

平成 16 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Ⅱ 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も続きます。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	14:30 ~ 16:30 (2時間)
------	---------------------

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	15:10 ~ 16:20
--------	---------------

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
選択方法	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が、どのページも切り離さないでください。
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。

問1 パソコンやビデオ機器から画像データを入力し、スクリーンに拡大投影するデータプロジェクタに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

A社は、投影する画像や音声のデータをワイヤレスで入力するデータプロジェクタ（以下、プロジェクタという）を開発している。このプロジェクタを用いたシステム構成例を図1に示す。このプロジェクタは、同時に開発しているビデオアダプタやパソコン（以下、PCという）から送信されたデータを、内蔵する無線LANユニットで受信する。受信したデータを画像信号及び音声信号に変換し、スクリーンに投影したり、スピーカへ出力したりする。無線LANでデータを伝送するので、プロジェクタとビデオアダプタなどをケーブルで接続する必要がなく、設置の自由度が高いことが特長である。

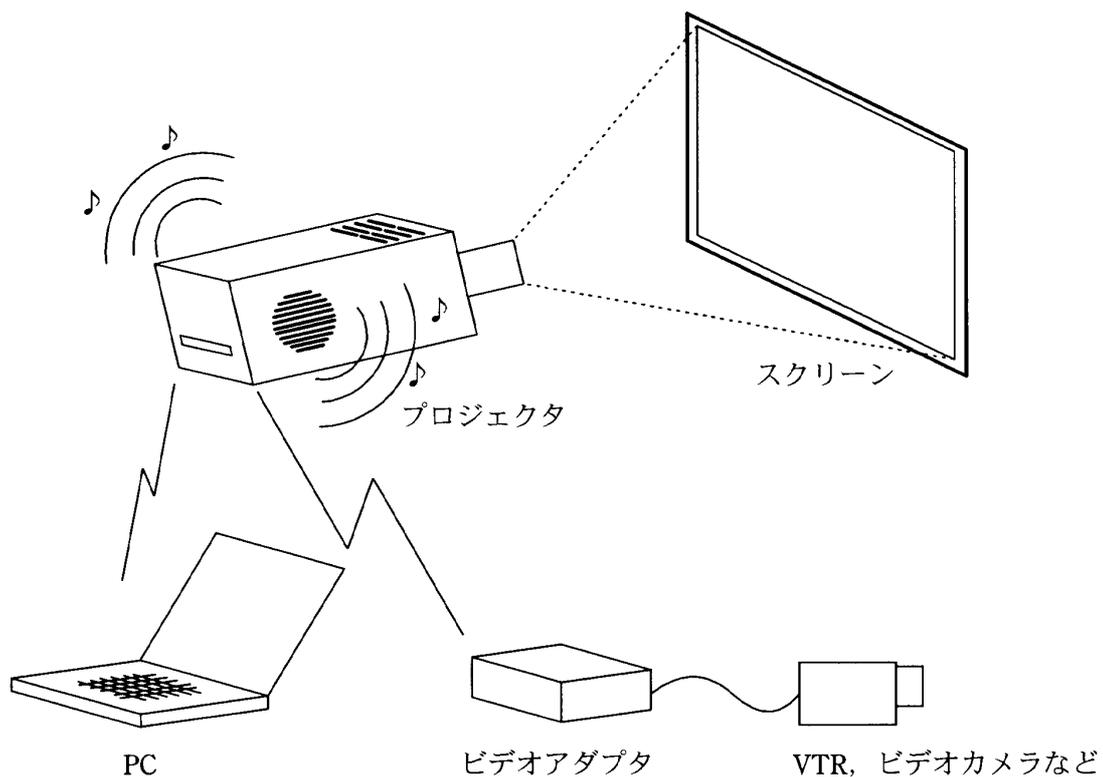


図1 システム構成例

〔プロジェクタの仕様と構成〕

プロジェクタは、ランプやレンズを含む光学系と液晶パネル、表示制御部、受信・復号部などで構成される。プロジェクタのハードウェア構成を図2に、ハードウェア

仕様を表 1 に示す。受信・復号部はビデオアダプタや PC からの無線 LAN 信号を受信し、符号化されたデータを復号する。表示制御部は画像を投影するための制御などを行う。

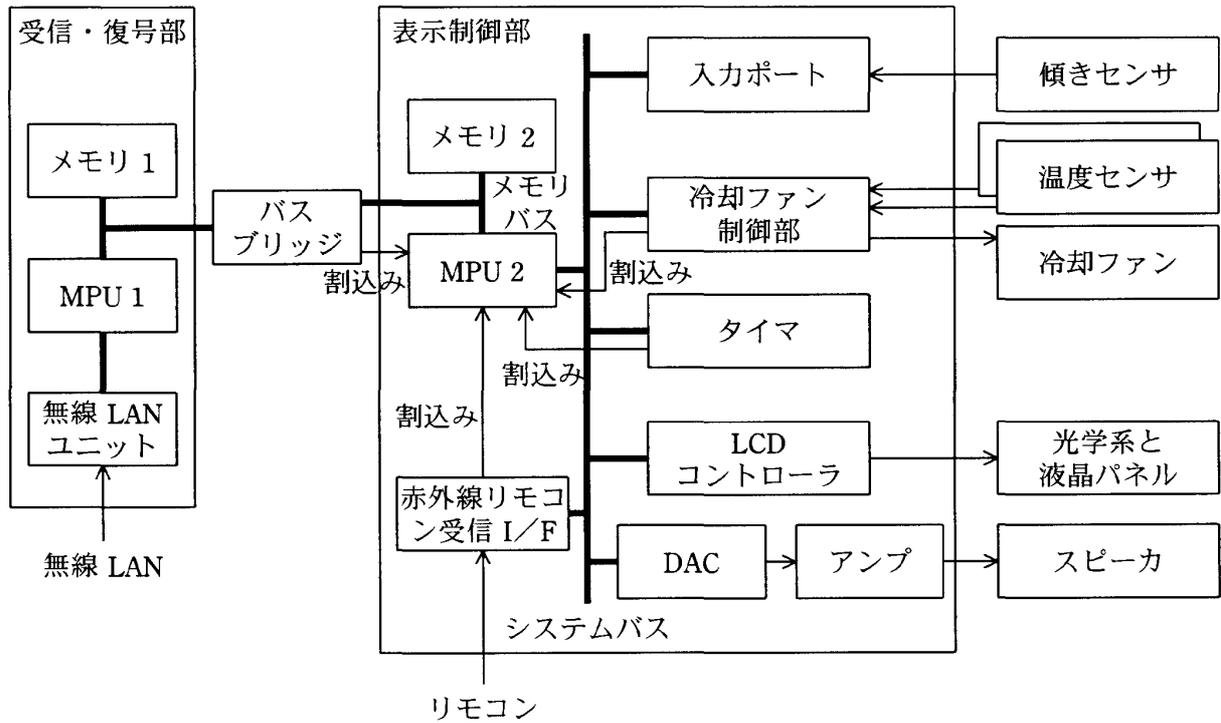


図 2 プロジェクタのハードウェア構成

表1 プロジェクタのハードウェア仕様

項目	仕様
投影方式	3原色液晶シャッタ投影方式
液晶パネルの構成	1,024ドット×768ドット×3枚
色再現性	1,677万色フルカラー
対応するPC画像の解像度 (水平×垂直画素数)	1,600×1,200 (UXGA), 1,280×1,024 (SXGA), 1,024×768 (XGA), 800×600 (SVGA), 640×480 (VGA)
消費電力	使用時：225W, 待機時：5.5W
MPU 1	クロック 266MHz。データの受信, 復号処理を行う。
メモリ 1	128M バイト SDRAM, バスクロック 133MHz
無線 LAN ユニット	ビデオアダプタ, PCからのデータを受信する。 無線 LAN の親局となる。
バスブリッジ	データ転送速度は, 最大 200M バイト/秒
MPU 2	クロック 300 MHz。主に画像処理, 表示制御などを行う。割込みコントローラを内蔵する。割込みはレベルかエッジの選択が可能。
メモリ 2	256M バイト DDR SDRAM, バスクロック 150MHz
LCD コントローラ	LCD の駆動に必要な信号を生成し, 表示を制御する。
冷却ファン制御部	MPU 2 からの指示によって冷却ファンの回転速度を制御する。 ランプ温度が設定温度を超えた場合にアラーム割込みを発生する。

〔プロジェクタの付加機能〕

プロジェクタには次に示す機能を付加する。

- ・リサイジング：入力した画像データの画面解像度を判断し、プロジェクタの解像度に変換する。
- ・台形補正：スクリーンに対してプロジェクタを傾けたとき、投影された画像が台形になるのを補正する。
- ・2画面同時表示：ビデオアダプタ又はPCからの画像データを入力し、画面分割によって同時に表示する。
- ・静音機能：冷却ファンの回転音をあるレベル以下に抑える。
- ・フィルタの目詰まり検出：フィルタの目詰まりを感知してアラームを発する。

### 〔ビデオアダプタ〕

ビデオ機器から出力される NTSC などのアナログビデオ信号とアナログオーディオ信号を入力し、それらをサンプリングし、ビデオデータ及びオーディオデータとしてメモリに取り込む。取り込んだビデオデータ及びオーディオデータを圧縮符号化し、無線 LAN 経由でプロジェクト本体に送信する。

PC に無線 LAN 機能がなくても、ビデオアダプタを経由してプロジェクトへワイヤレス送信ができるように、PC 画像入力機能も付加する。ビデオアダプタのハードウェア構成を図 3 に示す。

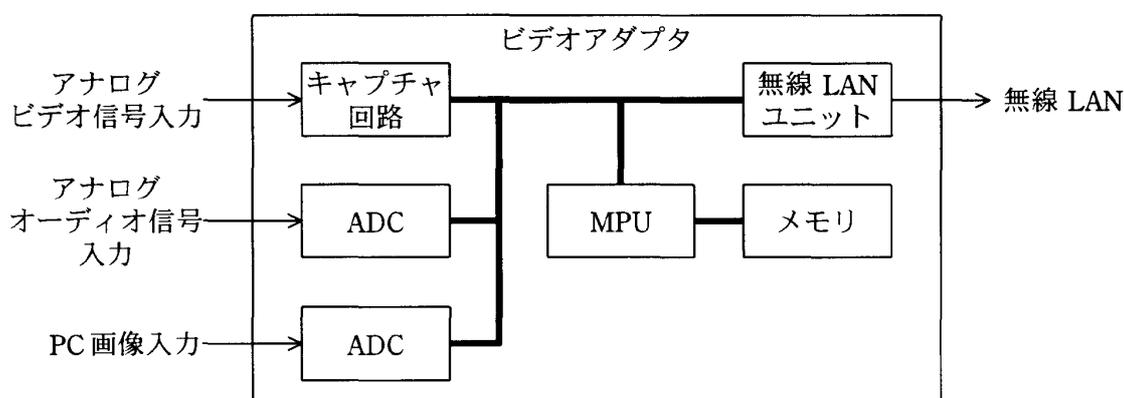


図 3 ビデオアダプタのハードウェア構成

### 〔無線 LAN〕

無線 LAN は最大データ伝送速度 50 M ビット/秒で、伝送エラーなどの状況に応じてデータ伝送速度を変更できる方式である。

無線 LAN に接続されたすべての機器は同期して通信を行う。そのため、親局となる機器は一定周期で同期信号を送信している。通信は 4 ミリ秒で繰り返されるフレームを単位とし、フレームのデータエリアは更にスロットに分割される。スロットごとに送信する機器が決定され、データ伝送が行われる。無線 LAN の 1 フレームの伝送フォーマットを図 4 に示す。

スロットは、アシンクロナス伝送とアイソクロナス伝送の二つの伝送モードに区別される。アシンクロナス伝送はパケット伝送で、必ず確認応答を伴う。アイソクロナス伝送は一定のデータ伝送速度を確保できるが、確認応答はしない。

ビデオアダプタからのデータ伝送にはアイソクロナス伝送を用い、映像のリアルタイム表示を実現する。PC からの静止画データの伝送にはアシンクロナス伝送を用いる。

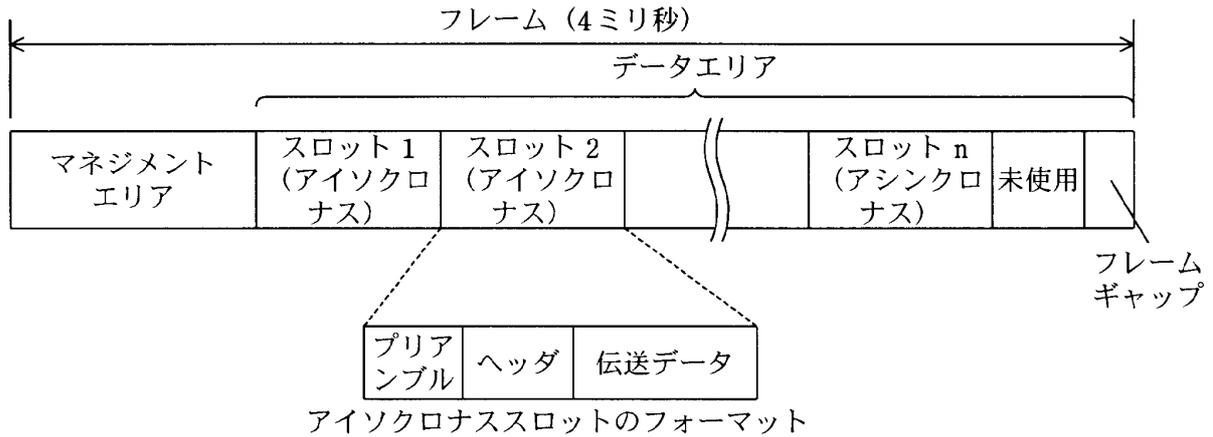


図4 無線 LAN の 1 フレームの伝送フォーマット

設問1 無線 LAN のデータ伝送に関する次の記述を読んで、問いに答えよ。

通信する機器相互の伝送タイミングを同期させたり、アクセス競合を避けたりするための伝送プロトコルによって、無線 LAN の実効伝送速度は低下する。データエリアの各スロットは、伝送データの前にプリアンブルやヘッダが付加されて送信される。アシンクロナス伝送ではアクセス競合を避けるため、送信開始時に同期信号に対してランダムな遅延時間を挿入するプロトコル、又はポーリングが使用される。

- (1) PC 画像の伝送はアシンクロナス伝送を用い、送信割当ては親局であるプロジェクトタからのポーリング方式とする。子局側でのランダム遅延による競合回避方式と比較して、ポーリング方式を用いた理由を、50 字以内で述べよ。
- (2) ビデオアダプタからのデータは、図4に示すようにアイソクロナスのスロット単位に区切られて送られる。アイソクロナスの1スロットは1,000 バイトのデータにプリアンブルとヘッダが付加される。1スロットのプリアンブルとヘッダの伝送時間は100 マイクロ秒固定である。
  - (a) 1フレーム中の2ミリ秒までをアイソクロナス伝送に使用できるとした場合、アイソクロナスのスロットは1フレームに最大何スロット含めることが可能か。データ伝送速度は50 M ビット/秒とする。答えは小数第1位以下を切り捨てて、整数で求めよ。
  - (b) 上記(a)で求めた最大数のアイソクロナススロットを使用した場合の実効データ伝送速度は何 M ビット/秒か。答えは小数第1位を四捨五入して、整数で求めよ。

(3) ビデオアダプタは、入力されたアナログビデオ信号をキャプチャ回路でサンプリングし、画面解像度が 640 ドット× 480 ドットの画像データとして取り込む。画像データの各ドットは 8 ビットの輝度データと 8 ビットの色データからなる。この画像データを更に 1/8 に圧縮符号化し、無線 LAN でプロジェクタに伝送する。

(a) このときに必要となる無線 LAN のデータ伝送速度は、最低何 M ビット/秒になるか。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、画像データは 1 秒間に 30 画面伝送される。

(b) PC 画像は RGB 入力をそれぞれ 8 ビットで A/D 変換する。これに対し、キャプチャ回路ではアナログビデオ信号を輝度データと色データに変換している。無線 LAN で伝送する場合、アナログビデオ信号をこのように変換することの利点は何か。50 字以内で述べよ。

**設問 2** 冷却ファンの制御に関する次の問いに答えよ。

(1) 騒音を少なくするため、冷却ファンの回転速度を制御する方式を検討した。冷却ファンには DC モータを使用しているが、電源電圧を制御する代わりに、ある範囲内の周波数で冷却ファンの電源をオン/オフし、オン時間とオフ時間の割合を変えることで回転速度を制御する方式とした。冷却ファンの制御回路を図 5 に、カウンタと比較器 B 出力の関係を図 6 に示す。ここで、 $c$  はカウンタのカウント値、 $r_a$ 、 $r_b$  はそれぞれレジスタ A、レジスタ B の設定値であり、比較器 A は、 $c = r_a$  のときにカウンタをクリアし、比較器 B は、 $c \geq r_b$  のときに冷却ファンの電源をオンにする。

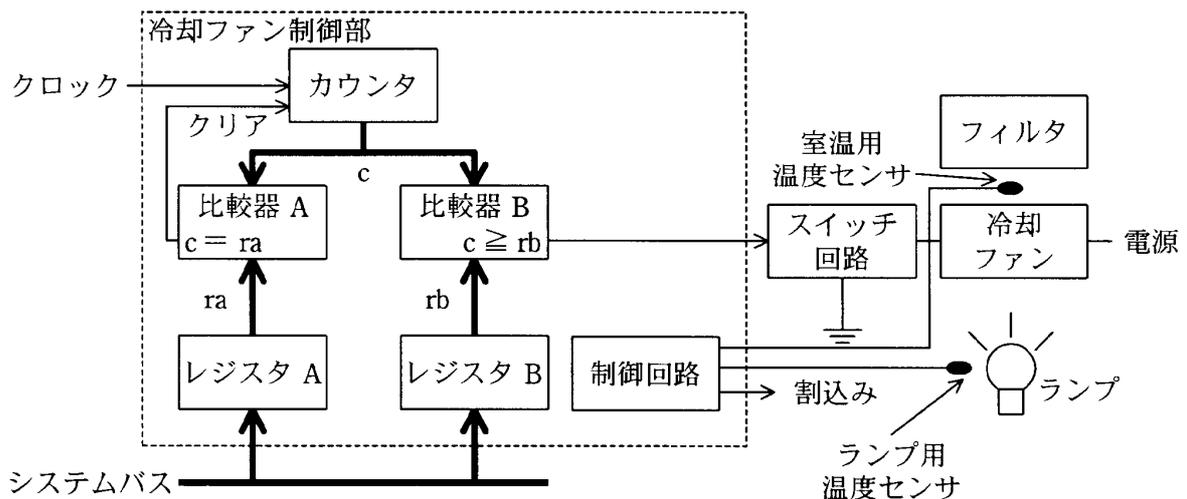


図5 冷却ファンの制御回路

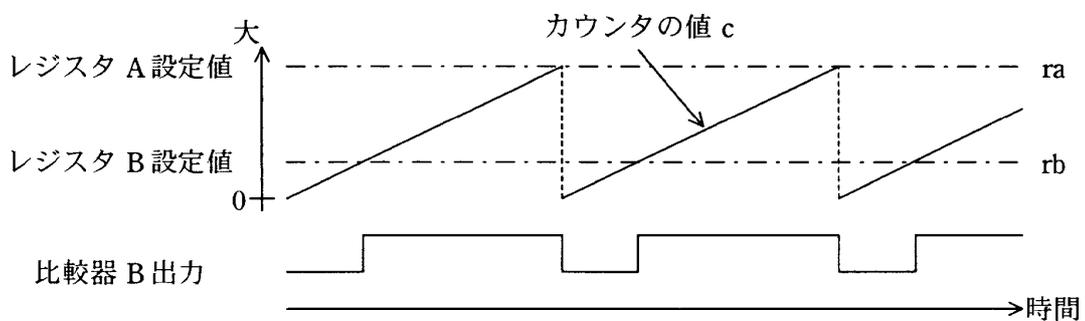


図6 カウンタと比較器 B 出力の関係

冷却ファンの回転速度は、比較器 B の出力の周波数が 1 ~ 10 kHz の範囲であれば、出力の“1”と“0”のデューティレシオに比例して回転速度を制御することができる。ただし、常時“1”の場合は定格の 100 % の回転速度、常時“0”の場合は停止する。

(a) 比較器 B 出力の“1”と“0”の時間比を変動させる方法として、レジスタ A とレジスタ B のどちらかの設定値を変動させ、他方の設定値を固定する方法が考えられる。回転速度を 1 % 単位で設定できるようにするために、レジスタ A の値を固定して制御することにした。レジスタ B の設定値を固定する方法の問題点として考えられることは何か。50 字以内で述べよ。

(b) 周波数を 5 kHz 固定とし、冷却ファンの回転速度を定格の 75 % に設定したい。クロック周波数が 2 MHz の場合、レジスタ A とレジスタ B の設定値をそれぞれ 10 進数で求めよ。ただし、カウンタは、クロックと同期してクリアするものとする。

(2) ランプの発熱量が一定の場合、室温と冷却ファンの風量によってランプの定常温度が決定される。冷却ファンの回転速度とランプ温度の関係の例を図7に示す。図5に示すランプ用温度センサから温度データを入力し、冷却ファンの回転速度を制御することでランプ温度を目標値に近づけるように制御する、ランプ温度制御プログラムがある。これは、20ミリ秒周期のタイマ割込みで起動される。風量変化に対するランプの温度変化の時定数は3秒である。

(a) ランプ温度制御プログラムを実行させたところ、MPU2の負荷が増大しすぎることが判明した。温度制御及び静音機能処理を実行したままでMPU2の負荷を下げるためには、どのようにすればよいか。40字以内で述べよ。

(b) 図5に示すフィルタが目詰まりを起こしたことをソフトウェアで判断するには、どのような判定を行うのが適切と考えられるか。50字以内で述べよ。

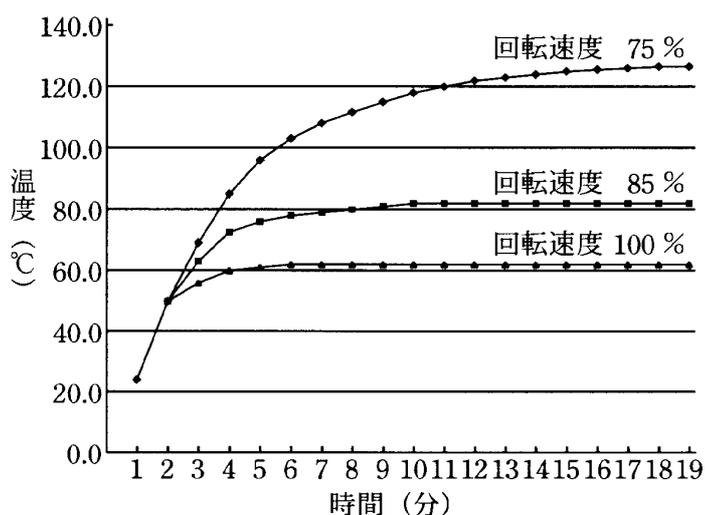


図7 冷却ファンの回転速度とランプ温度の関係の例

設問3 ハードウェアの処理能力に関する次の問いに答えよ。

- (1) ビデオ映像をプロジェクタで投影したところ、映像が乱れる現象が発生した。調査したところ、表示制御部側の処理が間に合っていないことが分かった。メモリ2のバス転送能力を再検討するため、表示制御部の主な処理で必要となるメモリアクセスのデータ量を求めることにした。表示制御部の主な処理とメモリアクセス回数を表2に示す。

表2 表示制御部の主な処理とメモリアクセス回数

処理	処理内容	必要なメモリアクセス回数
表示データ入力	表示データをフレーム単位にメモリ上へ展開する。	1
リサイジング	画像の解像度をLCDのドット数に合わせる。	2～3
台形補正	角度情報を基に画像の補正を行う。	2
LCD表示	LCDの表示更新タイミングに合わせてメモリ上の表示データをLCDコントローラに送る。	1

- (a) メモリバスのデータ転送レートのピーク値は、毎秒1,200 Mバイトである。しかし、プログラムのフェッチなども考慮すると、表2の処理で使用可能なメモリバスの転送レートは、毎秒400 Mバイトが限度である。1フレームのデータ量が2.4 Mバイトで、毎秒30フレームの映像を処理すると考えた場合、どのような問題が考えられるか。50字以内で述べよ。
- (b) 上記(a)の問題を解決するために、表2中の処理を組み合わせることを考えた。どのような組合せを考えればよいか。また、その理由を50字以内で述べよ。
- (2) MPU2の処理能力に関する次の問いに答えよ。

MPU2が実行する処理の一覧を表3に示す。ここで、割込みコントローラはレベル割込みを使用している。

表 3 MPU2 の処理の一覧

番号	処理の種別	割込み優先度 <sup>(1)</sup>	MPU2 処理時間 (マイクロ秒)	起動タイミング	処理の内容
1	タイマ割込み処理	1	4,000	20 ミリ秒ごとに発生する。	ランプ温度制御プログラムや、ほかの定周期処理を実行する。
2	ランプ温度アラーム割込み処理	2	4,000	ランプ温度が設定値以上に上昇した際に発生する。	緊急にランプの温度を下げるために、ランプの消費電力を下げる制御を行う。
3	バスブリッジ割込み処理	3	100	バスブリッジからバス権獲得要求があったとき及びデータ転送完了時に発生する。1 秒間に 60 回以上起動されることはない。	マイコンバスの調停処理やデータ転送後の処理を行う。
4	赤外線リモコン受信割込み処理	4	2,000	赤外線リモコン受信 I/F の受信データバッファに 1 パケット分のデータを正常に格納したときに発生する。1 秒間に 10 回以上起動されることはない。	リモコンからの受信データを解釈して処理する。
5	画像データ転送処理	—	5,000	1 秒間に 30 回起動される。	メモリ 2 内の画像データを LCD コントローラへ転送する。
6	2 画面同時表示処理	—	5,000	1 秒間に 30 回起動される。	子画面用画像データを親画面用画像データと合成する。
7	台形補正処理	—	3,000	1 秒間に 30 回起動される。	合成された表示画像の台形補正処理を行う。
8	リサイジング処理	—	3,000	1 秒間に 30 回起動される。	入力した画像の解像度をプロジェクタの解像度に変換する。

注<sup>(1)</sup> 割込み優先度は、1 が最も高く、4 が最も低い。

- (a) PC からの画像データを表示中に、ビデオアダプタを介してビデオカメラからの画像を子画面として表示させようとした。このときの CPU の負荷率は最大何%になるか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ただし、ランプ温度アラーム割込みは発生していないものとする。

- (b) 室温が高い状態で使用していると、時々画面の更新が滞ることがあった。  
考えられる原因とその解決方法を、それぞれ 30 字以内で述べよ。
- (c) 台形補正処理の精度を向上させることを検討した。この新しい台形補正処理を採用すると、現在の 2 倍の処理時間を要することが分かった。子画面を表示した状態で、ハードウェアを変更せずに、新しい台形補正処理が採用可能かどうかを、その理由とともに 40 字以内で述べよ。

問2 遠隔監視カメラシステムのエンベデッドソフトウェア設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

〔遠隔監視カメラシステムの概要〕

遠隔監視カメラシステムのハードウェア構成の概要を図1に示す。

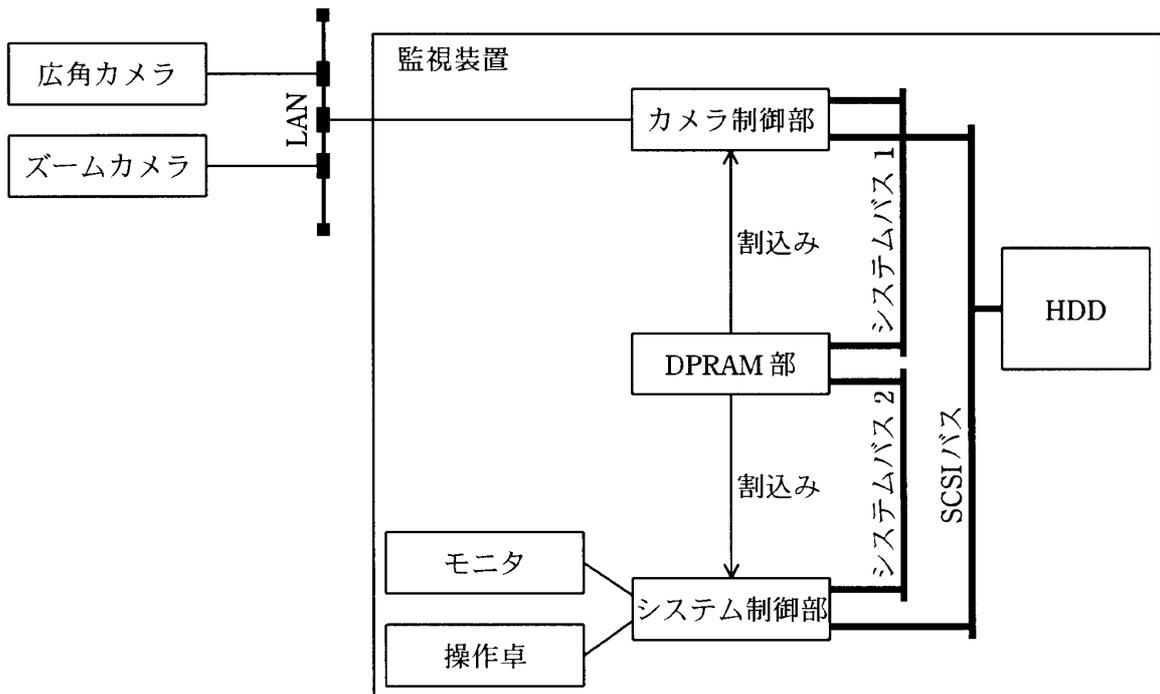


図1 遠隔監視カメラシステムのハードウェア構成の概要

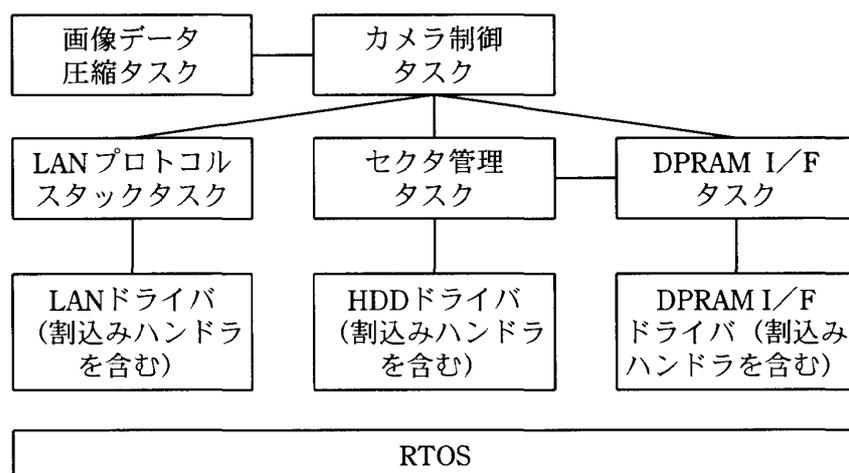
二つの制御部をもつ監視装置には、広角カメラとズームカメラがLANで接続されている。システム制御部の指示によってカメラ制御部と二つのカメラとの接続が確立すると、二つのカメラはそれぞれ1フレームの未圧縮画像データを、100ミリ秒周期（10フレーム/秒）でカメラ制御部に対して送信を開始する。未圧縮画像データの解像度は320×200ドットで、1フレーム当たりのサイズは128,000バイトである。カメラ制御部は受信した未圧縮画像データを、システム制御部からの指示によって、圧縮画像データに変換し、HDDに保存する。1フレームの圧縮画像データのサイズは最大10,240バイトである。また、カメラ制御部は撮影中の未圧縮画像データをデュアルポートRAM（以下、DPRAMという）部を経由してシステム制御部に渡す。システム制御部は、圧縮されたHDD内の画像データを伸張し、その伸張した画像と未

圧縮画像を、任意の組合せで一つのモニタ上に同時に表示することができる。また、カメラ制御部に対して、ズームカメラのパン、チルト、ズームの制御を指示する。パンとはカメラを左右に、チルトとは上下に振ることであり、ズームとはレンズの焦点距離を変更することである。システム制御部はこれらのほかに、HDDの初期化やHDD内の圧縮画像データを削除することができる。

DPRAM部は、カメラ制御部とシステム制御部間の通信インタフェースのためにも用いられる。二つの制御部はDPRAMの特定領域にデータを書き込むことで、お互いに割込みをかけることができる。

二つの制御部には、同じ仕様のリアルタイムOS（以下、RTOSという）を搭載する。

カメラ制御部のソフトウェア構成を図2に、RTOSのシステムコール一覧を表1に示す。



カメラ制御タスク : 広角カメラ及びズームカメラから受信した未圧縮画像データを DPRAM 部へ転送したり、画像データ圧縮タスクを利用して画像圧縮処理をしたりする。また、ズームカメラに対して、パン、チルト、ズームの制御を行う。

画像データ圧縮タスク : 1フレーム分の画像データの圧縮処理を行う。

LANプロトコルスタックタスク : TCP/IPプロトコルを処理する。

セクタ管理タスク : HDDドライバを利用して、システム制御部が指定するセクタ位置に圧縮画像データを保存する。

DPRAM I/Fタスク : DPRAM部を介したシステム制御部とのコマンド、又はレスポンスの送受信処理を行う。

図2 カメラ制御部のソフトウェア構成

表 1 RTOS のシステムコール一覧

システムコール名	引数	処理概要
act_tsk	tno	tno で指定したタスクを生成して起動する。
ext_tsk	—	自タスクを消滅させる。
abo_tsk	tno	tno で指定した他タスクを消滅させる。
set_evf	pattern	pattern で指定したイベントフラグをセットする (1 にする)。指定できるイベントフラグは 64 個までである。
clr_evf	pattern	pattern で指定したイベントフラグをクリアする (0 にする)。指定できるイベントフラグは 64 個までである。
wait_evf	pattern, mode	pattern で指定したイベントフラグが 1 になるのを待つ。複数のフラグを指定した場合、mode によって AND (指定したすべてのビットが 1 になるまで待つ) か OR (指定したビットのうち、どれかが 1 になるまで待つ) 条件を指定できる。複数のタスクが同じイベントフラグを指定することができる。この場合、pattern 及び mode で指定した条件を満たしたすべてのタスクが、実行可能状態となる。指定できるイベントフラグは 64 個までである。
poll_evf	pattern, mode	pattern で指定したイベントフラグが 1 かどうかをチェックする。mode の指定方法は wait_evf と同じである。指定できるイベントフラグは 64 個までである。
get_evf	evfbuf	すべてのイベントフラグを evfbuf に読み出す。
get_sem	sem	sem で指定したセマフォを獲得するまで待つ。
poll_sem	sem	sem で指定したセマフォを獲得できるかどうかをチェックする。獲得できるなら獲得する。
rel_sem	sem	sem で指定したセマフォを解放する。
send_mbx	mbox, mailp	mbox で指定したメールボックスに mailp で示されるメールを送る。
recv_mbx	mbox, mailbuf	mbox で指定したメールボックスからメールを受信するまで待つ。メールを受信すると、mailbuf にメールへのポインタを格納する。
poll_mbx	mbox, mailbuf	mbox で指定したメールボックスにメールが届いているかどうかをチェックする。メールを受信していれば、mailbuf にメールへのポインタを格納する。
dly_tsk	time	time で指定した時間だけ呼出し元のタスクを待たせる。
get_mem	size, membuf	size で指定したバイト数分のメモリ領域を、メモリプールから確保する。確保したメモリ領域の先頭アドレスを membuf に格納する。
rel_mem	mempt	get_mem で確保したメモリ領域を解放する。解放するメモリ領域の先頭アドレスを mempt で指定する。

〔制御部間通信インタフェース仕様の概略〕

DPRAM を利用した割込みの仕組みを図3 に示す。

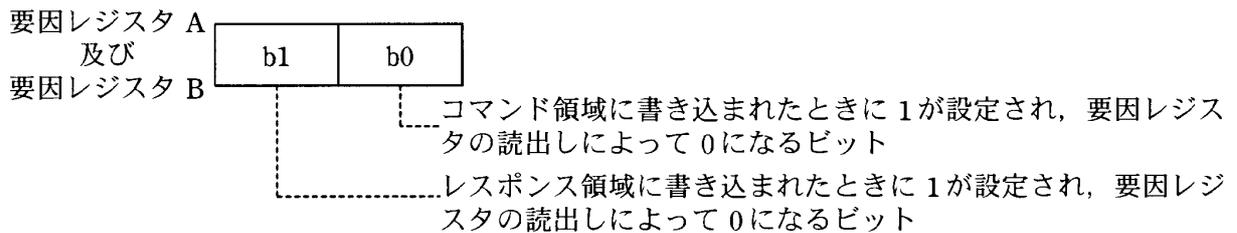
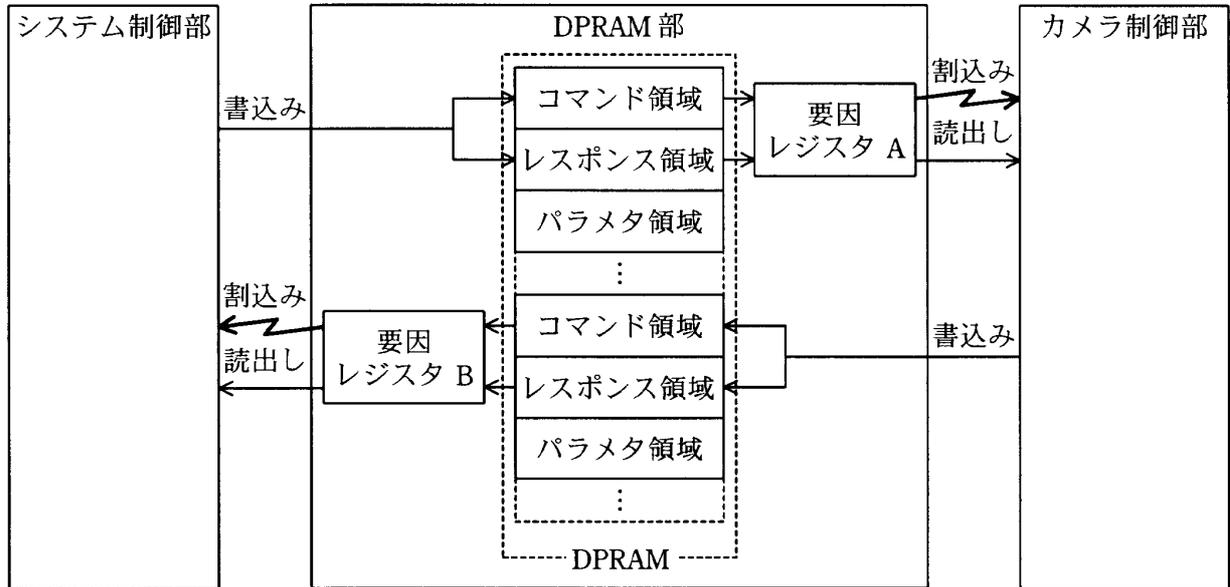


図3 DPRAM を利用した割込みの仕組み

DPRAM 内には、処理依頼とその処理結果を受け取る領域として、二つの制御部にそれぞれコマンド領域、レスポンス領域及びパラメタ領域が用意されている。DPRAM に設定するコマンド、レスポンス及びパラメタを表2の制御部間コマンド／レスポンス一覧に示す。システム制御部がカメラ制御部に処理を依頼する場合、表2に示すパラメタをパラメタ領域に書き込み、次にコマンドをコマンド領域に書き込む。カメラ制御部はコマンドに従った処理を実行し、その終了結果をパラメタ領域に書き込んだ後、レスポンスをレスポンス領域に書き込む。この処理は、DPRAM 部のもつ割込み発生機能を使って実現される。システム制御部がコマンド領域又はレスポンス領域に書き込むと、要因レジスタ A の b0 又は b1 が 1 となる。カメラ制御部に対する割込みは、b0 と b1 の論理和が 1 のときに発生する。要因レジスタ A は、カメラ制御部からだけ読出し可能であり、読み出されたときに自動的に 0 にクリアされる。これ

らの手順及び仕組みは、カメラ制御部からシステム制御部に処理を依頼する場合も同様である。また、要因レジスタは16ビットで読み込まなければならない、ソフトウェアによって書き込むことはできない。

表2 制御部間コマンド/レスポンス一覧

コマンド/ レスポンス	通信方向		パラメタ	内容
	システム 制御部	カメラ 制御部		
撮影開始 コマンド		→	-	二つのカメラとの接続を確立し、未圧縮画像データの受信と DPRAM 部への未圧縮画像データの転送を始める。
撮影開始 レスポンス	←		・結果	撮影開始コマンドの結果を通知する。
カメラ制御 コマンド		→	・パン、チルト、 ズームの値	カメラのパン、チルト及びズームの制御を行う。
カメラ制御 レスポンス	←		・結果	カメラ制御コマンドの結果を通知する。
カメラ制御中止 コマンド		→	-	送信済みのカメラ制御コマンドに対するカメラ制御レスポンスが返信される前に、そのコマンドの動作を中止する。
カメラ制御中止 レスポンス	←		・結果	カメラ制御中止コマンドの結果を通知する。
画像記録開始 コマンド		→	・カメラ番号 ・HDDへ格納する圧縮 画像データを書き込 むHDDのセクタ番号 とセクタ数	圧縮画像データを格納するファイルを HDD に確保し、そのセクタ番号とセクタ数を通知する。
画像記録開始 レスポンス	←		・結果	画像記録開始コマンドの結果を通知する。
セクタ要求 コマンド	←		・カメラ番号 ・セクタ数	圧縮画像データを書き込むセクタが不足した場合にその拡張を依頼する。カメラ制御部は、圧縮画像データの記録中、定期的に本コマンドを発行して、常に空きのセクタを保持している。
セクタ要求 レスポンス		→	・結果 ・セクタ数 ・セクタ番号	セクタ要求コマンドの結果を通知する。
画像記録終了 コマンド		→	・カメラ番号	画像記録開始コマンドで開始した画像記録を終了する。
画像記録終了 レスポンス	←		・結果	画像記録終了コマンドの結果を通知する。
フレーム同期 コマンド	←		・カメラ番号	DPRAM 上に 1 フレーム分の未圧縮画像データを転送したことを通知する。対応するレスポンスは存在しない。

DPRAM のメモリマップを図 4 に示す。

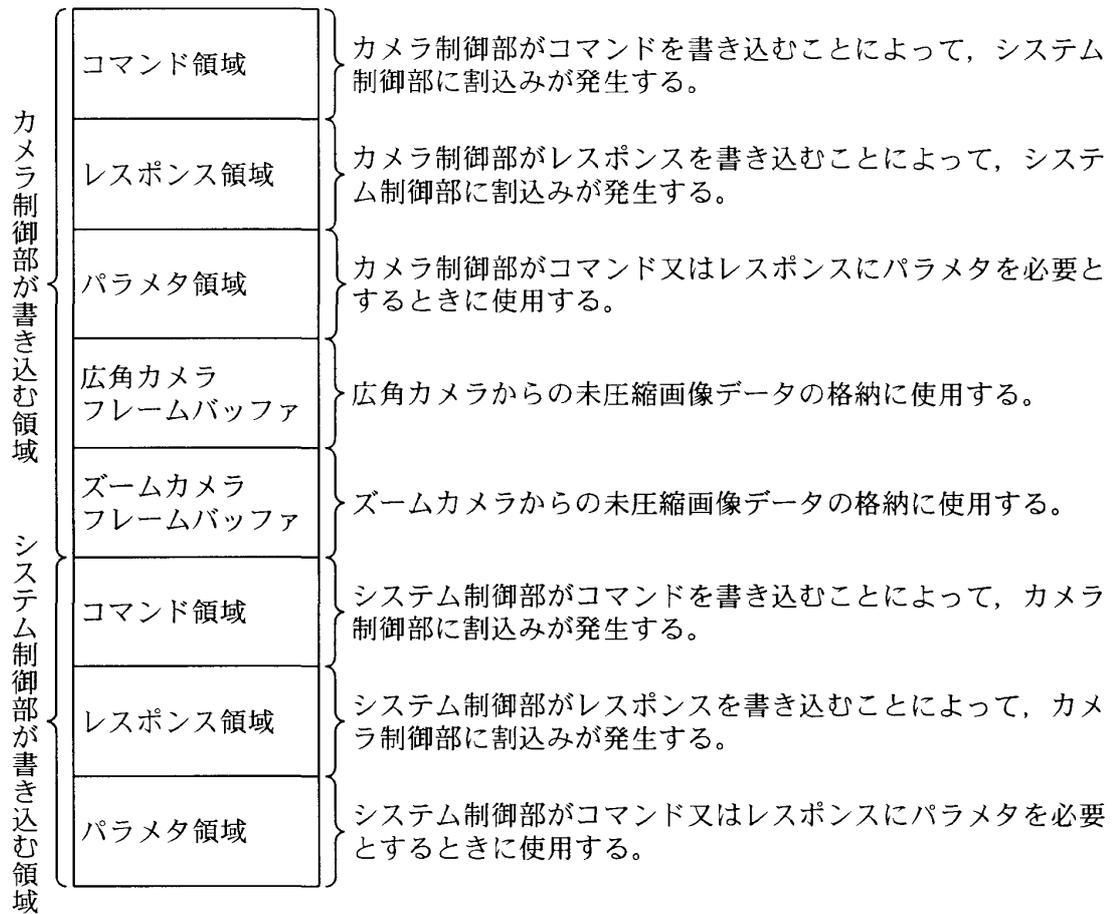


図 4 DPRAM のメモリマップ

設問 1 遠隔監視カメラシステムのソフトウェア設計に関する次の問いに答えよ。

- (1) カメラ制御部は、LAN 経由で二つのカメラの未圧縮画像データを TCP/IP 通信によって受信する。カメラからの未圧縮画像データをすべて受信するためには、カメラ制御部側に実装された LAN プロトコルスタックと LAN ドライバは、何 M ビット/秒以上のスループットを実現しなければならないか。未圧縮画像データ以外には通信するものがないものとし、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) カメラ制御部の主要処理時間を表 3 に示す。フレームデータの HDD への書込みは 1 フレームごとに 1 回行う。二つのカメラからの圧縮画像データの HDD への保存が行われているとき、その保存処理と未圧縮画像データの DPRAM 部への転送を、100 ミリ秒周期で実行できるかどうかを検証した。表 3 に示す処

理時間を最も長い処理時間として、100 ミリ秒のうち何ミリ秒の余裕があるかを求めよ。答えは小数第 1 位を切り捨てて整数で求めよ。ただし、RTOS の処理時間は無視し、HDD へのデータ転送開始待ちは発生しないものとする。

表 3 カメラ制御部の主要処理時間

処理		処理時間
システム制御部からのコマンド受信処理		1 マイクロ秒
カメラ制御処理		2 マイクロ秒/制御
未圧縮画像データ受信	ハードウェア+ドライバ	10 ミリ秒/フレーム
	プロトコルスタック	15 ミリ秒/フレーム
圧縮処理		最大 10 ミリ秒/フレーム
撮影開始処理及びレスポンス送信処理		20 ミリ秒/1 カメラ
カメラ制御処理及びレスポンス送信処理		2 マイクロ秒/制御
カメラ制御中止処理及びレスポンス送信処理		3 マイクロ秒
画像記録開始処理及びレスポンス送信処理		1 ミリ秒
画像記録終了処理及びレスポンス送信処理		500 マイクロ秒
セクタ要求コマンド送信とそのレスポンス受信処理		1 ミリ秒
HDD 書込み (データ転送を含む)	ハードウェア	1 ミリ秒/フレーム
	HDD ドライバ	1 ミリ秒/フレーム
	平均 4 回の書込みにつき 1 回の割合で、最大 50 ミリ秒のデータ転送待ちは発生する可能性がある。 この待ち時間はシステム制御部でのアクセスでも発生する。	
DPRAM への未圧縮画像データ転送とフレーム同期コマンド送信		1 ミリ秒/フレーム

(3) カメラ制御部とシステム制御部に関する次の問いに答えよ。

(a) 二つの制御部は、それぞれ HDD にファイルアクセスを行う。しかし、ファイル管理プログラムは、システム制御部だけに存在する。そのため、カメラ制御部が書き込む論理セクタ番号については、画像記録開始コマンドとセクタ要求レスポンスのパラメタとして、システム制御部が指定するようにした。双方にファイル管理プログラムを実装しない理由（理由 A）と、カメラ制御部でなくシステム制御部に実装した理由（理由 B）を、それぞれ 40 字以内で述べよ。

(b) 現在の制御部間の通信インタフェース仕様では、システム制御部側で表示される撮影中の画像がまれに乱れる可能性がある。この事態が発生する状況を、コマンド名又はレスポンス名を用いて、80字以内で具体的に述べよ。

設問2 カメラ制御部のソフトウェア設計に関する次の記述を読んで、問いに答えよ。

カメラ制御部におけるメールボックスを用いたタスク間通信のシーケンスを図5に示す。このシーケンスは、カメラ制御部が撮影動作中に、ズームカメラに対する画像記録開始コマンドを受信した場合の流れを示す。

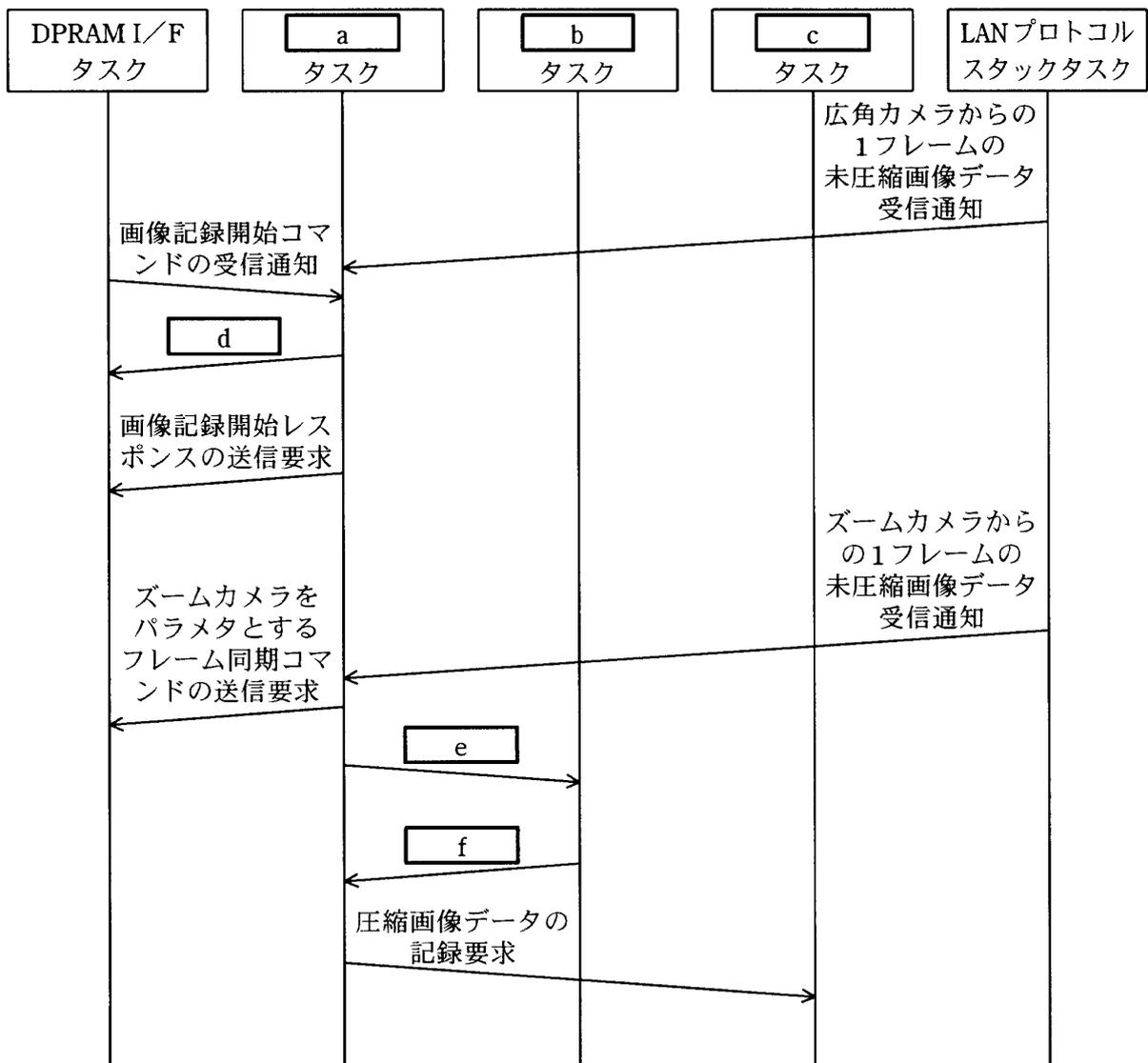


図5 メールボックスを用いたタスク間通信のシーケンス

- (1) 図 5 中の、 ~  に入れる適切なタスク名を、図 2 中に示す名称で答えよ。また、 ~  のタスク間通信における適切なメールの内容を、それぞれ 35 字以内で述べよ。
- (2) カメラ制御タスクと LAN プロトコルスタックタスクの処理に関する次の記述中の  ~  に入れる適切な RTOS のシステムコール名を、表 1 中に示す名称で答えよ。

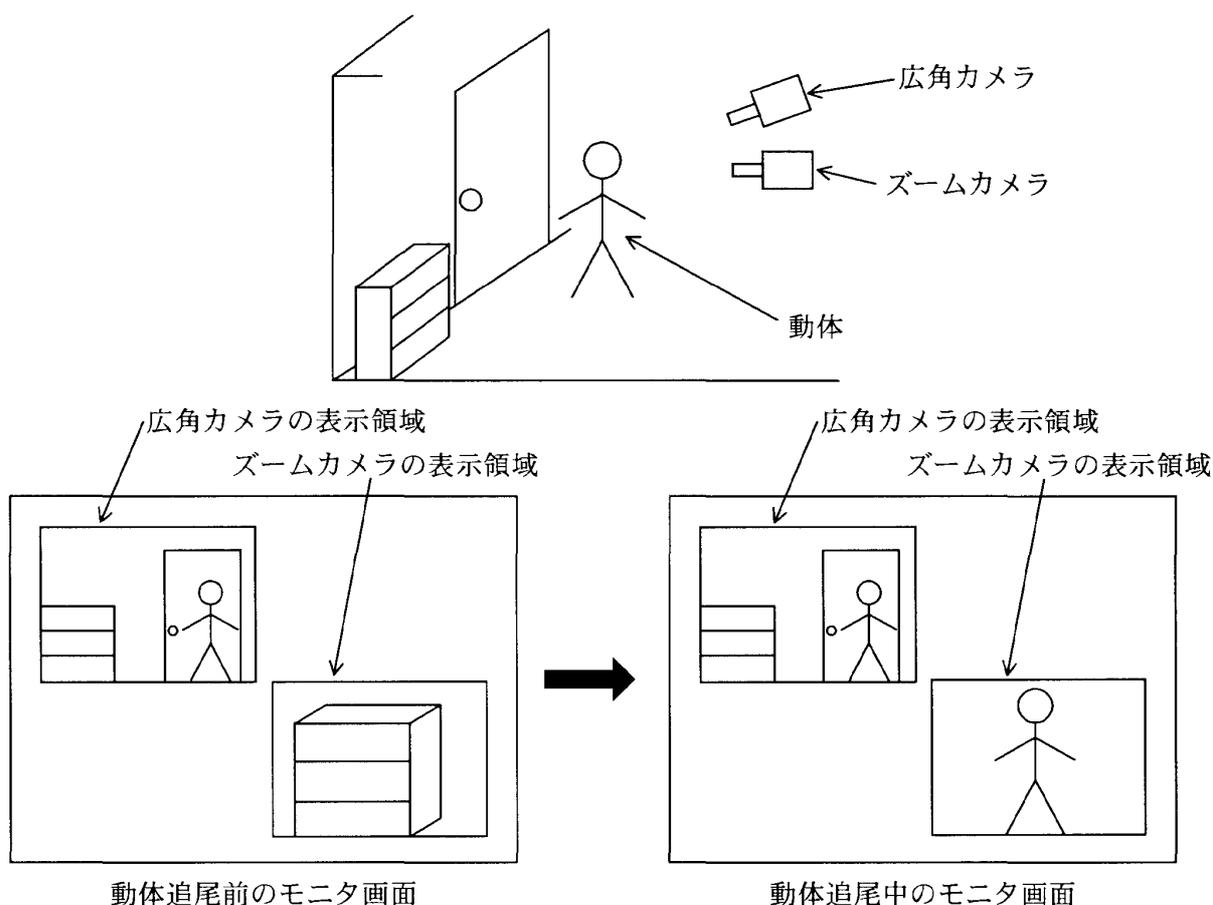
カメラ制御タスクにおいて、LAN プロトコルスタックタスクからのメールボックスを用いたメールの受信は、広角カメラに関するメールの受信とズームカメラに関するメールの受信に、異なるメールボックスを使う方法とした。しかし、撮影開始コマンドを受信したとき、最初に広角カメラとの接続を確立して、次にズームカメラとの接続を確立するが、ズームカメラとの接続確立処理中に、既に接続を確立した広角カメラから未圧縮画像データが送信されることがある。そのため、カメラ制御タスクは、ズームカメラとの接続確立完了通知と広角カメラからの未圧縮画像データ受信通知を同時に待つ必要があるが、表 1 に示す `recv_mbx` には、異なるメールボックスを同時に待つ機能がない。そこで、LAN プロトコルスタックタスクでは、`send_mbx` によるメール送信に続いて  を実行する。カメラ制御タスクでは  を実行し、LAN プロトコルスタックタスクからのメール通知を待つ。メールの通知があれば  又は  を用いて、どのカメラに関するメール通知であるかを判断して  又は  を実行し、メールボックスからメールを取り出すようにした。

- (3) 図 2 のカメラ制御部のソフトウェア構成に示す、セクタ管理タスクと DPRAM I/F タスクに関して検討した。

画像記録動作中に、セクタ管理タスクと DPRAM I/F タスク間でメールの通信が行われることがある。それはどのような場合か、35 字以内で述べよ。また、そのときにシステム制御部とカメラ制御部間で送受信されるコマンド名を、表 2 中に示す名称で答えよ。

設問3 遠隔監視カメラシステムへの機能追加要求に関する次の記述を読んで、問いに答えよ。

動体追尾機能の追加要求が発生した。その動体追尾機能の利用例を図6に示す。この利用例では、広角カメラで室内全域を監視する。動いている物体（以下、動体という）を検出した場合は、その動体を追尾するようにズームカメラにパン、チルト及びズームをさせて、モニタ上のズームカメラ表示領域に、その動体全体が写るようにする。



この機能追加をソフトウェアの変更だけで実現することにした。ソフトウェアの変更にあたっては最小限の変更で済むように検討した。その結果、次に示すような仕様とソフトウェアの変更内容を決定した。

(仕様)

- ・システム制御部からカメラ制御部への、動体追尾の開始を指示する動体追尾開始コマンドを追加する。ただし、このコマンドの送信は、画像記録開始コ

マンドによる圧縮画像データの記録中だけとする。

- ・ 動体追尾をしているとき，システム制御部はカメラ制御部に対して，カメラ制御コマンドを送信しない。
- ・ 動体の検出は，広角カメラの未圧縮画像データを用いて，10 フレームごとに，現在のフレームと現在のフレームから 9 フレーム前の画像データとの差分データを用いて，動体の大きさと，その中心位置を求めることによって行う。動体が複数存在した場合は，それらすべての動体を一つの大きな動体とする。
- ・ 求めた動体の大きさとその中心位置から，ズームカメラのパン，チルト及びズームの値を決定して，ズームカメラを制御する。

(ソフトウェアの変更内容)

- ・ 図 2 に示すカメラ制御部のソフトウェア構成に対して，新たにタスク 1 とタスク 2 を追加する。タスク追加後のカメラ制御部のソフトウェア構成を図 7 に示す。
- ・ タスク 1 とタスク 2 の間で，動体の大きさとその中心位置がメールボックスを使用して伝達される。
- ・ カメラ制御タスクにおいては，広角カメラの未圧縮画像データの 10 フレームごとに，そのフレームの画像データを，追加したタスク 1 へ通知する。また，ズームカメラの制御は，カメラ制御コマンドを受信したときと同じ処理を利用する。

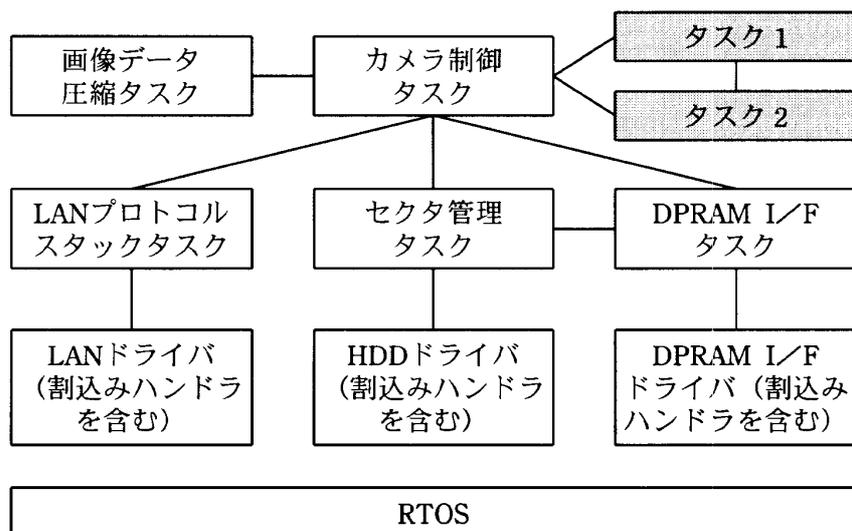


図 7 タスク追加後のカメラ制御部のソフトウェア構成

- (1) 変更後のカメラ制御部のソフトウェアに関する次の問いに答えよ。
- (a) 新たに追加したタスク 1 の主な処理内容は何か。20 字以内で述べよ。
  - (b) 新たに追加したタスク 2 の主な処理内容は何か。50 字以内で述べよ。
  - (c) 新たに追加したタスク 2 とカメラ制御タスク間で通信されるメールは、あるコマンドを受信したときに、カメラ制御タスクとあるタスク間で通信されるメールと同じ内容でよい。あるコマンドとは何か。表 2 中に示すコマンド名で答えよ。また、あるタスクとは何か。図 2 中に示すタスク名で答えよ。
- (2) カメラ制御部のソフトウェアを変更後、動体追尾機能のソフトウェアのデバッグを開始したところ、カメラ制御部からシステム制御部に対して、不正な通信が行われることが分かった。その不正な通信とは何か。表 2 中に示すコマンド／レスポンス名で答えよ。また、どのタスクをどのように変更すればよいか。50 字以内で述べよ。

[ メモ用紙 ]

[ メモ用紙 ]

[ メモ用紙 ]

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) 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。
  - (2) 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。
  - (3) 選択した問題については、選択欄の問題番号を○印で囲んでください。○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。
  - (4) 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。
  - (5) 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。

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。