

平成 29 年度 春期
エンベデッドシステムスペシャリスト試験
 午後 I 問題

試験時間

12:30 ~ 14:00 (1 時間 30 分)

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. **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 |
| 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) 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、生年月日欄に受験票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。生年月日欄については、受験票の生年月日を訂正した場合でも、訂正前の生年月日を記入してください。
 - (3) **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。○印がない場合は、採点されません。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。

〔問 3 を選択した場合の例〕

| 選択欄 | |
|-------|-----|
| 必須 | 問 1 |
| 1 問選択 | 問 2 |
| | 問 3 |

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 観光案内用ロボットに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

A社は、観光案内所の窓口、宿泊施設、駅などに設置して周辺地域の観光案内情報を提供する観光案内用ロボット（以下、ロボットという）を開発している。ロボットのシステム構成を図1に、ロボットの主な構成要素を表1に、制御部の主な構成要素を表2に示す。情報サーバには、周辺地域の観光案内情報などが格納されている。

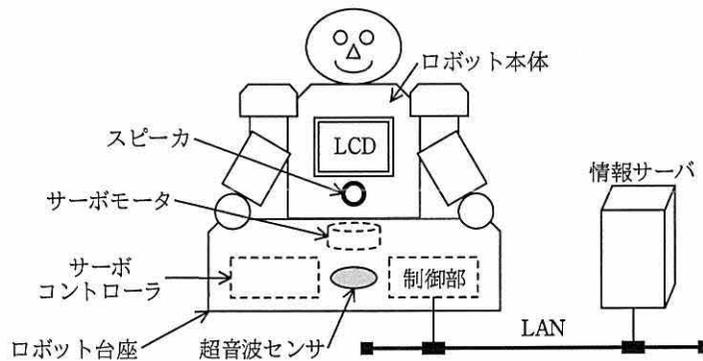


図1 ロボットのシステム構成

表1 ロボットの主な構成要素

| 構成要素 | 機能概要 |
|-----------|--|
| サーボコントローラ | ・入力される1ミリ秒周期のアクティブHighのPWM信号によって、サーボモータの位置決め制御を行う。 |
| 超音波センサ | ・1.5メートル以内に人がいるかどうかの検出を試み、検出の有無を出力する。 ・人を検出した場合、最も近い位置にいる人の方向を出力する。 |
| LCD | ・タッチパネル付きのLCDで、観光案内などの表示を行う。 ・タッチパネルへのタッチを検出すると、タッチした座標を出力する。 |
| 制御部 | ・サーボコントローラの制御、LCDの表示など、ロボットの制御を行う。 ・情報サーバとの通信を行う。 |

表 2 制御部の主な構成要素

| 構成要素 | 機能概要 |
|------------|--|
| タイマ | <ul style="list-style-type: none"> ・サーボコントローラへの PWM 信号を出力する。 ・240 kHz のクロックでカウントアップする 10 ビットタイマで、タイマ出力の周期及び High の幅を設定できる。 ・カウントアップによって、設定した High の幅とタイマのカウンタが同じ値になると同時に、出力が Low になる。設定した周期とタイマのカウンタが同じ値になると同時に、カウンタが 0 になり、出力が High になる。 ・High の幅の設定値が 0 の場合は、出力が常に Low になり、High の幅の設定値が、周期の設定値以上の場合は、出力が常に High になる。 |
| 表示コントローラ | <ul style="list-style-type: none"> ・LCD の表示を制御する。 ・LCD の表示は、1 画素が 16 ビットで、1 画面が 500,000 画素で構成される。 |
| LAN コントローラ | <ul style="list-style-type: none"> ・情報サーバとの通信を行う。 ・指示されたメモリエリアに、直接データを書き込む機能を備える。 |
| 音声出力 | <ul style="list-style-type: none"> ・テキストが入力されると、そのテキストを音声に変換してスピーカから出力する。 |

〔ロボットの機能〕

ロボットは、次の機能を備える。

- ① 人がロボットの 1.5 メートル以内に近づくと、人がいる方向にロボット本体（以下、体という）を向け、“いらっしゃいませ。ご希望のメニューを選択してください。”という音声出力する。情報サーバから観光案内のメニュー（以下、メニューという）及びメニューのボタンの情報を取得して、メニュー及びメニューのボタンを LCD に表示する。1.5 メートル以内では、人が移動すると、人がいる方向に体を向ける。
- ② メニューのボタンがタッチされると、情報サーバから必要な情報を取得し、LCD に表示する。情報サーバから音声出力するテキスト（以下、音声のテキストという）を受け取った場合は、その音声出力する。
- ③ メニューのボタンがタッチされた後の各画面では、画面の最下部に“戻る”ボタンを表示する。このとき他のボタンは表示しない。“戻る”ボタンがタッチされると、情報サーバからメニュー及びメニューのボタンの情報を取得して、メニュー及びメニューのボタンを LCD に表示する。
- ④ 人がロボットから 1.5 メートルよりも離れると、それまでの動作を中止して、体をロボット台座の正面に向け、LCD の表示を“いらっしゃいませ”という表示に切り替える。

[サーボモータとサーボコントローラの動作]

- (1) サーボコントローラに、デューティ比が一定のPWM信号を連続して入力すると、サーボモータ（以下、モータという）は、そのデューティ比で示される角度まで0.3秒で1回転する角速度で回転し、その位置（以下、停止位置という）を保持する。
- (2) モータの可動範囲は0~360度で、1回転を超えない。
- (3) サーボコントローラに入力するデューティ比を0の状態から変化させた場合のモータの動作と停止位置を表3に、デューティ比を1の状態から変化させた場合のモータの動作と停止位置を表4に示す。

表3 デューティ比を0の状態から変化させた場合のモータの動作と停止位置

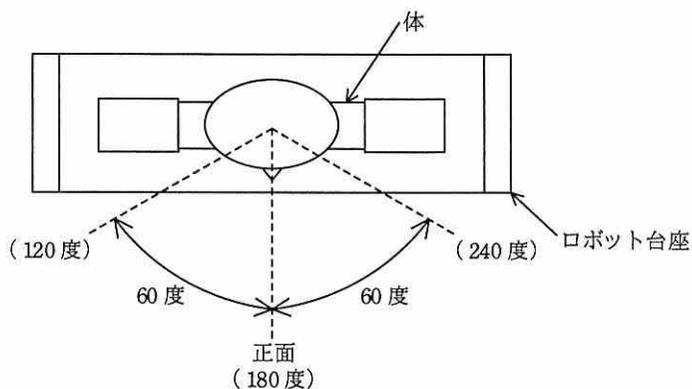
| 変化後のデューティ比 | 1/3 | 1/2 | 2/3 | 1 |
|------------|------|------|------|------|
| 停止位置 | 120度 | 180度 | 240度 | 360度 |
| モータの動作 | | | | |

表4 デューティ比を1の状態から変化させた場合のモータの動作と停止位置

| 変化後のデューティ比 | 2/3 | 1/2 | 1/3 | 0 |
|------------|------|------|------|----|
| 停止位置 | 240度 | 180度 | 120度 | 0度 |
| モータの動作 | | | | |

〔体の回転範囲とモータの停止位置の関係〕

- (1) 体は、モータの軸に直結されており、体がロボット台座の正面を向く位置をモータの180度の位置にしてある。
- (2) 体の回転範囲を、図2に示す。体は、図2で示す回転範囲以外に回転できない。



注記 () 内の角度はモータの停止位置を示す。

図2 体の回転範囲

〔制御部のソフトウェア〕

ロボットの制御部には、リアルタイム OS を使用している。制御部のタスクの処理概要を表5に示す。

表 5 制御部のタスクの処理概要

| タスク名 | 処理概要 |
|-------------|---|
| モータ制御 | <ul style="list-style-type: none"> ・通知された指示に基づき、モータを制御する。 |
| 表示 & LAN 通信 | <ul style="list-style-type: none"> ・通知された指示に基づき、次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> － 情報サーバから 1 画面分の表示データを取得する。表示データ取得後、LAN コントローラに指示して取得した表示データをメモリエリアにある表示バッファに書き込む。 － 表示データ以外のデータ（出力する音声のテキスト、各ボタンの座標とそのボタンの種別）がある場合は、データを取得してメインタスクに通知する。表示データ以外のデータがない場合は、データがないことをメインタスクに通知する。 |
| 音声 | <ul style="list-style-type: none"> ・通知された音声のテキストを基に、音声を出力する。 |
| タッチパネル | <ul style="list-style-type: none"> ・タッチパネルにタッチされると、タッチされた座標をメインタスクに通知する。 |
| 人検出 | <ul style="list-style-type: none"> ・0.5 秒ごとに起動し、超音波センサのデータを取得する。 ・人を検出できなかった場合は、未検出であることをメインタスクに通知する。 ・人を検出できた場合は、<input type="text" value="a"/> のデータを取得してメインタスクに通知する。 |
| メイン | <ul style="list-style-type: none"> ・人を検出していない状態から、人を検出した場合は、次の処理を行う。 <ol style="list-style-type: none"> ① 検出した人がいる方向に体を向ける指示を、モータ制御タスクに通知する。 ② “いらっしゃいませ。ご希望のメニューを選択してください。” という音声のテキストを音声タスクに通知する。 ③ メニュー及びメニューのボタンを表示する指示を、表示 & LAN 通信タスクに通知する。 ④ 表示 & LAN 通信タスクからの通知を待つ。 ・人の検出が続いている場合は、次の⑤及び⑥の処理を繰り返す。 <ol style="list-style-type: none"> ⑤ タッチパネルタスクからの通知を受けると、<input type="text" value="b"/> 場合は、ボタンの種別を判断して、そのボタンに対応する指示を表示 & LAN 通信タスクに通知する。通知後、表示 & LAN 通信タスクからの通知を待つ。出力する音声のテキストがある場合は、音声タスクに通知する。 ⑥ タッチパネルタスクからの通知を受けると、タッチされた座標が“戻る”ボタンの座標であった場合は、<input type="text" value="c"/> 指示を <input type="text" value="d"/> タスクに通知する。通知後、表示 & LAN 通信タスクからの通知を待つ。 ・人の検出が続いている状態で、検出した人がいる方向が変化した場合は、次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> － 検出した人がいる方向に体を向ける指示を、モータ制御タスクに通知する。 ・人を検出している状態から、未検出の通知を受けた場合は、⑤又は⑥の処理を中止して、次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> － <input type="text" value="e"/> 指示をモータ制御タスクに通知した後、“いらっしゃいませ”と表示する指示を、表示 & LAN 通信タスクに通知する。通知後、表示 & LAN 通信タスクからの通知を待つ。 ・人を検出していない状態で、未検出の通知を受けた場合は、人を検出していない状態を継続する。 |

設問 1 ロボットのシステムの仕様について、(1)、(2)に答えよ。

(1) LCD の表示データを情報サーバから取得する場合、情報サーバがデータ転

送を開始してから、LAN コントローラが表示バッファへの書込みを完了するまでの時間は何ミリ秒か。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、表示データを LAN で転送する際の実効転送速度を 40M ビット/秒、LAN コントローラから表示バッファへの実効転送速度を 80 M バイト/秒とし、 $1M=10^6$ とする。また、表示データは圧縮されていないものとし、ソフトウェアの処理時間及び情報サーバ内の処理時間は無視できるものとする。

(2) 体の正面をモータの 0 度の位置に設定していない。その理由を 35 字以内で述べよ。

設問 2 モータの制御について、(1)，(2) に答えよ。

(1) タイマを使用した体の停止位置の制御について、(a)，(b) に答えよ。

(a) 体をモータの 200 度の位置で停止させる場合、理想的な PWM 信号のデューティ比は幾らか。既約分数で答えよ。

(b) タイマを使用して、体をモータの 200 度の位置に最も近い停止位置で停止させる PWM 信号を出力するタイマの設定値（周期、High の幅）を、10 進数で答えよ。また、そのときの誤差は、何度になるか。誤差の答えは、小数第 3 位を四捨五入して、小数第 2 位まで求めよ。

(2) 体の回転を次のように制御している。例えば、体を正面の位置からモータの 150 度の位置に最も近い位置まで回転させるときに、正面の位置を示すデューティ比の High の幅の設定値から、20 ミリ秒ごとに、1 ずつ減算した値を High の幅の設定値に設定して、停止位置がモータの 150 度の位置に最も近いデューティ比になるように制御している。その理由を、ロボットの動作の観点から、40 字以内で述べよ。

設問 3 ロボットの制御部のソフトウェアについて、(1)，(2) に答えよ。

(1) 表 5 中の

| |
|---|
| a |
|---|

 ～

| |
|---|
| e |
|---|

 に入れる適切な内容を答えよ。

(2) 人を検出している状態から人を検出していない状態になり、体をロボット台座の正面に向ける動作が終了し、及び“いらっしやいませ”という表示が完了した。その後、人を検出していない状態が続いている場合に動作するタスクを表 5 中のタスク名で全て答えよ。

問2 カメラ付き防犯灯に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

B社は、カメラ付き防犯灯（以下、防犯灯という）を開発している。防犯灯を電柱に設置した様子を図1に、下から見た防犯灯の外観を図2に、それぞれ示す。

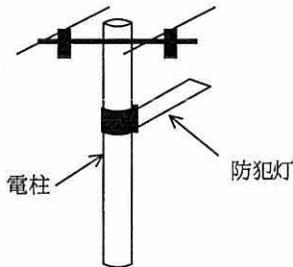


図1 防犯灯を電柱に設置した様子

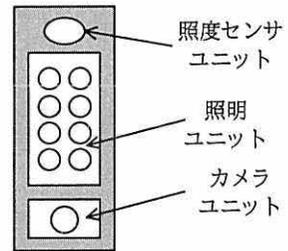


図2 防犯灯の外観

〔防犯灯のシステム構成と機能〕

防犯灯のシステム構成を図3に示し、各構成要素の機能の概要を説明する。

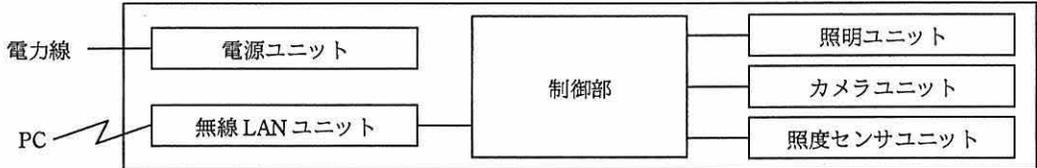


図3 防犯灯のシステム構成

- ・電源ユニットは、電柱の電力線から供給される電力をDC電源に変換する。
- ・制御部には、MCU、RAM、フラッシュメモリなどが搭載され、防犯灯全体の制御を行う。制御部に搭載されるMCUには、日付時刻用タイマ（以下、RTCという）、画像圧縮処理用アクセラレータ（以下、圧縮アクセラレータという）などが内蔵されている。RTCは、停電時にはバッテリーによって動作する。
- ・照明ユニットは、防犯灯としての照明で、光源にはLEDが使用されている。照明の点灯又は消灯の制御は制御部からの指示で行う。
- ・カメラユニットは、1秒間に4フレームの画像を撮影する。1フレームの画像を撮影すると、その都度制御部に通知する。

- ・照度センサユニットは、1 秒周期で周囲の明るさを計測する。計測されたデータ（以下、照度データという）の値は、0～255 の範囲で、周囲が明るいほど値が大きいく。
- ・無線 LAN ユニットは、制御部と PC を無線 LAN で接続する。PC と接続することによって、無線 LAN ユニット及びカメラユニットに関する各種動作パラメタの設定、日付時刻の設定、画像データをフラッシュメモリに記憶するときに必要な暗号キーの設定ができる。また、記憶した画像データの取出しなどができる。

[制御部の処理概要]

- (1) 各種動作パラメタは、フラッシュメモリにあらかじめ記憶されており、PC からパラメタの設定指示を受信すると、その受信した値で各種動作パラメタを変更する。PC から日付時刻の設定指示を受信すると、受信した日付時刻の情報を RTC に設定する。暗号キーの設定指示を受信すると、受信した暗号キーをフラッシュメモリに記憶する。
- (2) 1 秒周期で、照度データの値とカメラユニットの各種動作パラメタを基に、シャッタースピードなどの画質調整パラメタを決定する。画質調整パラメタに変化があれば、その画質調整パラメタをカメラユニットに送信する。
- (3) 1 分周期で、現時点の照度データの値 1 個と、過去 4 分前までの照度データの値 4 個の合計 5 個の平均値（以下、移動平均値という）を基に、照明の点灯又は消灯の制御を行う。移動平均値の小数点以下は切り捨てる。照明は、移動平均値が 50 以下で点灯し、55 以上で消灯する。
- (4) カメラユニットから 1 フレームの画像データを受けると、 “年月日時分秒” を、その画像データでの画像の右下の位置に合成し、圧縮アクセラレータを使用してフレーム間の差分を利用した圧縮をする。PC との接続中は、カメラユニットからの画像データを破棄して何もしない。
- (5) 圧縮された画像データが 6 分間分蓄積されると、PC から設定された暗号キーを使用して暗号化する。暗号化した 6 分間分の画像データは、一つのファイルとしてフラッシュメモリに記憶し、240 時間保存される。ファイル名は日付時刻の情報から自動生成する。PC から日付時刻の設定指示を受信したとき、記憶した全てのファイル、及び蓄積した画像データを削除する。

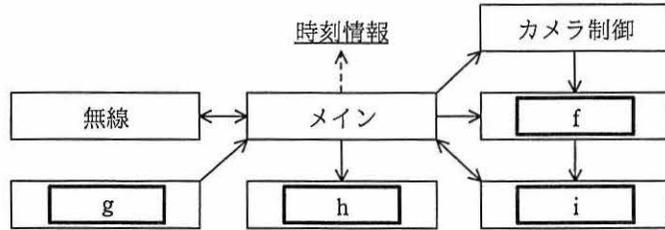
(6) PC からファイル一覧要求を受信すると、記憶されているファイル名一覧を PC に送信する。PC からファイル名を指定した画像データの送信要求を受信すると、そのファイルの画像データを PC に送信する。

[制御部のソフトウェア構造]

制御部の OS には、リアルタイム OS を使用する。制御部のタスク処理概要を表 1 に、制御部のタスク構造を図 4 に、それぞれ示す。

表 1 制御部のタスク処理概要

| タスク名 | 処理概要 |
|--------|--|
| メイン | <ul style="list-style-type: none"> ・ RTC の制御を含め、防犯灯全体の制御を行う。 ・ 図 4 に示す時刻情報の更新は、RTC に日付時刻の情報を設定するとき、及び RTC が 1 秒経過をカウントするごとに行う。 |
| 無線 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 無線 LAN 通信の制御を行う。 |
| 照度 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1 秒周期で起動され、次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> － 照度データを基に <input type="text" value="a"/> を決定し、その結果をメインタスクに通知する。 － 1 分周期で、照度データを基に <input type="text" value="b"/> を算出し、照明の点灯又は消灯を決定し、その結果をメインタスクに通知する。 |
| カメラ制御 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 画質調整パラメタ設定の通知を受けると、そのパラメタをカメラユニットに送信する。 ・ 撮影開始の通知を受けてから撮影終了の通知を受けるまでの間、カメラユニットから 1 フレームの画像データを得るごとに、画像処理タスクに通知する。 |
| 画像処理 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1 フレームの画像データの通知を受けると、次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> － 時刻情報を基に時刻画像を作成し、画像の右下の位置に合成する。 － 時刻画像が合成された画像データを、<input type="text" value="c"/> を使用して圧縮し、蓄積する。 － 圧縮された画像データが 6 分間分蓄積されると、ファイル化要求をファイル管理タスクに通知する。 ・ 画像データ削除の通知を受けると、蓄積した画像データを削除する。 |
| ファイル管理 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 暗号キー設定の通知を受けると、その暗号キーをフラッシュメモリに記憶する。 ・ 暗号キーが設定された状態のときだけ、ファイル化要求の通知を受けると、次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> － <input type="text" value="d"/> を <input type="text" value="e"/> する。 － ファイル化要求を受けた画像データを、暗号キーを使用して暗号化する。 － 暗号化した画像データを、時刻情報から自動生成したファイル名で記憶する。 ・ ファイル一覧要求の通知を受けると、ファイル名一覧を要求元タスクに通知する。 ・ ファイル名を指定した画像データの送信要求の通知を受けると、そのファイルの画像データを要求元タスクに通知する。 ・ ファイル削除の通知を受けると、記憶した全てのファイルを削除する。 |
| 照明 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 照明の点灯指示又は消灯指示の通知を受けると、照明の点灯又は消灯を制御する。 |



注記1 実線の矢印は、メールボックスを使用したタスク間のメッセージ通信の方向を示す。
 注記2 破線の矢印は、メモリへの書込みを示す。ただし、メモリからの読出しは省略している。

図4 制御部のタスク構造

設問1 防犯灯の仕様について、(1)～(3)に答えよ。

(1) 照明の点灯又は消灯の制御について、(a)，(b)に答えよ。

ある時点の照度データと移動平均値の推移を、表2に示す。ここで、データ番号 n は現時点、 $n-1$ は現時点から1分前、 $n-9$ は現時点から9分前を表している。

表2 ある時点の照度データと移動平均値の推移

| データ番号 | $n-9$ | $n-8$ | $n-7$ | $n-6$ | $n-5$ | $n-4$ | $n-3$ | $n-2$ | $n-1$ | n |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 照度データ | 53 | 51 | 53 | 51 | 49 | 50 | 52 | 50 | 48 | 46 |
| 移動平均値 | 54 | 53 | 52 | 52 | 51 | 50 | 51 | 50 | 49 | 49 |

(a) 表2において、照明の点灯又は消灯の制御を行った箇所が1か所ある。どのデータ番号の箇所で、どのような照明の制御が行われたのか。20字以内で述べよ。

(b) 照明の点灯又は消灯の制御を行う値を異なる値としていることによって、照明の点灯又は消灯の制御において、ある動作を防ぐことができる。ある動作とは何か。20字以内で述べよ。

(2) 1フレームの画像データを1Mバイトとしたとき、画像データの記憶に必要なフラッシュメモリの容量は全体で何Gバイトか。答えは小数点以下を切り上げて、整数で求めよ。ここで、圧縮すると元データの1%のデータ量になり、暗号化すると圧縮したデータの5%のデータ量が増加するものとする。また、

1M バイト=10⁶ バイト, 1G バイト=10⁹ バイトとする。

- (3) PC から日付時刻の設定指示を受信したとき, 記憶されている全てのファイルを削除することによって, ある不都合が発生するのを防止している。ある不都合とは何か。記憶されているファイルのファイル名を視点に 30 字以内で述べよ。

設問 2 制御部のソフトウェアについて, (1) ~ (4) に答えよ。

- (1) 表 1 中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 図 4 中の ~ に入れる適切な字句を, 表 1 中に示すタスク名で答えよ。
- (3) 図 4 中で, 時刻情報を読み出すタスクが二つある。二つのタスク名を, 表 1 中に示すタスク名で答えよ。
- (4) ファイル管理タスクは, ある条件ではファイル化要求の通知を受けてもファイル化しないときがある。ファイル化しない条件を 20 字以内で述べよ。

設問 3 仕様の追加要求について, (1), (2) に答えよ。

RTC による時刻の誤差が, 1 か月間で最大±30 秒である。そこで, 電波時計で使用される標準電波を受信することによって取得できる標準時刻を利用して時刻の自動補正を行うことにした。その追加仕様を次に示す。

- ・標準電波受信ユニット及び標準電波の受信状況を示す表示器（以下, 受信表示器という）を追加する。
- ・標準電波受信ユニットは, 電波の受信状況によって, アンテナの向き, 及び受信ゲインが調整できる。
- ・1 日 1 回, 設定された時刻（以下, 補正時刻という）になると標準電波を受信する。
- ・一時的な環境の影響によって標準電波を正常に受信できず, 一定期間内に標準時刻を取得できなかったときは, 受信表示器を赤色で点灯し, 次の日の補正時刻まで待つ。取得できたときは, 受信表示器を緑色で点灯する。
- ・強制的に標準電波を受信し, 時刻の補正を行うスイッチ（以下, 時刻補正スイッチという）を追加する。
- ・標準電波の受信を開始してから標準時刻の取得が終了するまでの間に, 新たな標準電波の受信を開始する事象が発生したときは, 新たな事象を無効にし

て何もしない。

- ・ PC から日付時刻を設定する機能は現状の仕様のままとする。ただし、標準電波の受信を開始してから標準時刻の取得が終了するまでの間に、PC からの日付時刻の設定指示を受信したときはその設定を無効とし、標準電波受信処理中を PC に送信する。
- ・ 図 4 に示すタスク構造に標準電波受信タスクを新たに追加し、既存のタスク中、ある一つのタスクだけを変更する。

(1) 時刻補正スイッチを追加した目的を、電柱への防犯灯の取付け時を視点に 20 字以内で述べよ。

(2) 既存タスク中で変更するタスクについて、(a)～(c)に答えよ。

追加する標準電波受信タスクの処理内容は次のとおりである。

電波の受信開始の通知を受けると、標準電波受信ユニットを制御して標準電波を受信する。標準電波の受信を完了すると、電波の受信開始を通知したタスクに標準電波の受信成功又は受信失敗の情報、及び受信成功時の時刻データを通知する。

(a) 既存タスク中で変更するタスクはどれか。表 1 中に示したタスク名で答えよ。

(b) 変更するタスクにおいて、標準電波受信タスクに電波の受信開始を通知するのは、どのような事象が発生したときか。その事象を二つ答えよ。

(c) 変更するタスクにおいて、標準電波受信タスクから受信成功のメッセージ通知を受けたとき、受信表示器を緑色で表示する処理以外の処理内容を 35 字以内で述べよ。

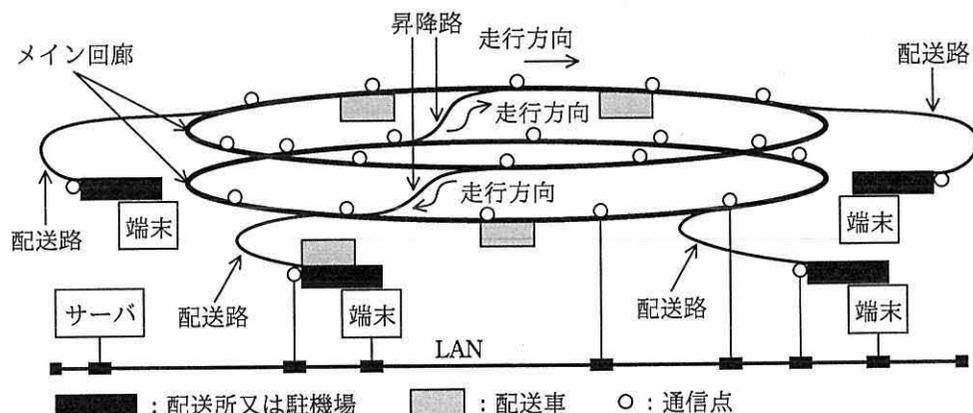
問3 病院内資料配送システムに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

大規模病院では、患者の診療情報は電子化され、サーバで共有化されているが、書類及び小さな物品（以下、配送品という）を頻繁かつ迅速にやり取りする必要がある。C社は、大規模病院での軌道式の病院内資料配送システム（以下、配送システムという）の開発を行っている。

〔配送システムの概要〕

開発中の配送システムの概略構成を、図1に示す。配送システムは、配送システムを制御するサーバ、各フロアの天井に配置された一方通行のメイン回廊、配送品の授受を行う配送所、メイン回廊と配送所を結ぶ双方向の配送路、配送品を運ぶ自走式の配送車（全長30センチメートル）、各フロアを結ぶ一方通行の昇降路、メイン回廊と配送路又は昇降路を結ぶ分岐部（全て同じ構成）、配送要求及び配送状況を確認するための端末などから構成される。分岐部周辺以外のメイン回廊には、位置確認及び配送車と通信を行うための通信点が5メートル間隔で設置されている。

待機中の配送車は配送所、又は各フロアに設置されている駐機場で配送の指示を待っている。また、配送車は通信点間及び各配送路には同時に1台しか入れない。



注記 端末及び通信点は全てLANに接続されているが、簡略化のために、一部の接続だけ図に示している。

図1 配送システムの概略構成

[配送要求]

配送を依頼する部署（以下、依頼元という）は、端末を操作してサーバに対して配送要求を送ることによって、配送先への配送を依頼する。配送品を依頼元の配送所（以下、自配送所という）の配送車に格納する。

[サーバの動作]

サーバの動作は次のとおりである。

- ① 配送システムの配送車全ての位置及び分岐部の状態を把握・管理する。
- ② 通信点を介して配送車に、減速、停止、発進、加速及び速度を指示する。
- ③ 配送要求に対して、配送先への配送ルートを求めて配送計画を作成する。
- ④ 自配送所に配送車がない場合には、近くの駐機場から待機中の配送車を当該配送所に誘導する。
- ⑤ 作成した配送計画に基づいて、通信点ごとに配送車と通信して配送を行う。
- ⑥ 配送車が配送先の配送所に到着したことを通信点を介した通信で確認すると、サーバは、依頼元と配送先の端末に配送が完了したことを通知する。
- ⑦ 端末の操作に応じて、配送計画と配送状況を回答する。

[配送車の構成]

配送車の主要なブロック構成を図 2 に示す。配送車の全長は 30 センチメートルで、主要部分は次のとおりである。

- ・全体を制御する MPU
- ・モータ
- ・タイマからの信号でモータを駆動するドライバ
- ・サーバと通信を行うために、通信点と近距離無線通信（以下、NFC という）を行う NFC 制御部
- ・進行方向の配送車との距離を検知するためのセンサ

配送車は 1 メートル/秒²で加速・減速し、配送時には、1 メートル/秒で走行する。配送車はバッテリーで動作するので、できるだけ消費電力が少なくなるように制御する必要がある。

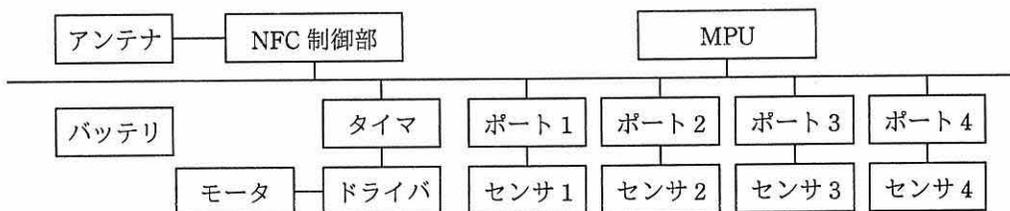


図2 配送車の主要なブロック構成

〔赤外線 LED とセンサ〕

配送車には、衝突防止用として前方と後方にそれぞれ赤外線 LED と二つのセンサが設置されている。赤外線 LED とセンサの関係を図3に示す。図3では進行方向で使用する赤外線 LED とセンサだけを表示している。センサは進行方向の一定範囲だけ検知する。赤外線 LED がセンサの検知範囲内にあるときだけポートは“1”と判断する。

図3について、前方の配送車の位置に対するポート1, 2の判断と処理は次のように行われる。

- ・赤外線 LED がセンサの検知範囲内がないとき、ポート1, 2は、“0, 0”と判断する。
- ・前方の配送車が位置Lにあると、“e”と判断する。
- ・前方の配送車が位置Mまで近づいたときには、“f”と判断する。
- ・“e”から“f”に変化したときには、衝突防止のために減速する。
- ・前方の配送車が位置Nまで近づいたときには、“g”と判断する。

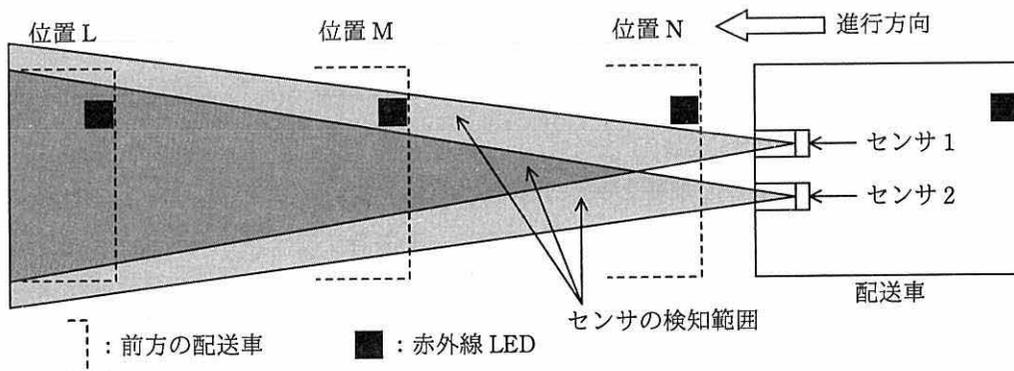


図3 赤外線 LED とセンサの関係

[NFC]

NFCの通信速度は400kビット/秒である。アンテナは、配送車の側面中央に設置されている。通信可能領域に入ったことを検知するのに10ミリ秒、通信準備が完了するのに更に10ミリ秒掛かる。

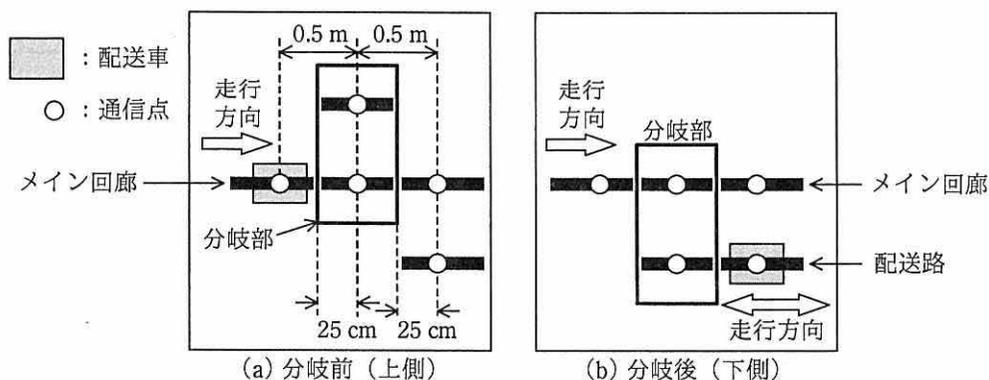
[モータ]

使用するのはACモータで、互いに120度位相がずれた3相交流電流（以下、駆動電流という）で駆動する。回転数は駆動電流の周波数で決まり、回転方向は駆動電流の位相関係で決まる。配送車では、タイマの三つのPWM信号で制御する。

平らな場所でモータが一定速度で回転中の場合の消費電力は少なく、移動距離当たりの消費電力は配送車の速度にかかわらず一定と考えてよい。一方、配送車が、加速する場合及び昇降路又は配送路を上方へ移動する場合には消費電力は大きく、停止状態から発進する場合には更に大きくなる。

[軌道]

各フロアを巡るメイン回廊は、長さ0.5メートルの分岐部で昇降路又は配送路と結ばれている。メイン回廊から配送路への分岐の動作を図4に示す。分岐部周辺の通信点は、図4に示す位置に設置されている。メイン回廊から配送路への分岐の動作においては、配送車は、分岐部の中央で停止した後、分岐部と一緒に移動する。分岐部は、図4に示す上側から下側まで、又はその逆に移動する。



注記 cm はセンチメートル, m はメートルである。

図4 メイン回廊から配送路への分岐の動作

他のフロアに移動する配送車 1 と配送車 2 が 5 メートル間隔で昇降路への分岐部に差し掛かったときの分岐部周辺の状態を図 5 に示す。

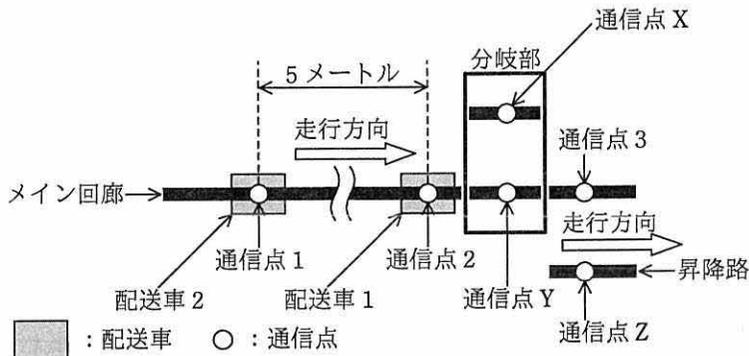


図 5 昇降路への分岐部に差し掛かったときの分岐部周辺の状態

分岐部周辺には走行方向に 0.5 メートル間隔で通信点 (2, 3, X, Y, Z) が配置されている。図 5 の場合の分岐は次のように行われる。

配送車 1 は で分岐部に接近したことを検知して、 を開始する。配送車 1 が を開始した 1 秒後に分岐部の で停止したことを検知したサーバは、分岐部を昇降路側（下側）に移動させる。2 秒掛けて移動が完了すると、配送車 1 を昇降路に進行させる。配送車 1 が昇降路に移動したことを検知したサーバは、分岐部をメイン回廊側（上側）に戻す。ここで、通信点を介した通信時間が無視できるものとする、配送車 1 が で分岐部に接近したことを検知してから分岐部をメイン回廊側（上側）に戻すまでの処理には 6 秒掛かる。このとき、配送車 2 が 1 メートル/秒で走行すると、分岐部の移動が間に合わないことになる。そこで、消費電力が少なくなるように、配送車 2 には通信点 1 で を指示しておく必要がある。

設問 1 サーバでの配送システムの制御について、(1), (2) に答えよ。

- (1) 通信点では、配送車のアンテナの中央が通信点の前後 4 センチメートルの範囲内で通信できる。配送車が通信点を 1 メートル/秒で通過したとき、最大何 k バイトのデータをやり取りできるか。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、NFC は 16 バイトのデータを 200 ビットで通信

するものとする。

- (2) 図 5 の状態の制御に関する記述中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 配送車の制御について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 図 4 に示すように、配送車が分岐部でメイン回廊から配送路に移動するとき、分岐部に接近した配送車は、モータの駆動電流をどのように制御するか。15 字以内で述べよ。
- (2) 図 4 に示す分岐部で、配送車が配送路からメイン回廊に移動するとき、メイン回廊側に移動した配送車は、モータの駆動電流をどのように制御するか。30 字以内で述べよ。
- (3) [赤外線 LED とセンサ] の記述中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。
- (4) メイン回廊で走行方向が混雑したときの制御について、(a)，(b)に答えよ。
- (a) 走行方向が混雑してきたことは、何が管理している情報で知ることができるか。センサからの情報以外で答えよ。
- (b) 配送車の速度を落として、なるべくモータが停止と発進を頻繁に繰り返さないように制御する。この目的を 15 字以内で述べよ。

設問 3 通信点間や配送路に複数台の配送車が同時に入れるように仕様を変更することにした。この仕様の変更に関して、(1)，(2)に答えよ。

- (1) 図 4 に示す分岐部での制御だけでは、1 台目の配送車が配送路に移動した後の (b) 分岐後（下側）の状態のときにメイン回廊から 2 台目の配送車が配送路に入ろうとすると問題が生じる。そこで、分岐部をどのように制御するか検討した。その結果、1 台目の配送車が配送路からメイン回廊に出ていく予定があるときは、2 台目の配送車をメイン回廊で待たせ、1 台目の配送車がメイン回廊に出ていった後で 2 台目の配送車を分岐部に進入させることにした。1 台目の配送車が配送路から出ていく予定がないときに、あらかじめ行うべき分岐部の制御を、40 字以内で述べよ。
- (2) 走行方向の混雑が原因で、通信点以外で配送車が停止するとサーバとの通信ができなくなる。このとき、配送車がとるべき動作を、30 字以内で述べよ。

6. 退室可能時間に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 | 13:10 ~ 13:50 |
|--------|---------------|

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。ただし、問題冊子を切り離して利用することはできません。
9. 試験時間中、机の上に置けるものは、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、黒鉛筆及びシャープペンシル（B 又は HB）、鉛筆削り、消しゴム、定規、時計（時計型ウェアラブル端末は除く。アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ポケットティッシュ、目薬
これら以外は机の上に置けません。使用もできません。
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、いかなる場合でも提出してください。回収時に提出しない場合は、採点されません。
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 **14:30** ですので、**14:10** 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、それぞれ各社又は各組織の商標又は登録商標です。

なお、試験問題では、TM 及び [®] を明記していません。