

令和3年度 秋期
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 3
選択方法	2 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。3 問とも○印で囲んだ場合は、はじめの 2 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 1，問 3 を選択した場合の例〕

選択欄	
2 問 選 択	問 1
	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 ペット医療の点滴で用いるシリンジポンプに関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

A 社は、動物病院で取り扱う動物への点滴で使用される、ペット医療用のシリンジポンプ（以下、S ポンプという）を開発している。S ポンプの外観を図1に示す。

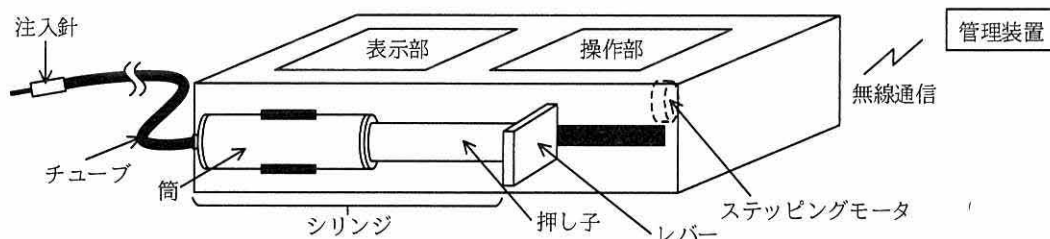
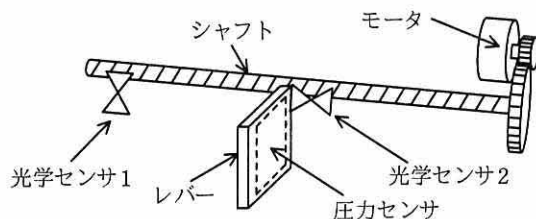


図1 S ポンプの外観

シリンジは、液体状の点滴用薬剤（以下、薬剤という）が入っている円筒形の筒と可動式の押し子で構成されており、注射器の構造をしている。シリンジは、着脱可能である。S ポンプは、S ポンプに装着されたシリンジの押し子を、ステッピングモータ（以下、モータという）によって稼働するレバーで押すことで、シリンジ内の薬剤を押し出す。操作部でS ポンプを操作することができ、表示部で状態の表示などができる。また、S ポンプは無線通信で管理装置とデータの送受信を行う。

[S ポンプの機構概要]

S ポンプの機構概要を図2に、S ポンプの機構構成要素の機能概要を表1に示す。



注記 S ポンプへのシリンジの着脱は、手動操作でシャフトの溝からレバーを外し、レバーを左右に動かして行う。ただし、モータの駆動によってレバーが押し子を押しているときは、シリンジをS ポンプから取り外すことはできない。

図2 S ポンプの機構概要

表 1 S ポンプの機構構成要素の機能概要

構成要素名	機能概要
モータ	1 パルスで、モータは 1.8 度回転する。
シャフト	らせん状の溝が掘られていて、モータが 16 回転するとシャフトは 1 回転する。
レバー	シャフトが 1 回転すると、0.5 ミリメートル移動する。
光学センサ 1	シリンジが S ポンプにセットされたことを検出すると ON になる。
光学センサ 2	レバーがシャフトの溝にセットされていることを検出すると ON になる。
圧力センサ	薬剤の詰まりなどを検出するもので、押し子を押し圧力を計測する。

[S ポンプのハードウェア構成]

S ポンプのハードウェアの主な構成要素の機能概要を表 2 に示す。

表 2 S ポンプのハードウェアの主な構成要素の機能概要

構成要素名	機能概要
MCU	・フラッシュメモリ, RAM, タイマ, USB I/F などが内蔵されている。 ・内蔵の A/D コンバータには、圧力センサが接続されている。 ・内蔵の入力ポートには、光学センサ 1, 2 及び電源部からの信号線が接続されている。
操作部	・設定開始, 決定, 設定終了, 準備, 点滴, 停止の各キー, 及びテンキー ¹⁾ がある。
表示部	・LCD で表示する。表示部の表示例を図 3 に示す。
モータ駆動部	・駆動指示を受けると、指定されたパルスレート²⁾で、指定されたパルス数分だけモータを駆動し、パルス数分の駆動が終了すると、モータの駆動を停止したことを出力する。 ・モータの駆動中に停止指示を受けると、モータの駆動を停止する。
電源部	・二次電池（以下、電池という）を内蔵し、商用電源の入力があれば、商用電源で S ポンプへの電力供給及び電池の充電を行う。商用電源の入力がなければ、電池で S ポンプへの電力供給を行う。 ・信号線を介して、シリンジ 1 本分以上の点滴可能な電池の残容量があることを出力する。

注記 電源部を除いた各構成要素は、システムバスに接続されている。

注¹⁾ 0～9 の数字, 小数点, 上下左右の矢印などのキーである。

注²⁾ 毎秒のパルス数であり、単位は PPS で表す。

状態表示領域：S ポンプの状態を表示する。

情報表示領域：設定項目の情報などを表示する。

点滴中	シリンジ : OK	電池残容量 : OK
ペット ID : ○-○○○○○○○ シリンジ ID : △△-△△△△△ 点滴流量 : 10ml/時 点滴量 : 30ml		

電池残容量表示領域：シリンジ 1 本分以上の点滴ができるとき“OK”を表示する。

シリンジ表示領域：光学センサ 1, 2 が ON のとき“OK”を表示する。

注記 ml は、ミリリットルを表す。

図 3 表示部の表示例

〔設定項目の設定動作の概要〕

S ポンプには、ペット ID、シリンジ ID、点滴流量、及び点滴量の四つの設定項目があり、操作部を操作して設定する。ペット ID は、点滴するペットに付けられた ID である。シリンジ ID は、点滴に使用するシリンジに付けられ、シリンジの内径と長さ、薬剤名を示す ID である。点滴流量は、一定量で点滴する 1 時間当たりの量である。点滴量は、点滴する総量である。

設定項目の設定動作について次に示す。

- (1) S ポンプの電源が投入されると、状態表示領域に“設定可”を表示する。
- (2) “設定可”の表示中に、設定開始キーが押されると、状態表示領域に“設定中”を表示し、四つの設定項目を設定項目一覧として情報表示領域に表示する。
- (3) “設定中”の表示中に、設定する項目をテンキーの矢印キーで選択し決定キーが押されると、選択された項目の内容が既に設定されていればその内容を、設定されていなければ設定項目名だけを情報表示領域に表示する。表示された設定項目の内容を、テンキーを使用して入力する。決定キーが押されると入力した内容で設定内容を決定し、設定項目一覧を表示する。
- (4) “設定中”の表示中に、設定終了キーが押されると、状態表示領域に“設定完了”を表示し、情報表示領域に点滴流量などを表示する。ただし、設定内容が不足していれば、状態表示領域に“設定可”を表示し、情報表示領域に不足している項目を表示する。“設定完了”の表示中に設定開始キーが再度押されると、上記(2)の状態表示領域の“設定中”の表示から繰り返す。

〔点滴動作の概要〕

- (1) 状態表示領域が“設定完了”で、かつ、電池残容量表示領域が“OK”であるとき、準備キーが押されると、次の動作を行う。
 - ① シリンジ表示領域が“OK”であれば、状態表示領域に“準備中”を表示し、チューブ内の空気を抜くためにモータを駆動する。このときのパルスレートは 3,200 PPS、パルス数はチューブ内の空気を抜くために十分な数の固定数（以下、準備パルス数という）とする。
 - ② “準備中”の表示中に、停止キーが押されると、状態表示領域に“準備完了”を表示して、モータの駆動を停止する。準備キーが再度押されると、上記①か

ら繰り返す。

(2) “準備完了”の表示中に点滴キーが押されると、次の動作を行う。

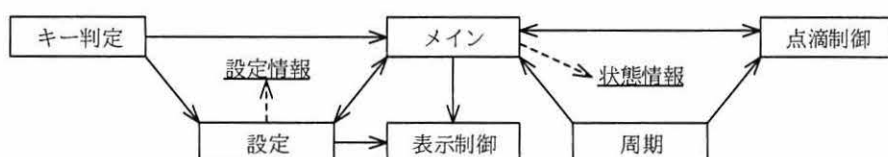
- ① 状態表示領域に“点滴中”を表示し、設定されたシリンジ ID、点滴流量及び点滴量を基に、パルスレート及びパルス数を算出してモータを駆動する。
- ② “点滴中”の表示中に、点滴量の点滴を完了したか、圧力センサの出力値が基準値を超えたか、又は停止キーが押されたかのいずれかの事象が発生するとモータの駆動を停止する。さらに、状態表示領域に“設定可”を表示し、情報表示領域に停止した事象を表示する。

〔管理装置との通信概要〕

“設定可”の表示中に、管理装置から設定項目を一括設定する指示を受信すると、受信した内容で四つの設定項目を設定し、状態表示領域に“設定完了”を表示する。また、“点滴中”の表示中にモータの駆動を停止したとき、停止した事象を管理装置に送信する。

〔S ポンプのソフトウェア構成〕

S ポンプでは、リアルタイム OS を使用する。S ポンプの主なタスク構成を図 4 に、S ポンプの主なタスクの処理概要を表 3 に示す。



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、メモリへの書き込みを示す。ただし、メモリからの読み出しは省略している。

図 4 S ポンプの主なタスク構成

表 3 S ポンプの主なタスクの処理概要

タスク名	処理概要
メイン	・ S ポンプの状態を示す状態情報の管理，設定項目の不足判定，管理装置との通信制御など，S ポンプ全体を制御する。
キー判定	・ 操作部のキーが押されるたびに起動されて押されたキーを判定し，判定したキーの情報を，状態情報が“設定中”以外のときはメインタスクに，“設定中”のときは設定タスクに通知する。
設定	・ 設定開始の通知を受けると，操作部及び表示部を使用し，設定情報に設定内容を書き込む。 ・ 設定開始の通知を受けた後に a タスクから b の通知を受けると，設定開始を通知したタスクに，設定終了を通知する。 ・ 一括設定指示の通知を受けると，受けた設定内容を設定情報に書き込む。
表示制御	・ 表示指示の通知を受けると，受けた表示内容を LCD に表示する。
周期	・ 一定周期で起動され，電源の信号線の情報，光学センサ 1，2 の ON/OFF 情報，及び圧力センサの出力値が基準値を超えたことを示す情報を，状態情報を基に必要とするタスクに通知する。
点滴制御	・ 点滴準備開始の通知を受けると，パルスレート 3,200 PPS，準備パルス数でモータを駆動する。 ・ 点滴開始の通知を受けると，設定情報に書き込まれた c を基に算出したパルスレート，パルス数でモータを駆動する。 ・ 点滴開始の通知を受けた後，モータの駆動中に，指定されたパルス数分だけモータを駆動した事象，又は圧力センサの出力値が基準値を超えた事象によってモータの駆動を停止し，点滴開始の通知をしたタスクに点滴を停止した事象を通知する。 ・ モータの駆動中にモータの停止の通知を受けると，モータの駆動を停止する。

設問 1 S ポンプの仕様について，(1)～(3)に答えよ。

- (1) 電池残容量表示領域が“OK”で，かつ，状態表示領域が“設定完了”のとき，“設定完了”から“準備完了”が表示されるまでの間に，状態表示領域に表示される可能性のある状態が，“設定完了”及び“準備完了”を除いて三つある。その状態を，本文中の字句で全て答えよ。
- (2) 準備キーによってモータを駆動したとき，レバーが 1 秒間に移動する距離は何ミリメートルか。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。
- (3) シリンジ ID で設定されたシリンジにおいて，押し子が 1 ミリメートル押しられ，0.1 ml の薬剤が送り出される場合で，点滴流量 7.2 ml/時で点滴したいとき，シャフトを 1 時間に何回転させればよいか。また，パルスレートは何 PPS か。答えは小数第 1 位を四捨五入して，それぞれ整数で求めよ。

設問 2 S ポンプのソフトウェアについて，(1)～(3)に答えよ。

- (1) 表 3 中の に入れる適切な字句を答えよ。また，表 3 中の に入れる適切な内容を 20 字以内で答えよ。

(2) 表 3 中の に入れる適切な設定項目を全て答えよ。

(3) 周期タスクから点滴制御タスクにメッセージを通知するときの状態情報を答えよ。また、そのとき発生した事象を 25 字以内で述べよ。

設問 3 作業ミスの防止機能の追加について、(1)、(2)に答えよ。

USB I/F をもつバーコードリーダ（以下、リーダという）を S ポンプに接続できるようにする。リーダは、バーコードを読み取るごとに S ポンプに送信する。S ポンプは受信したバーコードの情報と設定情報を比較することで、作業ミスを防止する。リーダで読む情報は、ペット ID 及びシリンジ ID の 2 種類とする。

リーダの接続状況を把握できるアイコン（以下、アイコンという）を表示部に追加する。リーダが未接続のときはアイコンを消灯し、リーダが接続されるとアイコンを点灯する。アイコンの点灯中に、状態表示領域に“設定完了”を表示するタイミングでアイコンの点滅を開始する。アイコンの点滅中に、リーダからペット ID 及びシリンジ ID の情報を受信するとアイコンを点灯に戻し、作業ミスの有無を判定する。判定の結果が作業ミス“有り”のときだけ、状態表示領域に“設定可”を、情報表示領域に作業ミスの内容を表示する。

ソフトウェアの変更は、リーダタスクを新たに追加し、メインタスクだけを変更する。リーダタスクは、リーダの接続状況の変化を検出した場合、又は状態情報が“設定完了”のときにバーコードの情報を受信した場合にメインタスクに通知する。

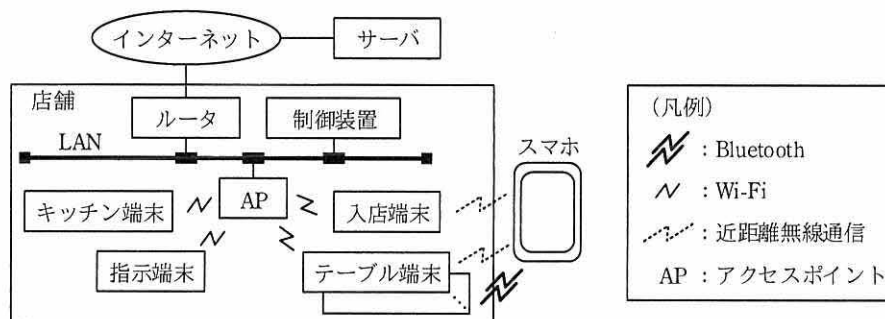
(1) メインタスクで変更する処理の一部に関して、次の記述中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

メインタスクは、アイコンが点滅している場合、キー判定タスクからの通知を無効とする。これは、アイコンが点滅している場合に キーが押されて状態表示領域に を、又はシリンジ表示領域に“OK”が表示されている場合に キーが押されて状態表示領域に を表示する不都合を防止するためである。

(2) リーダを接続したのに、アイコンが点滅せず、作業ミスの判定が行われない場合があった。それはどのような場合か。故障を除き、40 字以内で述べよ。

問2 デジタルトランスフォーメーションを用いたレストランに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

B社は、デジタルトランスフォーメーション（DX）を用い、店舗運営の効率化及び客の待ち時間の短縮などを目的としたレストランシステム（以下、DX レストランという）を開発している。DX レストランの利用は、事前にスマートフォン（以下、スマホという）に専用アプリケーション（以下、専用アプリという）をインストールして、支払時に利用するクレジットカード番号などの会員情報を登録する必要がある。会員情報の登録を行うと、レストランの利用予約ができる。DX レストランのシステム構成を図1に、DX レストランのシステム構成要素を表1に示す。



注記 近距離無線通信にはNFCを用い、通信距離は10センチメートル以下である。

図1 DX レストランのシステム構成

表1 DX レストランのシステム構成要素

構成要素名	機能概要
制御装置	・MCU, RAMなどが搭載されており、店舗内の各端末を管理する。 ・インターネットを介してサーバと通信する。
キッチン端末	・タッチパネルに各種ボタンを表示し、押されたボタンに応じた内容を制御装置に送信する。 ・料理の注文を受けると、料理名とその数（以下、注文内容という）、注文ごとに付与される番号（以下、注文番号という）などをタッチパネルに表示する。
入店端末	・店舗の入り口に1台設置されており、スマホと通信を行い、レストランの予約ごとに付与される番号（以下、予約番号という）、予約人数、テーブル端末ごとに付与される番号（以下、テーブル番号という）などのデータの送受信を行う。
テーブル端末	・テーブルごとに1台ずつ設置されており、スマホと通信を行って、料理の注文などのデータの送受信を行う。スマホとの通信は、NFCでBluetoothのペアリングを行い、ペアリング後、Bluetoothを用いる。 ・表示器、プリンタ及び着座センサが接続されている。 ・着座センサは、席に座っている人数（以下、着座人数という）を検出する。着座人数が変化するたびに制御装置に着座人数を送信する。

表 1 DX レストランのシステム構成要素（続き）

構成要素名	機能概要
指示端末	・タッチパネルに各種指示などを表示し、テーブル番号ごとに着座人数を表示する。 ・各種ボタンを表示し、押されたボタンに応じた内容を制御装置に送信する。
サーバ	・会員情報、予約情報、メニュー情報 ¹⁾ 及び売上情報を管理し、決済処理を行う。

注¹⁾ メニュー情報は、料理名、料理の説明、金額、及び品切れの場合は、その情報から成る。

〔開店時及び閉店時の動作概要〕

開店時及び閉店時の DX レストランの動作概要を次に示す。

- ① キッチン端末の開店準備ボタンが押されると、制御装置はサーバからメニュー情報を受信する。
- ② メニュー情報の受信後、キッチン端末の開店ボタンが押されると、入店端末での入店受付を開始する。
- ③ キッチン端末の閉店ボタンが押されると、入店端末での入店受付を停止する。

〔DX レストランの動作概要〕

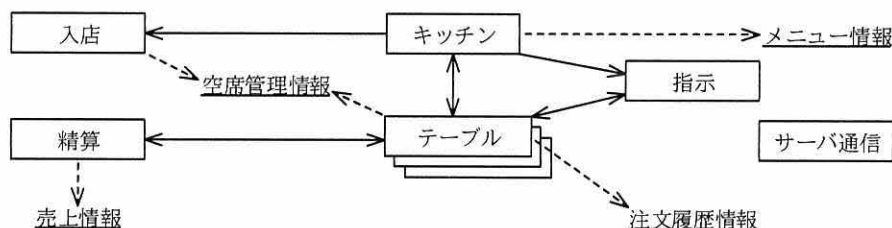
DX レストランの会員（以下、利用者という）が、DX レストランの店舗を利用する際の動作概要を次に示す。

- ① 利用者が、専用アプリが起動された状態のスマホを入店端末にかざすと、予約番号、テーブル番号及び予約人数がスマホに表示される。
- ② 利用者はスマホに表示されたテーブル番号のテーブルに行き、テーブル端末にスマホをかざす。メニュー情報、注文及び精算に関する内容がテーブル端末に表示され、スマホとの Bluetooth 通信が開始される。利用者がスマホに表示されたテーブル番号以外のテーブル端末にスマホをかざした場合は、エラーがテーブル端末に表示される。
- ③ 利用者はテーブル端末に表示されているメニュー情報を見ながら、スマホから注文を行う。
- ④ 制御装置は、テーブル端末から注文内容を受信すると注文番号を付与する。注文番号、テーブル番号及び注文内容（以下、注文情報という）をキッチン端末に送信する。また、テーブルごとの注文情報の履歴管理のための、注文履歴情報を更新する。

- ⑤ 注文情報がキッチン端末のタッチパネルに表示されると、店舗の料理人は注文情報を確認して調理を開始する。品切れになる料理がある場合は、キッチン端末を操作して品切れ情報を制御装置に送信する。制御装置から、品切れ情報がテーブル端末全てに送信され、該当する料理の注文の受付を中止にする。また、(ア) 店舗の料理人は、キッチン端末を操作して注文をキャンセルすることができる。キャンセルした場合は、テーブル端末を介して、利用者のスマホに通知される。
- ⑥ 制御装置は、キッチン端末から配膳ボタンが押されたことを受信すると、該当する注文情報及び配膳開始ボタンを指示端末に表示する。
- ⑦ 店員は、指示端末に表示された配膳開始ボタン及び着座人数を確認する。着座人数が 0 人でないことを確認した上で、該当する配膳開始ボタンを押してから配膳を行う。配膳完了後、店員は、配膳開始ボタンを押した後に表示された配膳完了ボタンを押す。
- ⑧ 利用者は、食事が終わるとスマホで精算する。
- ⑨ 精算完了後、制御装置は、テーブル端末のプリンタで領収書などを印刷する。また、テーブル番号、片付けの指示及び片付け完了ボタンを指示端末に表示する。
- ⑩ 店員は、指示端末に表示された片付けの指示及び着座人数を確認する。着座人数が 0 人であることを確認した上で、テーブルの片付けを行う。片付け完了後、店員は、該当する片付け完了ボタンを押す。

[制御装置のソフトウェアの構成]

制御装置では、リアルタイム OS を使用する。制御装置の主なタスク構成を図 2 に、制御装置の主なタスクの処理概要を表 2 に示す。



注記 1 テーブルタスクは、店舗内のテーブルの数だけ生成する。

注記 2 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。ただし、サーバ通信タスクの矢印は省略している。

注記 3 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 2 制御装置の主なタスク構成

表 2 制御装置の主なタスクの処理概要

タスク名	処理概要
入店	・キッチンタスクから開店又は閉店の通知を受けると、入店端末に送信する。 ・入店端末から会員情報を受信すると、サーバに会員番号を送信する。サーバから会員番号及び予約人数を受信すると、テーブルの空き状況について空席管理情報を基に検索する。テーブルに空きがあれば、空席管理情報の該当するテーブルに会員番号及び予約済みを設定する。次に、予約番号、予約人数及びテーブル番号を入店端末に送信する。
テーブル	・テーブル端末から会員情報を受信すると、自テーブルを予約済みの利用者の場合は、次の処理を行い、自テーブルを予約済みでない利用者の場合は、エラー情報を送信する。 - 空席管理情報の自テーブルを確保済みに設定し、テーブル端末にメニュー情報を送信する。 ・テーブル端末から着座人数を受信すると、指示タスクに通知する。 ・メニュー更新の通知を受けると、テーブル端末にメニュー情報を送信する。 ・テーブル端末から料理の注文を受信すると、注文情報をキッチンタスクに通知し、注文履歴情報を更新する。 ・指示タスクから配膳完了の通知を受けると、注文履歴情報の該当する料理を配膳済みに更新する。 ・キッチンタスクから注文のキャンセルを受けると、 a から b を削除し、テーブル端末に注文のキャンセルを送信する。 ・テーブル端末から精算要求を受信すると、全ての料理が配膳済みであれば、精算タスクに精算処理を通知する。精算タスクから精算処理完了の通知を受けると、領収書などの印刷指示をテーブル端末に送信し、 c に d を通知する。配膳が完了していない料理があれば、その旨をテーブル端末に送信する。 ・片付け完了の通知を受けると、 e を空きに設定する。
精算	・精算処理の通知を受けると、会員情報、会計金額及び決済の依頼をサーバに送信する。 ・サーバから決済の結果を受信すると精算時刻及び会計金額を売上情報に記録し、精算処理を通知したタスクに精算完了を通知する。 ・サーバから売上要求を受信すると、売上情報をサーバに送信する。
キッチン	・キッチン端末から、開店又は閉店を受信すると、入店タスクに通知する。 ・キッチン端末から、開店準備を受信すると、サーバと通信してメニュー情報を更新し、全てのテーブルタスクにメニュー更新を通知する。 ・注文の通知を受けると、キッチン端末に送信する。 ・キッチン端末から、配膳を受信すると、配膳指示を指示タスクに通知する。 ・キッチン端末から、品切れ情報を受信すると、 f 。 ・キッチン端末から、注文のキャンセルを受信すると、該当するテーブルタスクに通知する。
指示	・着座人数の通知を受けると、着座人数を指示端末に表示する。 ・配膳指示の通知を受けると、注文情報及び配膳開始ボタンを指示端末に表示する。 ・片付け指示の通知を受けると、テーブル番号、片付けの指示及び片付け完了ボタンを指示端末に表示する。 ・指示端末から、配膳開始を受信すると、指示端末に配膳完了ボタンを表示する。 ・指示端末から、配膳完了又は片付け完了を受信すると、該当するテーブルタスクに通知する。
サーバ通信	・インターネットを介してサーバと通信する。

設問 1 DX レストランについて、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 入店端末からスマホに送信するデータ量は、制御情報を含めて 20 バイトである。NFC の通信速度が 424 k ビット/秒の場合、このデータの送信に掛かる時間は何ミリ秒か。答えは小数第 3 位を切り上げて、小数第 2 位まで求めよ。ここで、1k ビット=1,000 ビットとする。
- (2) 本文中の下線（ア）は、店舗の料理人が品切れ情報を登録した場合でも、該当する料理の注文がキッチン端末に送信されてしまうという事象への対処方法である。当該事象は、どのような場合に発生するか。40 字以内で述べよ。

設問 2 制御装置のタスクについて、(1)～(3)に答えよ。

- (1) サーバ通信タスクとタスク間のメッセージ通信を行うタスクが三つある。表 2 中のタスク名で全て答えよ。
- (2) 表 2 中の

a

 ～

e

 に入れる適切な字句を答えよ。
- (3) 表 2 中の

f

 に入れる適切な内容を 40 字以内で述べよ。

設問 3 機能追加に伴うソフトウェアの変更について、(1)～(3)に答えよ。

料理の搬送を自動で行うために、料理をテーブルまで搬送するロボット（以下、ロボという）を 1 台導入することになった。ロボは、制御装置から搬送の指示を Wi-Fi で受信し、指示されたテーブルまで自律走行できる。また、指定されたテーブルまで移動が完了したこと、料理が取り出されたこと、障害物によって移動を停止したことなどを制御装置に送信する。

ロボによる搬送動作の概要を次に示す。

- ① 店員は、指示端末に表示された配膳開始ボタンを確認して、料理をロボで搬送するのか、店員が配膳するのかを判断する。ロボで搬送する場合は、料理をロボに格納した上で、ロボ搬送ボタンを押す。ここで、ロボ搬送ボタンは、指示端末に新たに追加されたボタンである。ロボ搬送ボタンが押されると、制御装置を介して、テーブルまでの移動の指示がロボに送信される。
- ② ロボは、テーブルまでの移動の指示を受信すると、指定されたテーブルまでの移動を開始する。指定されたテーブルに到達すると、ロボは、制御装置にテーブル到達を送信する。料理受取ボタンがテーブル端末に表示される。
- ③ 利用者がロボから料理を取り出し、テーブル端末の料理受取ボタンを押すと、制御装置を介して、所定の位置まで戻る指示がロボに送信される。

- ④ ロボが料理の搬送中、障害物によって移動が困難になり停止した場合は、店員が代わりに配膳を行う。ロボが停止すると搬送エラーが指示端末に表示され、ロボの搬送キャンセルボタンが有効になる。店員がロボから料理を取り出し、ロボの搬送キャンセルボタンを押すと、ロボは搬送キャンセルを制御装置に送信し、所定の位置まで戻る。また、指示端末には該当する料理の配膳完了ボタンが表示される。店員は配膳完了後、配膳完了ボタンを押す。

制御装置のタスク変更概要を表 3 に示す。ここで、ロボットタスクは、新規に作成するタスクである。

表 3 制御装置のタスク変更概要

タスク名	変更概要
ロボット	・ Wi-Fi でロボと通信を行う。 ・ 指示タスクから搬送指示を受けると、料理がロボに格納されていれば、ロボに搬送指示を送信する。 ・ ロボからテーブル到達を受信すると、該当するテーブルタスクに通知する。 ・ テーブルタスクから料理受取の通知を受けると、所定の位置に戻る指示をロボに送信する。 ・ ロボから搬送エラーを受信すると、指示タスクに通知する。 ・ ロボから搬送キャンセルを受信すると、所定の位置に戻る指示をロボに送信し、指示タスクに搬送のキャンセルを通知する。
テーブル	・ ロボットタスクからテーブル到達の通知を受けると、テーブル端末に送信する。 ・ テーブル端末から料理受取を受信すると、ロボットタスクに通知し、g。
指示	・ 指示端末からロボ搬送を受信すると、ロボットタスクに搬送指示を通知する。ただし、着座人数が 0 人の場合は、1 人以上になるまで待ってから搬送指示を通知する。 ・ ロボットタスクから搬送エラーを受けると、指示端末に搬送エラーを表示する。 ・ ロボットタスクから搬送のキャンセルを受けると、指示端末の搬送エラーを解除し、h。

- (1) 店員がロボ搬送ボタンを押して、ロボによる搬送が開始されるのはどのような条件を満足したときか。35 字以内で述べよ。
- (2) 表 3 中の g に入れる適切な内容を、30 字以内で答えよ。
- (3) 表 3 中の h に入れる適切な内容を、20 字以内で答えよ。

問3 スマート畜産システムに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

C社は、牛の健康状態を管理するスマート畜産システム（以下、畜産システムという）を開発している。畜産システムは、牛の活動状態の判定などを行う首輪デバイス、牛の活動状態を管理する牛舎サーバ、首輪デバイスと牛舎サーバ間の通信を中継するアクセスポイント（以下、APという）などで構成される。牛舎サーバから首輪デバイスごとに付与される個別のID（以下、牛IDという）を基に牛を区別し、管理している。畜産システムは、平坦な地形の牧場への導入を想定している。畜産システムの構成を図1に示す。

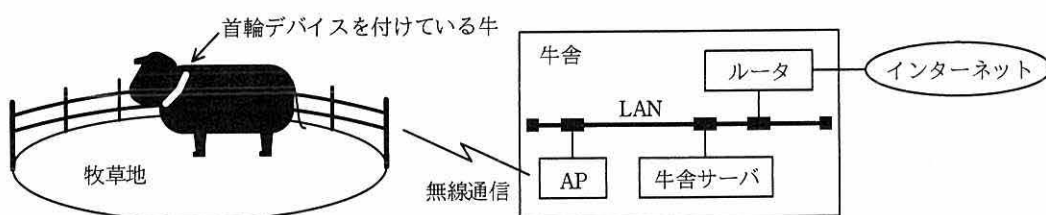


図1 畜産システムの構成

〔畜産システムの概要〕

首輪デバイスは、加速度センサ、気圧センサなどで構成される。各センサから収集したデータを分析して、牛の活動状態を判定する。その結果を判定データとして、AP経由で牛舎サーバに送信する。また、スピーカを搭載しており、音声を再生する。

牛舎サーバは、判定データを集計して牛の健康状態を分析し、牛舎サーバの管理画面に表示するとともに、牛の異常又は首輪デバイスの異常を検知したらインターネットを介して生産者に通知する。また、基準となる気圧を計測する気圧センサを備える。

〔首輪デバイスの概要〕

首輪デバイスの構成を図2に、首輪デバイスの主な構成要素の概要を表1に示す。

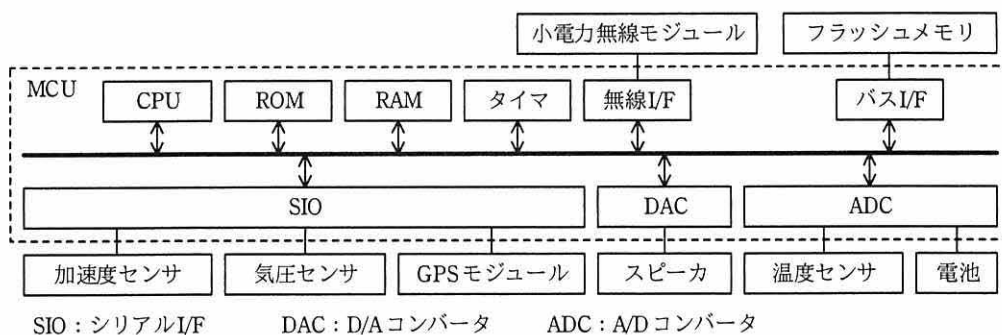


図 2 首輪デバイスの構成

表 1 首輪デバイスの主な構成要素の概要

構成要素名	機能概要
MCU	・ 温度センサの値を読み取る。 ・ 加速度センサの値を読み取る。 ・ 気圧センサの値を読み取り、高さに換算する。 ・ GPS モジュールの位置情報及び現在時刻を読み取る。 ・ 牛の活動状態を判定する。 ・ 判定データと音声データをフラッシュメモリに保存する。 ・ DAC を介して、スピーカから音声を再生する。 ・ タイマからの割込み信号を受信すると、CPU はスリープ状態から起床する。 ・ 無線 I/F を使用して、AP 経由で牛舎サーバと通信を行う。
小電力無線モジュール	・ 判定データを牛舎サーバに送信する。 ・ 牛舎サーバから受信した指示を MCU に通知する。
温度センサ	・ 牛の体温を計測し、ADC に出力する。
加速度センサ	・ 3 軸の加速度を計測し、シリアルデータとして MCU の SIO に送信する。
気圧センサ	・ 気圧を計測し、シリアルデータとして MCU の SIO に送信する。
GPS モジュール	・ 屋外では、位置情報、現在時刻を計測し、シリアルデータとして MCU の SIO に送信する。 ・ GPS 衛星から電波を受信したときに割込み信号を生成する。
電池	・ 二次電池であり、首輪デバイスに電源を供給する。

〔牛の活動状態の判定〕

加速度センサ、気圧センサの情報を利用して、牛の活動状態を判定する。牛の活動状態と牛の動きを表 2 に示す。

表 2 牛の活動状態と牛の動き

牛の活動状態	牛の行動	首の状態
横臥 おうが	伏せていて、腹ばいである。	首が低い位置にあり、静止している。
横臥反芻 はんそう	伏せていて、腹ばいである。食べた物を口に戻して咀嚼 そしゃく している（以下、この動作を反芻という）。	首が低い位置にある。あごを左右に繰返し動かすことから、首が左右に小さく振動する。
起立	立っている。首を下げていない。歩いていない。	首が高い位置にあり、静止している。
起立反芻	立っている。首を下げていない。歩いていないが、反芻の動作を行っている。	首が高い位置にある。あごを左右に繰返し動かすことから、首が左右に小さく振動する。
歩行	立っている。首を下げていない。歩いている。	首が高い位置にある。体全体を動かすことから、首が前後左右上下に大きく振動する。
採食	立っているが、首を下げている。歩いていない。	首が低い位置にあり、前方に傾いている。地面の牧草を、円を描くように舌で絡めとって食べることから、首が前後左右に振動する。

首輪デバイスの位置が低くなると気圧が高くなり、首輪デバイスの位置が高くなると気圧が低くなる。気圧センサは、首輪デバイスの高さを 10 センチメートルの分解能で測定できる。加速度センサは、牛の前後方向、左右方向、上下方向の加速度を検出できる。首輪デバイスの取付け位置と加速度センサの軸方向を図 3 に示す。

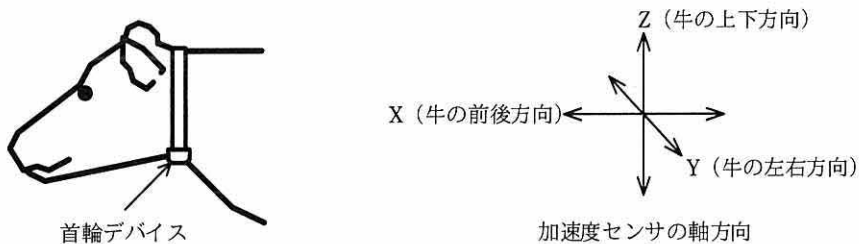


図 3 首輪デバイスの取付け位置と加速度センサの軸方向

〔首輪デバイスと牛舎サーバの通信仕様〕

- ・通信には、920 MHz 帯の LPWA（Low Power Wide Area）を使用しており、システム全体で 1 チャネルを共有する半二重通信が可能である。実効伝送速度は、5,000 ビット／秒であり、通信可能距離は、最大 3,000 メートルである。
- ・牛舎サーバと首輪デバイス間の通信には、ポーリング方式を用いる。
- ・牛舎サーバと首輪デバイスの通信周期は、3 分である。

- ・牛舎サーバは、首輪デバイスごとに牛 ID を付与する。
- ・牛舎サーバは、首輪デバイスに対して牛 ID 順に送信要求メッセージ（以下、送信要求という）を送信する。送信要求には、牛 ID のほか、牛舎サーバから首輪デバイスに対する指示及び現在時刻が含まれる。
- ・首輪デバイスは、後述の“送受信モード”のときに送信要求を受信すると、判定データを牛舎サーバに送信する。

首輪デバイスの判定データの伝送フォーマットを表 3 に示す。

表 3 首輪デバイスの判定データの伝送フォーマット

単位 バイト

計測項目	ヘッダ	牛 ID	平均体温	牛の活動状態	位置	電池残量	時刻データ
1 送信分のデータ量	4	2	2	1	58	2	6

〔首輪デバイスの動作〕

首輪デバイスの動作モードと首輪デバイスの動作の関係を表 4 に示す。

表 4 首輪デバイスの動作モードと首輪デバイスの動作の関係

動作モード	CPU	無線 I/F	CPU クロック	GPS モジュール	割込み要求元	消費電力 (ミリ W)
計測判定モード	動作	OFF	供給	ON	タイマ, ADC, SIO	90
送受信モード	動作	ON	供給	ON	タイマ, 無線 I/F	120
スリープモード	停止	OFF	停止	ON	タイマ	30

- ・3 分間隔でスリープモードから起床して、計測判定モードに移行する。各センサから収集したデータをサンプリングし、分析して牛の活動状態を判定する。牛の活動状態を判定後、ヘッダを除く表 3 の判定データをフラッシュメモリに保存する。計測判定モードの処理時間は 30 秒間で、その後送受信モードに移行する。
- ・送受信モードに移行後、送信要求を受信したら送信処理を実行し、次のサンプリングのための起床タイミングをタイマに設定する。送受信モードの処理時間は 1.5 秒間で、その後スリープモードに移行するものとする。

設問 1 牛の活動状態の判定について、(1)、(2)に答えよ。

ある牛の活動状態の判定における各センサ値の変化を図 4 に示す。

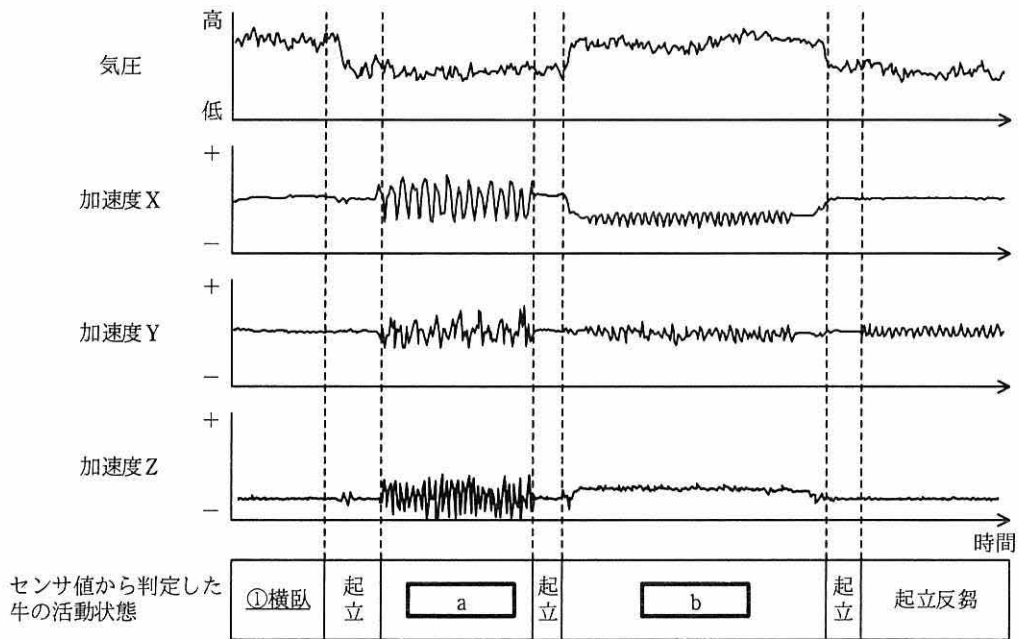


図 4 ある牛の活動状態の判定における各センサ値の変化

(1) 図 4 中の下線①で牛の活動状態を“横臥”と判定した理由を 30 字以内で述べよ。

(2) 図 4 中の a , b に入れる適切な字句を、表 2 中の字句で答えよ。

設問 2 首輪デバイスのシステム仕様と省電力仕様について、(1)～(3)に答えよ。

(1) スリープモードからの起床タイミングについて、首輪デバイスは GPS 割込みではなくタイマ割込みを使用することにした。その理由を、動作環境の観点から 30 字以内で述べよ。ここで、消費電力削減は除くものとする。

(2) 各首輪デバイスからの判定データが更新されていることを、牛舎サーバが判定したい。更新の有無の判定方法を 25 字以内で答えよ。

(3) 首輪デバイスの通信時間と省電力仕様について、(a)、(b)に答えよ。

(a) 首輪デバイスは判定データを 3 分間隔で牛舎サーバへ送信する。このとき、送信に掛かる時間は何秒か。答えは小数第 3 位を四捨五入して、小数

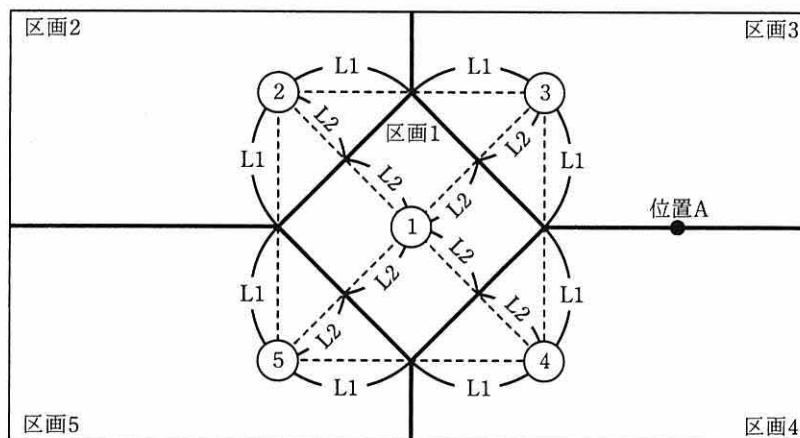
第2位まで求めよ。ここで、通信は正常に行われるものとする。

- (b) 首輪デバイスの1日当たりの消費電力量は何ミリWhか。答えは小数第1位を四捨五入して、整数で求めよ。

設問3 畜産システムの改良について、(1)～(3)に答えよ。

牛が食べた牧草の再生を管理するため、放牧エリアを区画1～5に区分けした。あらかじめ全ての牛は、あるメロディ（以下、誘導メロディという）を聞かせることで区画1に戻るよう教育してある。牧草を再生中のエリアに進出した牛に対しては、首輪デバイスのスピーカによって、誘導メロディを聞かせることにした。

首輪デバイスの消費電力削減のため、GPSの代わりに、小電力無線の受信信号強度（以下、RSSIという）を使用した測位方式を用いる。各区画にビーコンを設置し、首輪デバイスには無指向性のアンテナを追加して、アンテナで受信した各ビーコンのRSSIの値によって、牛の位置を判定する。各区画の境界線は、隣接する二つのビーコン間の中央を通る等距離にある線である。ビーコンの配置と区画を図5に示す。



注記1 丸付き数字は、ビーコンの番号を示しており、それぞれビーコン1～5である。

注記2 L1, L2 は、距離を示しており、同じであれば等距離であることを示す。

図5 ビーコンの配置と区画

- (1) RSSI の値は、距離が離れるほど減少する特性がある。牛の位置と RSSI の値について、(a)～(c)に答えよ。

あるタイミングで測定した、各牛 ID に対する各ビーコンの RSSI の値を表 5 に示す。

表 5 各牛 ID に対する各ビーコンの RSSI の値

単位 dBm

牛 ID	ビーコン 1	ビーコン 2	ビーコン 3	ビーコン 4	ビーコン 5
1	-76.2	-53.4	-79.4	-82.8	-79.1
2	-72.6	-79.3	-79.2	-74.3	-74.4
3	-75.4	-72.3	-80.9	-81.2	-75.5

- (a) 図 5 のビーコン 1 から最も離れている牛の牛 ID の番号を、表 5 中の牛 ID で答えよ。
- (b) 図 5 の位置 A に牛がいるとき、RSSI はどのような値であるか。ビーコン 1、ビーコン 3、ビーコン 4 を用いて、30 字以内で述べよ。
- (c) 表 5 の各牛 ID の首輪デバイスが取り付けられている牛のいる区画を、図 5 中の区画 1～5 から選び、それぞれ区画の数字で答えよ。
- (2) 誘導メロディの再生指示を牛舎サーバ側で行う場合は、牛が牧草を再生中のエリアに進入しても、すぐに誘導メロディを再生できないときがある。その理由を 15 字以内で答えよ。
- (3) GPS から RSSI を使用した測位方式に変更した場合、GPS から現在時刻を取得することができなくなる。対策として、首輪デバイスに時計モジュールを追加し、時刻データを得ることにした。この処理に関連して、更に必要となるソフトウェアの機能を、30 字以内で述べよ。

〔 メ モ 用 紙 〕

[メ モ 用 紙]

〔メモ用紙〕

6. 退室可能時間中に退室する場合は、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，マスク
- 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，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。