

平成 30 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**

- 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。
- 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。
- 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。
- 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

- 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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 2 を選択した場合の例〕

選択欄	
1 問選択	問 1
	問 2

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 缶飲料を製造するスマート工場に関する次の記述を読んで、設問1~3に答えよ。

D社は、様々な原料と砂糖などの添加物を組み合わせて、各種の缶飲料を製造している。D社では、従来、ベルトコンベア（以下、コンベアという）を使用して、缶飲料を製造していた。しかし、現在開発中のスマート工場では、コントローラがLAN経由で各種装置を制御して缶飲料を製造し、無人搬送車（AGV: Automatic Guided Vehicle）が装置間の物品搬送を行うことによって、缶飲料の製造工程変更における装置の増設、装置の配置変更に対して柔軟に対応できるようにしている。

缶飲料を製造するスマート工場（以下、缶工場という）では、コーヒー豆、茶葉などの原料から飲料を抽出し、必要に応じて砂糖などを添加して缶に詰め、検査し、梱包する。コントローラ、装置及び無線通信用のアクセスポイント（以下、APという）はLANに接続されている。装置には搬送用のステーションが設置されていて、ステーションにはAPが設置されている。

缶工場の構成を図1に示す。

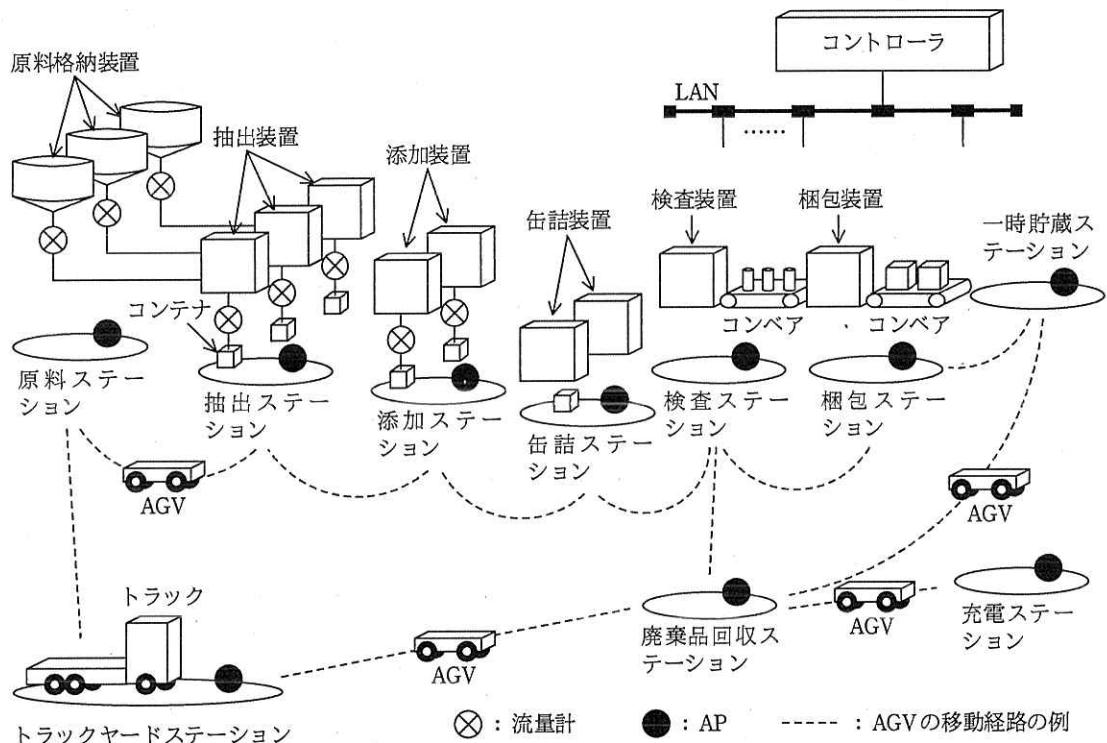


図1 缶工場の構成

AGV は、無線通信で AP と通信している。通常は、コントローラが直接、装置と AGV とを制御して製造と搬送を行っているが、装置と AGV は自律的に動作できる。例えば、原料などが不足した装置は、前工程の装置又は AGV に自動的に補給要求を送信し、コントローラからの指示がなくても装置同士が連携して原料などを補給することができる。

梱包された缶飲料は、AGV でトラックヤードステーションに搬送される。

缶工場の主な構成要素の概要を表 1 に示す。

表 1 缶工場の主な構成要素の概要

構成要素	概要
原料格納装置	・ AGV が原料ステーションに搬送した原料を格納する。格納されている原料の量を測定するレベルメータを備える。抽出装置への配管に流量計を備える。
抽出装置	・ 原料から飲料を抽出し、抽出ステーションのコンテナに送る。温度センサ、圧力センサなどを備える。コンテナへの配管に流量計を備える。AGV が、添加物の有無及び種類に応じて、抽出物のコンテナを添加ステーション又は缶詰ステーションに搬送する。
添加装置	・ 抽出装置によって作られた飲料に砂糖などを添加する。添加後の飲料は、添加ステーションのコンテナに送られる。コンテナへの配管に流量計を備える。AGV が、添加後の飲料のコンテナを缶詰ステーションに搬送する。
缶詰装置	・ デザイン、品名などを印刷した缶に飲料を封入する。缶を識別する画像センサ、近接センサ、接触センサを複数備える。AGV が、封入された缶飲料を検査ステーションに搬送する。
検査装置	・ 封入された缶飲料の外観を検査する。画像センサを備える。良品は、コンベアで梱包装置に搬送される。AGV が、不良品を検査ステーションから廃棄品回収ステーションに搬送する。
梱包装置	・ 検査済みの缶飲料を出荷用の荷姿に梱包する。複数のアクチュエータを備える。梱包された缶飲料は、コンベアで一時貯蔵ステーションに搬送される。
コンベア	・ 検査装置と梱包装置間、及び梱包装置と一時貯蔵ステーション間で缶飲料を搬送する。モータ、ロータリエンコーダを備える。
コントローラ	・ 缶工場内の装置、AGV を、LAN 経由で制御する。
LAN	・ 装置、AP、コントローラが通信を行う有線ネットワークである。
AP	・ AP は、AGV を含む全ての IoT ノード（説明は後述）と通信可能である。 ・ AGV が送信するビーコン用電波を受信し、その受信強度を用いて、AP から AGV までの距離を測定する。

[コントローラ]

コントローラと LAN の構成を図 2 に、コントローラの構成要素の機能を表 2 に、それぞれ示す。

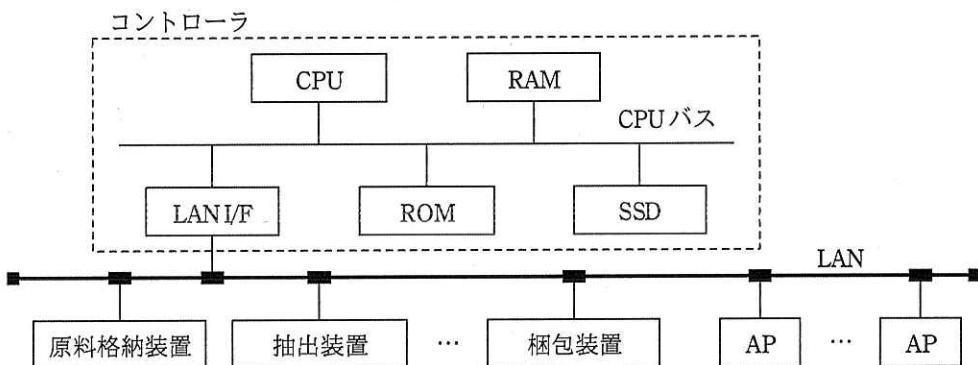


図 2 コントローラと LAN の構成

表 2 コントローラの構成要素の機能

構成要素	機能
CPU	缶工場内の装置及び AP を制御する。
RAM	実行用の制御プログラム及び制御用のデータを記憶する。
ROM	ブートプログラム、及び RAM に転送する制御プログラムを記憶する。
SSD	生産管理用のデータ、ログなどを記録する。
LAN I/F	CPU と装置との伝送、及び CPU と AP との伝送を行う。伝送速度は、10 G ビット／秒である。

コントローラでは、リアルタイム OS を使用する。コントローラは、LAN 経由で装置と定期的に通信するほか、AP 経由で AGV などの IoT ノードとも通信し、必要な処理を行う。例えば、抽出ステーションに飲料のコンテナが準備されたことを検出した場合は、適切な AGV を選択して、AP 経由で搬送指示を送信する。

コントローラが実行する主なタスクの一覧を表 3 に示す。

表3 コントローラが実行する主なタスクの一覧

タスク名	処理内容	備考	Pr <sup>1)</sup>
AGV 通信	AGV と通信し、演算処理後に、指示を AGV に送信する。	起動周期：10 ミリ秒 処理時間：50 マイクロ秒	1
装置通信	装置をポーリングし、その状態を確認する。演算処理後に、指示を装置に送信したり、AGV、各センサなどの情報を装置に送信したりする。	起動周期：500 ミリ秒 処理時間：100 マイクロ秒	2
低速	応答速度が遅くてもよい温度センサなどをポーリングして、処理する。AP との伝送を行う。	起動周期：1 秒 処理時間：1 ミリ秒	3
ログ	SSD にログを保存するなどの処理を行う。	—	4

注<sup>1)</sup> Pr はタスクの優先度を示し、値が小さいほど高い。

#### [IoT ノード]

缶工場で使用されている流量計、温度センサなどの各センサ、アクチュエータ、モータ、ロータリエンコーダ、及び AGV は、将来、インターネットに直接接続することを考慮し、IoT ノードとして動作するように設計されている。缶工場では、最大 1,024 台の IoT ノードが使用される。IoT ノードは、固有の ID（以下、ノード ID という）をもち、IoT ノードの内部では 10 枠の 2 進数で管理している。

IoT ノードの構成を図 3 に、IoT ノードの構成要素の機能を表 4 に、それぞれ示す。

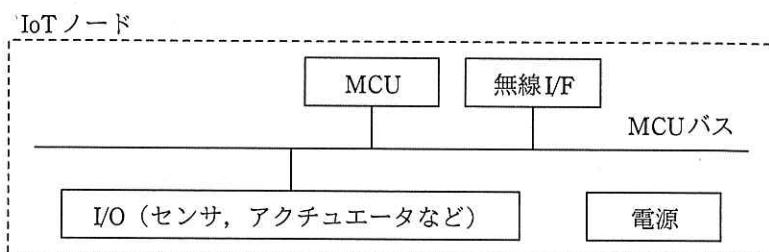


図3 IoT ノードの構成

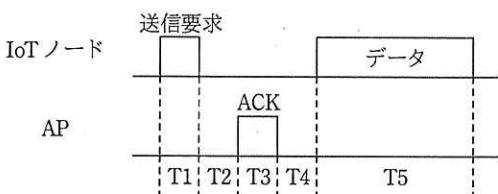
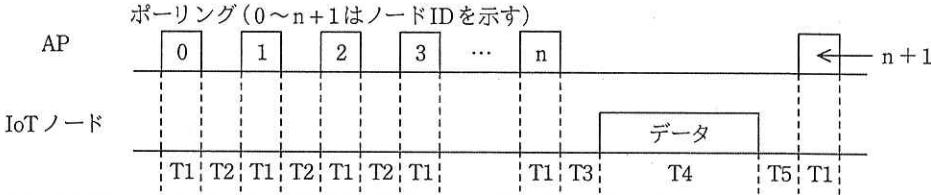
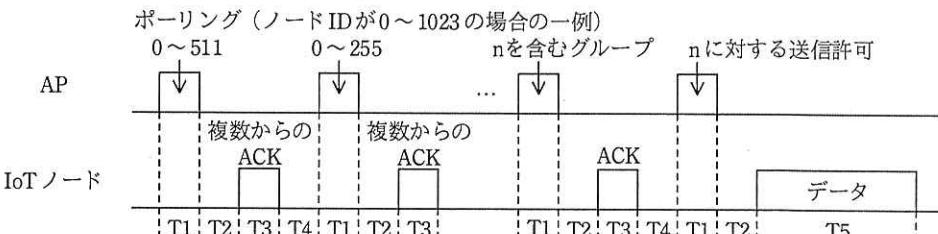
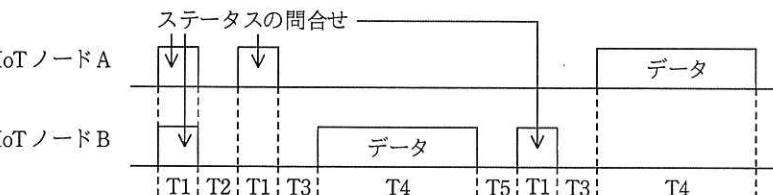
表 4 IoT ノードの構成要素の機能

構成要素	機能
MCU	無線 I/F を介して AP と通信し、コントローラに I/O の状態を送信する。I/O として接続されているセンサ、アクチュエータなどとデータをやり取りする。センサ、アクチュエータの状態を管理する。また、センサに異常が発生した場合、ロータリエンコーダで測定されたモータの積算回転数が寿命に近づいた場合などには、コントローラに対して自律的にアラームを送信する。
無線 I/F	AP を経由してコントローラと伝送を行う。
I/O	センサ、アクチュエータなどを含んでおり、外部情報を入力したり、外部機器を駆動したりする。
電源	MCU などに電力を供給する。

[IoT ノードで用いる通信方式]

IoT ノードで用いる通信方式を表 5 に示す。

表5 IoT ノードで用いる通信方式

名称	通信方式
承認方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>他の IoT ノードが送信中でないことを確認してから、AP に送信要求を送信する。</li> <li>送信要求に対して AP から承認信号 (ACK) を受信できた場合は、データを送信する。</li> <li>送信の重複などが原因で、自ノードへの ACK を受信できなかった場合は、ノード ID に比例した時間だけ待機してから送信要求を再送する。</li> </ul> 
順次ポーリング方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>AP から IoT ノードに対して、送信データがあるかどうかをノード ID 順に問い合わせる。</li> <li>送信データがある IoT ノードは、ポーリングから一定時間以内に送信を開始する。</li> </ul> 
バイナリツリーワイ式	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoT ノードをノード ID によって 2 分割し、前半、後半のグループに分け、AP は各グループに対して送信要求があるかどうかを問い合わせる。</li> <li>IoT ノードは送信要求があった場合、ノード ID を含んだ ACK を返信する。AP は、問い合わせたグループから複数の ACK の返信があった場合、そのグループを更に 2 分割して送信要求があるかどうかを問い合わせる。これを、ACK を返信する IoT ノードが 1 台になるまで繰り返す。</li> <li>ACK の返信が 1 台の場合は、送信許可が送信され、送信許可を受けた IoT ノードはデータを送信する。</li> <li>ACK の返信がなかった場合は、他のグループに送信要求があるかどうかを問い合わせる。</li> </ul> 
1 対 1 通信方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>コントローラ、AP を経由せず、IoT ノード同士が自律的に近距離通信によって互いの情報を共有する。</li> <li>他の IoT ノードが送信中でないことを確認後、ステータスの問合せを送信する。</li> <li>ステータスの問合せが重複した場合は、ノード ID に比例した時間だけ待機してからステータスの問合せを再送する。</li> <li>ステータスの問合せを受信した IoT ノードは、データを送信する。</li> </ul> 

注記 表中の時間を表す T1～T5 は、通信方式によって異なる。

## [AGV]

### (1) AGV の動作

- ① AGV には、缶工場内の各ステーションの位置があらかじめ設定されている。
- ② 缶工場内には、レーザ光を利用した距離測定器（以下、レーザ距離計という）からのレーザ光を反射する装置（以下、ミラーマーカという）が複数箇所に設置されている。AGV は、レーザ距離計を装備しており、ミラーマーカの位置を記憶している。その位置を基に、自車から複数のミラーマーカまでの距離と方向を測定することによって、缶工場内での自車の位置を 10 センチメートル以内の誤差で算出できる。この算出結果によって自車の位置を判断しながら、ステーション間を自由に移動できる。
- ③ AGV が送信したビーコン用電波を受信した AP は、その受信強度を用いて、AP から AGV までの距離を 1 メートル単位で算出できる。
- ④ AGV は、充電池で駆動し、1 日数回充電する。電池残量が規定値以下になると自律的に充電ステーションに移動し、充電が完了するまで搬送動作を停止する。
- ⑤ AGV は、コントローラから物品の搬送指示を受信すると、指定されたステーションに移動して物品を受け取り、目的のステーションに搬送する。ステーション間の移動経路は任意であるが、最短距離の移動経路を自律的に決定する。
- ⑥ AGV 同士は近接センサによって、一定の距離に近づいたことを互いに検出できる。15 メートル以内の範囲にある AGV 同士は 1 対 1 通信方式での近距離通信が可能であり、互いに衝突を回避できる。決定した移動経路上で、他の AGV と衝突する可能性がある距離まで接近した場合には、次のルールで衝突を回避する。
  - ・一方の AGV が空荷の場合、空荷の AGV はすぐに移動を停止し、物品を搬送中の AGV は移動を停止した AGV を避けて通過する。
  - ・両 AGV がともに物品を搬送中又はともに空荷で移動中のときは、ノード ID の大きな AGV がすぐに移動を停止し、ノード ID の小さな AGV はノード ID の大きな AGV を避けて通過する。

### (2) AGV とコントローラの関係

- ① コントローラは、AGV と通信することによって、AGV の現在の稼働状況と位

置を把握できる。

- ② コントローラは、物品の搬送が発生した場合に、AGV の現在の稼働状況と位置から最適な AGV を選択して、指定するステーションに移動させる。

(3) AGV と装置の関係

- ① 装置は、近くの AGV と通信することによって、AGV に搬送を要求できる。
- ② 装置は、物品の搬送が必要になった場合に、その装置のステーションの近くにいる AGV に搬送を要求することによって、コントローラからの指示がなくても自律的に物品を搬送できる。
- ③ 缶工場で装置の配置などを変えた場合、AGV に設定されているステーションの位置を変更する。

設問 1 缶飲料の製造工程、及び IoT ノードで用いる通信方式について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 抽出装置、添加装置、缶詰装置は、それぞれの間をコンベアではなく、AGV によって搬送する。その理由として考えられることを 25 字以内で述べよ。
- (2) 故障などが原因で梱包装置の処理能力が大幅に下がると、コントローラからの指示がなくても、缶詰装置の総生産量も下がると考えられる。その理由を 25 字以内で述べよ。
- (3) 複数の IoT ノードがデータを送信しようとしている。承認方式と順次ポーリング方式を比較した場合に、ACK を受信するまでの時間に着目して、順次ポーリング方式の方が優れていると考えられることを 40 字以内で述べよ。
- (4) IoT ノード数を 1,024 台とし、1 台の IoT ノードだけがデータを送信しようとしている。この場合に、順次ポーリング方式とバイナリツリー方式について、送信を開始するまでのポーリング回数の最小値と最大値をそれぞれ求めよ。

設問 2 装置と AP の動作、伝送時間、及び工程変更について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) ある抽出装置で飲料の抽出が完了し、抽出した飲料を全て抽出ステーションのコンテナに送った。抽出装置からコントローラに、飲料のコンテナの準備ができたことを送信する。(a), (b)に答えよ。
- (a) 表 3 に示す動作を実行する場合、抽出装置が要求してから、コントロー

ラが AGV への搬送指示を完了するまでに最大何ミリ秒掛かるか。答えは小数点以下を切り上げて、整数で求めよ。

- (b) AP が順次ポーリング方式で IoT ノードと通信する場合、AP が最初のポーリングを開始してから、10 台目の IoT ノードの情報の読み込みを完了するまでに最大何マイクロ秒掛かるか。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、表 5 において、 $T_1=0.1$  マイクロ秒、 $T_2=0.1$  マイクロ秒、 $T_3=0.05$  マイクロ秒、 $T_4=0.8$  マイクロ秒、 $T_5=0.1$  マイクロ秒とする。
- (2) ある装置から物品の搬送が発生した場合、その装置のステーションの AP が搬送要求を送信する。搬送に複数台の AGV が必要である場合の搬送要求と搬送指示の通信方法の例を、図 4 に示す。次の方法 1 と方法 2 のメリットを、それぞれ 45 字以内で述べよ。

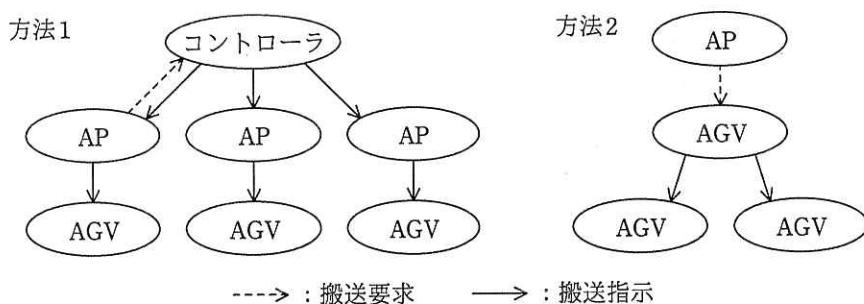


図 4 搬送要求と搬送指示の通信方法の例

方法 1：AP がコントローラに搬送要求を送信し、コントローラが該当するステーションの近くに存在する待機中の AGV を選択して搬送指示を送信する。

方法 2：AP がビーコン用電波を利用して、AP の最も近くに存在する AGV を選択して搬送要求を送信する。搬送要求を受信した AGV は、自車だけで搬送できない場合に、自車近くの AGV に対して搬送指示を送信し、必要な台数の AGV が確保されるまで搬送指示を送信する。

- (3) 缶飲料に景品を付与するキャンペーンを実施することになった。景品は 2 種類あり、缶のデザインは景品の種類に合わせたものに変更する。缶飲料に

取り付ける景品と缶のデザインを図 5 に示す。

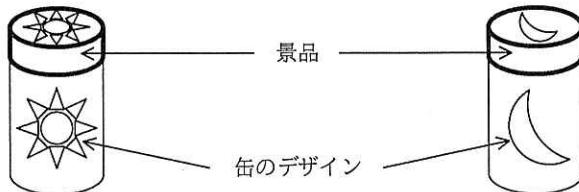


図 5 缶飲料に取り付ける景品と缶のデザイン

景品を缶飲料に取り付ける景品取付装置を缶工場に増設し、景品取付ステーションと AP を設置する。また、封入された缶飲料を搬送する経路を変更し、缶詰ステーションの次が景品取付ステーション、その次が検査ステーションとする。缶の形状及び飲料への添加物は変更しない。(a), (b)に答えよ。

- (a) キャンペーンに対応した缶飲料を製造する前に、AGV に行う設定を 25 字以内で述べよ。
- (b) 景品の種類及び缶のデザインの種類を登録すべき装置名を、表 1 中の構成要素名で全て答えよ。ここで、コントローラ、景品取付装置及び梱包装置は除くものとする。

設問 3 缶工場の予防保守について、(1), (2)に答えよ。

- (1) コンベアに使用されているモータの性能劣化を予測したい。モータの性能劣化と、時間ごとのモータ温度の積算値・モータの回転数の積算値との間に何らかの相関があることが判明している。IoT ノードからコントローラにモータ温度、モータの回転数を伝送する方法として、次の二つについて検討した。

定期的送信 : モータ温度、モータの回転数の瞬時値を定期的に送信する。

積算値超過時送信 : IoT ノード内でモータ温度、モータの回転数を積算し、その積算値が一定の値を超えた場合にだけ送信する。

二つの方法のうち、積算値超過時送信のメリットについて、コントローラを視点に 30 字以内で述べよ。

(2) AGV の故障を予測し、故障発生前に点検することを検討した。この検討では、缶工場内のセンサ、装置などから得られる膨大なデータであるビッグデータを蓄積し、そのビッグデータと機械学習を活用し、AGV の走行に使用する構成要素（以下、ユニットという）の故障を予測する方法を考える。故障が予測されたユニットは、1か月ごとの定期点検で故障発生前でもユニットごと交換する予定である。

コントローラの SSD に保存されているログのうち、10秒周期で AGV の稼働状況を記録したデータから、故障の予測に適するデータを選定することを検討した。検討には、次の二つに該当するデータを使用した。

故障前データ：ユニットが故障した AGV から、故障発生前の 2か月間に取得したデータ

正常データ：故障が発生していない AGV から取得したデータ

これらのデータの一部を可視化した。充電完了後の AGV の稼働開始から 200秒間のデータの散布図を、図 6 に示す。(a)～(c)に答えよ。

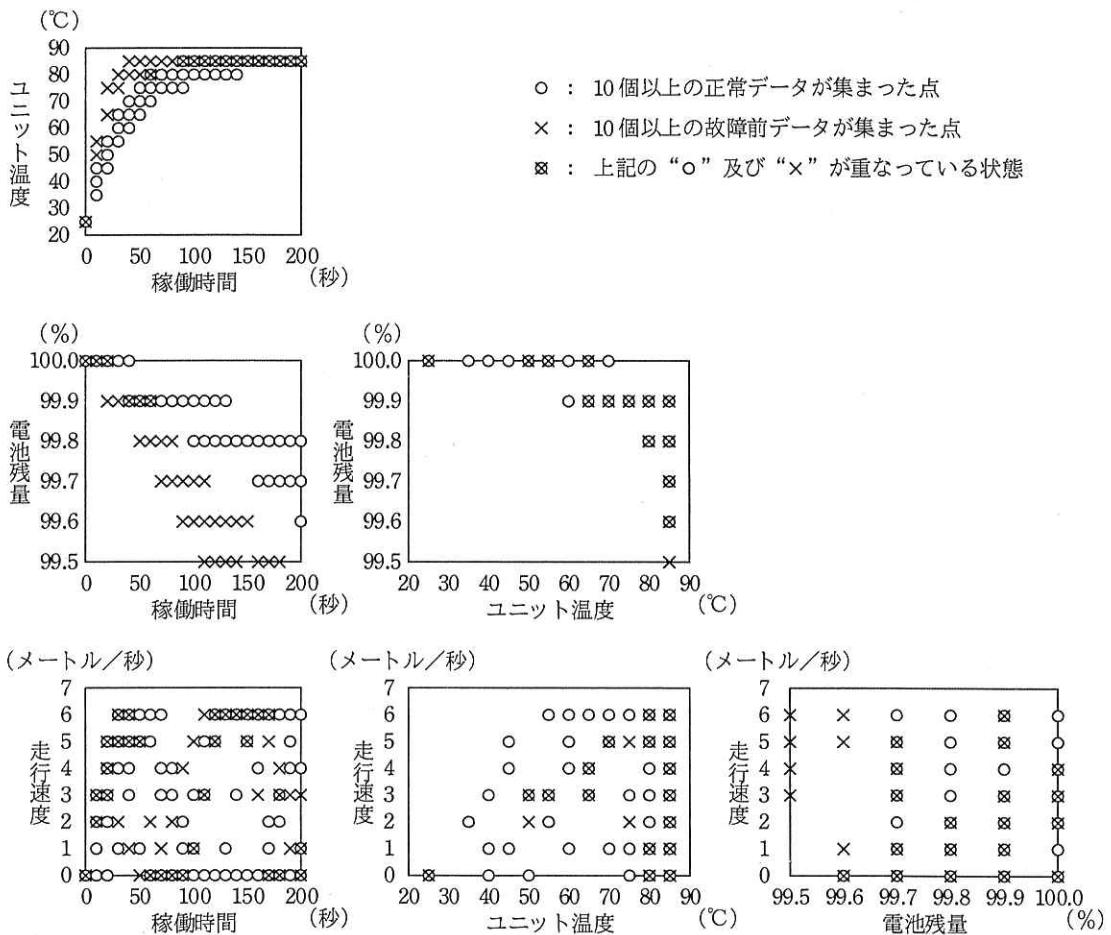


図 6 AGV の稼働開始から 200 秒間のデータの散布図

- (a) 図 6において、故障の前兆と推測できる二つの特徴を、図 6 中の字句を用いてそれぞれ 20 字以内で述べよ。
- (b) 図 6において、ユニット温度は一定の温度に収束している。収束前の温度変化をより正確に測定するために、分解能の高い温度センサに交換する以外に考えられる方法を、25 字以内で述べよ。
- (c) 散布図に描画するデータを、充電完了後の AGV の稼働開始から 150 秒間のデータに変更しても、図 6 のユニット温度と走行速度の散布図から大きな変化はなかった。変化がなかった原因として推測できることを、30 字以内で述べよ。

問2 卸売市場の自動競りシステムに関する次の記述を読んで、設問1~3に答えよ。

E社は、卸売市場で切り花などの花の競りに使用する自動競りシステム（以下、競りシステムという）を開発している。競りシステムは、競りの開始以降、価格を下げていく、競り下げ方式を採用している。競り会場の様子を図1に示す。

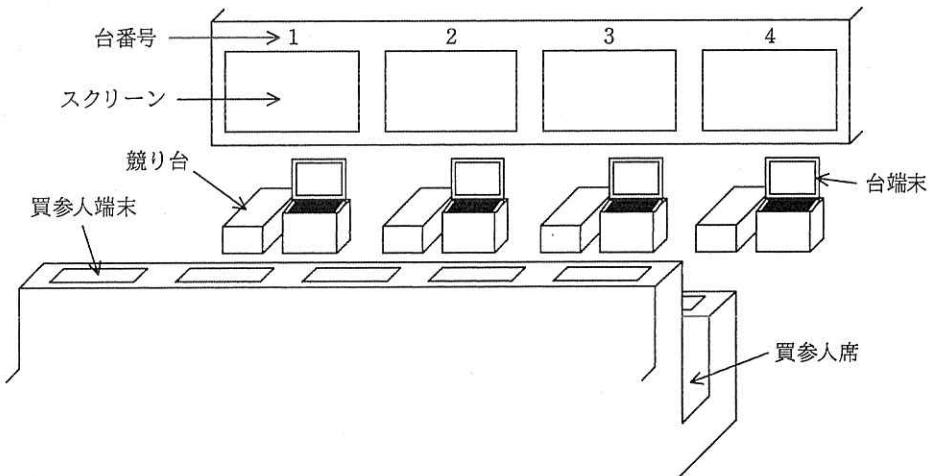


図1 競り会場の様子

競りに掛けられる商品（以下、商品という）は、競りで販売する単位を1口として、口単位ごとに梱包箱に入れられている。例えば、バラの切り花が100本の場合、1口を20本としたときは5口になる。一つの商品の口数は、最大50口である。商品の梱包箱には、商品名、商品番号、生産者名、及び商品の口数と番号（以下、口数No.という）を印刷した入荷ラベルが貼り付けられる。例えば、5口の場合、口数No.は1/5~5/5であり、5個の梱包箱にそれぞれ貼り付けられる。競りを行って商品を販売する人を競り人といい、競りに参加して商品を購入する人を買参人という。競りは、異なる商品を最大4台の競り台で同時に並行して行うことができる。

買参人は、買参人の識別コード（以下、買参人番号という）が記憶されたIDカード（以下、IDカードという）を、買参人端末のカードリーダに挿入することによって競りに参加することができ、そのIDカードを抜き取ることによって競りへの参加を終了することができる。任意の買参人端末のカードリーダにIDカードを再度挿入すれば、引き続き競りに参加できる。買参人端末の台数は、最大で128台である。

### [競りの概要]

- (1) 1 口だけで構成される商品の場合はその商品を、2 口以上の n 口で構成される商品の場合は口数 No.が  $1/n$  の商品だけを、競り台に載せる。競り人は、競り台に載せられた商品を買参人に見せながら台端末を操作し、1 口当たりの競り開始時の価格（以下、競り開始価格という）を競り価格としてスクリーンに表示させ、競りを開始する。このとき、スクリーンの表示は、“休止中” から “競り中” に変わる。
- (2) 買参人は、スクリーンに表示された内容を見て商品を購入する場合、競りが行われている台番号と購入を希望する口数を買参人端末から入力して、購入を申請する。
- (3) スクリーンに表示された販売可能な口数以下で、購入を最初に申請した買参人だけの取引が成立する。このときの競り価格が1 口当たりの販売価格になる。
- (4) 販売価格が決定した商品に、売れ残りの口数がある場合は、その口数及び“マリ中” をスクリーンに表示させ、決定した販売価格での販売（以下、マリ販売という）が行われる。買参人が、マリ販売の商品を購入する場合は、台番号と購入を希望する口数を買参人端末から入力して、購入を申請する。このとき、(3)と同じ条件で取引が成立する。マリ販売での取引が成立した後に売れ残りの口数があるときは、その口数を表示させ、マリ販売を継続する。
- (5) スクリーンに表示された競り価格で取引が成立しない場合、又はマリ販売で売れ残りの口数がある場合は、競り人が台端末を操作して競り価格を下げ、競りを継続する。
- (6) 競り価格を下げても売れ残りの口数があり、競り人がその競りを終了させた場合、又は一つの商品の全ての口数が売れた場合は、次の商品の競りを開始する。

### [競りシステムを構成する装置とその機能]

競りシステムの構成を図 2 に、各装置の概要を表 1 に、スクリーン・台端末の表示部の表示内容を図 3 に、それぞれ示す。

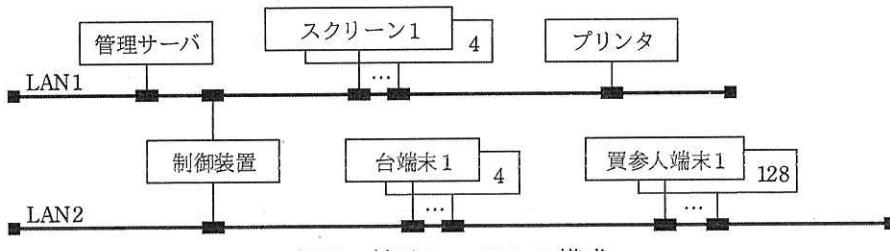


図2 競りシステムの構成

表1 各装置の概要

名称	概要
管理サーバ	・買参人に関する情報、商品の入荷に関する情報、競りを行う商品の順番、競り開始価格などの競りに関する情報、競りの結果に関する情報及び商品の出荷に関する情報を管理する。
スクリーン	・競り台ごとに設置される 1,920×1,080 ピクセルの LCD であり、表示された内容が、買参人席から確認可能な大型のスクリーンである。 ・表示座標と表示データを受信した分だけ更新して、表示する機能がある。 ・競り開始前は、管理サーバから受信した情報を表示する。競り開始後は制御装置から受信した情報を図3に示すように表示する。
制御装置	・管理サーバ、台端末及び買参人端末からの情報を基に、競りシステムを制御する。
台端末	・競り人が操作する端末であり、競り台ごとに設置される。 ・確定キー、終了キー、休止キー、競り価格を変更するテンキーと訂正キーがある操作部、及び表示部で構成される。表示部は図3のような表示内容で表示する。テンキーで入力して表示した内容は、確定キー、終了キー、休止キー又は訂正キーが押されると消去される。
買参人端末	・買参人が使用する端末であり、買参人席に設置される。 ・購入キー、全口購入キー、口数入力用のテンキーと訂正キー、四つの台番号キー、履歴キーがある操作部、表示部、及びカードリーダーで構成される。 ・表示部には、制御装置からの指示で表示する領域、及び台番号キー、テンキーで入力した内容を表示する領域がある。台番号キー、テンキーで入力して表示した内容は、購入キー、全口購入キー、又は訂正キーが押されると消去され、カードリーダーから ID カードが抜き取られると、表示している全ての内容が消去される。
プリンタ	・商品の入荷ラベル、又は出荷ラベルの印刷用プリンタである。



注記 網掛け部分は、スクリーン、台端末のいずれかによって表示が異なる。スクリーンでは、表示領域が  $600 \times 500$  ピクセルであり、商品の静止画の表示領域である。台端末では、競り開始価格、テンキーで入力した数値などの表示領域である。

図3 スクリーン・台端末の表示部の表示内容

[制御装置における処理の概要]

装置間の主な通信メッセージを表 2 に示し、制御装置における処理の概要を説明する。

表 2 装置間の主な通信メッセージ

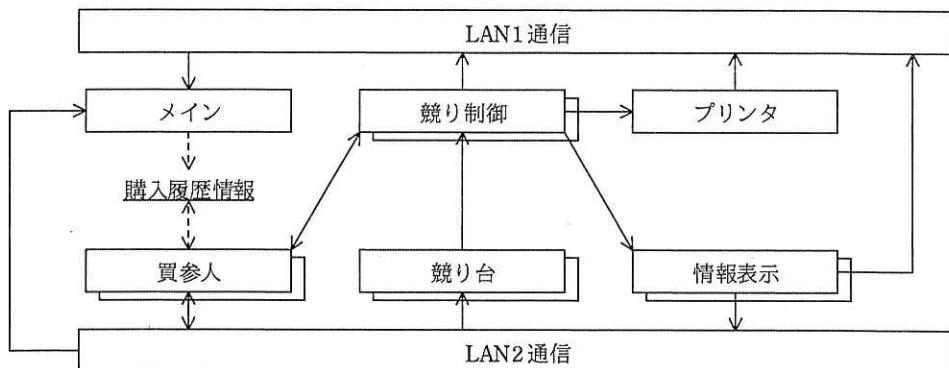
メッセージ名	送信元装置	送信先装置	内容
競り実行計画	管理サーバ	制御装置	・商品番号、商品名、口数、1 口当たりの本数、生産者名、競り開始価格、及び商品の静止画のデータ（以下、商品情報という）を、競り台ごとに競りを行う順番で並べて、その並べた情報が送信される。
競り結果	制御装置	管理サーバ	・一つの商品の競りが終了すると、商品番号、購入した買参人の買参人番号、販売価格、販売した口数などの競りの結果が送信される。
使用開始	買参人端末	制御装置	・買参人端末のカードリーダに ID カードを挿入したときに、ID カードから読み取った買参人番号が送信される。
使用終了	買参人端末	制御装置	・買参人端末のカードリーダに挿入した ID カードが抜き取られたときに送信される。
スクリーン表示指示	制御装置	スクリーン	・表示座標、文字の大きさ、文字コードなどをテキストデータで指示し、商品の静止画の表示をビットマップデータで指示する。
台端末表示指示	制御装置	台端末	・表示座標、文字の大きさ、文字コードなどをテキストデータで、台端末の表示部への表示を指示する。
競り開始	台端末	制御装置	・休止中において、確定キーが押されたときに送信される。 ・確定キーを押す前にテンキーで入力された値が付加される。テンキーで入力された値がなければ、付加される値は 0 である。
競り休止	台端末	制御装置	・競り中又はマリ中において、休止キーが押されたときに送信される。
競り終了	台端末	制御装置	・競り中又はマリ中において、終了キーが押されたときに送信される。
購入	買参人端末	制御装置	・購入キー又は全口購入キーが押されたときに送信される。 ・購入キー又は全口購入キーを押す前に、台番号キーで入力した台番号とテンキーで入力した購入を希望する口数、及び買参人番号が付加される。付加された口数の値が 99 の場合は、スクリーンに表示された販売可能な口数全ての購入を示す全口購入キーが押されたことを示す。
買参人端末表示指示	制御装置	買参人端末	・買参人端末の表示部に、購入可否の結果、購入履歴などの表示を指示する。
履歴	買参人端末	制御装置	・履歴キーが押されたときに送信される。

- (1) 競りの開催前に、管理サーバから競り実行計画メッセージを受信すると、受信した情報を記憶し、買参人ごとの購入履歴などを初期化する。
- (2) 買参人端末から使用開始メッセージを受信すると、買参人番号を記憶する。制御装置は、競り実行計画メッセージの受信後であればいつでも使用開始メッセージを受信できる。
- (3) ある競り台における一つの商品の競りを行う場合の処理内容を次に示す。
  - ① 商品情報を基に、スクリーンに休止中、及び競り価格を空白として図 3 のような表示内容で表示する。
  - ② 商品情報の競り開始価格の値を、競り価格に設定する。
  - ③ 商品情報を基に、台端末に図 3 のような表示内容で表示する。
  - ④ 競り開始メッセージを受信すると、スクリーンと台端末に競り中、及び競り価格から競り開始メッセージに付加された値を引いた価格を新たな競り価格として表示する。
  - ⑤ 購入メッセージを受信すると、購入を希望する口数が販売可能な口数以下の内容で、最初に受信した一つの購入メッセージだけの取引を成立させ、販売価格を決定する。
  - ⑥ 取引を成立させ、販売価格を決定すると、次に示す処理を行う。
    - (i) スクリーンと台端末に休止中、及び新たな販売可能な口数を表示する。
    - (ii) 取引が成立した買参人の購入履歴を更新し、取引が成立した買参人端末に取引が成立したことを表示する。
    - (iii) 購入メッセージの受信を一定時間待った後に、取引が成立しなかった全ての買参人端末に、取引が成立しなかったことを表示する。
    - (iv) 売れ残りの口数が 1 口以上であれば、スクリーンと台端末にマリ中を表示してマリ販売を行う。売れ残りの口数が 0 口であれば、一つの商品の競りを終了する。
  - ⑦ マリ中のときに購入メッセージを受信すると、購入を希望する口数が販売可能な口数以下の内容で、最初に受信した一つの購入メッセージだけの取引を成立させ、⑥の処理から繰り返す。
  - ⑧ 競り中又はマリ中のときに、競り休止メッセージを受信すると、スクリーンと台端末に休止中、及び競り価格を空白として表示し、④の処理から繰り返す。

- ⑨ 競り中又はマリ中のときに、競り終了メッセージを受信すると、スクリーンと台端末に休止中を表示し、一つの商品の競りを終了する。
- ⑩ 一つの商品の競りが終了すると、販売した口数分の出荷ラベルをプリンタで印刷し、競り結果メッセージを管理サーバに送信する。出荷ラベルには、商品名、商品番号、購入した買参人の買参人番号などを印刷する。
- (4) 全ての競り台で、全ての商品の競りが終了するまで、(3)の処理を行う。
- (5) 履歴メッセージを受信すると、その買参人の購入履歴を、買参人端末に表示する。

[制御装置のソフトウェア構造]

制御装置では、リアルタイム OS を使用する。制御装置のタスク構造を図 4 に、制御装置のタスク処理概要を表 3 に、それぞれ示す。



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、不揮発性メモリへのデータの流れを示す。

図 4 制御装置のタスク構造

表3 制御装置のタスク処理概要

タスク名	処理概要
メイン	<ul style="list-style-type: none"> <li>管理サーバから競り実行計画メッセージを受信すると、購入履歴情報を初期化し、受信したメッセージの内容（以下、実行計画という）を引数にして、実行計画に設定されている競り台の台数分の競り制御タスクを生成して起動する。</li> <li>買参人端末から使用開始メッセージを受信すると、買参人番号を引数にして買参人タスクを生成して起動する。買参人端末から使用終了メッセージを受信すると、該当する買参人タスクを削除する。</li> </ul>
買参人	<ul style="list-style-type: none"> <li>起動すると、引数で指定された買参人番号を記憶し、[a] する。</li> <li>買参人端末から購入メッセージを受信すると、競り制御タスクに購入要求を通知する。また、履歴メッセージを受信すると、該当する買参人の購入履歴を買参人端末表示指示メッセージで買参人端末に送信する。</li> <li>購入応答を受けると、[b] した後、取引が成立していれば購入履歴情報に登録する。</li> </ul>
競り制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>起動すると、引数で指定された実行計画を基に、商品情報が記憶された競り待ちテーブルを作成した後、競り台に対応する競り台タスク、情報表示タスクを生成して起動し、次の①～⑤を行う。           <ul style="list-style-type: none"> <li>① 競り待ちテーブルの先頭の商品情報、及び先頭に続く最大四つの商品の商品名を、情報表示要求で情報表示タスクに通知し、先頭の商品情報の競り開始価格を競り価格に設定する。</li> <li>② 競り開始要求を受けると、競り価格を算出し、情報表示タスクに情報表示要求を通知した後、競りを開始する。</li> <li>③ 競り開始後、買参人タスクから購入要求を受け、取引の成立又は不成立によって、次の処理を行う。               <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 取引が成立した場合                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- (ア) 情報表示タスクに情報表示要求を通知する。</li> <li>- 取引が成立したことを、購入応答で買参人タスクに通知する。</li> <li>- 一定時間経過後に、売れ残りの口数があれば、情報表示タスクに情報表示要求を通知した後、マリ販売を開始する。売れ残りの口数がある間は、マリ販売を継続する。</li> </ul> </li> <li>(ii) 取引が成立しなかった場合                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 取引が成立しなかったことを、購入応答で買参人タスクに通知する。</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>④ 競り中又はマリ中に競り休止要求を受けると、情報表示タスクに情報表示要求を通知し、競り又はマリ販売を休止する。その後、②から処理を繰り返す。</li> <li>⑤ 一つの商品の全ての口数が売れた場合、又は競り終了要求を受けた場合、商品の出荷があれば、プリンタタスクに出荷ラベル印刷要求を通知する。さらに、管理サーバに競り結果メッセージを送信した後、競り待ちテーブルの次の商品情報を先頭にして、①から処理を繰り返す。</li> </ul> </li> </ul>
競り台	<ul style="list-style-type: none"> <li>台端末のキー入力に応じて、競り開始要求、競り休止要求、競り終了要求を該当する競り制御タスクに通知する。</li> </ul>
情報表示	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報表示要求を受けると、表示内容に従って、スクリーン表示指示メッセージ、台端末表示指示メッセージ、又はその両方のメッセージを送信する。</li> </ul>
プリンタ	<ul style="list-style-type: none"> <li>出荷ラベル印刷要求を受けると、プリンタで印刷する。</li> </ul>
LAN1通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求されたメッセージを LAN1 に送信する。</li> <li>LAN1 から受信したメッセージを対応するタスクに振り分ける。</li> </ul>
LAN2通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求されたメッセージを LAN2 に送信する。</li> <li>LAN2 から受信したメッセージを対応するタスクに振り分ける。</li> </ul>

〔購入履歴情報の説明〕

購入履歴情報を構成するレコードのフィールドを図 5 に示す。各レコードは、購入履歴情報の先頭のレコードから何番目かを示す情報（以下、レコード番号という）で識別される。

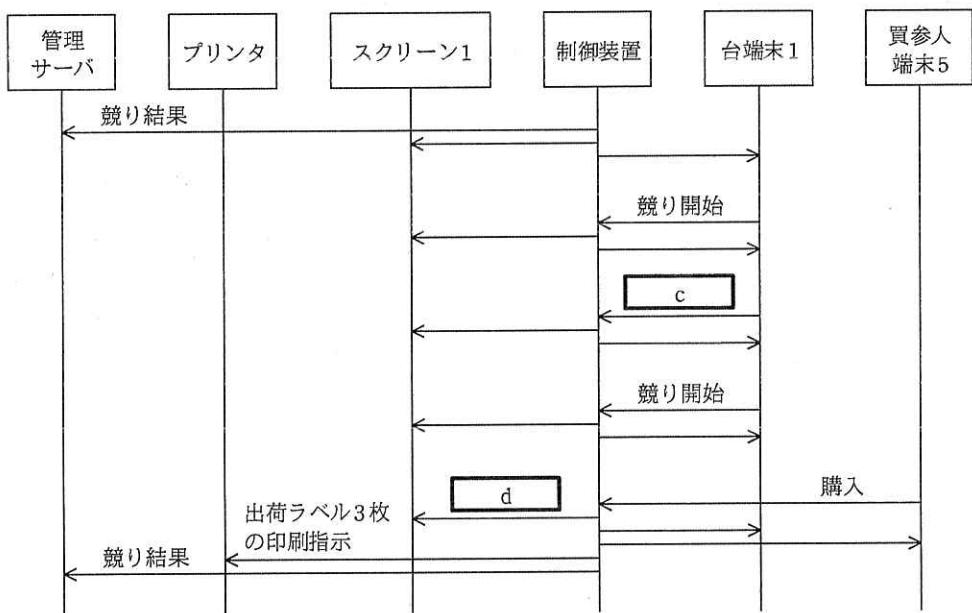
購入日時	買参人番号	商品番号	購入口数	販売価格	リンク
------	-------	------	------	------	-----

図 5 購入履歴情報を構成するレコードのフィールド

- ・買参人タスクは、取引が成立したとき、新たなレコードを購入履歴情報に追加する。さらに、前回、取引が成立したときに書き込んだレコードのレコード番号（以下、前回レコード番号という）を追加したレコードのリンクに書き込み、追加したレコードのレコード番号を、前回レコード番号として記憶する。該当する買参人が初めて取引を成立させた場合には、リンクに-1を書き込む。
- ・買参人タスクは、買参人端末から履歴メッセージを受信すると、前回レコード番号で示されるレコードから、リンクを順次参照しながら、買参人端末に購入履歴を表示する。

設問 1 競りシステムの仕様について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 競りの開催中における装置間の通信シーケンスの一部を図 6 に示す。(a)～(c)に答えよ。



注記 図中に示す購入メッセージに付加された口数の値は、99 であった。

図 6 競りの開催中における装置間の通信シーケンスの一部

- (a) 図 6において、競りが行われた商品の口数、及び販売した口数は、何口か。それぞれ整数で答えよ。
- (b) 図 6 中の c で示す通信を、表 2 中のメッセージ名で答えよ。
- (c) 図 6 中の d で示す通信内容を、表 2 中のメッセージ名を用いて 50 字以内で述べよ。
- (2) 競り人が台端末のテンキーを押さずに、確定キーだけを押す場合がある。どのような場合か。20 字以内で述べよ。
- (3) 1 回のスクリーン表示指示メッセージで商品情報を 1 台のスクリーンに表示するとき、LAN 1 における通信時間は何ミリ秒掛かるか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ここで、商品の静止画の表示領域は、1 ピクセル当たり 3 バイトを必要とし、商品の静止画の表示領域以外は、テキストデ

ータで 4 k バイトを必要とする。データは非圧縮で送受信し, LAN 1 の実効通信速度を, 規格値 1G ビット／秒の 25% とする。また, 1k バイト =  $10^3$  バイト, 1G ビット／秒 =  $10^9$  ビット／秒とする。

設問 2 制御装置のタスク設計について, (1)～(3)に答えよ。

(1) 競り制御タスクの設計について, (a), (b)に答えよ。

(a) 表 3 中の下線 (ア) で通知される情報の内容を, 35 字以内で述べよ。

(b) 競り開始後, 競り中又はマリ中において, ある時点からある時点までの間に, 買参人タスクから購入要求を受けた場合, 取引が成立しなかったと判定するときがある。その期間を, 35 字以内で述べよ。

(2) 買参人タスクの設計について, (a), (b)に答えよ。

(a) 買参人タスクが通知する購入要求に含まれるべき情報を, 二つ答えよ。

(b) 表 3 中の b に入る適切な処理を, 35 字以内で述べよ。

(3) 買参人タスクの購入履歴情報の処理について, (a), (b)に答えよ。ここで, 買参人タスクが記憶する買参人番号に対するレコードは, 購入履歴情報の中に一つ以上存在するものとする。

(a) 表 3 中の a に入る, 購入履歴を全て表示するための処理を, 55 字以内で述べよ。

(b) 買参人端末に表示される購入履歴は, 購入日時が新しいレコードから順に表示される。これとは逆に, 購入日時が古い順に表示されるように買参人タスクの処理を変更する。変更後, 取引が成立し, 新たなレコードを追加したとき, 買参人タスクは, どのレコードのリンクにどのような書き込みを行うか。レコード及び書き込む内容を, 65 字以内で述べよ。

設問 3 競りシステムの設計変更について, (1)～(3)に答えよ。

競りシステムの評価において, 競り台ごとに競りの進行状況が異なり, 全ての商品の競り完了までの時間に大きな開きが出てしまった。また, 新たに入荷した商品を, 開催中の競りに追加したいという要望も出た。これらに対して, 台端末に, 新たに“完了”キーを設け, 次の対応 A と対応 B で示す対応を実施することにした。

#### 対応 A：競り台ごとに進行状況が大きく異なる問題への対応

- ・制御装置で、競り台ごとの進行状況を監視し、大きく遅れている競り台があれば、進んでいる競り台に商品を移動する指示を、遅れている競り台の台端末に表示する。
- ・競り会場の作業者は指示に従い、遅れている競り台の一部の商品を、進んでいる競り台の末尾に移動する。
- ・移動が完了すると、移動元の競り台の台端末の完了キーを押して制御装置に知らせる。商品の移動中も、競りを継続することができる。

#### 対応 B：新たに商品を追加したいという要望への対応

- ・競り台への商品追加を示す商品追加メッセージを追加し、管理サーバから、制御装置に送信する。
- ・制御装置は、商品を追加する指示を、該当する競り台の台端末に表示する。
- ・競り会場の作業者は指示に従い、指示が表示された競り台の末尾に、商品を追加する。
- ・追加が完了すると、指示が表示された競り台の台端末の完了キーを押して制御装置に知らせる。商品の追加中も、競りを継続することができる。

#### 〔制御装置のタスク変更概要〕

制御装置のタスク変更概要を表 4 に示す。ここで、進行監視タスクは、新規に作成するタスクである。

表 4 制御装置のタスク変更概要

タスク名	変更概要
メイン	<ul style="list-style-type: none"> <li>競り制御タスクを生成して起動した後、進行監視タスクを起動する。</li> <li>管理サーバから商品追加メッセージを受信すると、該当する競り制御タスクに商品追加指示を通知する。</li> </ul>
進行監視	<ul style="list-style-type: none"> <li>起動すると、“通常状態”を状態として設定し、5分ごとに、次の移動処理を行う。           <ul style="list-style-type: none"> <li>各競り制御タスクの、競り待ちテーブルの商品情報の残り数をチェックする。商品の移動が必要と判断した場合、移動元の競り台、移動先の競り台、及び移動する商品数を決定する。商品の移動が必要でない場合、移動処理を終了する。</li> <li>移動元の競り制御タスクに商品移動指示を通知し、状態を“商品移動状態”にする。</li> <li>移動元の競り制御タスクから、商品移動完了を受けると、状態を“通常状態”にする。</li> </ul> </li> <li>競り制御タスクから商品追加要求を受けると、状態に応じて次の処理を行う。           <ul style="list-style-type: none"> <li>状態が“通常状態”的場合、要求元の競り制御タスクに商品追加許可を通知する。また、要求元の競り制御タスクから [e] を受けるまで、[f] は行わない。</li> <li>状態が“商品移動状態”的場合、“通常状態”になるまで [g] の通知は保留する。</li> </ul> </li> </ul>
競り台	<ul style="list-style-type: none"> <li>完了キーが押されると、該当する競り制御タスクに完了通知を通知する。</li> </ul>
競り制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>起動すると、“通常状態”を状態として設定する。</li> <li>商品移動指示を受けると、次の処理を行う。           <ul style="list-style-type: none"> <li>競り待ちテーブルの末尾から、移動する商品数分の商品を競りの対象から除外する。</li> <li>情報表示タスクに情報表示要求を通知して、移動元の競り台の台端末に、商品を移動する指示を表示し、状態を“商品移動状態”にする。状態が“商品移動状態”でも、競りの処理は通常どおり行う。</li> <li>状態が“商品移動状態”で完了通知を受けると、移動先の競り制御タスクに、商品移動要求を通知して、進行監視タスクに商品移動完了を通知し、状態を“通常状態”にする。</li> </ul> </li> <li>商品移動要求を受けると、指定された商品情報を競り待ちテーブルの末尾に追加する。</li> <li>商品追加指示を受けると、次の処理を行う。           <ul style="list-style-type: none"> <li>進行監視タスクに商品追加要求を通知する。</li> <li>商品追加許可を受けるまで待ち、受けると、情報表示タスクに情報表示要求を通知した後、状態を“商品追加状態”にする。状態が“商品追加状態”でも、競りの処理は通常どおり行う。</li> <li>状態が“商品追加状態”で完了通知を受けると、[h] した後、進行監視タスクに商品追加完了を通知し、状態を“通常状態”にする。</li> </ul> </li> </ul>

- (1) 対応 A 及び対応 B が同時に実行されないようにするために、表 4 中の [e] ~ [g] に入る適切な字句を答えよ。
- (2) 表 4 中の [h] に入る適切な処理を、30字以内で述べよ。
- (3) 競り制御タスクが、進行監視タスクに商品追加要求を通知してから商品追加許可を受けるまでの間に、商品移動指示を受けた場合の処理に関する次の記述中の [i] ~ [l] に入る適切なタスク間メッセージを答えよ。また、次の記述中の [m] に入る適切な内容を 35字以内で述べよ。

このようなケースが発生するのは、i と j が同時に発生した場合である。この場合、進行監視タスクは、k を待つ。もし、競り制御タスクが商品移動指示の処理を保留し、l を待つと、m という不具合が発生する。したがって、競り制御タスクは商品移動指示の処理を、直ちに行わなければならない。

[ メモ用紙 ]

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	15:10 ~ 16:20
--------	---------------

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。

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。