

平成21年度 春期  
 エンベデッドシステムスペシャリスト  
 午後Ⅱ 問題

試験時間

14:30 ~ 16:30 (2時間)

## 注意事項

1. 試験開始及び終了は、監督員の時計が基準です。監督員の指示に従ってください。
2. 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。
3. 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。
4. 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。
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. 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) B又は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。

〔問2を選択した場合の例〕

選択欄
問1
問2

- (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。

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。

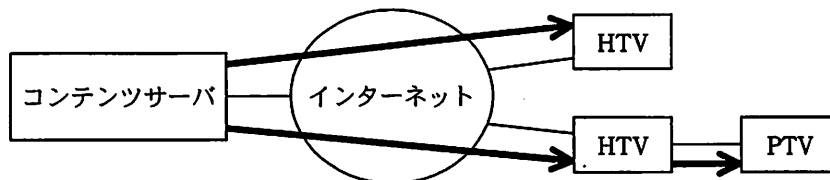
問1 携帯型インターネットテレビに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

C社は、家庭用インターネットテレビ（以下、HTVという）を開発している。

C社のHTVは、インターネットに接続して、放送中の番組を録画したり、コンテンツサーバからオンデマンドで番組を録画したりすることができる。再生のためにハードディスクやメモリに格納される番組のデータを、以下、情報源符号化データという。

〔携帯型インターネットテレビの開発計画〕

C社では、HTVのオプションとして携帯型インターネットテレビ（以下、PTVという）を開発することにした。PTVはBluetooth又はUSBでHTVと接続され、HTVに蓄積された情報源符号化データをPTVにダウンロードし、再生する。コンテンツサーバからPTVへの情報源符号化データの流れを図1に示す。



(凡例)

→ : 情報源符号化データの流れ

図1 コンテンツサーバからPTVへの情報源符号化データの流れ

C社は、HTVの設計情報を活用して、PTVを短期間で製品化することにした。

PTVのハードウェアブロック図を図2に、仕様概要を表1に示す。

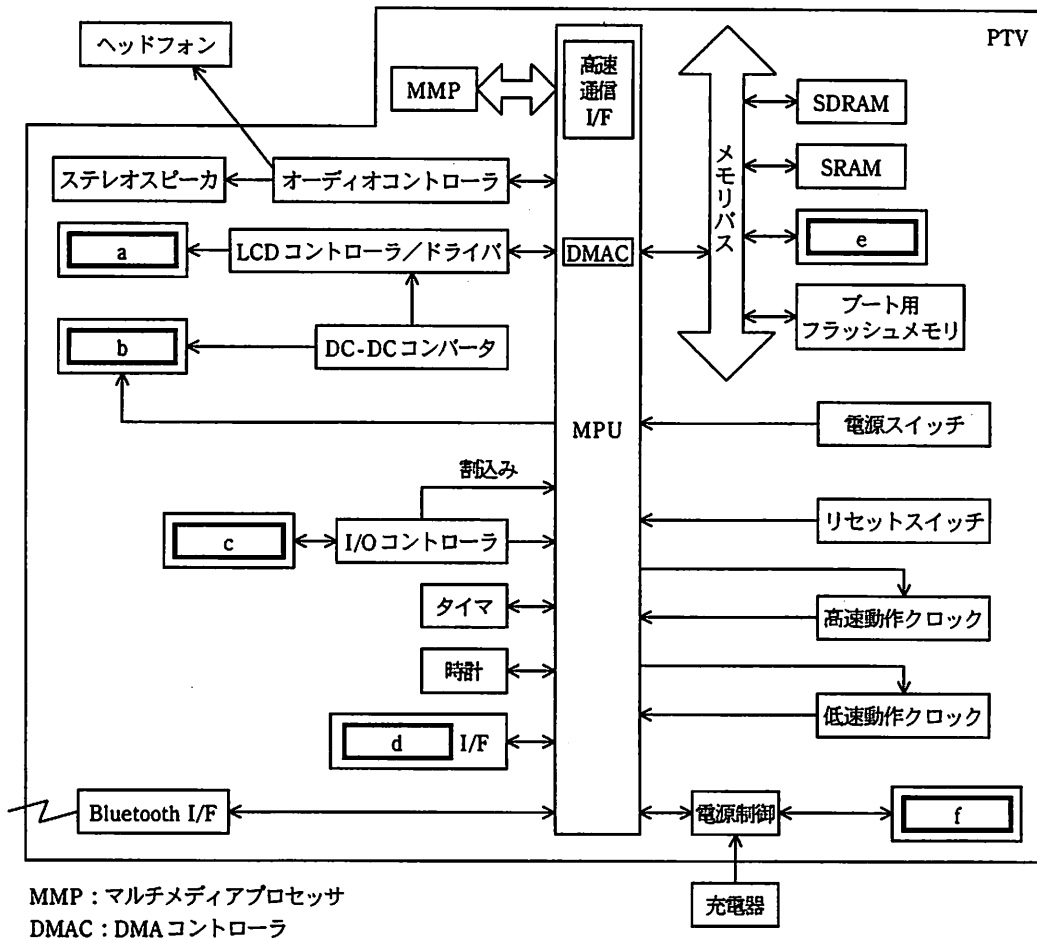


図2 PTVのハードウェアブロック図

表 1 PTV の仕様概要

項目	内容
表示装置	表示画面：5 型 LCD 解像度，表示色数：640×480 ピクセル，32,000 色／ピクセル 表示フレーム数：30 フレーム／秒 バックライト：冷陰極蛍光管
MPU	内部動作クロック周波数：500MHz 高速通信 I/F：MMP と MPU を 500M ビット／秒で接続する。
MMP	内部動作クロック周波数：500MHz 内蔵メモリ：2MB
入力装置	I/O コントローラで制御する感圧式タッチパネル
スイッチ	電源スイッチ，リセットスイッチ
音声出力装置	ステレオスピーカ ヘッドフォン接続 I/F
通信機能	USB Bluetooth
メモリ	SRAM：PTV の内部情報格納領域
	SDRAM：プログラム，スタック，ヒープ，データ領域，表示データ格納領域
	NAND フラッシュメモリ：情報源符号化データ格納領域 4G バイト，PTV の内部情報格納領域及びロギングデータ格納領域 1M バイト
	ブート用フラッシュメモリ：MPU 及び MMP 用の初期化プログラム格納領域，初期化データ格納領域，アプリケーションプログラム及びデータ格納領域
電源	2 次電池（リチウムイオン電池）：3.6V
符号化方式	MPEG2，MPEG4
連続稼働時間	MPEG2 再生時 6 時間

## [PTV の再生処理]

PTV の再生処理概要図を図 3 に示す。

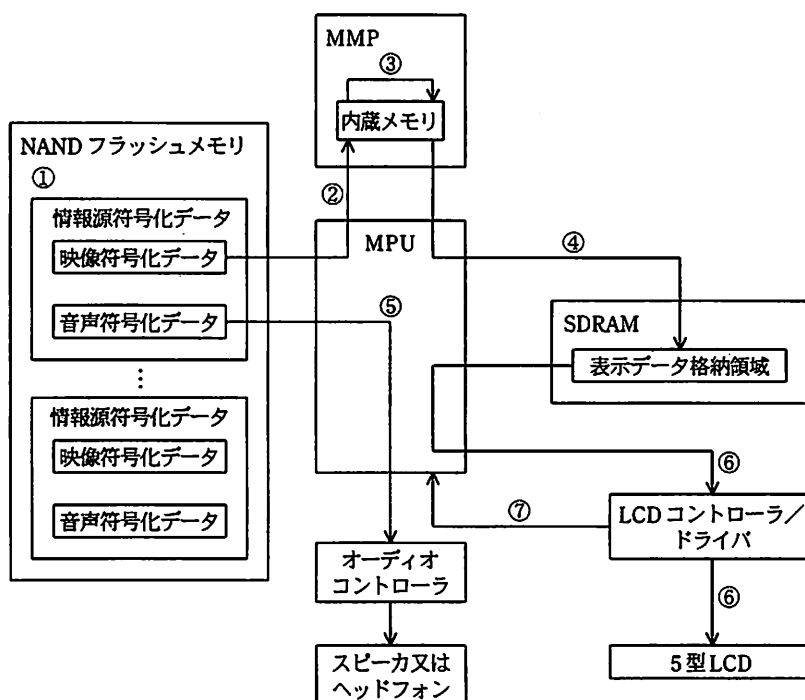


図 3 PTV の再生処理概要図

次の①～⑦の番号は、図3の①～⑦に対応する。

- ① 情報源符号化データは、NAND フラッシュメモリに格納されている。
- ② MPU に内蔵されている DMAC が、MMP の内蔵メモリに映像符号化データを転送する。
- ③ MMP は、内蔵メモリに格納された映像符号化データを 5 型 LCD に表示するための表示データにデコードして、内蔵メモリに格納する。
- ④ MPU に内蔵されている DMAC が、SDRAM に割り付けられた表示データ格納領域に表示データを転送する。
- ⑤ MPU は、音声符号化データをデコードし、映像との同期をとってオーディオコントローラへ出力する。
- ⑥ LCD コントローラ/ドライバは、DMAC を介して 1/30 秒に 1 回、表示データ格納領域から表示データを読み出し、5 型 LCD に表示する。

⑦ 表示が完了すると MPU に表示データ要求割込みを出す。

なお、②、③、④ の処理と、⑤ の処理、及び⑥、⑦ の処理は、独立して実行される。

設問 1 PTV の仕様について、(1)～(3) に答えよ。

(1) 表 1 の仕様を満たしたブロック図となるように、図 2 中の 

a
---

 ～ 

f
---

 に入れる適切な字句を答えよ。

(2) 情報源符号化データの再生処理について検討する。

(a) 図 3 に示すように、情報源符号化データの再生処理では、映像と音声は独立して処理される。情報源符号化データは、映像と音声の同期をとるための同期情報として、何をもち必要があるか。10 字以内で答えよ。

(b) ③ の映像符号化データのデコード処理は、⑥ の表示処理の速度より高速に処理できるが、⑥ の表示処理に合わせて③ の MMP のデコード処理を制御する必要がある。図 3 において、④ と⑥ の処理が同一の表示データ格納領域を使用する場合に考慮すべき点とその理由を、それぞれ 20 字以内で述べよ。

(3) PTV のメモリ容量について検討する。

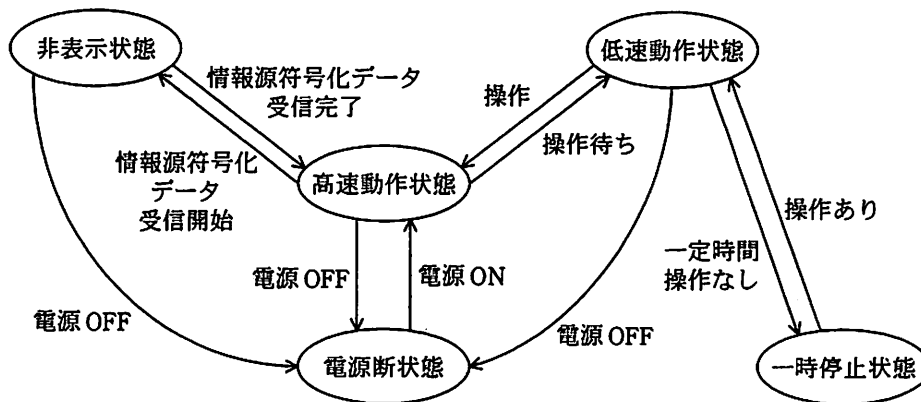
(a) PTV の 1 フレーム当たりの表示データ量は何 k バイトになるか。答えは小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。ここで、1 ピクセルの表示用に 2 バイトのデータ量を使用するものとし、1 k バイトは、1,000 バイトとする。

(b) 1 フレーム当たりの表示データ量を 600 k バイトとすると、1 時間当たりの表示データ量は、何 M バイトになるか。答えは整数で求めよ。ここで、1M バイトは、1,000k バイトとする。

(c) 情報源符号化データ格納領域には何時間分の画像データを記録できるか。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。ここで、エンコード前の 1 フレーム当たりのデータ量は 600 k バイトとし、ダウンロードされる情報源符号化データ量は 1/50 に圧縮されているものとする。また、1G バイトは、1,000M バイトとする。

## 設問2 PTVの電力消費について検討する。

PTVは、動作周波数の変更や部分的な電力供給制御によって、可能な限り電力消費を抑える仕様とした。PTV電源制御の状態遷移図を、図4に示す。



MPUとMMPは次に示すように、専用命令で動作状態を切り替えることができる。

**高速動作状態**：高い処理能力を要求されるアプリケーションを実行するために、高速動作クロックで動作している状態である。情報源符号化データの再生処理などはこの状態で行う。

**低速動作状態**：低速動作クロックに切り替えて処理を実行する状態である。操作待ち処理などはこの状態で行う。電力消費を減らすために、高速動作クロックを停止させることができる。

**一時停止状態**：MPUとMMPの動作クロック停止状態を維持して、電力消費を減らすことができる。実行する処理がない場合はこの状態になる。

**非表示状態**：表示しない状態。MMPなどを使わないで通信だけを実行する場合に、通信に不要な部分の電力供給を制御して電力消費を減らすことができる。また、通信データがないときは必要に応じて高速動作クロックを停止させることもできる。HTVとの通信を実行する場合はこの状態で行う。

**電源断状態**：時計などの最低限必要な部分を除いて、電源供給を停止する。

電源スイッチを OFF にするとこの状態になる。

図 4 の PTV 電源制御の状態遷移は、次のようにして行われる。

- ・低速動作状態と高速動作状態の切替えには、高速動作 → 低速動作切替え命令、低速動作 → 高速動作切替え命令という専用命令を使用する。
- ・専用命令の実行後、次の命令から動作状態が切り替わる。
- ・低速動作状態と高速動作状態との遷移において、高速動作クロックを発振させたり、停止させたりする。
- ・高速動作クロックの発振開始及び停止には、高速動作クロック発振命令、高速動作クロック停止命令を使用する。
- ・高速動作クロックの発振安定時間は、最大 100 マイクロ秒である。

動作クロックの切替えを図 5 に示す。

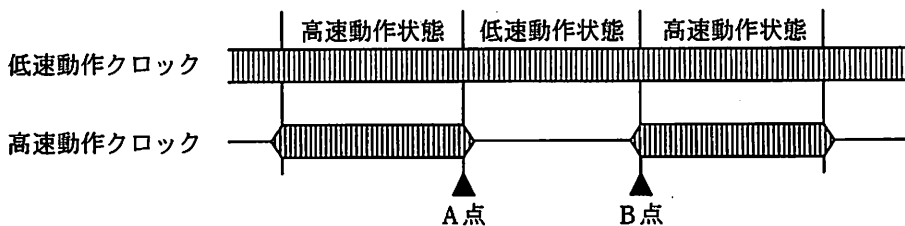


図 5 動作クロックの切替え

(1) 図 5 中の A 点から B 点までの動作クロック切替え処理の流れを、図 6 に示す。

図 6 中の  ,  に入れる適切な字句を答えよ。



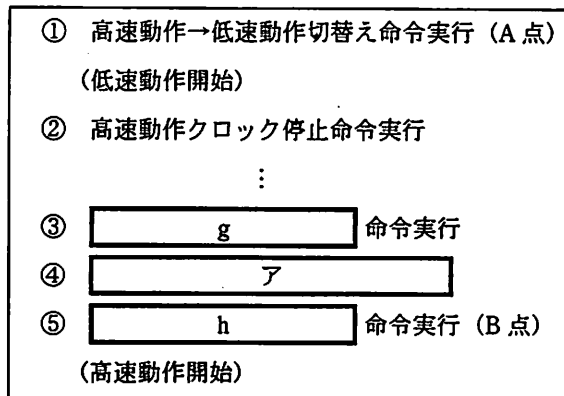


図6 動作クロック切替え処理の流れ

(2) 図6中の④において、その後のMPU動作を安定化させるための、

アに入れる適切な処理内容を、15字以内で述べよ。

(3) 非表示状態時に、Bluetooth I/F 経由で情報源符号化データをダウンロードする際に、HTVからの受信データが100ミリ秒間以上なかった場合には、高速動作クロックを停止させ、低速動作クロックだけで動作させることを検討している。低速動作クロックでの動作時に、Bluetooth I/F がデータを受信するとMPUの割り込み処理で高速動作クロックでの動作に切り替える。Bluetooth I/F が使用する受信用のデータバッファを、受信オーバーランが発生しない大きさに設定したい。Bluetooth I/F のデータ転送時間に加えて考慮すべきパラメータを二つ挙げ、それぞれ15字以内で答えよ。

設問3 PTVの出荷後のクレーム及び拡張性について検討する。

(1) PTV 出荷後、顧客から連続稼働時間不足のクレームがあった。これについて調査したところ、最近の3か月間に集中していることが分かった。当時、それまでの電池Xを、違う電池メーカーの同容量の電池Yへ変更した経緯があった。

そこで、PTVにそれぞれの電池をセットして連続駆動試験を行ったところ、電池Xでは6時間使えたが、変更した電池Yでは電池Xよりも連続駆動時間が短いことが分かった。PTVでは、電圧が一定値を下回った場合は、電源を切る仕組みになっているので、PTV電源制御を無効にして、高速動作状態で連続稼働する実験用PTVで電池電圧の変化を測定した。その結果を図7に示す。出力電圧には常に±200mV程度のノイズが載っていた。

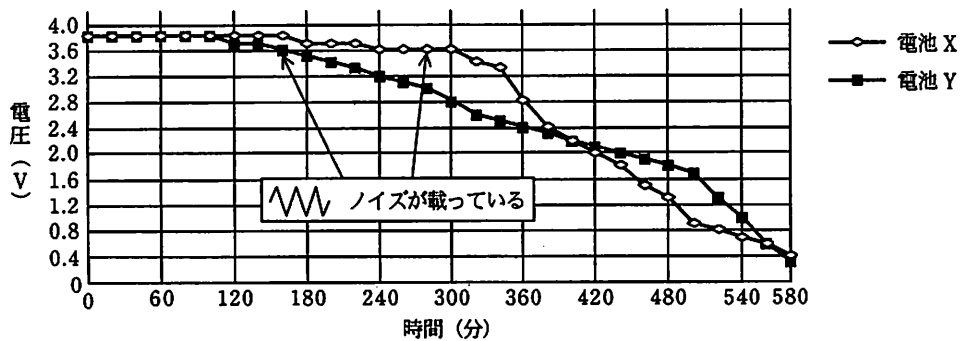


図 7 PTV 負荷試験時の電池電圧の変化 (試験データ)

- (a) 電池 X をセットした PTV では、試験を開始してから 360 分後に、電源供給停止設定電圧に達した。電池 Y では、試験を開始してから何分後に電源供給停止設定電圧に達したか。ただし、ノイズの影響は無視する。
- (b) PTV は、使用中に電池残容量が少なくなった場合、電源を切る 10 分前にアラームを出し、充電を促すように設計されている。電源断後、充電されるまで PTV は使用できない。電池 Y は、図 7 に示したように、電池 X に比べて電圧がなだらかに低下している。電源供給停止処理の設計において、どちらの電池を使うとより精度よく設計できると考えられるか。また、その理由を 35 字以内で述べよ。ただし、電池の個体差や温度特性は無視してよい。
- (c) 電池残容量を推定するために、MPU の A/D 変換入力端子に電池電圧を入力させて、100 ミリ秒ごとに電圧を読み込み、2 回連続して設定電圧以下のときに、電池残容量が設定値以下と判定する。

しかし、この方法では実際は電池残容量が低下していないのに電池残容量低下が検出されることがあった。この誤検出の原因として考えられることを、40 字以内で述べよ。ここで、A/D 変換時間は無視できるほど短く、そのときの電圧値が読み込めるものとする。

(2) 次期 PTV の開発に向けて表示関連のアーキテクチャを、表 2 の ①～③ の三つのアーキテクチャ案で比較検討した。

表 2 アーキテクチャの案

名称	① 現状 (HTVと同様) のアーキテクチャ	② アーキテクチャ案 1	③ アーキテクチャ案 2
概要	MPUがMMP、LCDコントローラを制御する。	ソフトウェアデコーダを利用してMPUが表示する。	MMP側にRAM(表示データ格納領域)をもち、MMPがLCDコントローラ/ドライバを制御して表示する。
構成図			

- (a) 今後、MPEG 2、MPEG 4 以外に、高い処理能力を必要とする符号化方式を追加する場合、②のアーキテクチャ案 1 において、MPU の性能はどのようにしなければならないと考えられるか。①の現状のアーキテクチャと比較して、35 字以内で述べよ。
- (b) 追加機能として、無線 LAN を使って、インターネットから情報源符号化データをダウンロードし、同時にダウンロード済の情報源符号化データも表示する場合、③のアーキテクチャ案 2 を採用しようと考えた。その理由を 35 字以内で述べよ。ただし、消費電力に関連する項目は考えなくてよいものとする。

問2 画像認識を用いた駐車場管理システムの開発に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

駐車券の代わりに画像認識によって駐車車両の管理を行う駐車場管理システム（以下、管理システムという）を開発している。この管理システムは、1台のコントロールセンタ（以下、CCという）と複数の入庫ユニット、出庫ユニット、空きエリア案内板、センサ管理ユニットによって構成され、それらはネットワークを介して相互に接続されている。管理システムの構成を図1に示す。

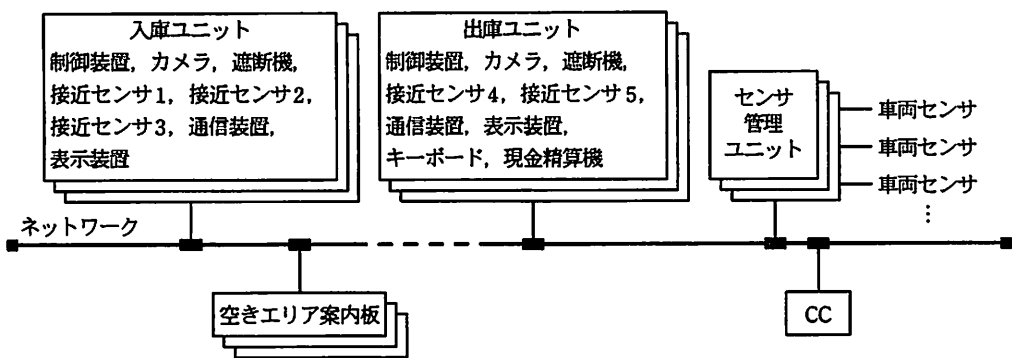


図1 管理システムの構成

管理システムでは、入庫ユニットと出庫ユニットで車両の検出や遮断機の制御などを行い、CCで画像認識、満車・空き状態（以下、満空状態という）の判定、車両ごとの入庫情報の管理などを行う。

駐車場内には、空きエリア案内板が複数台設置され、センサ管理ユニットの情報を基に、1台分の駐車スペースごとの車両の有無（以下、駐車状態という）が表示される。

入庫ユニットと出庫ユニットの構成機器を表1に、入庫ユニットの接近センサの位置関係を図2に、出庫ユニットの接近センサの位置関係を図3に示す。また、CCの機能を表2に示す。

なお、接近センサ 1 と接近センサ 2 の間隔は、車両長より十分に長いものとし、接近センサ 2 と接近センサ 3 の間隔、及び接近センサ 4 と接近センサ 5 の間隔は、車両長より十分に短いものとする。

表 1 入庫ユニットと出庫ユニットの構成機器

機器	機能	設置ユニット
制御装置	接続されている機器を制御する。また、接近センサを用いて車両の入場、接近、離脱を監視する。	入庫ユニット、出庫ユニット
カメラ	制御装置からの指示で、静止画の画像データを制御装置に送信する。	入庫ユニット、出庫ユニット
遮断機	制御装置からの指示で、開閉バーを上下させる。	入庫ユニット、出庫ユニット
接近センサ	車両を検出している間は出力を ON にし、出力が変化したときは制御装置の割込みを発生させる。	入庫ユニット、出庫ユニット
通信装置	CC との通信を行う。	入庫ユニット、出庫ユニット
表示装置	制御装置からの指示で、入庫ユニットでは満空状態と、満車の場合は駐車場全体で入庫を待っている車両の台数、出庫ユニットでは駐車時間と駐車料金を表示する。	入庫ユニット、出庫ユニット
キーボード	入力された内容を制御装置に通知する。	出庫ユニット
現金精算機	制御装置からの指示で、精算処理を行う。精算が完了すると制御装置に精算完了を通知する。	出庫ユニット

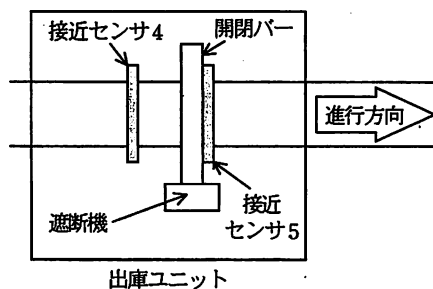
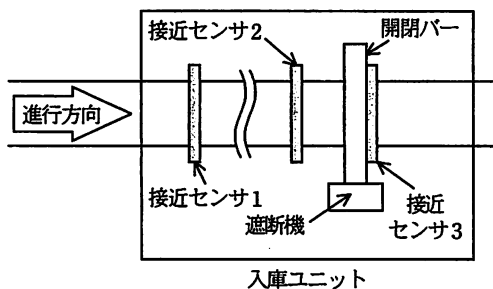


図 2 入庫ユニットの接近センサの位置関係 図 3 出庫ユニットの接近センサの位置関係

表 2 CC の機能

項目	機能
駐車車両管理	車両ごとの入庫時刻の記録と駐車料金の計算を行う。
画像認識	入庫ユニットと出庫ユニットから画像データを受け取り、車両の色とナンバープレートの番号の認識を行う。
待ち台数管理	入庫ユニットから通知される、接近センサの状態変化から入庫を待っている車両の台数を求める。

#### 〔入庫・出庫の管理〕

入庫する車両が開閉バーに近づき、接近センサ 2 が ON になると、入庫ユニットの制御装置はカメラに静止画像の取込みを指示し、得られた画像の画像認識開始要求を CC に送信する。

CC は、受信した画像データから車両の色とナンバープレートの番号（以下、車両情報という）の認識を行い、画像認識結果応答として車両情報を入庫ユニットに送信する。

入庫ユニットは、画像認識結果応答を受信すると CC に入庫許可要求を送信する。CC は駐車場に空きがあれば車両情報と入庫時刻を記録し、入庫ユニットに入庫許可応答を送信する。入庫ユニットの制御装置は、入庫許可応答を受信すると、開閉バーを開き、車両の入庫が完了すると CC に入庫完了通知を送信し、開閉バーを閉じる。

出庫ユニットは、出庫する車両が開閉バーに近づき、接近センサ 4 が ON になると、入庫ユニットと同様にカメラで撮った画像の画像認識開始要求を CC に送信する。その後、CC から画像認識結果応答を受信すると、折り返し CC に料金精算要求を送信する。

CC は、要求された車両の駐車時間と駐車料金を算出し、出庫ユニットに料金精算応答として送信する。出庫ユニットの制御装置は、駐車時間と駐車料金の表示を表示装置に指示するとともに、駐車料金を現金精算機に通知する。その後、現金精算機から精算完了通知を受信すると開閉バーを開き、車両の出庫を待つ。料金精算時に車両情報未登録などのエラーが発生したときは、係員がキーボードから入力して処理する。

出庫が完了すると、CC に出庫完了通知を送信し、開閉バーを閉じる。

#### 〔満空状態と待ち車両台数の表示〕

入庫ユニット内で入庫を待っている車両を待ち車両という。

車両が接近センサ 1 を通過すると、入庫ユニットは接近センサ 1 の状態変化を CC に通知する。また、車両が開閉バーの下を通過し、接近センサ 3 が OFF になると、入庫ユニットは接近センサ 3 の状態変化を CC に通知する。入庫ユニットから通知される接近センサの状態変化から、CC は駐車場全体における待ち車両台数をカウントする。

CC は 10 秒間隔で、満空状態と駐車場全体における待ち車両台数を各入庫ユニットに通知し、入庫ユニットでは、受信した満空状態と駐車場全体における待ち車両台数を表示装置に表示する。

〔空きエリア案内表示〕

駐車場内には、駐車状態を検出する車両センサが設置されている。センサ管理ユニットは、複数の車両センサの状態変化を監視しており、車両センサの状態が変化すると、駐車状態を CC に通知する。CC は、センサ管理ユニットから受信した駐車状態を記憶し、空きエリア案内板に表示内容を通知する。

〔ソフトウェア構成〕

入庫ユニットの制御装置、出庫ユニットの制御装置、及び CC にはリアルタイム OS (以下、RTOS という) を使用する。入庫ユニットの制御装置のタスク一覧を表 3 に、CC の主要タスク一覧を表 4 に、RTOS のシステムコール一覧を表 5 に示す。

表 3 入庫ユニットの制御装置のタスク一覧

タスク名	処理概要	タスク優先度
接近センサ	接近センサ 1~3 の状態変化から、入庫制御タスクと CC に次の通知を送信する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・車両進入通知：接近センサ 1 が OFF から ON になったことを認識した。</li> <li>・車両待機通知：接近センサ 2 が OFF から ON になったことを認識した。</li> <li>・車両通過通知：接近センサ 3 が ON から OFF になったことを認識した。</li> </ul>	1
入庫制御	入庫車両が開閉バーの前で待機し始めてから入庫完了するまでを制御する。	3
画像認識要求	入庫制御タスクから画像認識開始要求を受信すると、カメラから静止画像を取り込み、CC に画像認識開始要求を送信する。また、CC から画像認識結果応答を受信すると、入庫制御タスクに画像認識結果応答を送信する。	5
遮断機制御	開閉バーを制御する。	4
待ち情報表示	CC から満空状態通知を受信し、満空状態と待ち車両台数を表示装置に表示する。	4
通信制御	CC との通信を行う。	2

注 タスク優先度は、値の小さい方を高い優先度とする。

表4 CCの主要タスク一覧

タスク名	処理概要	タスク優先度
メイン	入出庫履歴管理や料金統計処理などのCC機能全般を処理する。	2
画像認識	入庫ユニット、出庫ユニットからの画像認識開始要求を受信すると、画像認識を行い、認識した車両情報を画像認識結果応答として要求元ユニットに送信する。	4
入出庫管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 駐車場全体の駐車台数と車両情報、入庫時刻を管理する。</li> <li>・ 入庫ユニットに入庫許可応答を送信する。</li> <li>・ 出庫ユニットに料金精算応答を送信する。</li> <li>・ 満空状態を待ち情報管理タスクに送信する。</li> </ul>	3
待ち情報管理	駐車場全体における待ち車両台数を算出し、満空状態通知を作成し、10秒間隔で入庫ユニットに送信する。	6
案内板管理	空きエリア案内板の表示制御を行う。	5
通信制御	入庫ユニット、出庫ユニット、センサ管理ユニットとの通信や、各タスクへの受信メッセージの振分けを行う。	1

注 タスク優先度は、値の小さい方を高い優先度とする。



表 5 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	—	自タスクを終了させる。
abo_tsk	tno	tno で指定した他タスクを終了させる。
set_evf	pattern	pattern で指定したイベントフラグをセットする。 指定できるイベントフラグは 64 個 (ビット) 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。 指定できるイベントフラグは 64 個 (ビット) までである。
wait_evf	pattern, mode	pattern で指定したイベントフラグがセットされるのを待つ。 指定できるイベントフラグは 64 個 (ビット) までである。 複数のイベントフラグを指定した場合、mode によって AND (指定したすべてのイベントフラグがセットされるのを待つ) 条件、 又は OR (指定したイベントフラグのうち、1 個以上セットされるのを待つ) 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できる。この場合、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。
poll_evf	pattern, mode	pattern で指定したイベントフラグがセットされている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 (ビット) 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し、獲得できる場合は獲得する。
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。

設問1 管理システムの仕様について検討する。

(1) 入庫ユニットに接続されているカメラからは  $640 \times 480$  ピクセルの静止画像が得られ、その画像の1ピクセルは2バイトのデータで構成される。入庫ユニットからCCに画像データを送信するには少なくとも何秒かかるか。答えは小数第3位を四捨五入し、小数第2位まで求めよ。ここで、通信速度は10Mビット/秒、伝送効率は80%、1Mビットは $10^6$ ビットとし、送信する画像データは圧縮しないものとする。

(2) 管理システムのユースケース図を図4に示す。図4中の  ~  に入れる適切な字句を答えよ。

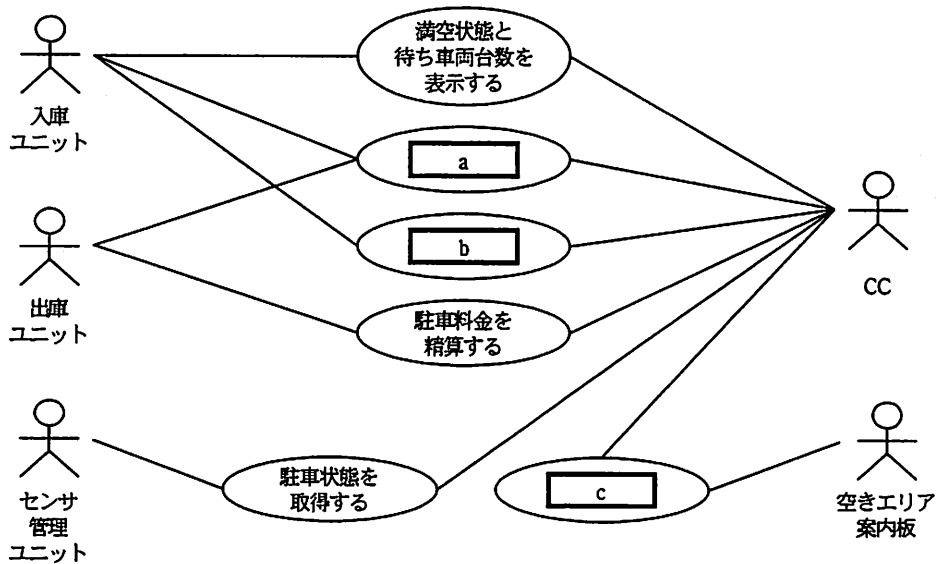


図4 管理システムのユースケース図

設問2 管理システムのソフトウェア設計について、(1)～(3)に答えよ。

(1) CCのソフトウェア設計について検討する。

入庫管理タスクにおける入庫許可要求と出庫完了通知の受信時の処理を表6に示す。

表 6 入庫許可要求と出庫完了通知の受信時の処理

種別	処理
入庫許可要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 入庫許可要求と出庫完了通知から算出された駐車場内台数から、満空状態を判定する。<sup>1)</sup></li> <li>・ 空き状態の場合、車両情報と入庫時刻をデータベースに登録し、① 駐車場内台数をインクリメントして、入庫許可応答を入庫ユニットに送信する。</li> <li>・ 満車状態の場合、入庫ユニット識別番号と車両情報を入庫許可応答待ちデータリストの末尾に登録する。</li> </ul>
出庫完了通知	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 出庫した車両情報をデータベースから削除し、駐車場内台数をデクリメントする。</li> <li>・ 入庫許可応答待ちデータリストにデータがあれば、リストの先頭から入庫ユニット識別番号と車両情報を取り出し、空き状態で入庫許可要求を受信したときと同様の処理を行う。</li> </ul>

注 <sup>1)</sup> 駐車場内台数は初期値 0 の変数であり、この値が定められたしきい値（満車しきい値）に達しているかどうかで満空状態を判断する。

(a) 表 6 中の入庫許可応答待ちデータリストに登録される車両情報の数の最大値は、何の個数と等しいか。図 1 中の管理システムの構成要素名で答えよ。

(b) 表 6 中の下線 ① の処理は、入庫完了通知受信時ではなく、入庫許可要求受信時に行う。その理由は、入庫完了通知受信時に行うと、駐車場内台数が、満車しきい値 - 1 の状態で入庫許可要求を受信したとき、複数台数の車両に対して入庫許可応答を送信してしまう場合があるからである。それはどのような状況で発生するか。60 字以内で述べよ。

(2) 入庫ユニットの制御装置における接近センサタスクの実装について検討する。

接近センサ 1～3 のうちいずれかが ON 又は OFF に変化したときに制御装置に割込みが発生する。この割込みを、接近センサ割込みハンドラがイベントフラグで通知した後、接近センサタスクが各接近センサの出力を読み出し、ON への変化や OFF への変化を検出する。

接近センサタスクは、車両を正しく検出するために、10 ミリ秒間隔の定周期タイマ割込みを使用して、ON 及び OFF の継続時間を計測し、160 ミリ秒以下の ON、及び 100 ミリ秒以下の OFF は無視することにした。

入庫ユニットの制御装置におけるイベントフラグ構成を表 7 に、接近センサタスクが管理する接近センサ 1～3 の各状態遷移を図 5 に示す。

表7 入庫ユニットの制御装置におけるイベントフラグ構成

bit 0 (LSB)	接近センサ 1～3 のいずれかの状態変化
bit 1	カメラからの画像入力完了
bit 2	開閉バーの上げ下げ完了
bit 3	ネットワークからのデータ受信完了
bit 4	ネットワークへのデータ送信完了
bit 5	10 ミリ秒周期タイマのタイムアウト

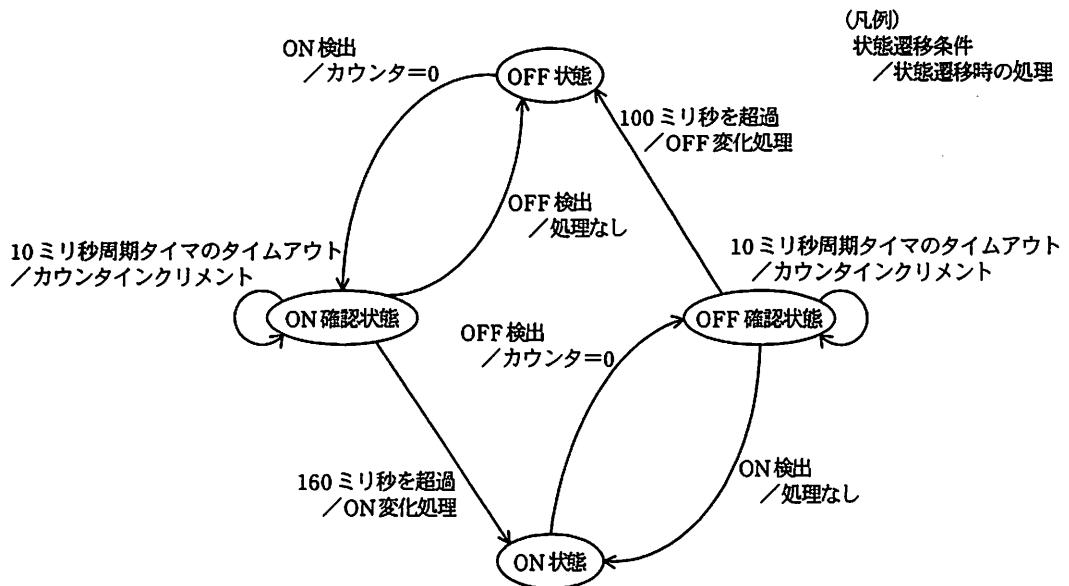


図5 接近センサ 1～3 の各状態遷移

- (a) 接近センサタスクが wait\_evf を呼び出すときの、引数 pattern に設定する値を 16 進数で答えよ。また、引数 mode に指定する条件を答えよ。
- (b) 接近センサタスクは wait\_evf から戻ると、接近センサの状態変化をイベントフラグでチェックする。状態が変化していた場合は、各接近センサの状態を読み出す前に、イベントフラグの bit 0 をクリアしなければならない。その理由は、bit 0 のクリアを接近センサの状態読出し後に行うと、接近センサタスクが、接近センサの状態変化を検出できなくなる場合が発生するからである。それはどのような状況で発生するか。60 字以内で述べよ。
- (c) 次の記述中の  ,  に入れる適切な数値を答えよ。

ON 確認状態から ON 状態への遷移条件, 及び OFF 確認状態から OFF 状態への遷移条件は, 各接近センサを通過する車両の最大時速を 30 km/時, 最短車両長を 1.5 m, 最短車両間隔を 1.0 m としたときの, 接近センサの最短 ON 時間 d ミリ秒, 最短 OFF 時間 e ミリ秒を基に決定した。

- (3) 入庫ユニットの制御装置における入庫制御タスクの設計について検討する。  
1 台の入庫車両に対する入庫制御タスクの処理手順を図 6 に示す。

処理 1	接近センサタスクから車両待機通知を受信する。
処理 2	画像認識要求タスクに画像認識開始要求を送信する。
処理 3	画像認識要求タスクから画像認識結果応答を受信する。
処理 4	CC に入庫許可要求を送信する。
処理 5	CC から入庫許可応答を受信する。
処理 6	遮断機制御タスクに開閉バー開要求を送信する。
処理 7	接近センサタスクから車両通過通知を受信する。
処理 8	CC に入庫完了通知を送信する。
処理 9	遮断機制御タスクに開閉バー閉要求を送信する。

図 6 1 台の入庫車両に対する入庫制御タスクの処理手順

入庫車両が図 7 のような位置関係にある場合, 車両 A の入庫完了を待たずに, 車両 B の画像認識や入庫許可要求送信を行う。また, ② 車両 B は開閉バーが開いた状態になった後, 再び開いた状態になるのを待ってから前進するものとする。

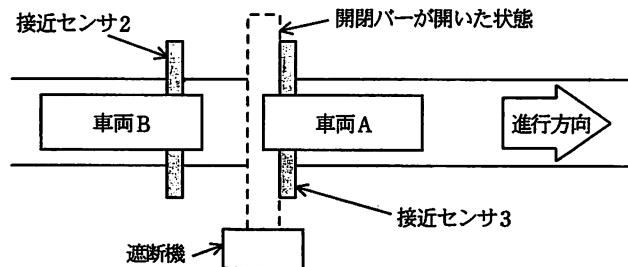


図 7 入庫車両の位置関係

- (a) 入庫制御タスクは、2 台分の入庫処理状態を管理する。車両が図 7 の位置関係にある場合、車両 A に対する図 6 の処理 1～処理 9 のどこかで、車両 B に対する処理 1 を開始する。どの処理とどの処理の間かを答えよ。
- (b) 図 7 の状態で車両 B の入庫許可応答を受信した場合に、車両 A に関する処理 9 を完了してから、車両 B に関する処理 6 以降を行う必要がある。その理由を、下線 ② を考慮して、35 字以内で述べよ。

**設問 3** 空きエリア案内板の不具合とその対策について検討する。

接続テストの初期段階で、空きエリア案内板の表示の更新が遅れる不具合が発生した。ハードウェアと通信回線は正常に動作しているので、CC の制御ソフトウェアに不具合の原因があるのではないかと推測した。

そこで、CC の制御ソフトウェアにおいて、空きエリア案内機能の設計担当の T 君と上司の H 主任は、不具合の原因について調査し、対策を検討した。

CC の空きエリア案内機能に関連するタスクは、メインタスク、案内板管理タスク、通信制御タスクである。更新フラグは 1 ビットのフラグで、メインタスクと案内板管理タスク間の同期に使用している。駐車状態管理テーブルは、センサ管理ユニットから受信した駐車状態通知を基に、駐車状態を記憶するテーブルである。空きエリア案内機能に関するタスクとデータの関係は、図 8 に示す。

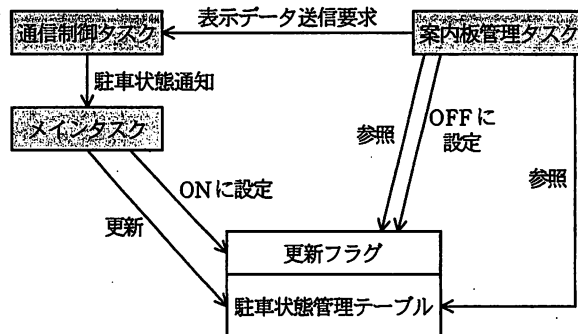


図 8 空きエリア案内機能に関するタスクとデータの関係

(1) 不具合の原因について調査する。

(a) 次の H 主任と T 君の会話文中の  ～  に入れる適切な字句を、表 4 中のタスク名で答えよ。

H 主任：図 8 において、駐車状態管理テーブルと更新フラグは  と  の双方からアクセスされるグローバル変数であるが、排他制御されていない。これは問題ではないのか。

T 君：排他制御については、意識していませんが。

H 主任：使用している RTOS では、優先度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可能状態になる。いつ実行可能状態になっても問題ないように、タスク間のデータのやり取りでは、排他制御を意識しなければならない。排他制御しないことによって不具合が発生するケースを考えてみよう。

が、駐車状態管理テーブルを参照した後、更新フラグを OFF にする前に、新たな駐車状態通知をネットワークから受信すると、どうなるか。

T 君：タスクの優先度から、 は実行可能状態になり、 が実行状態になります。

H 主任： は、 に駐車状態通知メッセージを送信する。駐車状態通知メッセージを受信した  は、駐車状態管理テーブルを更新した後、更新フラグを ON にする。ここで、 が実行状態になると、どうなるか。

T 君：③ ご指摘のタイミングで、空きエリア案内板の表示の更新が遅れる不具合が発生することに気がきました。今後は排他制御について十分検討し、同様の不具合が発生しないよう注意します。

(b) 下線 ③ において、T 君が気付いた空きエリア案内板の表示の更新が遅れる不具合が発生する過程を、70 字以内で述べよ。

(2) 不具合の対策について検討する。

(a) 次の H 主任と T 君の会話文中の  ,  に入れる適切な字句を答えよ。

H 主任：グローバル変数を用いたタスク間の同期はやめて、RTOS の提供するタスク間同期通信機構を利用することを検討してみよう。

メインタスクから案内板管理タスクにメールボックスを利用して更新を通知すれば、更新フラグは不要になる。よって、更新フラグは削除しよう。

T 君：分かりました。案内板管理タスクは、`dly_tsk` によって一定時間待ち処理を繰り返すことで、更新フラグの変化を一定間隔で監視しています。この、`dly_tsk` による時間経過待ち処理も削除します。案内板管理タスクは、メールボックスのメール受信有無を繰り返し監視するように変更します。

H 主任：さらに、システムの効率性向上についても考えてみよう。

メインタスクは、駐車状態管理テーブルを  するが、 していない。駐車状態管理テーブルは、案内板管理タスクだけが必要とする情報である。なぜ、二つのタスクにまたがって処理しているのか。将来的に仕様変更などで、メインタスクも駐車状態管理テーブルを  するのか。

T 君：いいえ、今後仕様変更はあっても、メインタスクで駐車状態管理テーブルを  することはありません。

H 主任：それなら、駐車状態管理テーブルは、メインタスクは介在せず、案内板管理タスクが  するように変更しよう。

T 君：分かりました。通信制御タスクは、センサ管理ユニットから受信した駐車状態通知を、案内板管理タスクに通知するように変更します。

T 君：変更点を実装してテストを実施した結果、空きエリア案内板の表示の更新が遅れる不具合は解消されました。しかし、入庫ユニットの駐車状態表示装置に表示される待ち台数が、0 台のままで変化しな



なくなっていました。

H 主任：変更点をもう一度確認してみよう。ソースコードを見ると、案内板管理タスクで poll\_mbx を使用している。これが原因ではないのか。

T 君：④ poll\_mbx が原因です。修正します。

(b) 下線④において、poll\_mbx が原因とした理由を 50 字以内で、修正した内容を 35 字以内で、それぞれ述べよ。



〔メモ用紙〕

1957年 6月 1日

（以下は非常に薄い文字で印刷された、ほとんど読み取れない内容です。これはメモ用紙の形式で記された文章のようですが、具体的な内容は不明です。）

7. 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	15:10 ~ 16:20
--------	---------------

8. 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。
9. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いません。
10. 試験中、机の上に置けるもの及び使用できるものは、次のものに限ります。  
なお、会場での貸出しは行っていません。  
受験票、黒鉛筆又はシャープペンシル、鉛筆削り、消しゴム、定規、時計（アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ティッシュ  
これら以外は机の上に置けません。使用もできません。
11. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
12. 答案用紙は、いかなる場合でも、すべて提出してください。回収時に提出しない場合は、採点されません。
13. 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。