処理は中断される。送信は行わない。データは 10 k ビット/秒で送信され、1 バイトのデータを受信するごとに割込みを要求する。 ^{(2), (3)}
UART 3	表示データや制御コマンドを 20 k ビット/秒で LED 表示装置へ送信する。受信は行わない。1 バイトのデータを送信するごとに割込みを要求するが、次のデータ書込みが遅れても処理の不具合は生じない。 ⁽²⁾
オーディオ DAC	案内放送などの音声を 8 kHz、8 ビットでサンプリングして音声データとしておく。その音声データをアナログ信号に変換し、アンプを介してスピーカへ出力する。音声データの変換中、次の音声データをバッファに書き込むことができる。実行中の音声データの変換が終了すると、バッファのデータが取り込まれ、次の変換が開始される。このとき、バッファへの書込みが可能になり、割込みを要求する。

注 ⁽¹⁾ 文字放送デコーダからのデータ読出しを、次のパケットの受信完了までに行わないと、データは上書きされてしまう。

⁽²⁾ UART 1、UART 2 及び UART 3 での 1 バイトのデータの送信又は受信には、スタートエレメントとストップエレメントを含め、10 ビット分の時間を要する。

⁽³⁾ UART 1 及び UART 2 からの割込み要求後、次のデータの受信完了までに読み出さないと、その受信データは消失してしまう。

〔LED 表示装置〕

図 3 に、LED 表示装置の構成を示す。

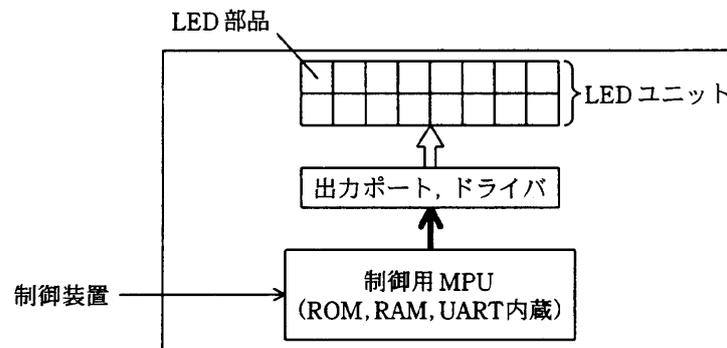


図 3 LED 表示装置の構成

制御用 MPU は、制御装置から表示データを受信し、LED ユニットで表示する。LED ユニットは、16 個の LED 部品で構成され、8 個×2 行に配置されている。各 LED 部品は、赤、緑及び^{だいたい}橙を表示できる 2 色発光タイプの LED 素子 256 個が、16×16 のマトリクス状に配置されている。

LED ユニットの上の行は、16×16 ドットの文字フォントを最大 8 文字表示できる。下の行は 1 ドットずつ横方向にスクロールさせることができる。下の行のために制御用 MPU 内に 16 文字分のバッファが確保されており、最大 16 文字の情報がスクロール表示できる。文字フォントは制御用 MPU の ROM に格納される。

設問 1 制御装置の仕様について検討した。

表 2 に MPU の割込み処理を示す。割込みオーバヘッドの時間は無視できるものとして、(1)~(3)に答えよ。

表 2 MPU の割込み処理

番号	割込み処理	処理内容	処理時間 (マイクロ秒)
1	USB I/F からのデータ読出し	バッファからデータを読み出す。	500 (1k バイトのデータ読出し)
2	文字放送デコーダからのデータ読出し	デコーダからパケット (22 バイト) 単位でデータを読み出す。	100 (1 パケットのデータ読出し)
3	UART1 からの受信データ読出し	UART 1 から 1 バイトの受信データを読み出す。	10 (1 バイトの受信データ読出し)
4	UART2 からの受信データ読出し	UART 2 から 1 バイトの受信データを読み出す。	10 (1 バイトの受信データ読出し)
5	UART3 への送信データ書込み	UART 3 へ 1 バイトの送信データを書き込む。	10 (1 バイトの送信データ書込み)
6	オーディオ DAC へのデータ書込み	バッファへ 1 サンプルデータを書き込む。	10 (1 サンプルデータ書込み)

(1) MPU の割込み処理の優先順位を検討した。優先順位の高い割込みが要求されると、実行中の優先順位の低い割込み処理を中断し、優先順位の高い割込み処理を行う。その結果、一方の割込み処理の優先順位を高くすると、他方の割込み処理が要求される時間内に実行できなくなるという支障が考えられる。表 2 の割込み処理のうち、このような支障を与える組合せを一つ挙げ、それぞれ表 2 中の番号で答えよ。ただし、UART2 からの受信データ読出しは除く。

(2) オーディオ DAC への出力について検討した。

(a) 音声の再生は、RAM 上の音声データをオーディオ DAC へ書き込むことで実現する。音声データは圧縮されていないものとして、10 秒間の音声を再生する場合、データ量は何バイトになるか求めよ。答えは整数で求めよ。

(b) 音声を途切れなく再生するためには、125 マイクロ秒ごとに音声データをオーディオ DAC へ書き込む必要がある。実際には、1 サンプルデータのバッファがオーディオ DAC の入力部に設けられており、ある許容時間内に音声データを書き込めばよい。オーディオ DAC へのデータ書込みの割込みが要求されてから、その割込み処理を開始するまでの許容時間は最大で

何マイクロ秒になるか求めよ。答えは整数で求めよ。

- (3) 現在位置から停留所までの直線距離で案内開始を判断することを考えたが、案内開始から実際に停留所に到達するまでの時間にはばらつきがある。これを回避するために、停留所位置情報以外に、USB フラッシュメモリに入れておくべき情報を、15 字以内で述べよ。また、その情報を用いてどのように案内開始を判断したらよいか。30 字以内で述べよ。

設問 2 LED 表示装置の設計について検討した。

図 4 に、LED 部品の制御線を示す。

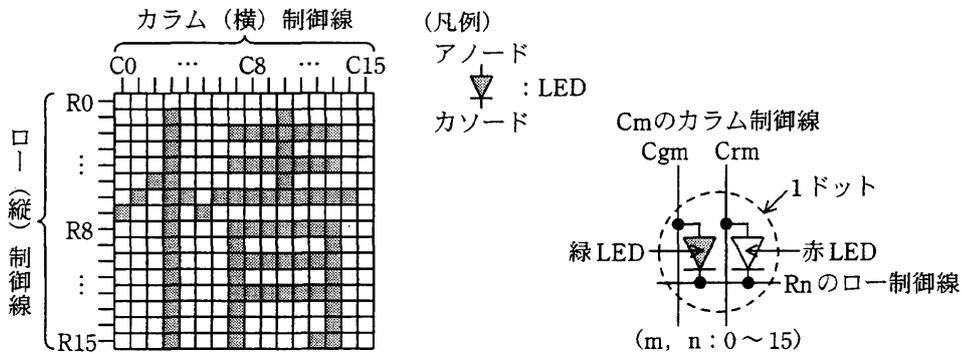


図 4 LED 部品の制御線

1 ドットは赤と緑の LED 素子で構成される。アノードは赤 LED が C_{rm} 、緑 LED が C_{gm} という異なるコラム制御線に接続され、カソードは R_n という共通のロー制御線に接続されている。この LED 部品に文字を表示させるためには、まず、文字フォント中の C_0 に対応するビット列データによって $R_0 \sim R_{15}$ のロー制御線を駆動する。その上で表示色に従い、 C_0 のコラム制御線に一定時間電圧をかけることによって LED をパルス点灯する。次に、 C_1 に対応するビット列データによって $R_0 \sim R_{15}$ のロー制御線を駆動し、 C_1 のコラム制御線に一定時間電圧をかける。このようにコラムごとに $R_0 \sim R_{15}$ にビット列データを対応させながら $C_0 \sim C_{15}$ の LED をダイナミックに点灯させる。このため、コラムの点灯時間の割合は、切替時の表示禁止期間も考慮し、 $1/18$ とした。LED ユニット全体を点灯させるには、16 個の LED 部品に対してこの表示制御を同時に行う必要がある。

- (1) ロー制御線を同時に駆動する文字フォント中のビット列データは、LED 表示装置全体で何ビット必要か求めよ。答えは整数で求めよ。
- (2) ビット列データは、表示のタイミングに合わせて、ソフトウェアで ROM の文字フォント領域から読み出され、ロー制御線を駆動する。また、文字フォントへのアクセスを高速化するために、受信した文字コードを、文字フォント領域先頭アドレスから各文字フォントの先頭までを示す文字フォントのオフセットアドレスに変換し、表示順に RAM 上の表示バッファ領域に格納することにした。図 5 に、表示バッファ領域と文字フォント領域との関係を示す。図 5 では、“天気予” という文字を表示する場合の関係を示している。

(凡例)

□↓ : 文字フォントのオフセットアドレス (OA)

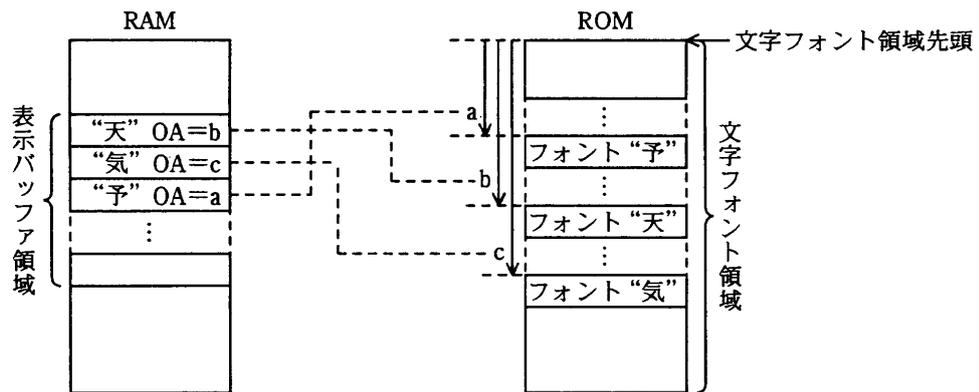


図 5 表示バッファ領域と文字フォント領域との関係

- (a) 用意した文字フォントが 3,000 文字分とすると、文字フォントのオフセットアドレスを指定するのに何ビット必要か求めよ。答えは整数で求めよ。ただし、ROM の 1 アドレス当たりのデータは 16 ビットとする。
- (b) 表示バッファ領域には、表示する文字フォントのオフセットアドレスが格納されている。ここに、文字の表示色を指定するビットを追加したい。格納するオフセットアドレスを工夫し、上記(a)で求めたビット数を増やさずに実現する方法を、60 字以内で述べよ。

(3) 文字の表示色を制御するため、赤と緑をそれぞれ点灯／消灯させるための出力ポートを設けている。ダイナミックに点灯させるために、この出力ポートと C0～C15 を選択する信号との AND 条件によって、カラム制御線に電圧をかけるように構成している。上の行の表示色制御には赤と緑のそれぞれ 8 ビットの出力ポート、下の行の表示色制御にはそれぞれ 128 ビットの出力ポートを使用することにした。

(a) 上の行の表示色制御に用いる赤、緑のそれぞれ 8 ビットの出力ポートは、LED 部品のカラム制御線とどのように対応していると考えられるか。40 字以内で述べよ。

(b) 上の行は 8 ビットの出力ポートで制御しているのに対して、下の行を 128 ビット構成とした理由を、40 字以内で述べよ。

設問 3 総合案内システムの制御について問題点とその解決方法を検討した。

図 2 に示した RAM はバッテリーでバックアップされ、運転途中の電源瞬断時にもデータを保持し、電源復旧時に案内を再開できるようにした。一方、LED 表示装置はバッテリーをもたないので、電源復旧後に初期化処理を行い、制御装置から瞬断前の表示データを受信し、再表示することにした。しかし、この方法では電源復旧時に LED 表示装置の表示において問題が発生することがある。この問題点を 30 字以内で述べよ。また、電源をバックアップする方法以外のハードウェアによる解決方法を、40 字以内で述べよ。

9. 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。

〔問4を選択した場合の例〕

選択欄
問1
問2
問3
問4

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。
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。