

令和 2 年度
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 日本円紙幣整理機に関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

A 社は、金種が混在した日本円紙幣（以下、バラ紙幣という）を、操作者が指定した金種（以下、指定金種という）ごとに 100 枚の束にする日本円紙幣整理機（以下、整理機という）を開発している。整理機の概観を図 1 に、整理機のシステム構成を図 2 に示す。

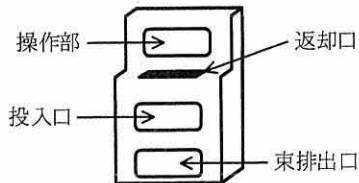


図 1 整理機の概観

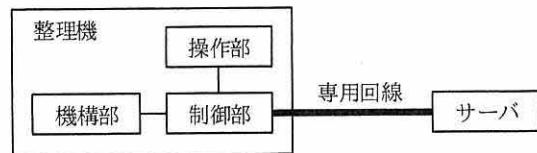


図 2 整理機のシステム構成

〔整理機の動作概要〕

操作者は、バラ紙幣を投入口に入れ、束にしたい金種を 1 種類だけ操作部で指定して、開始ボタンを押す。整理機は、投入口のバラ紙幣を 1 枚ずつ取り込み、紙幣整理を行う。紙幣整理では、金種を鑑別し、鑑別結果が指定金種であれば、紙幣の裏表と向きをそろえて束の生成を行い、鑑別結果が指定金種でなければ、紙幣を返却口に排出する。束の生成では、指定金種の紙幣が 100 枚たまると共に、帯状の紙を巻き付けて束にし、サーバから指示された管理番号をその帯状の紙に印字して、束排出口に排出する。

整理機は、投入口のバラ紙幣が全て取り込まれるか、紙幣整理の動作中に操作部の停止ボタンが押されると、投入口からのバラ紙幣の取込みを中止し、整理機内の全ての紙幣について紙幣整理を行った後、動作を停止する。動作の停止後、整理機内に残っている 100 枚に満たない紙幣は、手動で取り出すことができる。また、整理機内で紙幣が詰まった場合は、直ちに動作を停止し、紙幣詰まりの発生を操作部に表示する。操作部に表示後、整理機内に詰まっている紙幣は、手動で取り出すことができる。

〔整理機の機能概要〕

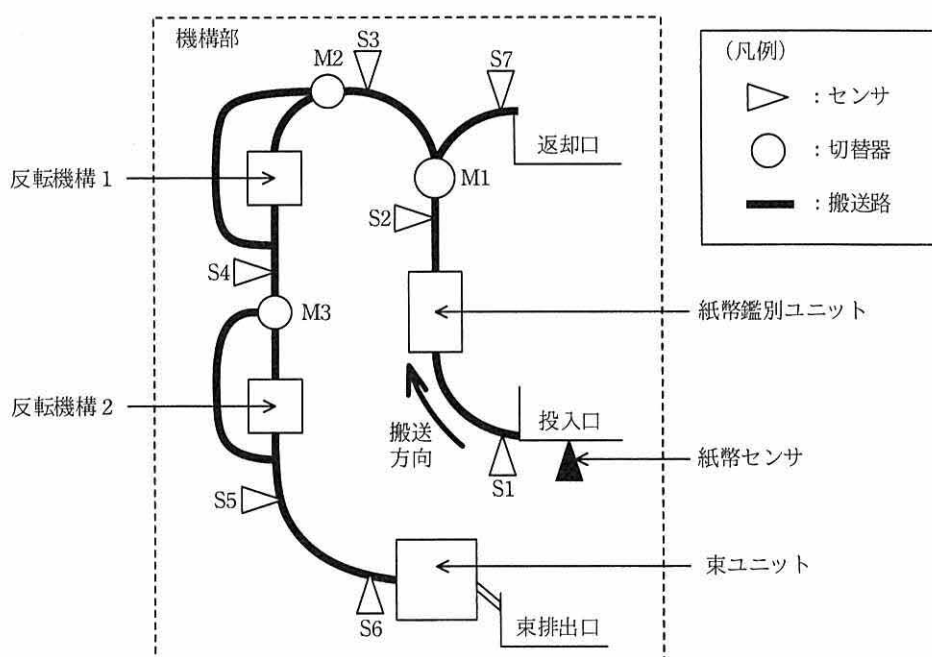
整理機のシステム構成要素の機能概要を表 1 に示す。

表 1 整理機のシステム構成要素の機能概要

構成要素名	機能概要
制御部	・機構部を制御する。 ・サーバとの通信を行う。
機構部	・指定金種の紙幣の裏表と向きをそろえた 100 枚の紙幣に、帯状の紙を巻き付けて束にする。 ・サーバから指示された管理番号を帯状の紙に印字する。 ・鑑別結果が指定金種でない紙幣を返却口に排出する。
操作部	・束にする金種の指定、開始ボタンによる動作開始、及び停止ボタンによる動作停止の指示を制御部に送信する。 ・制御部からの表示データを表示する。
サーバ	・帯状の紙に印字する管理番号を管理する。

〔機構部の構造〕

機構部は、紙幣鑑別ユニットと束ユニットを内蔵している。機構部の構造を図 3 に、機構部の構成要素の機能概要を表 2 に示す。



注記 1 紙幣が S3 を通過してから S4 に到着するまでに掛かる時間は、紙幣が反転機構 1 を通過した場合と通過しなかった場合で同じである。紙幣が S4 を通過してから S5 に到着するまでに掛かる時間は、紙幣が反転機構 2 を通過した場合と通過しなかった場合で同じである。

注記 2 搬送路の紙幣は、一定の速度で搬送され、紙幣整理が行われる。

注記 3 投入口と S1、及び S6 と束ユニットの距離は非常に短く、紙幣詰まりは発生しない。

図 3 機構部の構造

表 2 機構部の構成要素の機能概要

構成要素名	機能概要
投入口	・ モータを内蔵し、入れられたバラ紙幣を 1 枚ずつ送り出す。
返却口	・ 鑑別結果が指定金種でない紙幣をためる。
搬送路	・ モータを内蔵し、紙幣を搬送する。
紙幣鑑別ユニット	・ どの金種を鑑別するかを、制御部から受信する。 ・ 金種、紙幣の裏表と向きを鑑別し、鑑別結果を制御部に送信する。 ・ 日本円の紙幣鑑別用データを保持しており、そのデータを基に鑑別する。 なお、新たに紙幣鑑別用データを取得すると、取得したデータを基に鑑別する。
反転機構 1, 2	・ 図 4 に示すように、紙幣を反転する。
束ユニット	・ 搬送路からの紙幣を一時的に保管する集積部を二つ備える。 ・ 一つの集積部に紙幣が 100 枚たまると、帯状の紙を巻き付けて束にする。次に、制御部に管理番号の取得依頼を送信して、制御部経由でサーバから管理番号を取得する。取得した管理番号を帯状の紙に印字して、束を束排出口に排出する。 ・ 動作の停止後、集積部に残っている紙幣は、手動で取り出すことができる。
束排出口	・ 紙幣 100 枚の束が排出される。
センサ S1～S7	・ 紙幣を検出している間は 1 を、紙幣を検出なくなると 0 を出力する。
切替器 M1～M3	・ 2 方向に分岐した搬送路の搬送する方向を切り替える。 - M1 を動作させると、紙幣が返却口方向に搬送される。 - M2 を動作させると、紙幣が反転機構 1 方向に搬送される。 - M3 を動作させると、紙幣が反転機構 2 方向に搬送される。
紙幣センサ	・ 投入口に紙幣がある間は 1 を、紙幣が全てなくなると 0 を出力する。

反転機構 1 及び 2 の動作の様子を図 4 に示す。

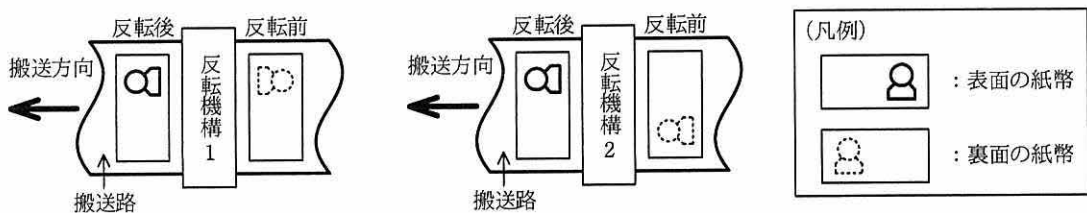
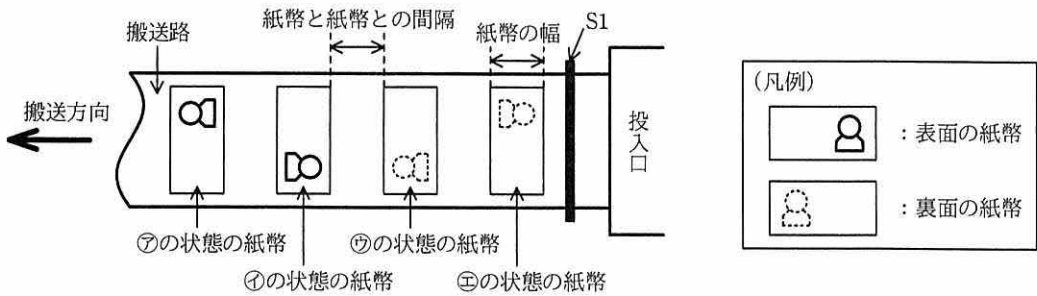


図 4 反転機構 1 及び 2 の動作の様子

〔搬送路を流れる紙幣の様子〕

S1 通過直後の搬送路を流れる紙幣の様子を図 5 に示す。S1 通過直後の搬送路を流れる紙幣と紙幣との間隔は、紙幣 1 枚分である。



注記 日本円の紙幣は、全ての金種で紙幣の幅が同じである。

図5 S1 通過直後の搬送路を流れる紙幣の様子

〔機構部の動作概要〕

操作者がバラ紙幣を投入口に入れ、束にしたい金種を 1 種類だけ操作部で指定して、開始ボタンを押すと、機構部は直ちに①～⑧の動作を行う。

- ① 搬送路のモータを駆動させる。次に、投入口のモータを駆動させて、投入口のバラ紙幣を 1 枚ずつ、紙幣の搬送方向を図 5 のようにして搬送路に送り出す。
- ② 紙幣鑑別ユニットで搬送路を流れる紙幣を鑑別する。
- ③ 鑑別結果が指定金種でない紙幣を返却口に排出する。
- ④ 反転機構 1 及び 2 によって、紙幣の裏表、向きをそろえる。
- ⑤ 紙幣が束ユニットに 100 枚たまると、帯状の紙を巻き付けて束にする。
- ⑥ サーバから取得した管理番号を帯状の紙に印字して、束を束排出口に排出する。
- ⑦ 投入口のバラ紙幣が全て取り込まれると、投入口のモータを停止する。
- ⑧ 紙幣が搬送路からなくなると、搬送路のモータを停止する。

なお、①～⑧の動作中に操作者が操作部の停止ボタンを押すと、投入口のモータを停止し、搬送路にある全ての紙幣について紙幣整理を行った後、機構部の動作を停止する。

〔制御部のソフトウェア構成〕

制御部では、リアルタイム OS を使用する。制御部の主なタスクの処理概要を表 3 に示す。

表 3 制御部の主なタスクの処理概要

タスク名	処理概要
メイン	・ 開始ボタンによる動作開始の指示を操作部から受信すると、どの金種を鑑別するかを紙幣鑑別ユニットに送信した後、搬送路のモータと投入口のモータを駆動する。 ・ センサタスクから通知を受けるごとに、紙幣タスクを生成して起動する。 ・ 紙幣タスクから、搬送完了通知又は返却完了通知を受けると、適切な処理を行う。 ・ a から通知を受けると、サーバに管理番号の問合せを行い、取得した管理番号を a に通知する。 ・ 停止ボタンによる動作停止の指示を操作部から受信すると、投入口のモータを停止する。 ・ 紙幣タスクから、紙幣詰まりの通知を受けると、b と c を d , 紙幣詰まりの発生の表示指示を操作部に送信する。
紙幣	・ 起動したら、次の動作を行う。 ① S2 による紙幣検出をセンサタスクに依頼する。 ② 紙幣の鑑別依頼を紙幣鑑別タスクに通知する。 ③ 紙幣鑑別タスクから紙幣の鑑別結果を受ける。 ④ センサタスクから S2 による検出通知を受けると、必要に応じて M1 を動作させる。 - M1 を動作させた場合は、S7 による紙幣検出をセンサタスクに依頼する。センサタスクから S7 による検出通知を受けると、返却完了通知をメインタスクに通知した後、自タスクを削除する。 - M1 を動作させない場合は、S3 による紙幣検出をセンサタスクに依頼する。 ⑤ センサタスクから S3 による検出通知を受けると、S4 による紙幣検出をセンサタスクに依頼し、必要に応じて M2 を動作させる。 ⑥ センサタスクから S4 による検出通知を受けると、S5 による紙幣検出をセンサタスクに依頼し、必要に応じて M3 を動作させる。 ⑦ センサタスクから S5 による検出通知を受けると、S6 による紙幣検出をセンサタスクに依頼する。 ⑧ センサタスクから S6 による検出通知を受けると、搬送完了通知をメインタスクに通知後、自タスクを削除する。 ・ 紙幣検出をセンサタスクに依頼する場合は、該当するセンサが紙幣を検出するまでの時間よりも少しだけ長い時間¹⁾を計測時間として、タイマタスクに通知する。 ・ タイマタスクから通知を受ける前に、センサタスクから通知を受けた場合は、時間計測の中止をタイマタスクに通知する。 ・ タイマタスクから通知を受けると、紙幣詰まりの通知をメインタスクに通知後、自タスクを削除する。
紙幣鑑別	・ 紙幣の鑑別依頼を受けると、紙幣の鑑別結果を依頼元のタスクに通知する。
センサ	・ S1 が紙幣を検出すると、メインタスクに通知する。 ・ S2～S7 が紙幣を検出すると、該当するセンサによる検出通知を依頼元のタスクに通知する。
タイマ	・ 紙幣タスクから通知を受けると、時間計測を開始する。 ・ 指定された計測時間が経過すると、依頼元のタスクに通知する。 ・ 時間計測の中止の通知を受けると、依頼元のタスクから指定された時間の計測を中止する。
束	・ 束ユニットから e を受信すると、メインタスクに通知する。 ・ メインタスクから通知を受けると、その通知内容を束ユニットに送信する。

注¹⁾ 搬送路の紙幣が搬送される速度（以下、搬送速度という）と該当するセンサまでの距離に依存する。

設問 1 整理機のシステムについて、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 制御部が機構部の各ユニットから受信した情報のうち、M2 及び M3 の制御に必要な情報を、全て答えよ。
- (2) S6 を通過する紙幣の裏表と向きを図 5 中の㊦の状態にそろえたい。M2 を動作させるのは、紙幣の状態が図 5 中の㊦～㊥のどの状態のときか。全て答えよ。
- (3) 指定金種の紙幣だけを投入口に 1,000 枚入れて開始ボタンを押す。1 分後に 100 枚の束が最大で何束できるか。整数で答えよ。ここで、1 枚の紙幣に対して S1 が 1 を出力する時間は 38 ミリ秒であり、束の生成に掛かる時間及び S1 の幅は無視できるものとする。また、開始ボタンが押されたとき、紙幣が束ユニットに保管されていないものとする。

設問 2 制御部のソフトウェアについて、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 表 3 中の a ～ e に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 停止ボタンが押された場合のメインタスクの動作に関して、次の記述中の f ～ h に入れる適切な字句を答えよ。

停止ボタンが押された場合に、紙幣タスクの生成・削除、及び紙幣タスクの動作から導き出される次の式が満たされたとき、メインタスクは、紙幣が搬送路からなくなったと判断して、搬送路のモータを停止する。

$$\text{f 数} - (\text{g 数} + \text{h 数}) = 0$$

設問 3 整理機の機能変更について、(1)、(2)に答えよ。

日本円の紙幣だけでなく、紙幣の幅が異なる、様々な通貨の紙幣に対応できるように、整理機の機能を変更したいので、次のような機能変更を検討する。

- ・複数の通貨を同時に処理しない。
- ・操作部で、通貨及び金種を指定する。
- ・S1 通過直後の搬送路を流れる紙幣と紙幣との間隔は、処理する紙幣のうち、最も幅が広い紙幣 1 枚分とする。
- ・サーバは、様々な通貨に対応するための必要な情報を保存している。
- ・制御部は、必要とする通貨に関連する情報をサーバから取得する。

- ・制御部は、指定された通貨及び金種の紙幣鑑別用データを紙幣鑑別ユニットに送信する。
- ・制御部は、紙幣鑑別ユニット、反転機構 1 及び 2 が正常に動作するように、搬送路のモータと投入口のモータの回転数を設定して、紙幣と紙幣との間隔、及び搬送速度を調整する。
- ・束ユニットは、紙幣の幅及び厚さを検出して、帯状の紙を巻き付けることができる。

変更するタスクは、メインタスク及び紙幣タスクだけとした。タスクの変更概要を表 4 に示す。

表 4 タスクの変更概要

タスク名	変更概要
メイン	・通貨の変更指示を操作部から受信すると、その通貨に関連する情報をサーバから取得する。 ・開始ボタンによる動作開始の指示を操作部から受信すると、モータの駆動前に、i。 - 次に、搬送路のモータと投入口のモータの回転数を指定して、モータを駆動する。 ・センサタスクから通知を受けるごとに、必要な情報をパラメタとして設定して紙幣タスクを生成し、起動する。
紙幣	・j をタイマタスクに通知する。

- (1) 表 4 中の i に入れる適切な処理内容を、40 字以内で述べよ。
- (2) 表 4 中の j に入れる適切な処理内容を、50 字以内で述べよ。

問2 所有者を追尾するスーツケースに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

B社は、空港構内において、所有者の腕に装着した専用のブレスレット（以下、ブレスレットという）を追尾するスーツケース（以下、スーツケースという）を開発している。スーツケースは、ブレスレットの位置を計測するユニット（以下、測位ユニットという）を用いて、スーツケースから見たブレスレットの位置を特定し、追尾する。その際、カメラ及び各種センサを搭載したユニット（以下、物体識別ユニットという）を用いて、進行方向にある物体とその動きを識別することによって、追尾中の衝突を回避する。また、所有者のスマートフォン（以下、スマホという）と連携した機能も実行できる。

スーツケースの外観を図1に示す。

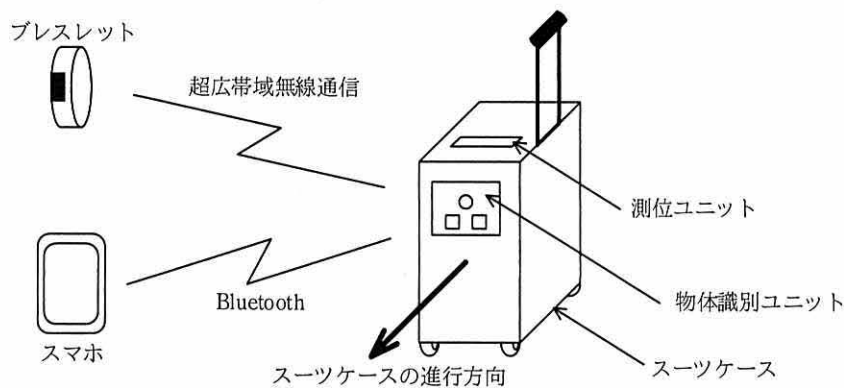


図1 スーツケースの外観

〔スーツケースのシステム構成〕

スーツケースのシステム構成を図2に、スーツケースの主なシステム構成要素の機能概要を表1に示す。

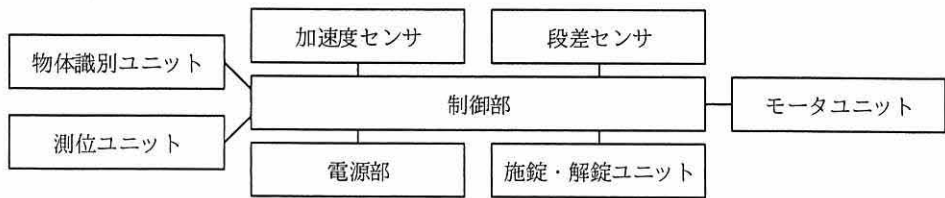


図2 スーツケースのシステム構成

表 1 スーツケースの主なシステム構成要素の機能概要

構成要素名	機能概要
制御部	・ MPU, RAM, フラッシュメモリ, リアルタイムクロック, Bluetooth モジュールなどを搭載し、ペアリングしたスマホと通信しながら、スーツケース全体を制御する。
測位ユニット	・ 超広帯域無線通信を利用して、スーツケースから見たプレスレットの方向と距離を計測する。計測可能な距離は 15 メートルであり、それ以上離れると計測は失敗する。 ・ 1 秒ごとに計測を行い、計測が失敗した場合は計測失敗を、計測が成功した場合は計測成功、プレスレットの方向と距離を、測位情報として制御部に出力する。
物体識別ユニット	・ カメラ及び各種センサを搭載し、スーツケースの進行方向に対して、水平方向 100 度、垂直方向 50 度、距離 5 メートルまでの範囲に存在する物体との距離を計測する。 ・ 計測した距離から物体を識別し、その物体の大きさ、スーツケースからの距離及び識別した物体の動きの予測（以下、物体識別情報という）を 1 秒ごとに制御部に出力する。
加速度センサ	・ 制御部からの指示でスーツケースの加速度を 3 軸で計測し、出力する。
段差センサ	・ 制御部からの指示で、スーツケースの進行方向に対して、水平方向 100 度、距離 1.5 メートルまでの範囲で、走行できない段差（以下、段差という）の有無を検出して出力する。段差ありを検出した場合は、段差までの方向と距離を出力する。
モータユニット	・ 進行方向決定用のモータ、走行用のモータなどを搭載する。 ・ 制御部から指示された 0.25 秒間を単位とする方向及び速度の情報に従い、各モータを駆動する。 ・ 制御部から走行停止を指示されたら、直ちに各モータを停止する。
施錠・解錠ユニット	・ 制御部からの指示でスーツケースの施錠・解錠を行う。また、制御部から施錠・解錠の状態を読み出すことができる。
電源部	・ 充電可能な二次電池、電源ボタンなどで構成される。 ・ 電源ボタンを押すと、制御部に電力を供給する。また、電力が制御部に供給された状態で電源ボタンを押すと、電源ボタンが押されたことを制御部に通知する。 ・ 制御部からの指示で、制御部以外の各構成要素への電力供給を開始又は停止する。 ・ 制御部からの指示で、制御部自身への電力供給を停止する。 ・ 制御部から電池残量の読出しなどを行うことができる。

〔制御部の動作概要〕

制御部は、電力が供給されると、他の構成要素に電力を供給して、プレスレットとの超広帯域無線通信が可能になったら、追尾を開始する（以下、追尾モードという）。追尾モードで電源ボタンが押されたことが制御部に通知されたら、スーツケースの走行を停止した後、制御部を含む各構成要素への電力供給を停止する（以下、電源 OFF モードという）。電源 OFF モードでは、一般のスーツケースのように、所有者がハンドキャリーしたり、荷物として飛行機に積み込んだりすることができる。

〔スマホとの連携機能〕

スマホとの連携機能を表 2 に示す。

表 2 スマホとの連携機能

スマホの機能	機能詳細
スーツケースの制御	・スーツケースを施錠・解錠する。 ・スーツケースを電源 OFF モードに移行する。
スーツケースの情報表示	・スーツケースから送られた測位情報から、スーツケースまでの距離を表示する。 ・スーツケースから送られた各種メッセージを表示する。 ・電池残量などのスーツケースの情報を読み出す。

〔制御部の追尾処理の概要〕

- ・プレスレットを追尾するための情報を次の手順で生成する。
 - 測位ユニットから通知される測位情報を受ける。計測に成功していたら、目標位置として記憶する。
 - 物体識別ユニットから通知される物体識別情報を受ける。
 - 目標位置までの距離が 1 メートル以上の場合、目標位置及び物体識別情報を使って、目標位置に向けて走行するための走行プランを生成する。目標位置までの距離が 1 メートル未満の場合、走行プランの生成は行わない。ここで、走行プランとは、0.25 秒間にスーツケースが走行する方向及び速度を一つのレコードとし、このレコードを並べて、一つのテーブルにまとめたものである。
- ・走行プランに従って、モータユニットを制御しながら走行する。走行プランが新たに生成されたら、新たに生成された走行プランに従って走行する。走行時の最高速度は 5.4 キロメートル／時である。
- ・段差を検出し、0.5 秒以内にスーツケースがその段差に至ると判断した場合、走行を停止する。目標位置が変化することなどによって、0.5 秒以内に段差に至らないと判断できれば、走行を再開する。
- ・物体との衝突などによる異常な加速度を検出したら、スーツケースを施錠し、衝撃検知メッセージをスマホに送信した後、電源 OFF モードに移行する。

〔制御部のソフトウェア構成〕

制御部では、リアルタイム OS を使用する。制御部の主なタスク構成を図 3 に、制御部の主なタスクの処理概要を表 3 に示す。



注記 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。

図3 制御部の主なタスク構成

表3 制御部の主なタスクの処理概要

タスク名	処理概要	Pr ¹⁾
メイン	・起動したら、他の構成要素へ電力供給を開始し、走行プランタスクに追尾モードを通知する。 ・スマホとの連携機能を実行する。 ・電源ボタンが押されたら、次の電源 OFF 処理を行う。 - 走行プランタスクに電源 OFF モードを通知する。 - スーツケースが走行を停止するまでの時間を待った後、各構成要素への電力供給を停止する。 ・加速度異常の通知を受けると、施錠後、衝撃検知メッセージをスマホに送信し、電源 OFF 処理を行う。	4
走行プラン	・追尾モードの通知を受けると、段差検出タスクに検出開始を通知する。 ・測位ユニットからの測位情報を入力し、計測が成功していたら、目標位置として記憶する。さらに、①入力した測位情報をメインタスクに通知する。 ・物体識別ユニットからの物体識別情報を入力したら、必要に応じて、目標位置に向けて走行するための走行プランを新たに生成し、走行制御タスクに通知する。 なお、②物体識別情報を入力してから、走行プランを生成して走行制御タスクに通知するまでに、物体識別情報の内容に依存して 0.2～0.6 秒掛かる。 ・電源 OFF モードの通知を受けると、走行制御タスクに停止指示及び段差検出タスクに検出停止を通知する。	3
走行制御	・走行プランの通知を受けると、新しい走行プランに更新する。 ・0.25 秒ごとに走行プランに従って、モータユニットに方向及び速度を順次指示する。走行プランで指示された全ての走行の制御が完了した状態で、新たに走行プランの通知を受けなければ、モータユニットに走行停止を指示する。 ・段差ありの通知を受け、走行プラン上で 0.5 秒以内にその段差に至ると判断した場合、モータユニットに走行停止を指示する。その後、段差なしの通知を受けるか、又は 0.5 秒以内に段差に至らないと判断できる走行プランの通知を受けると、走行を再開する。 ・停止指示の通知を受けると、モータユニットに走行停止を指示する。	2
段差検出	・検出開始の通知を受けると、検出停止の通知を受けるまでの間、0.1 秒ごとに段差センサの値を確認し、段差の有無の変化点で段差あり又は段差なしを走行制御タスクに通知する。	1
加速度検出	・0.1 秒ごとに加速度センサで計測した値を解析して、異常な加速度を検出したら、メインタスクに加速度異常を通知する。	2
Bluetooth	・ペアリングしたスマホとの通信を行う。	3

注¹⁾ Prはタスクの優先度を示し、値が小さいほど高い。

設問 1 制御部の仕様について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 追尾モード中のスーツケースが電源 OFF モードに移行する契機を、電源ボタンが押される、二次電池の残量がなくなる以外に二つ答えよ。
- (2) 追尾モード中に測位情報の計測が失敗し続けた場合のスーツケースの動作を、40 字以内で述べよ。この間、段差ありを検出したり、異常な加速度を検出したりすることはないものとする。

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 3 中の下線①について、測位情報の通知を受けたメインタスクが行うべき処理を、20 字以内で述べよ。
- (2) 表 3 中の下線②の内容と、走行制御タスクが段差ありの通知を受けたときに走行プラン上で判断すべき内容とを考慮して、走行プランタスクが走行制御タスクに通知する走行プランに必要なレコード数の最小値を答えよ。
- (3) スーツケースが検出可能な範囲に段差が現れてから、スーツケースが停止するまでに走行する距離は最大何センチメートルか。答えは小数第 1 位を切り上げて、整数で求めよ。ここで、走行制御タスクが段差による停止を判断するまでに最大 0.18 秒掛かるものとする。また、モータユニットに走行停止を指示してから、スーツケースが停止するまでに最大 15 センチメートル走行するものとする。
- (4) 設計の初期段階では、段差検出タスクからの段差あり・段差なしを走行プランタスクに通知し、走行プランタスクが段差による停止を判断する処理にしていた。しかし、表 3 中の下線②の間に段差ありの通知を受けると不具合が発生する可能性を指摘された。どのような不具合か。25 字以内で述べよ。

設問 3 制御部の機能追加について、(1)～(3)に答えよ。

スーツケースをハンドキャリーしている間の盗難対策として、ハンドキャリーモードを新たに追加した。

- ・ハンドキャリーモードでは、スーツケースがブレスレットから 2 メートル以上離れたら、スマホに盗難注意メッセージを送信する。また、ブレスレットから 2 メートル以上離れた状態で、スーツケースが静止しているときの加速度よりも強い加速度を検出したら、施錠して、スマホに盗難警告メッセージを送信する。

- ・電源 OFF モードから電源ボタンを押すごとに、ハンドキャリーモード→追尾モード→電源 OFF モードの順にモードが遷移する。
- ・スマホを使用して、電源 OFF モード以外のモードから任意のモードに遷移できる。

制御部のタスクの変更概要を表 4 に示す。

表 4 制御部のタスクの変更概要

タスク名	変更概要
メイン	・モードが変更されたら、走行プランタスク及び加速度検出タスクにモードを通知する。 ・ハンドキャリーモードで a の通知を受けると、必要に応じて、スマホに盗難注意メッセージを送信する。 ・ハンドキャリーモードで b の通知を受けると、必要に応じて、施錠後、スマホに盗難警告メッセージを送信する。
走行プラン	・ハンドキャリーモードの通知を受けると、走行制御タスクに停止指示及び段差検出タスクに検出停止を通知する。また、ハンドキャリーモード時は走行プランの生成を行わない。
加速度検出	・ハンドキャリーモード時は加速度センサを監視し、スーツケースが静止しているときの加速度よりも強い加速度を検出したら、メインタスクに加速度異常を通知する。

- (1) ハンドキャリーモードにおいて、電力を供給しなければならない最低限の構成要素を、表 1 中の構成要素名で全て答えよ。ここで、制御部及び電源部は除くものとする。
- (2) 表 4 中の , に入れる適切なタスク間メッセージを答えよ。
- (3) 所有者がスーツケースをハンドキャリーしているときに、加速度異常がメインタスクに高頻度で通知されてしまう問題が指摘された。このため、メインタスクから加速度検出タスクへの計測開始の通知及び計測停止の通知を追加し、加速度検出タスクは計測開始の通知を受けてから、計測停止の通知を受けるまでの間だけ加速度センサを監視する設計に変更した。メインタスクが加速度検出タスクに計測開始を通知する条件を、40 字以内で述べよ。

問3 アミューズメント施設で使用する、IoT を利用した遊具の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、アミューズメント施設で使用する、IoT を利用した遊具のシステム（以下、遊具システムという）を開発することになった。遊具システムは、遊具用の乗り物（以下、乗り物という）を利用する幼児から小学校低学年までの子供（以下、利用者という）及び利用者の家族を対象としている。

〔遊具システムの概要〕

遊具システムの概要を図 1 に示す。乗り物を利用するエリア（以下、フィールドという）で使用する最大 20 台の乗り物、管理サーバ、管理サーバと乗り物間の通信を制御する無線制御部、管理サーバがフィールドを制御するためのフィールド制御部、乗り物が走行している様子を表示する大型スクリーンの表示部及びルータで構成される。管理サーバは、ルータを介してインターネット経由で利用者の家族のスマートフォン（以下、スマホという）と通信する。

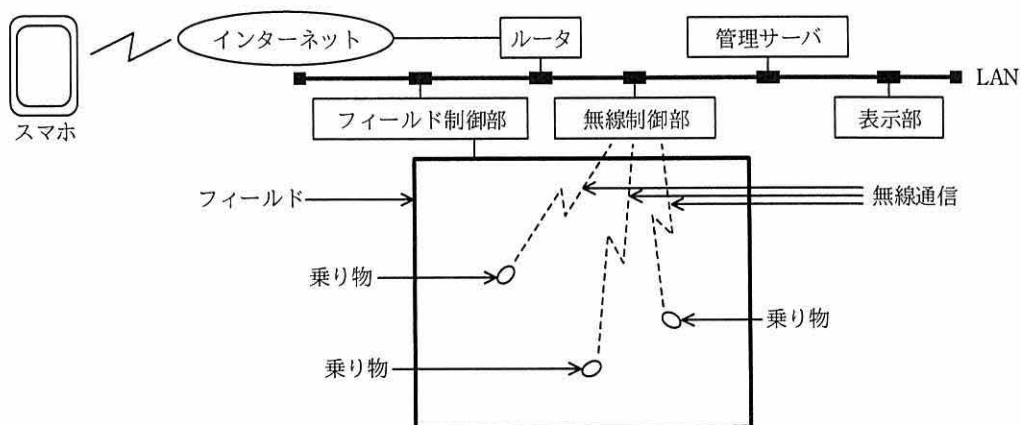


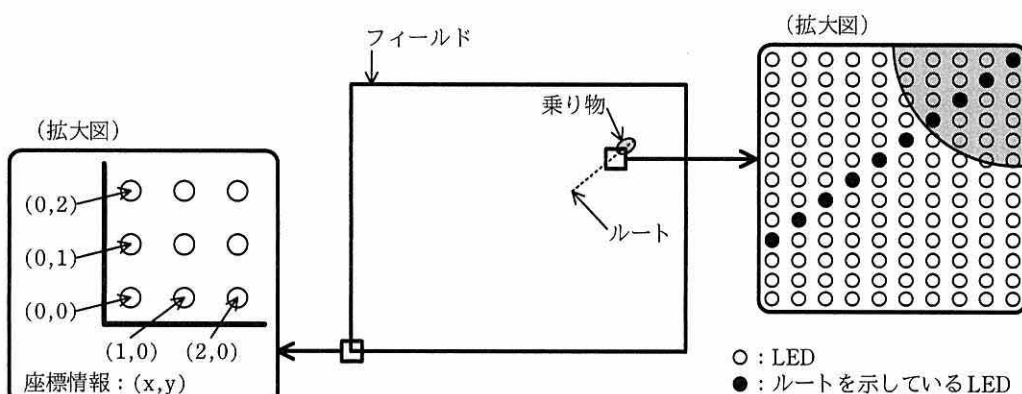
図1 遊具システムの概要

〔フィールドの構成〕

フィールドの構成とルート表示を図2に示す。フィールドは、25メートル×20メートルの長方形で、利用者が転んでもけがをしないようなシートで覆われている。

フィールドには、1個でRGB3色を表示可能な、制御回路をもつLEDが、端から

5 センチメートル離れた内側を起点に、10 センチメートル間隔の格子の交点に埋め込まれている。管理サーバは、指定した色で LED を点灯又は消灯するために、該当する LED に指示する。LED の点灯によって、乗り物が走行するルートを示す。図 2 に示すルートのように、乗り物の 5 メートル先から乗り物の後端までの LED が点灯する。加えて、これらの LED は 20 ミリ秒周期で最大 0.1 ミリ秒間、座標情報を出力する。座標情報の出力には、500 k ビット／秒の調歩同期式通信を用いる。8 ビットのデータの先頭にはスタートビット 1 ビットを、データの末尾にはパリティビット 1 ビットとストップビット 1 ビットを付加して、LSB から順に座標情報を出力する。座標情報との混信を防ぐために、ルート以外の LED は常時消灯している。



注記 フィールド内の LED の記載は、拡大図だけとしている。

図 2 フィールドの構成とルート表示

〔乗り物の概要〕

乗り物の外観を図 3 に示す。

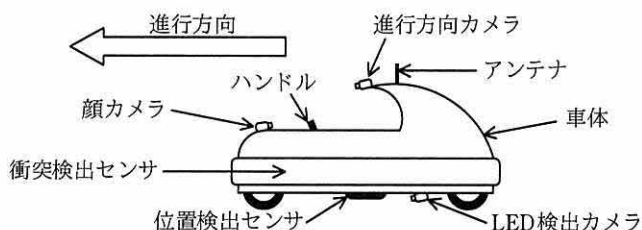


図 3 乗り物の外観

衝突検出センサは、車体の周囲に装備されており、前後左右の 4 方向からの圧力

を検出する。

車体の前方には、乗り物に乗っている利用者を撮影するための顔カメラが設置されている。車体の上部には、乗り物の進行方向を撮影するための進行方向カメラが設置されている。また、車体の上部には管理サーバと通信するための無線通信用のアンテナも設置されている。

車体の下部の中央には、点灯している LED を検出する LED 検出カメラと位置検出センサが設置されている。LED 検出カメラは、撮影する画像の中央が位置検出センサの検出範囲の中心になるように設置されている。

〔乗り物の動作モード〕

利用者は、次に示す三つの動作モードから一つを選択して、乗り物を利用できる。

(1) 手動モード

年齢、体格に関する規定を満たす利用者は、ハンドル操作とアクセル操作によって、管理サーバから指定されたルートに沿って乗り物を運転できる。

(2) リモート操作モード

利用者の家族がスマホを使って、管理サーバから指定されたルートに沿って乗り物を操作する。

(3) 自動モード

管理サーバが指定したルートに従って、乗り物が自律して動作する。

ほかの乗り物と衝突したり、ルートから外れたりするなどの可能性があるときは、管理サーバは運転に介入する。

〔遊具システムの動作〕

利用者の家族は、スマホのアプリケーションソフトウェアを使用して管理サーバに接続し、乗り物の空き状況を確認しながら予約を行うことができる。予約時に、利用者の年齢と身長、乗り物の動作モード、動画の撮影の有無、スマホへの動画配信の有無をそれぞれ指定する。

利用者が乗り物に乗ると、利用者の家族は、大型スクリーンで利用者を見ることができる。また、予約時に指定した内容に従って、スマホから乗り物を操作したり、

進行方向カメラ及び顔カメラからの動画をスマホでリアルタイムに見たりすることができる。

予約時に動画の撮影“有”で指定した場合、進行方向カメラ及び顔カメラからの動画をフル HD 画質の MPEG4 でマイクロ SD カード（以下、SD カードという）に記録しており、いつでも動画を再生して見ることができる。

〔画像データ〕

進行方向カメラ及び顔カメラで撮影する画像は、24 フレーム／秒の画像である。3M ビット／秒の MPEG4 の画像データにエンコードして SD カードに記録する。この画像データとは別に、利用者の家族がリアルタイムに見るための画像データ（以下、リアルタイム画像データという）を管理サーバに送信する。管理サーバは、リアルタイム画像データの画質及びフレームレートを変更できる。

〔乗り物の構成〕

乗り物の主要部のブロック図を図 4 に示す。

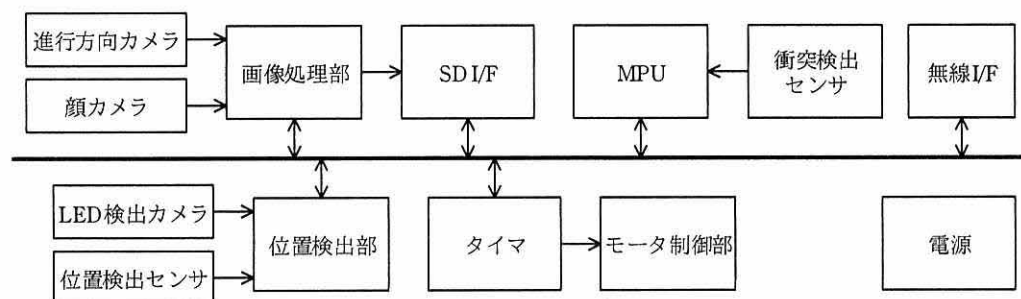


図 4 乗り物の主要部のブロック図

乗り物は、二次電池を用いた電源で動作し、タイマからの PWM 信号をモータ制御部に入力することによって、モータを駆動して走行する。画像処理部は、MPEG4 の画像データにエンコードして SD カードに記録するとともに、管理サーバから指定された条件でエンコードして MPU に渡す。位置検出部は、位置検出センサと LED 検出カメラからの情報を基に、乗り物の位置を検出して MPU に通知する。MPU は、その情報とその他必要な情報を組み合わせ、無線 I/F を介し、50M ビット／秒の帯域

幅をもつ無線制御部を経由して管理サーバに送信する。無線 I/F は、ほかの乗り物と通信するための微小電力の無線通信機能をもつ。

〔乗り物の衝突検出〕

乗り物の前後左右の 4 方向からの圧力に対応した衝突検出センサを用いて衝突の方向及び衝突の程度を知ることができる。

〔乗り物の位置検出〕

乗り物の衝突防止のために、管理サーバは乗り物の位置を常に把握している。位置の把握のために、乗り物は、位置検出センサでフィールド内の LED から座標情報を読み取り、位置情報として管理サーバに送信する。位置検出センサの検出範囲は、進行方向 8 センチメートル、横方向 12 センチメートルの範囲に限定されている。

LED 検出カメラは、ルートへの追従のために使用する。ルートを示す LED の、乗り物からの相対的な位置を確認するために、LED 検出カメラは、位置検出センサの直下を中心に乗り物の四つの車輪内の範囲を 24 フレーム／秒で撮影する。

設問 1 遊具システムの仕様設計について、(1)～(3)に答えよ。

(1) フィールドについて、(a)、(b)に答えよ。

(a) フィールドには、LED が幾つ配置されているか。整数で答えよ。

(b) フィールド内の全ての LED を識別するには、少なくとも何ビット必要か。整数で答えよ。

(2) 次の記述中の a に入れる適切な字句を 15 字以内で答えよ。

乗り物の位置検出に LED 検出カメラと位置検出センサを併用している。併用した理由は、“LED 検出カメラでは、a から”である。

(3) 乗り物の画像処理部は、画像データとは別にリアルタイム画像データを作成している。その理由を無線制御部に着目して、25 字以内で述べよ。

設問 2 自動モードでの乗り物の位置検出及び制御について、(1)、(2)に答えよ。

(1) LED が 20 ミリ秒周期で出力する座標情報について、(a)、(b)に答えよ。

- (a) 0.1 ミリ秒間で送信可能なデータ量は何バイトか。整数で答えよ。ここで、 $1k=1,000$ とする。
- (b) 乗り物が直線のルート上を 1 メートル/秒で直進しているとき、位置検出センサは一つの LED からの正常な信号を最低何回検出できるか。整数で答えよ。
- (2) 追従すべき LED の位置が LED 検出カメラで撮影された画像の中央から右にずれた状態では、乗り物の進行方向をどのように制御すればよいか。30 字以内で述べよ。

設問3 遊具システムの仕様追加について、(1)～(3)に答えよ。

遊具システムにゲーム機能を追加することになった。追加するゲームは、管理サーバが制御する無人の乗り物を“ターゲット乗り物”として、ゲーム参加者が運転する乗り物（以下、参加乗り物という）が、ターゲット乗り物の後部を追跡して接触させるものである。ゲームが開始されてから早く接触させた利用者ほど、得点が高くなる。

従来の乗り物を使用し、管理サーバの制御だけを変更して対応する。具体的な変更内容は、次のとおりである。

- ① ターゲット乗り物は、ルートがあらかじめ決まっていた自動モードから、参加乗り物が近傍から少なくなる方向にルートを逐次変更するようにした。
 - ② 管理サーバは、利用者には分からない方法でターゲット乗り物にルートを指示する必要がある。そこで、ターゲット乗り物の下の LED だけを点灯させてルートを指示するようにした。
 - ③ LED は、(ア) フィールド全体で、隣り合う LED が同時に点灯しないようにタイミングを分けて、20 ミリ秒周期で 25 マイクロ秒点灯した後に、座標情報を 5 回出力するようにした。
- (1) ①を実現するために、管理サーバは、どのような情報を必要とするか。ターゲット乗り物の情報以外に、一つ答えよ。
- (2) 管理サーバが②のような指示をすることが可能な理由を 35 字以内で述べよ。
- (3) 参加乗り物が、フィールドでの位置を把握できるように、LED の座標情報の出力方法を③のように変更した。下線（ア）のようにした理由を、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
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、™ 及び ® を明記していません。