

平成 22 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	
1 問 選択	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。

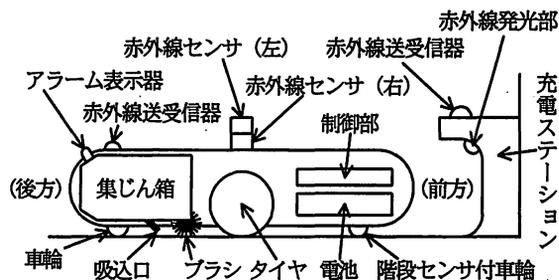
注意事項は問題冊子の裏表紙に続きます。  
 こちら側から裏返して、必ず読んでください。

問1 自走式掃除機に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

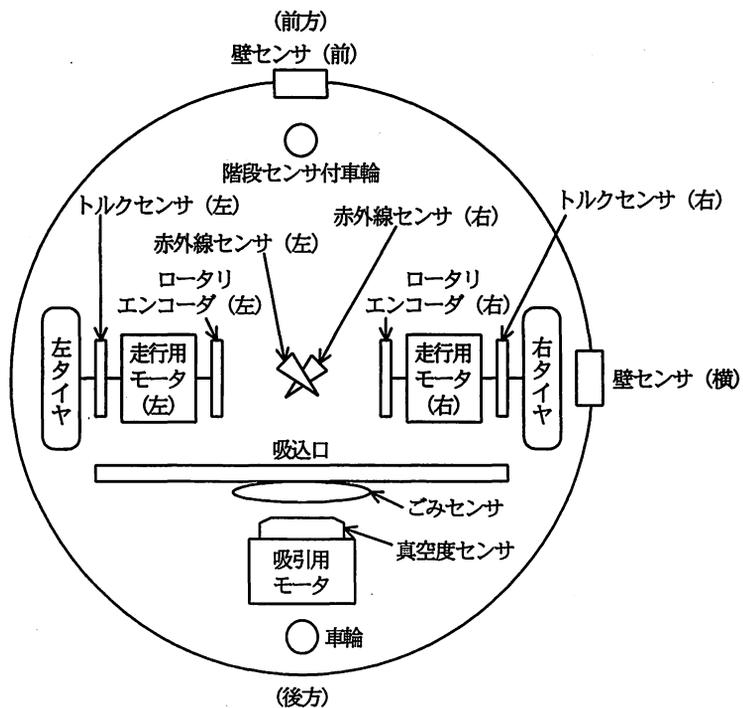
D社で開発した、自走式掃除機（以下、掃除機という）は、充電ステーションで充電した後、走行しながら部屋の床を掃除する。

〔掃除機の構成と各構成要素の機能〕

掃除機の構成（概略）を、充電ステーションとの関係を含めて図1に示す。



(1) 横から見たときの掃除機の構成と充電ステーション



(2) 上から見たときの掃除機の構成

図1 掃除機の構成（概略）と充電ステーション

掃除機のハードウェアブロック図を図2に示す。

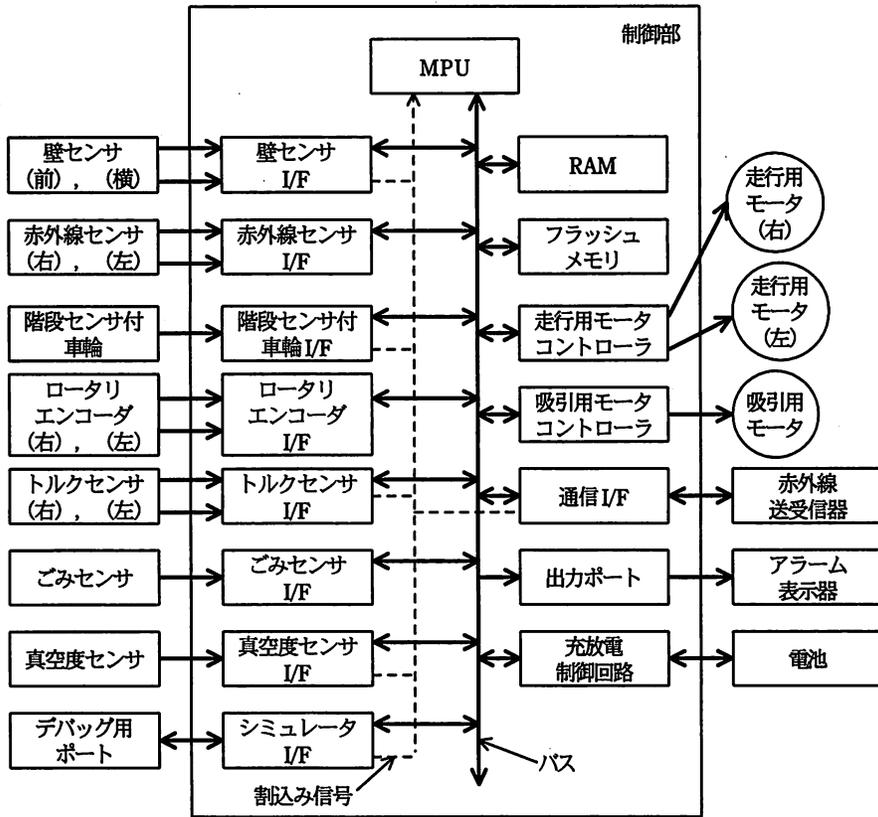


図2 掃除機のハードウェアブロック図

- (1) 掃除機の右タイヤと左タイヤは、独立した走行用モータによって回転する。走行用モータには、制御用のロータリエンコーダ（以下、エンコーダという）とトルクセンサが取り付けられている。
- (2) 掃除機の後部にはごみの吸込口があり、吸引用モータによってごみを吸い込む。吸込口の内部には真空度センサがあり、吸込口が大きなごみなどでふさがれるなどの異常を検出することができる。
- (3) 充電ステーションには、掃除機に位置を知らせるための赤外線発光部がある。掃除機の上面中央には、その受光のために、中心から左右それぞれ45度の向きに、赤外線センサが装備されている。赤外線センサの正面を0度としたときの感度特性を、図3に示す。

- (4) 赤外線送受信器によって、掃除機が掃除をしている状況に関する情報（以下、稼働状況という）を充電ステーションに転送したり、掃除機への動作変更などを指示したりするなどの、双方向通信ができる。
- (5) 掃除機の前と右側面には壁センサがあり、センサ内の超音波距離計によって、対象物との間隔を測定することができる。
- (6) 前方には階段センサ付車輪が、後方には車輪が取り付けられている。前方の階段センサ付車輪には、段差（床面までの距離が通常よりも大きくなったこと）を検知するセンサが付いている。

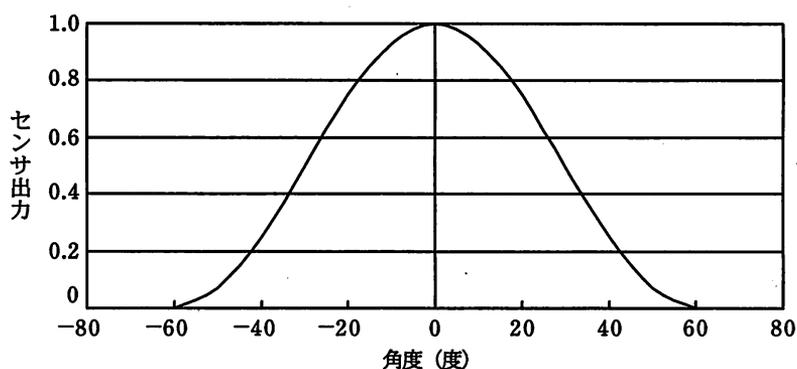


図3 赤外線センサの感度特性

掃除機及び充電ステーションの仕様を表1に示す。

表1 掃除機及び充電ステーションの仕様

項目	説明	
掃除機	MPU	2MHzのクロック周波数で動作する。2クロックでプログラム1ステップを実行する。割込みオーバヘッドは200クロックである。タイマを内蔵する。
	RAM	256kバイト
	フラッシュメモリ	1Mバイト
	壁センサ(前) 壁センサ(横)	壁センサから3mまでの範囲の対象物との間隔を測定できる。壁センサI/Fが定周期で間隔を測定して、壁センサI/F内のレジスタに格納する。設定値以下の間隔では、10ミリ秒に1回の頻度で割込み信号を出力する。
	赤外線センサ(右) 赤外線センサ(左)	受信した赤外線の強度を、符号なし10ビット長の数値として出力する。MPUは、赤外線センサI/F経由でその数値を読み込むことができる。
	階段センサ付車輪	階段センサ付車輪から床面までの間隔が設定値以上になると、割込み信号を出力する。
	エンコーダ(右) エンコーダ(左)	出力パルス数は、タイヤ1回転当たり1,080パルスである。
	トルクセンサ(右) トルクセンサ(左)	走行用モータの出力軸に掛かるトルクを測定する。設定値以上のトルクを検出している間は、100ミリ秒に1回の頻度で割込み信号を出力する。
	ごみセンサ	吸込口を通過するごみの量を測定する。発光部と受光部で構成される。
	真空度センサ	吸込口内部の真空度を測定する。設定値以上の真空度を検出している間は、100ミリ秒に1回の頻度で割込み信号を出力する。
	走行用モータ コントローラ	走行用モータを制御する。MPUから回転速度、回転方向を指定することができる。
	吸引用モータ コントローラ	吸引用モータをON/OFFする。
	走行用モータ(右) 走行用モータ(左)	走行用のモータである。それぞれの消費電力は25Wで、最大走行速度は2km/時である。
	吸引用モータ	ごみ吸引用のモータである。消費電力は250Wである。
	赤外線送受信器	充電ステーションと通信する。1バイトの送受信ごとに、通信I/Fから送信割込み信号、受信割込み信号を出力する。通信速度は、19,200ビット/秒である。
	電池	リチウムイオン電池である。電圧は30Vである。
	吸込仕事率	50W
	本体質量	1.6kg
	集じん箱容積	0.5ℓ
	充電ステーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最大消費電力：90W、入力：AC100V 50/60Hz</li> <li>・掃除機の電池は4時間以内で充電できる。</li> </ul>

### 〔掃除機の性能指標〕

掃除機の性能を示す指標として吸込仕事率がある。ここでは、吸込仕事率は、算出された空気力学的動力の最大値とする。空気力学的動力 P は、掃除機の吸込口について、全開から閉じるまでの風量 Q 及び真空度  $h_s$  を実測して、次の式から算出する。

$$P=0.017\times Q\times h_s$$

P : 空気力学的動力 (W)

Q : 風量 ( $m^3$ /分)

$h_s$  : 真空度 (Pa)

出荷時の吸込仕事率の許容値は、表 1 に示された仕様の値に対して-10 %までとする。

### 〔掃除機の動作〕

様々な状況における掃除機の動作を、次のように整理した。

- ・壁際に設置された充電ステーションからスタートし、右側に壁を検出するまで回転した後、壁に沿って進む。スタートしたときの時刻を掃除開始時刻として記録する。
- ・掃除機の右側の壁が検出できなくなったら、掃除機の大きさの半分だけ前進してから 90 度右旋回して前進する。
- ・方向転換する場合、左右のタイヤを逆回転させて、その場で方向転換する。
- ・壁際から掃除を開始し、部屋の内側に向かって周回しながら掃除する。
- ・階段センサ付車輪 I/F から割込みがあった場合、停止してから後退する。90 度左旋回して、掃除機の大きさ分前進してから 90 度右旋回して前進する。
- ・ごみセンサが検出するごみの量が一定値以上のときには、静止して掃除する。静止した時刻と静止時間を記録する。
- ・電池の充電量が低下したとき、又は掃除が完了したときは充電ステーションに戻り、自動的に充電を開始する。充電ステーションに戻ったときの時刻と要因を記録する。
- ・大きなごみを吸うなどして真空度が上がった場合は、吸引用モータを止めて一定時間アラーム音を出した後、停止する。停止した時刻と要因を記録する。
- ・ごみが集じん箱に一杯になったら、ごみ捨てアラームを表示し、充電ステーション

ンに戻る。充電ステーションに戻ったときの時刻と要因を記録する。  
割込み処理の内容を表2に示す。

表2 割込み処理の内容

優先度	割込み名称	処理内容	割込み処理実効ステップ数
1 (高)	定周期タイマ割込み	10 ミリ秒ごとに定周期タイマ割込み処理を行う。走行用モータ制御及び吸引用モータ制御を実行する。	4k ステップ
2	シミュレータ I/F 割込み	ほかの割込み動作を模擬した処理を行う。	1k ステップ
3	通信 I/F 割込み	通信 I/F からの送受信割込み処理を行う。	100 ステップ
4	壁センサ I/F 割込み	壁センサ I/F に設定した間隔以内に対象物を検出した際の割込み処理を行う。	5k ステップ
5	階段センサ付車輪 I/F 割込み	階段センサ付車輪と床面との間隔が設定した値以上になった際の割込み処理を行う。	5k ステップ
6	トルクセンサ I/F 割込み	トルクセンサ I/F に設定した値以上のトルクを検出した際の割込み処理を行う。	5k ステップ
7 (低)	真空度センサ I/F 割込み	真空度センサ I/F に設定した値以上の真空度を検出した際の割込み処理を行う。	5k ステップ

設問1 掃除機の仕様について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 赤外線センサ (右), (左) は, 中心軸から左右 60 度の範囲の赤外線を検出できる。また, 赤外線センサ (右), (左) の中心軸は, 掃除機の中心線から見てそれぞれ右 45 度, 左 45 度の位置とする。掃除機はどのようにして充電ステーションの位置を検出すればよいかを検討する。ここで, 掃除機と充電ステーションの間には障害物がないものとする。
- (a) 赤外線センサ (右), (左) のどちらからも出力がない場合には, 右に回転させることで出力が得られる。この場合, 出力が得られるまでに最大では何度回転させなければならないか。整数で求めよ。
- (b) 赤外線センサ (右), (左) の両方から出力がある場合には, 出力の値が大きいセンサ側に回転させることで, 両方のセンサからの出力値が等しくなる。この場合, 出力が等しくなるまでに最大では何度回転させなければならないか。整数で求めよ。
- (2) 掃除後に掃除機の動作時間や状態, ごみが多かった場所などを認識したい。

掃除機の稼働状況、掃除状況を充電ステーションで確認できるようにするために、掃除機から充電ステーションに転送すべき主要な情報を、三つ挙げよ。

設問2 掃除機の動作について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 走行用モータに取り付けられたトルクセンサが異常に大きなトルクを検出した場合の、発生状況及びその対処方法を、それぞれ30字以内で述べよ。
- (2) 掃除機の吸込仕事率を求める。表3は、風量と真空度の計測値及び空気力学的動力の算出結果である。表3中の ア に入れる適切な数値を求めよ。答えは小数第1位を四捨五入して、整数で求めよ。

表3 風量と真空度の計測値及び空気力学的動力の算出結果

風量 (m <sup>3</sup> /分)	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
真空度 (Pa)	900	1350	4500	7203	7923	8100
空気力学的動力 (W)	15	18	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ア</span>	49	27	0

- (3) 壁センサ I/F は定周期で対象物との間隔を測定し、壁センサ I/F 内のレジスタにそのデータを格納している。MPU が走行用モータコントローラに指示を出力してから掃除機を停止させるまでに50ミリ秒かかる。掃除機は25 cm/秒で走行しているものとする。
- (a) 壁センサ I/F からの割込みを使用しないで制御する場合について検討する。MPU は、100ミリ秒ごとに壁センサ I/F のレジスタから対象物との間隔を読み出すものとする。前方の壁との間隔が5 cm 以内になったことを検出して走行用モータに停止指示を出力し、壁に衝突しないようにするには、壁センサ I/F は少なくとも何ミリ秒ごとに間隔を測定すべきか。ただし、走行速度は停止するまで一定とし、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。
- (b) 壁センサ I/F からの割込みによって制御する場合について検討する。壁センサ I/F が前方の壁との間隔を判定して割込み信号を出力した場合、割込みが発生してから走行用モータが停止するまでに掃除機は何 cm 進むか。ここで、壁センサ I/F 割込みのほかに、定周期タイマ割込み処理も行われ、走行速度は停止するまで一定とする。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。

- (4) 掃除機を少なくとも 15 分間連続して使用したい。この場合に必要となる電池の容量は何 Ah 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、電池電圧は 30 V で一定とする。ただし、各種モータ以外の消費電力は無視してよい。

設問 3 掃除機の不適合解析について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 掃除機の不適合解析を行うために、テストシミュレータ装置を使用する。テストシミュレータ装置は、制御装置に準備されたテストシナリオに従って、デバッグ用ポートから掃除機に対して、各種の割込みを擬似的に発生させる。これによって、掃除機が仕様どおりに動作するか確認できる。掃除機をセットした状態のテストシミュレータ装置を、図 4 に示す。

掃除機をテストシミュレータ装置にセットしている場合は、壁センサ I/F、階段センサ付車輪 I/F、トルクセンサ I/F の割込みをデバッグ用ポート経由で発生させ、MPU は、各センサ I/F からの割込みが発生したときと同様な割込み処理を行う。このとき、各センサからの実際の入力は使用しない。また、デバッグ用ポートから赤外線センサ I/F にデータを設定し、MPU がその値を赤外線センサ (右)、(左) を介して受信した赤外線強度として読み込むことができるようにする。

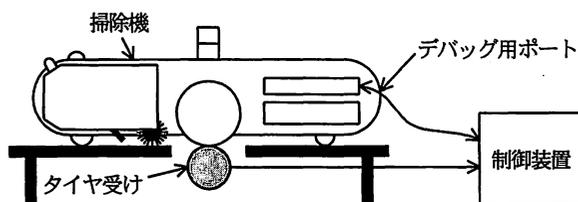


図 4 掃除機をセットした状態のテストシミュレータ装置

- (a) タイヤ受けを用いて掃除機のタイヤの動きを測定したい。このためにタイヤ受けに使用すべきセンサを答えよ。
- (b) 壁センサ (横) が 3 cm の距離に対象物を検出したときの割込みを発生させるようにシミュレーションした。

その後、壁センサ (前) と対象物との間隔が 3 cm で、壁センサ (横) と対

象物との間隔が3 cm のときの割込みを発生させるようにシミュレーションした。このときの左右のタイヤの動きを35字以内で述べよ。

- (c) 長方形の部屋から下る階段がある場合、階段を避けて掃除できるかどうかテストしたい。このときの、階段のテストケースを図5に示す。また、テストシミュレータのテストシナリオと、掃除機に期待する動きを表4に示す。

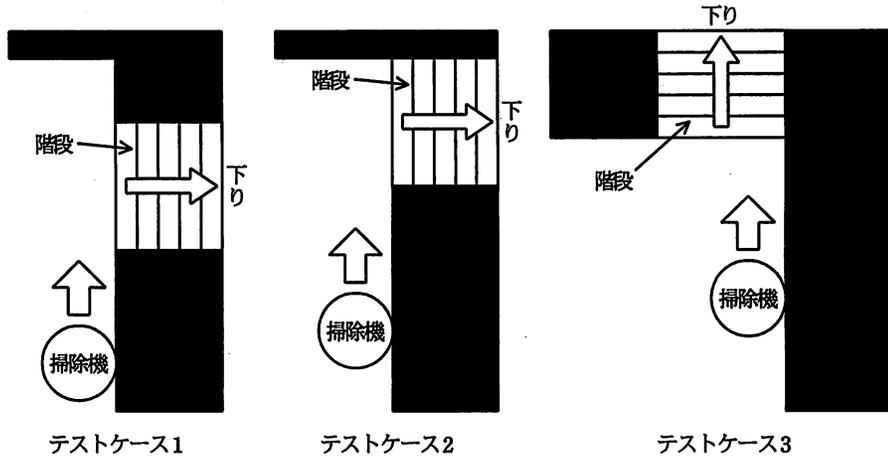


図5 階段のテストケース

表4 テストシミュレータのテストシナリオと掃除機に期待する動き

ステップ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
壁センサ(横)割込み	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
壁センサ(前)割込み	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-
階段センサ付車輪割込み	-	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-
掃除機に期待する動き	①	②	③	④	⑤	③	④	⑤	③	④	⑥	①

○：センサからの割込みあり    -：センサからの割込みなし

表4中の各割込みの行は、各ステップでのセンサからの割込みの有無を示す。階段の直前(ステップ1)から階段を通り過ぎて壁に沿って進む(ステップ12)までのテストシナリオをテストする。図5の階段のテストケース1~3のうち、このテストシナリオに該当するものはどれか。

- (d) 表4中の掃除機に期待する動きに関する次の記述中の a ~

f に入れる適切な字句を答えよ。

なお、このテストでは、掃除機はテストシナリオに沿って動作したものと  
する。

(掃除機に期待する動き)

- ① 掃除機の右側に壁があると判断して、前進する。
- ② 掃除機の  と判断して、90度右旋回して前進する。
- ③ 掃除機の前方に階段があると判断して、 してから  
 する。
- ④ 階段と平行に移動するために90度左旋回し、掃除機の大きさ分前進す  
る。
- ⑤ 階段を検知するために、 して  する。
- ⑥  と判断して、90度左旋回する。

(2) 壁に沿って走行しているときの、MPUの負荷率を検討する。

- (a) 壁センサ I/F からの割込みが継続して発生している場合、この割込み処理による MPU の負荷率は、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。
- (b) (a) の状態に定周期タイマ割込み処理が加わった際の MPU 負荷率は、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。
- (c) 階段センサ付車輪が階段を検出したにもかかわらず、掃除機が部屋から階段へ転落することがあった。この現象の原因として考えられることを 50 字以内で述べよ。また、その対策を 30 字以内で述べよ。ただし、すべてのハードウェアは正常に動作しているものとする。

問2 野菜栽培工場に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

E社は、人工土壌、照明、空調などの人工環境だけを利用して野菜の栽培ができる、閉鎖型の野菜栽培工場システムを開発している。

〔野菜栽培工場システムの構成〕

野菜栽培工場システムの構成を図1に示す。野菜栽培工場システムは、栽培室の環境を制御する栽培室制御装置、及び工場制御装置から構成される。複数の栽培室制御装置と工場制御装置はLANで接続される。

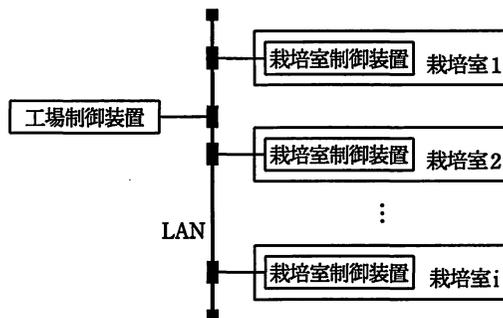


図1 野菜栽培工場システムの構成

一つの栽培室で栽培できるのは1種類の野菜だけである。工場制御装置は、栽培する野菜の種類に応じた栽培制御シーケンスを、栽培室制御装置へ送信する。栽培室制御装置は、受信した栽培制御シーケンスに従って栽培室の温度、湿度、照明などの環境を制御する。

〔栽培室の構成〕

栽培室の構成を図2に示す。栽培室は、ある作付面積を一つのブロックとして、複数のブロックに分割できる。ブロック外の構成要素及びその機能を表1に、ブロック内の構成要素及びその機能を表2にそれぞれ示す。ブロック内の構成要素は、すべてのブロックにおいて同じである。これらの構成要素はポーリング方式の専用シリアル回線で接続される。

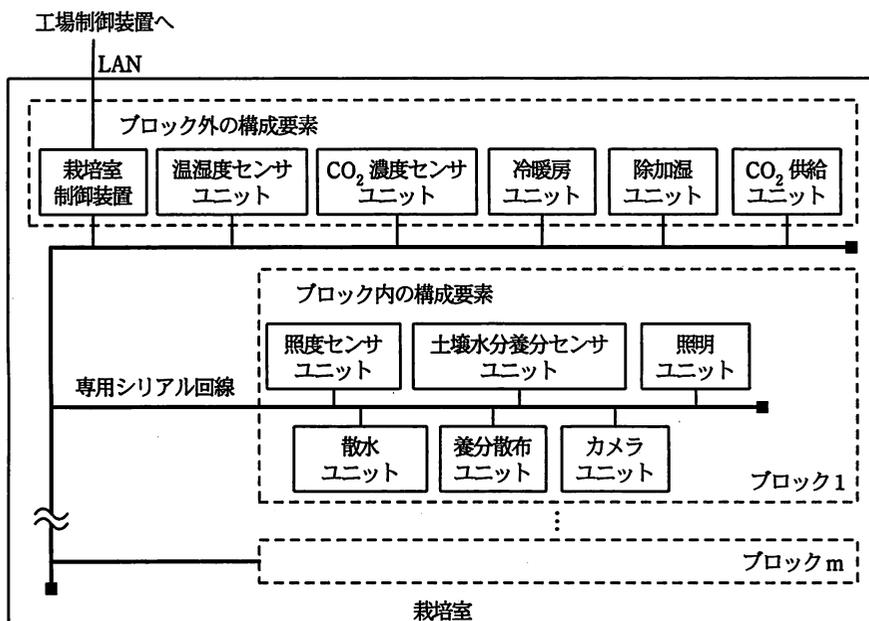


図2 栽培室の構成

表1 ブロック外の構成要素及びその機能

構成要素名	入出力区分	ユニット番号	機能
栽培室制御装置	—	—	工場制御装置から受信した栽培制御シーケンスに従って、照度センサユニットなどを入力ユニットからの情報を用いて、照明ユニットなど出力ユニットを制御し、栽培室の環境を制御する。入力ユニットからの情報、及び出力ユニットの状態を工場制御装置へ送信する。また、カメラユニットからの画像データを表示し、更に画像データを工場制御装置へ送信する。
温湿度センサユニット	入力	1	栽培室内の温度、及び湿度を栽培室制御装置へ送信する。
CO <sub>2</sub> 濃度センサユニット	入力	2	栽培室内のCO <sub>2</sub> 濃度を栽培室制御装置へ送信する。
冷暖房ユニット	出力	11	栽培室制御装置からの暖房又は冷房開始指示によって暖房又は冷房を開始し、暖房又は冷房停止指示によって暖房又は冷房を停止する。冷暖房ユニットの状態を栽培室制御装置へ送信する。
除加湿ユニット	出力	12	栽培室制御装置からの除湿又は加湿開始指示によって除湿又は加湿を開始し、除湿又は加湿停止指示によって除湿又は加湿を停止する。除加湿ユニットの状態を栽培室制御装置へ送信する。
CO <sub>2</sub> 供給ユニット	出力	13	栽培室制御装置からの供給開始指示によってCO <sub>2</sub> の供給を開始し、供給停止指示によってCO <sub>2</sub> の供給を停止する。CO <sub>2</sub> 供給ユニットの状態を栽培室制御装置へ送信する。

表2 ブロック内の構成要素及びその機能

構成要素名	入出力区分	ユニット番号	機能
照度センサユニット	入力	3	ブロック内の照度を栽培室制御装置へ送信する。
土壌水分養分センサユニット	入力	4	ブロック内の土壌中の水分、及び養分の情報を、栽培室制御装置へ送信する。
照明ユニット	出力	14	LED を用い、栽培室制御装置から指示された光量でブロック内の照明を行う。光量 0 は消灯指示を示す。照明ユニットの状態を栽培室制御装置へ送信する。
散水ユニット	出力	15	栽培室制御装置からの散水開始指示によってブロック内土壌への散水を開始し、散水停止指示によって散水を停止する。散水ユニットの状態を栽培室制御装置へ送信する。
養分散布ユニット	出力	16	栽培室制御装置からの散布開始指示によってブロック内土壌への養分散布を開始し、散布停止指示によって養分散布を停止する。養分散布ユニットの状態を栽培室制御装置へ送信する。
カメラユニット	入力	17	栽培室制御装置からの画像送信開始指示によって栽培室制御装置へのブロック内画像データの送信を開始し、画像送信停止指示によってブロック内画像データの送信を停止する。画像データは、圧縮して送信する。

〔野菜栽培工場システムの処理概要〕

(1) 栽培制御シーケンスは、温度、照明などの環境制御を定めたものである。ある野菜を栽培するときの温度制御を例に、栽培制御シーケンスの例を図3に示す。時間が0から24時間未満までは温度を18～20℃の範囲に制御し、24から240時間未満までは温度を25～27℃の範囲に制御する。同様に240時間以降も、栽培制御シーケンスに従って温度を制御する。

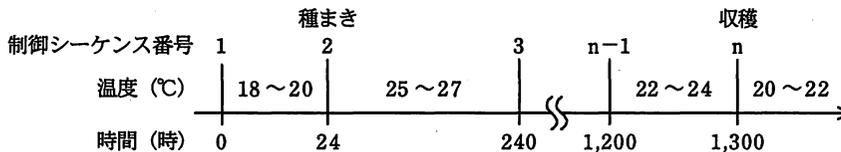


図3 栽培制御シーケンスの例

栽培室全体の栽培制御シーケンスのデータ構成を図4に示す。図3を、図4のデータ構成に従って表した栽培制御シーケンスのデータの例を図5に示す。

最大制御シーケンス番号
時間
出力ユニット数
出力ユニットのユニット番号
入力ユニットのユニット番号
センサ種別
制御条件下限值
制御条件上限値
出力ユニットのユニット番号
入力ユニットのユニット番号
センサ種別
制御条件下限值
d
e
出力ユニット数
出力ユニットのユニット番号
制御条件上限値

n
0
1
11
1
0 (注)
18
20
24
1
11
1
0 (注)
25
27
0 (注)
20
22

注 温度=0, 湿度=1

図4 栽培室全体の栽培制御シーケンスのデータ構成

図5 栽培制御シーケンスのデータの例

(2) 栽培室制御装置の制御モードには、自動モード及び手動モードがある。自動モードでは栽培制御シーケンスに従って制御する。手動モードでは栽培制御シーケンスによる各ユニットへの指示を送信せず、栽培室制御装置の表示部と操作部を用いて手動で直接制御する。自動モードから手動モードへの切替え、又は手動モードから自動モードへの切替えは、栽培室制御装置の操作部から行う。モードの切替え情報は、工場制御装置へ送信される。

(3) 栽培制御シーケンスを変更した場合、工場制御装置は新たな栽培制御シーケンス

を栽培室制御装置へ送信する。栽培室制御装置は、受信した栽培制御シーケンスを直ちにフラッシュメモリに書き込む。

- (4) 栽培室制御装置は、1 巡のポーリングごとに、すべてのユニットから受信した情報をまとめて工場制御装置へ送信する。ただし、カメラユニットだけは、工場制御装置から画像送信開始の指示を受信した後から画像送信停止の指示を受信するまでの間だけ送信を続ける。
- (5) 栽培室制御装置は、操作部及び表示部を使用して、各ユニットから受信した情報を表示することができる。
- (6) 工場制御装置は、栽培室制御装置から受信した情報を蓄積することができる。また、その情報を表示することができる。

#### 〔栽培室制御装置の概要〕

栽培室制御装置のハードウェア構成を表 3 に示す。

表 3 栽培室制御装置のハードウェア構成

構成要素名	構成要素の機能
MPU	フラッシュメモリ、RAM、タイマなどが内蔵されている。
タッチパネル	自動モード又は手動モードの切替え、手動モード時の動作指示などを入力する。
LCD	各ユニットの状態などを表示する。
LAN コントローラ	工場制御装置との通信用 LAN の制御を行う。
シリアル通信 コントローラ	専用シリアル回線の制御を行う。

栽培室制御装置のソフトウェアには、リアルタイム OS を用いる。栽培室制御装置のタスク処理概要を表 4 に、栽培室制御装置のタスク構成を図 6 に、それぞれ示す。

表 4 栽培室制御装置のタスク処理概要

タスク名	処理概要	タスク優先度
入出力管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タッチパネルや LAN などからの指示を振り分ける。</li> <li>・画像データの表示の制御を行う。</li> <li>・LAN 通信制御タスクから栽培制御シーケンスを受信する度に、フラッシュメモリをセマフォでロックして受信したデータを格納し、セマフォでアンロックする。</li> </ul>	3
データ解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1 時間ごとにフラッシュメモリをセマフォでロックし、栽培制御シーケンスを読み出して、RAM に展開する。その後セマフォでアンロックし、RAM に展開した栽培制御シーケンスの先頭アドレスから検索し、現在時刻に対応する制御の内容を得る。</li> <li>・栽培制御シーケンス及び各入力ユニットからの情報を基に、各出力ユニットへの制御指示を出力ユニット制御タスクへ送信する。</li> </ul>	4
センサ監視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シリアル通信制御タスクから各入力ユニットの情報を受信し、センサの情報に変化があった場合は、その情報を関連するタスクへ通知する。</li> <li>・ほかのタスクからの要求に対して、そのときの各センサの情報を送信する。</li> </ul>	2
出力ユニット制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ほかのタスクから指定された出力ユニットに対して、動作の変更があれば、制御指示の送信をシリアル通信制御タスクへ依頼する。</li> <li>・各出力ユニットの動作の状態を判定し、異常があれば入出力管理タスクへ通知する。</li> </ul>	5
表示	依頼された情報を LCD に表示する。	6
タッチパネル	入力された座標データを入出力管理タスクへ通知する。	6
カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・受信した画像データを LAN 通信制御タスクへ送信する。</li> <li>・画像データをデコードし、結果の表示を表示タスクへ依頼する。</li> </ul>	7
シリアル通信制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期的に各入出力ユニットをポーリングし、受信した情報をほかのタスクへ通知する。</li> <li>・シリアル通信プロトコルを実行する。</li> </ul>	1
LAN 通信制御	LAN 通信プロトコルを実行する。	1

注 タスク優先度は、値の小さい方を高い優先度とする。

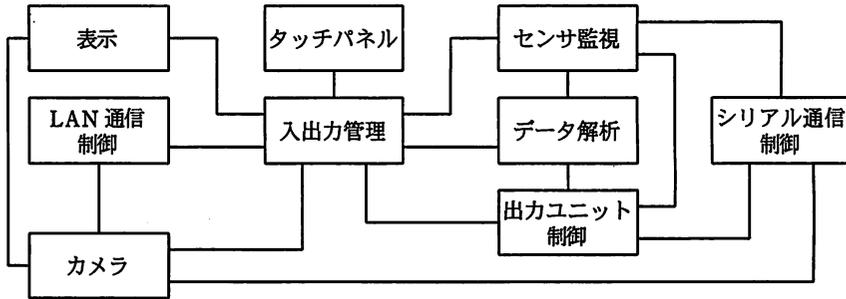


図6 栽培室制御装置のタスク構成

設問1 野菜栽培工場システムの仕様について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 栽培室内の専用シリアル通信回線の通信速度に関する、次の記述中の  ~  に入れる適切な数値を答えよ。答えは、小数第1位を切り上げて、整数で求めよ。

栽培室制御装置と各種ユニット間の通信は、ポーリング方式である。ここで、ノイズなどによって通信エラーが発生してもデータの再送はせずに、通信エラー発生時の受信データは破棄する。栽培室制御装置から各ユニットへ送信するデータと、カメラユニットを除く各ユニットから栽培室制御装置へ送信されるデータはそれぞれヘッダとペイロードを含めて10バイト固定である。カメラユニットからの画像情報は、画像データを圧縮して1秒当たり4フレームの画像データを送信するので、ポーリング周期を250ミリ秒とする。また、1フレームごとのカメラユニットからの送信データは、ヘッダとペイロードを含めて最大20kバイトである。栽培室内のブロック数を10ブロックとすると、すべてのカメラユニットから栽培室制御装置への送信データ量は、1巡のポーリング当たり  kバイトである。カメラユニットから栽培室制御装置への送信データを除いた、すべてのユニットとの通信量は、1巡のポーリング当たり  kバイトである。これらの値から計算すると専用シリアル回線は、 Mビット/秒以上の通信性能があればよい。

- (2) 図4のデータ構成について検討する。

(a) 図4中の  ,  に入れる適切な字句を答えよ。

- (b) 図 4 中のセンサ種別は、ある二つの入力ユニットのときだけ有効である。  
その入力ユニットの名称を、表 1 又は表 2 に示す構成要素名で二つ答えよ。

設問 2 栽培室制御装置のソフトウェア設計について、(1)，(2) に答えよ。

- (1) 栽培室制御装置のタスク分割における、複数ブロックの処理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。

プログラムサイズを考慮し、ブロックごとの情報をもつ必要があるタスクは、ブロックごとにタスクを生成することにした。このとき、ブロックの数だけ生成されるタスクは、 タスク、 タスク、及びカメラタスクである。

これらのタスク内の処理はほぼ同時に動く可能性があるので、アドレスが  に割り当てられる変数を使用すると、後続のタスクによって上書きされるおそれがある。そこで、変数はすべてスタック領域に割り当て、タスクを  可能にした。また、これらのタスクが使用する関数の引数に、 を付与することで処理対象を区別するようにした。

- (2) 自動モードと手動モードの制御について検討する。

手動モード中は、出力ユニットの制御指示が、入出力管理タスクから出力ユニット制御タスクへ送信される。

自動モードと手動モードの切替えは、入出力管理タスクから各モードへの切替え指示を出力ユニット制御タスクへ送信し、出力ユニット制御タスク内で処理を切り分けることで実現する。出力ユニット制御タスクが制御モードの切替え指示を受信したときの処理概要を表 5 に、データ解析タスクから出力ユニットの制御指示を受信したときの各モードにおける処理概要を表 6 に示す。

表 5 制御モードの切替え指示を受信したときの処理概要

指示内容	処理概要
手動モードへの切替え	各出力ユニットの状態を保存する。
自動モードへの切替え	各出力ユニットに対して動作を変更する必要があるれば、制御指示を送信する。

表6 データ解析タスクから出力ユニットの制御指示を受信したときの各モードにおける処理概要

制御指示を受信したときの制御モード	処理概要
自動モード	出力ユニットに制御指示を送信する。
手動モード	制御指示の内容を保存する。 一つの出力ユニットに複数の制御指示がある場合は、後から受信したものを優先する。

(a) 自動モードから手動モードへ切り替わるときに、各出力ユニットの状態を保存しないと、自動モードへ戻した後に不具合が発生する可能性がある。その場合の不具合の内容を、55字以内で述べよ。

(b) 手動モードから自動モードへ切り替わるときに、各出力ユニットに送信する制御指示の内容は、手動モード中にデータ解析タスクから制御指示を受信したかどうかで異なる。制御指示を受信した場合、及び受信しなかった場合に、各出力ユニットに送信する制御指示の内容を、それぞれ25字以内で述べよ。

設問3 栽培室制御装置のセキュリティ対策について、(1)、(2)に答えよ。

工場制御装置から栽培室制御装置に送信される栽培制御シーケンスは、暗号化されていない。栽培室制御装置は、受信した栽培制御シーケンスをそのままフラッシュメモリに格納している。栽培制御シーケンスは機密情報なので、次の①～⑥に示すセキュリティ対策を施すことにした。

① 工場制御装置は、栽培制御シーケンスを暗号化して栽培室制御装置に送信する。

なお、今回採用する暗号化方式では、暗号化前と暗号化後のデータ長は一致しない。

② 栽培室制御装置の入出力管理タスクは、工場制御装置から暗号化された栽培制御シーケンスを受信する都度、フラッシュメモリをセマフォでロックして受信したデータをフラッシュメモリに格納し、格納後セマフォでアンロックする。

- ③ 復号タスクを追加する。復号処理には処理速度は要求されないので、復号タスクの優先度は最も低くする。
  - ④ データ解析タスクは、フラッシュメモリをセマフォでロックして、フラッシュメモリに格納されている暗号化された栽培制御シーケンスの先頭アドレスと終了アドレスをメールで復号タスクへ通知した後に、セマフォでアンロックする。この処理は1時間ごとに行う。
  - ⑤ 復号タスクは、データ解析タスクからメールを受信すると、フラッシュメモリをセマフォでロックし、データ解析タスクから受信したメールの内容を用いて、フラッシュメモリからデータを読み出してデータを復号し、RAMに展開する。その後セマフォでアンロックし、復号の終了をメールでデータ解析タスクへ通知する。
  - ⑥ データ解析タスクは、復号タスクから復号の終了を受信すると、RAMに展開された復号データを用いて現在時刻の制御の内容を得る。
- 
- (1) 工場制御装置は、暗号化された栽培制御シーケンスとともに、復号の際に必要な情報を付加する。この必要な情報とは何か。15字以内で答えよ。
  - (2) セマフォを用いてフラッシュメモリの排他制御を行ったにもかかわらず、栽培制御シーケンスの書込み処理と暗号化された栽培制御シーケンスの復号処理が競合した場合、まれに正しく復号できない不具合が発生した。
    - (a) この不具合が発生する過程を80字以内で述べよ。
    - (b) この不具合が発生しないようにする適切な考え方を70字以内で述べよ。

[ メモ用紙 ]

[ メモ用紙 ]

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. 試験時間中、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。