

平成 27 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. 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
選択方法	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 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 貨物用ハイブリッド帆船に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

D社は、ディーゼルエンジン（以下、エンジンという）に加えて、軽くて強度がある硬翼帆（以下、帆という）を装備し、帆とエンジンを組み合わせて航行できる貨物用ハイブリッド帆船（以下、帆船という）を開発している。帆船の航行は、コンピュータで制御し、帆とエンジンを併用することで航海中の燃料消費を大幅に低減する。

帆船は、出発前に設定された航路、船速、予定航海日数、及び燃料消費計画（これらをまとめて、以下、航海計画という）に従って航行し、例えば、約1か月間で太平洋を横断することができる。

〔帆船の航行〕

(1) 航海計画

最短航路は、出発地点と目的地を最短で結ぶコース（大圏コース）であるが、実際に設定する航路は気象、潮流などの自然条件によって変更する。そこで、自然条件、帆船の性能などを基に航路シミュレーションを行い、出発前に、燃料消費が最小となるような航海計画を設定する。

- ・航路上には、1時間ごとの目標位置（以下、マイルストーンという）を設定する。
- ・航海中に、自然条件の情報を衛星から取得し、必要に応じて航海計画を更新することがある。

(2) 航行自律制御

- ・次のマイルストーンを目標に、自然条件を加味した航行自律制御を行う。
- ・目標までの所要時間及び到着時刻を予測することによって、必要な船速を求め、その船速を実現するように帆及びエンジンを制御する。

〔帆船の構造〕

帆船の構造を、図1に示す。

- ・船体の前方にある操舵室^だで、進路及び船速をマニュアルで制御することもできる。
- ・船体の中央部には、4本の旋回及び伸縮可能なマストが垂直に設置され、マストを中心に左右対称となるように帆が取り付けられている。

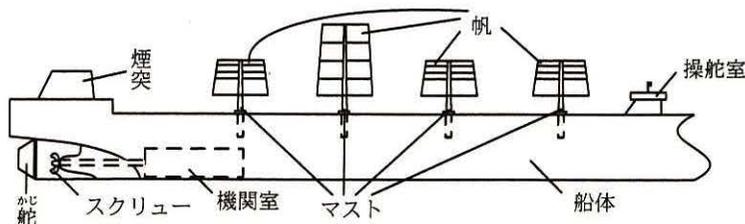


図 1 帆船の構造

(1) 帆

風によって帆が得る力を、図 2 に示す。風による揚力と抗力を合成した力が、マストを経由して船体に伝達される。帆による推進力を求めるために、各マストの下部には、マストにかかる力を計測する応力センサ（以下、ロードセルという）が設置されている。

また、帆の破損及び帆船の転覆を防ぐために、帆には各部にかかる力を計測するセンサ部が複数箇所設置されている。

- ・センサ部には、センサ、MCU、無線 I/F 及びバッテリーが内蔵されている。
- ・センサ部は、帆内の空間を使って、無線 I/F によってマストのマスタである帆制御ユニット（SCU）と定期的に通信を行う。
- ・MCU は指定された周期でセンサの値を読み出し、内蔵 RAM に格納する。
- ・MCU は、マストのマスタからの定期的なポーリングに応じて、センサの値の絶対値を送信する。ポーリング以外に、前もって設定された基準値を超えた力が検出された場合にもマスタに通知する。

なお、帆は厳しい自然環境下で使用されることから、センサ部は航海中に性能劣化、機能不全に陥る可能性がある。

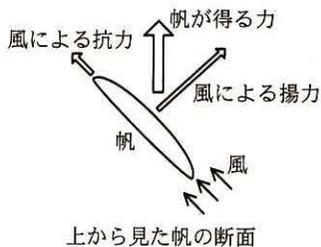


図 2 風によって帆が得る力

(2) 推進システム

推進システムは、ナビゲーション装置 (NAV)、推進制御ユニット (PCU)、帆制御ユニット (SCU)、エンジン制御ユニット (ECU)、油圧ポンプ・舵制御ユニット (HCU)、情報系 LAN、推進系 LAN、CAN などで構成されている。

推進システムの構成を図 3 に、主な構成要素を表 1 に示す。

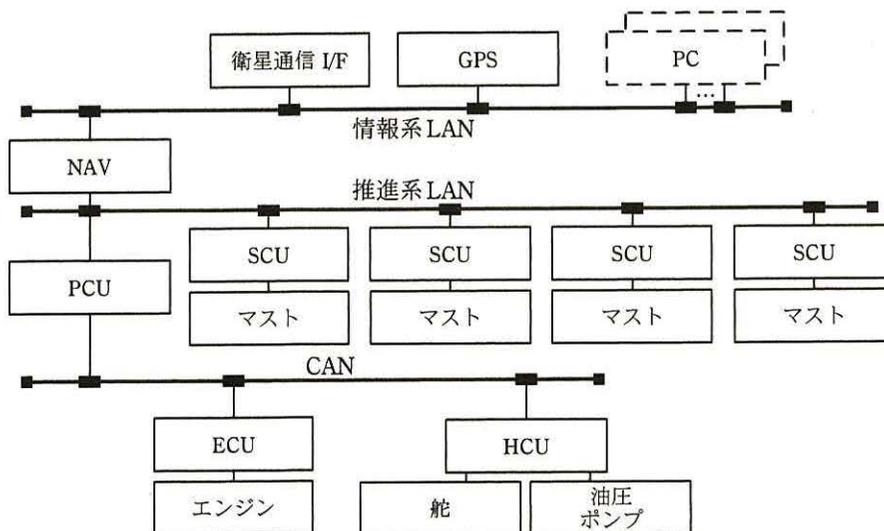


図 3 推進システムの構成

表 1 推進システムの主な構成要素

構成要素	概要
NAV	<ul style="list-style-type: none"> ・操舵室に設置され、情報系 LAN と推進系 LAN に接続されている。 ・出発前に、航海計画を設定する。航海中、情報系 LAN から現在位置及び現在の自然条件の情報を得て航路シミュレーションを行い、航海計画を更新する。 ・推進系 LAN に接続し、航海計画と現在位置を PCU に送信する。
PCU	<ul style="list-style-type: none"> ・機関室に設置され、航海計画に従って、航行を自律制御する。 ・SCU 及び ECU の推進力を調整したり、HCU の舵の制御目標を設定したりする。
SCU	<ul style="list-style-type: none"> ・各マストの下部に設置され、PCU からの指示で、マストを個別に油圧で駆動する。 ・各マストの下部に設置された 12 個のロードセルを用いて、マストにかかる力を計測する。 ・マストのマスタとして、センサ部の制御を行う。
ECU	<ul style="list-style-type: none"> ・機関室に設置され、エンジンを制御する。
HCU	<ul style="list-style-type: none"> ・機関室に設置され、油圧ポンプを制御してマスト及び舵に油圧を供給する。 ・PCU からの指示で舵を油圧で駆動する。
衛星通信 I/F	<ul style="list-style-type: none"> ・操舵室に設置され、衛星通信で自然条件の情報を取得する。
GPS	<ul style="list-style-type: none"> ・操舵室に設置され、現在位置を取得する。
PC	<ul style="list-style-type: none"> ・情報系 LAN に接続し、現在位置及び現在の自然条件の情報を閲覧できる。
情報系 LAN	<ul style="list-style-type: none"> ・現在位置及び現在の自然条件の情報が伝送されている。 ・自由に接続できるハブが帆船内の数十か所に設置されており、PC を接続できる。
推進系 LAN	<ul style="list-style-type: none"> ・帆船の推進を制御するための情報が伝送されている。 ・安全確保のため、NAV、SCU 及び PCU 以外は接続できないようにしている。
CAN	<ul style="list-style-type: none"> ・エンジン、舵及び油圧ポンプを制御するための情報が伝送されている。 ・通信経路の長さに制限があるので、機関室内の機器だけが接続されている。

〔帆とマスト〕

風向、風速に応じて、マストごとに帆の角度と展開面積を変えることができる。

- ・帆を広げて面積を大きくしたり（以下、展帆という）、帆を畳んで面積を小さくしたり（以下、畳帆という）するには、油圧でマストを伸張させたり、マストを収縮させたりする。さらに、油圧を使い、マストを回転させることで帆の向きを変える。
- ・マストの操作中に強い風の影響を小さくするように、展帆、畳帆及び回転の操作は同時に行わず、畳帆、回転、展帆の順に操作する。
- ・マストの高さは、帆を最大にした状態では 45 m、帆を最小にした状態では 5 m となる。
- ・帆及びマストの動作速度は、展帆のとき 0.2 m/秒、畳帆のとき 0.5 m/秒、回転のとき 6 度/秒である。

図 2 に示したように、帆が風を受けると、風による揚力と抗力が発生する。帆が風から受ける力と帆の推進力の関係を、図 4 に示す。

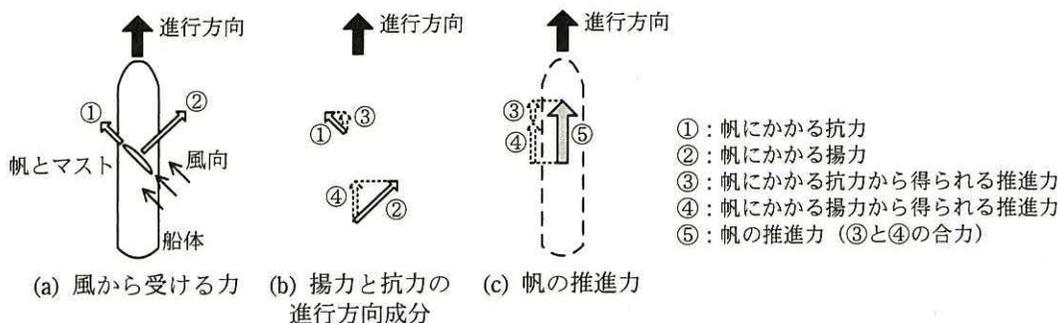


図 4 帆が風から受ける力と帆の推進力の関係

- ・ 図 4 (a) 風から受ける力に示すように、帆が風から受ける力には、①帆にかかる抗力、②帆にかかる揚力がある。
- ・ 図 4 (b) 揚力と抗力の進行方向成分に示すように、帆船の推進には、③帆にかかる抗力から得られる推進力（①の進行方向の分力）、及び④帆にかかる揚力から得られる推進力（②の進行方向の分力）が利用される。ここで、①及び②の横方向の分力は無視できるものとする。
- ・ 図 4 (c) 帆の推進力に示すように、③及び④の合力は、⑤帆の推進力としてマストを經由して船体に伝達される。

4 本のマストの⑤帆の推進力を合計した推進力（以下、帆走推力という）が、帆船の推進に利用される。

〔帆船の推進力〕

帆船の推進力は、帆走推力とエンジンによる推進力（以下、機走推力という）を合成することで得られる。

船速と必要な推進力との関係を、表 2 に示す。

例えば、1 海里を 1.85 km、1 ノットを 1 海里／時とすると、船速を 15 ノットにするために必要な推進力は、10MW となる。

表2 船速と必要な推進力との関係

船速 (ノット)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
推進力 (MW)	1.0	1.5	2.2	3.0	3.9	5.1	6.5	8.1	10	12	15	17	20

[帆の角度, マストの面及び風向の角度の関係]

帆の角度, マストの面及び風向の角度を, 図5に示す。

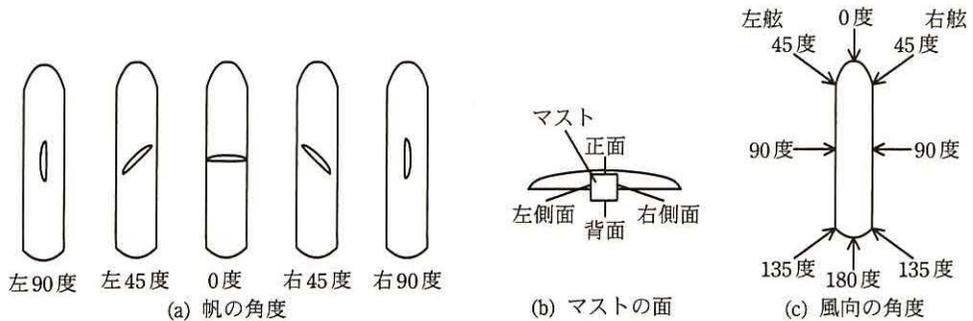


図5 帆の角度, マストの面及び風向の角度

- ・帆の角度は, 船体正面に向いたときを0度とする。
- ・マストの正面は, 帆の角度が0度のとき船体正面に向く。マストの隣り合う面は互いに直角になっている。
- ・風向は, 船体正面から吹く風を0度とする。風向が左舷からでも右舷からでも船体に対して同じ角度であれば, 同じ帆走推力を得ることができる。

[帆の制御]

例えば, 風速が15ノットのときの, 風向と帆走推力の関係を図6に示す。

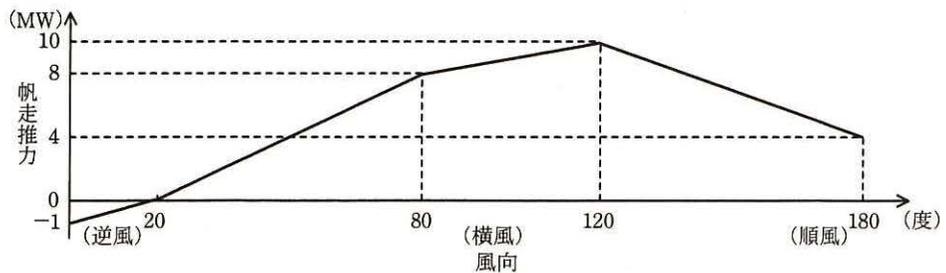


図6 風速が15ノットのときの, 風向と帆走推力の関係

風速が 15 ノットのとき、風向が 0 度から 20 度までは全ての帆を最小にした状態になるように、風向が 20 度から 180 度までは全ての帆を最大にした状態になるように、それぞれのマストの高さを制御する。

[エンジンの燃料消費]

- ・ 1 時間当たりの消費燃料の重量（以下、燃料流量という）を積算した燃料の重量（以下、燃料消費量という）を、できるだけ少なくする。
- ・ 機走推力は、燃料流量に比例する。

[推進力の調整]

- ・ それぞれの帆の推進力は、各マストの下部にあるロードセルを用いてマストにかかる力を SCU が計測し、そのデータから計算する。
- ・ SCU は、帆の推進力を PCU に送信する。
- ・ PCU は SCU から送信された 4 枚の帆の推進力を加算して、帆走推力を計算する。
- ・ PCU は、不足している推進力を計算し、船速が指示速度以下にならないように ECU に機走推力の指示を出す。

[ロードセルとマストの応力]

マストにかかる力を計測するために、ロードセルが各マストの正面、左側面、背面及び右側面の下部に、それぞれ 3 個ずつ、合計 12 個取り付けられている。

- ・ ロードセルにはひずみゲージが使用されており、マストにかかる応力でひずみゲージが僅かでもひずむと、抵抗値が変化して、ロードセルの出力電圧が変化する。
- ・ 全てのロードセルは同じ仕様で、応力の大きさに比例した電圧を出力する。

SCU は、マストの正面、左側面、背面及び右側面に取り付けられた 3 個のロードセルの出力電圧をアナログ入力で計測し、それぞれの面の中央値を選択し、計測値とする。SCU へのアナログ入力は、12 ビットのバイポーラ型 A/D コンバータでデジタル値に変換される。0 V 時のオフセットは 800H（数値の後の H は 16 進数を示す）である。-2.5 MW, 0 MW, 2.5 MW に相当する A/D 変換結果は、それぞれ 400H, 800H, C00H である。

SCU は、背面のロードセルの計測値（符号を反転）と、正面のロードセルの計測

値との平均をとり、正面方向の応力を求める。同様に、右側面のロードセルの計測値（符号を反転）と、左側面のロードセルの計測値との平均をとり、左側面方向の応力を求める。

〔応力と金属疲労〕

マストに使用している鋼鉄は、応力を繰り返し加えると、疲労による破壊（以下、疲労破壊という）に至ることがある。疲労破壊に至る応力の最小値を疲労限界という。疲労限界未満の応力であれば、繰り返し加えても疲労破壊には至らない。

設問 1 帆船の航行に関する次の記述を読んで、(1)～(4)に答えよ。

(1) 帆船を次のマイルストーンに向けて 15 ノットで航行させる。

(a) 風向 135 度から風が吹いていて、そのときの帆走推力が 8.1 MW の場合、機走推力を何 MW に設定すればよいか。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。また、このとき、エンジンの燃料消費は帆走推力を利用しないときの何%となるか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。

(b) 帆船の推進力の制御について検討する。風向 135 度から、帆の面積を最大にした状態のとき、20 MW の帆走推力が得られる風が吹いてきた。15 ノットを維持するための制御を、20 字以内で述べよ。ここで、帆走推力は帆の面積に比例するものとする。

(2) 航海中、推進力を得るためにマストには風の力がかかるので、金属疲労によって破壊される前に、マストを交換する必要がある。交換時期を知るために使用する構成要素とそこから得る情報を、30 字以内で述べよ。

(3) 燃料消費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 位を四捨五入して、整数で求めよ。ここで、風向、風速及び帆船の進行方向は変化しないものとする。また、船速にかかわらず、設問中の風速で帆走推力を計算するものとする。

船速が異なる次の二つの航行方法で、燃料消費量を検討する。帆船が帆走推力だけで船速 8 ノットで推進している。次のマイルストーンを到着時刻どお

り通過させるには、船速を平均 10 ノットにする必要がある。ここで、無風状態で、次のマイルストーンまで機走推力だけで 10 ノットで航行した場合の燃料消費量を 100%とする。

- ① 帆走推力と機走推力を使って船速を 10 ノットに維持する場合、燃料消費量は、 %となる。
- ② 次のマイルストーンまでの所要時間の半分は帆走推力だけを使って航行し、残りの半分は帆走推力と機走推力を使ってマイルストーンを到着時刻どおりに通過する場合、燃料消費量は %となる。

- (4) 帆に設置したセンサ部のバッテリーは、2 航海の期間は交換しなくてもセンサ部は動作する。無線 I/F での消費電力を低減するために、マストのマスタとの通信時以外は無線 I/F に電源を供給しないことにした。さらに、定期的な通信の間隔を変更させることができるようにした。この場合、通信間隔を可変にするために、マストのマスタはセンサ部からどのような情報を得て、ポーリング間隔をどのように制御すればよいか。制御方法を 40 字以内で述べよ。

設問 2 帆の制御に関する次の記述を読んで、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 帆の角度が右 45 度のとき、SCU のアナログ入力の A/D 変換結果は、マストの正面の 3 個のロードセルが AF9H, B00H 及び B00H であった。同様に、マストの左側面の 3 個が 8F0H, 900H 及び 90AH, マストの背面の 3 個が 4F8H, 500H 及び 501H, マストの右側面の 3 個が 6F0H, 700H 及び 700H であった。このとき、この帆が船体に与える推進力は何 MW になるか。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、 $1/\sqrt{2} = 0.71$ とする。
- (2) PCU が機走推力の指示値を計算するために必要な入力は、NAV が送信する航海計画及び現在位置以外に、もう一つある。そのデータをどの構成要素が送信するかを、次の形式で 25 字以内で述べよ。

“A が送信する B” (A は要素名, B はデータ)

- (3) 航路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 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。ここで、 $\cos 23$ 度を $12/13$ とし、帆船の移動方向及び船速にかかわらず、設問中の風速で帆走推力を計算するものとする。

帆船は、最短航路を航行するよりもジグザグに航行した方が、燃料流量が少なく済む場合がある。ここでは、次に示す条件で燃料流量に影響する機走推力を計算し、比較する。

- ・帆船の初期位置と目的地は 24 海里離れている。
- ・目的地までの予定航海時間は、2 時間とする。
- ・風は、初期位置から目的地の方向に、風速 15 ノットで吹いている。

① 初期位置から目的地まで最短航路を真っすぐに航行するとき

平均船速は ノットとなり、帆船の推進力は MW 必要である。風向は 180 度なので、帆走推力は MW 得られるから、機走推力は MW 必要となる。

② 目的地に対して、23 度の角度で真っすぐに航行し、半分の距離まで来たら目的地に向かって真っすぐ航行するとき

初期位置から目的地までの移動距離は 海里になるので、平均船速は ノットとなり、帆船の推進力は MW 必要である。右舷又は左舷から風向 157 度の風を常に受けることになるので、帆走推力は MW 得られるから、機走推力は MW 必要となる。

(4) 風速が 15 ノット、風向が 0 度、帆の角度が右 90 度、マストの高さが 5 m のとき、風向が右舷 120 度変わった。そこで、マストを制御し始めたが、30 秒後に風向が 0 度に戻った。マストを制御し始めてから停止させるまで、どのような順序で操作を行うか。畳帆、回転又は展帆の操作順序を、時系列で答えよ。また、制御し始めてから停止させるまでに何秒掛かるか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ここで、マストは、風向が右舷 120 度のとき帆の角度右 30 度に向かって回転し、風向が 0 度のとき帆の角度右 90 度に向かって回転するものとする。

設問 3 フェールソフト設計及び帆船の通信について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 帆に設置されたセンサ部では、センサからの 2 本のアナログ信号を、MCU に内蔵された A/D コンバータで定期的にデジタル信号に変換して取り込んでいる。A/D コンバータの変換時間は、この取込み周期に比べてはるかに短い。この A/D コンバータはレジスタの設定によって、8 本のアナログ入力の中の 1 本をマルチプレクサで選択して A/D 変換し、残り 6 本のアナログ入力は未使用である。
- (a) センサ部に、バッテリーと無線 I/F をもたせた目的を、30 字以内で述べよ。
- (b) 残りのアナログ入力を用いて A/D コンバータを自己診断する方法を、40 字以内で述べよ。
- (c) (b) の方法で自己診断できる二つの項目の内容を、それぞれ 15 字以内で述べよ。
- (d) センサからのアナログ信号を A/D 変換する前後に、(b) の自己診断を行うように判断した理由を、30 字以内で述べよ。
- (2) 推進システムの主な構成要素に故障が発生したときの対策について、検討している。
- (a) 航海中に NAV が故障し、PCU が航海情報及び現在位置を受信できなくなっても、航行自律制御を続けるには、PCU は NAV を経由せずに現在位置を取得する必要がある。そのために、情報系 LAN と推進系 LAN の間にルータを追加する場合、セキュリティ上考えられる問題を 40 字以内で述べよ。また、対策として、ルータにもたせる機能を、35 字以内で述べよ。
- (b) CAN が故障したとき、帆だけで航行できるように、ある機器にインタフェースを追加し、別のネットワークに接続する。その方法（どの機器をどのネットワークに接続するか）を、20 字以内で述べよ。

問2 多地点接続テレビ会議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、多地点接続テレビ会議システム（以下、会議システムという）を開発している。会議システムは、会議サーバ、及び会議サーバに接続して使用する魚眼カメラを搭載したテレビ会議端末（以下、会議端末という）から構成される。

〔会議システムの概要〕

会議システムの構成を図1に、会議システムの構成要素概要を表1に示す。



図1 会議システムの構成

表1 会議システムの構成要素概要

構成要素	概要
会議端末	・魚眼カメラ、マイク、スピーカが装備されたテレビ会議用の端末である。テレビ会議に参加する拠点に1台ずつ設置される。赤外線リモコン（以下、リモコンという）によって操作ができる。
会議サーバ	・多地点接続テレビ会議を制御するサーバである。会議システムへの各会議端末の登録、認証、接続などを制御する。 ・複数の会議端末から受信した映像及び音声を合成し、各会議端末に配信する。

〔会議端末の概要〕

会議端末の構成を図2に、会議端末の構成要素概要を表2に示す。会議端末には、モニタとして市販のテレビを接続する。

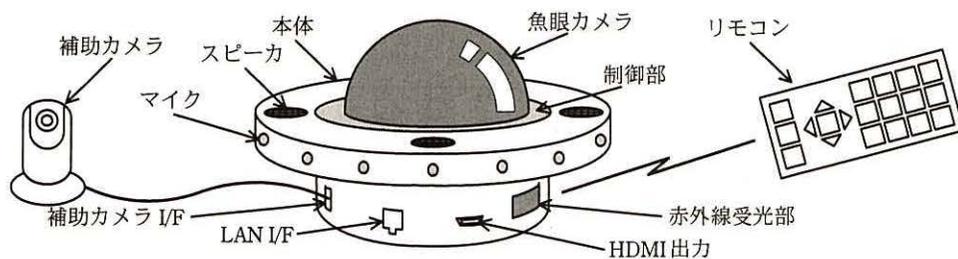


図2 会議端末の構成

表 2 会議端末の構成要素概要

構成要素	概要	
本体	制御部	・ 会議端末全体を制御する。
	魚眼カメラ	・ 方位角 0~360 度、仰角 0~45 度の範囲を撮影し、1,280×180 ピクセルのパノラマ映像を出力する。
	マイク	・ 16 個のマイクが、会議端末の周囲に等間隔で配置されている。
	スピーカ	・ 4 個のスピーカが、会議端末の周囲に等間隔で配置されている。
	HDMI 出力	・ 接続されたモニタに 1,280×720 ピクセルの映像を出力する。
	LAN I/F	・ IP 網に接続する。
	補助カメラ I/F	・ 補助カメラを接続する。
	赤外線受光部	・ リモコンからの通信を受信する。
補助カメラ	・ 640×360 ピクセルの映像を撮影し、出力する。	
リモコン	・ 赤外線を使用して、会議端末の操作を行う。	

〔テレビ会議の映像と音声〕

会議端末は会議テーブルの中央に設置して使用する。会議端末は、搭載された魚眼カメラで 360 度のパノラマ映像を撮影し、上下になるように 2 分割した後、その拠点に発話者がいれば、映像に発話者マークを挿入する（こうして得られた映像を、拠点映像という）。

また、補助カメラの映像を拠点映像とすることもできるが、映像の 2 分割及び発話者マークの挿入は行わない。

会議端末は、拠点映像とマイクから入力された音声（以下、拠点音声という）とを圧縮・合成し、拠点動画として会議サーバに送信する。会議サーバは各会議端末から受信した拠点動画を合成し、会議動画として各会議端末に配信する。各会議端末は受信した会議動画から映像と音声を分離・伸張し、会議映像としてモニタに表示、及び会議音声としてスピーカから出力する。パノラマ映像、拠点映像、会議映像の例を図 3 に示す。

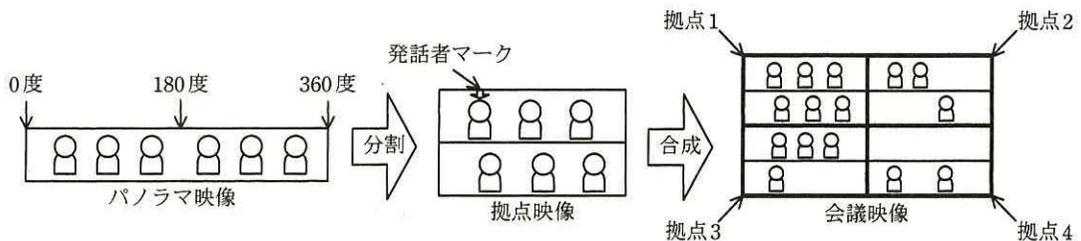


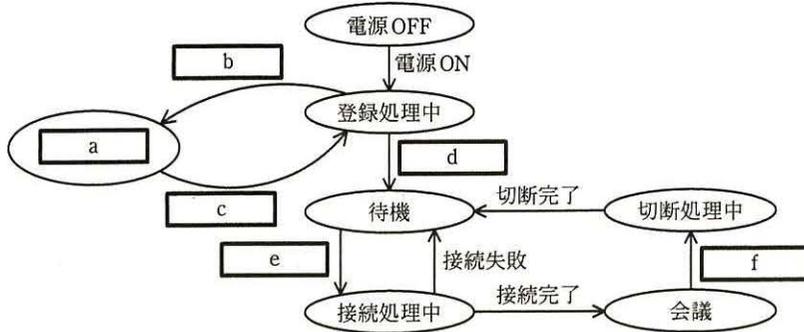
図 3 パノラマ映像，拠点映像，会議映像の例

〔テレビ会議の実施手順〕

- (1) 会議の主催者が、会議サーバ上でテレビ会議の予約手続を行う。
- (2) 会議端末は、電源 ON されると自動的に会議サーバに登録処理を行い、登録が完了したら待機状態に移行する。何らかの要因によって会議サーバへの登録に失敗すると、会議端末は未登録状態となり、一定時間経過後、再度登録処理を試みる。
- (3) 会議端末に対する各種設定は、リモコンを使用して、操作画面をモニタにポップアップ表示しながら行う。
- (4) 会議開始時刻になると、会議サーバは、参加予定の会議端末が待機状態であれば、接続要求を送信する。接続を要求された会議端末の利用者が、リモコンからパスコードを入力して接続を完了すると、会議端末は会議映像の表示及び会議音声の出力を開始し、会議状態に移行する。会議状態では、リモコン操作によって、いつでも会議映像と拠点映像の表示を切り替えることができる。
- (5) 会議開始時刻以降に会議端末を電源 ON した場合、(2)の登録処理後、会議サーバから接続要求が送信されるので、(4)と同様の手順で会議状態に移行する。
- (6) 会議状態では、リモコン操作によって魚眼カメラの映像又は補助カメラの映像を拠点映像として選択し、切り替えることができる。
- (7) 会議状態において、会議サーバとの通信が途絶えた場合、会議端末は待機状態に移行する。
- (8) 会議終了時刻になると、会議状態の全会議端末に対して、会議サーバから切断要求が送信される。会議サーバと会議端末間で切断を完了すると、会議端末は待機状態に移行する。
- (9) 会議動画は会議サーバに保存される。

〔会議端末の状態遷移〕

会議端末の状態遷移（未完成）を図 4 に示す。



注記 任意の状態から、電源OFFによって、電源OFF状態に遷移する。

図 4 会議端末の状態遷移（未完成）

〔制御部のハードウェア構成〕

制御部のハードウェア構成を図 5 に、制御部のハードウェア構成要素概要を表 3 に示す。

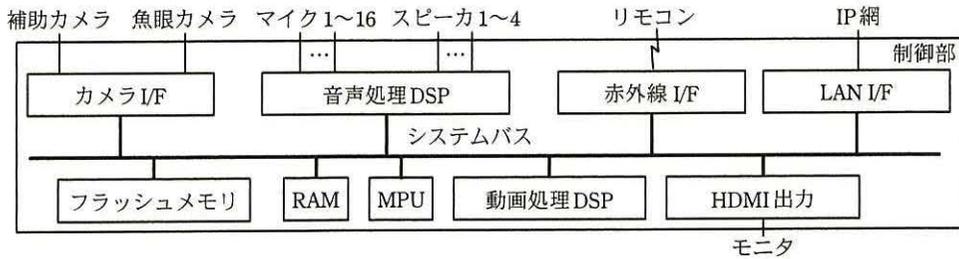


図 5 制御部のハードウェア構成

表 3 制御部のハードウェア構成要素概要

構成要素	概要
MPU	・割込み、DMA、タイマ、RTCなどの機能をもつマイコンである。
RAM	・MPUの作業メモリである。また、RAM内に次のメモリ領域を用意し、MPUと音声処理DSP及びMPUと動画処理DSPとの入出力メモリとしても使用する。 - 音声入力メモリ、音声出力メモリ及び音声方向情報メモリ - 拠点音声メモリ、拠点映像メモリ及び拠点動画メモリ - 会議動画メモリ、会議音声メモリ及び会議映像メモリ
フラッシュメモリ	・プログラム及び各種設定データを記憶するメモリである。
カメラ I/F	・魚眼カメラ又は補助カメラから映像を取り込むための I/F である。MPU から指定されたカメラ映像を、毎秒 10 フレームのレートで取り込むことができる。
音声処理 DSP	・20 ミリ秒ごとに音声データの入出力を行う。 - マイクから入力した音声を、音声入力メモリに格納する。 - 音声出力メモリに格納された音声データを、スピーカに出力する。 - 音声が発生した方向を入力音声から検出し、音声方向情報メモリに格納する。
動画処理 DSP	・拠点音声メモリ及び拠点映像メモリに格納されたデータを圧縮・合成し、拠点動画メモリに格納する。また、会議動画メモリに格納されたデータを分離・伸張し、会議音声メモリ及び会議映像メモリに格納する。 ・圧縮・合成処理と分離・伸張処理を同時に行うことができるが、圧縮・合成処理中に新たな圧縮・合成処理を行うこと、及び分離・伸張処理中に新たな分離・伸張処理を行うことはできない。
HDMI 出力	・映像をモニタに出力するための I/F である。
LAN I/F	・IP 網に接続するための I/F である。
赤外線 I/F	・リモコンと通信を行うための I/F である。

〔MPU の音声・映像処理概要〕

会議状態において、MPU は次に示す拠点動画処理及び会議動画処理を行う。ここで、カメラは魚眼カメラを使用し、モニタには会議映像を出力しているものとする。

・拠点動画処理

MPU は、音声処理 DSP が取り込んだ音声を順次、拠点音声メモリに格納する。また、カメラ I/F から取り込んだ映像に対して、2 分割及び発話者マークの挿入を行い、拠点映像メモリに格納する。100 ミリ秒分の映像・音声格納されたところで動画処理 DSP を使用して圧縮・合成する。

圧縮・合成を完了した後、拠点動画メモリの内容を会議サーバに送信する。

100 ミリ秒分の動画データを会議サーバに送るまでの、MPU の拠点動画処理のタイミングを図 6 に示す。ここで、動画処理 DSP の圧縮・合成処理に 80 ミリ秒掛かる。

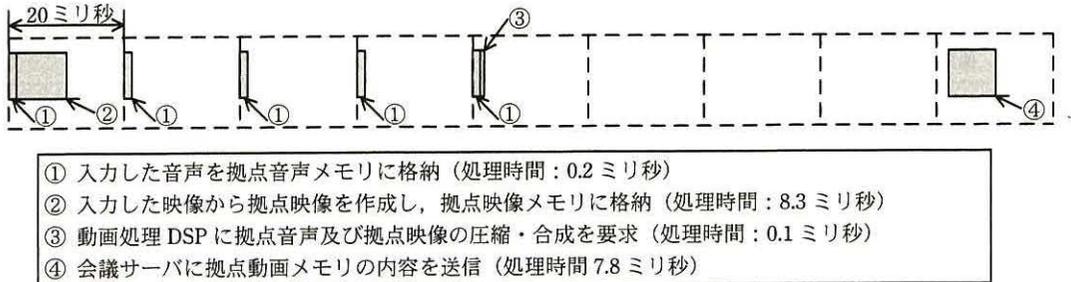


図 6 MPU の拠点動画処理のタイミング

・会議動画処理

会議サーバは 100 ミリ秒ごとに会議動画を会議端末に配信する。MPU はこれを受信して会議動画メモリに格納し、動画処理 DSP によって分離・伸張する。分離・伸張が完了した後、会議映像メモリの内容と操作画面とを合成し、HDMI 出力に出力するとともに、会議音声メモリの内容を 20 ミリ秒ごとに音声処理 DSP に出力する。

100 ミリ秒分の動画データを受信して出力するまでの、MPU の会議動画処理のタイミングを図 7 に示す。ここで、動画処理 DSP の分離・伸張処理に 75 ミリ秒掛かる。

なお、MPU が会議サーバから受信する会議動画の受信間隔は、IP 網の状態によって異なり、必ずしも 100 ミリ秒ごとにはならない。

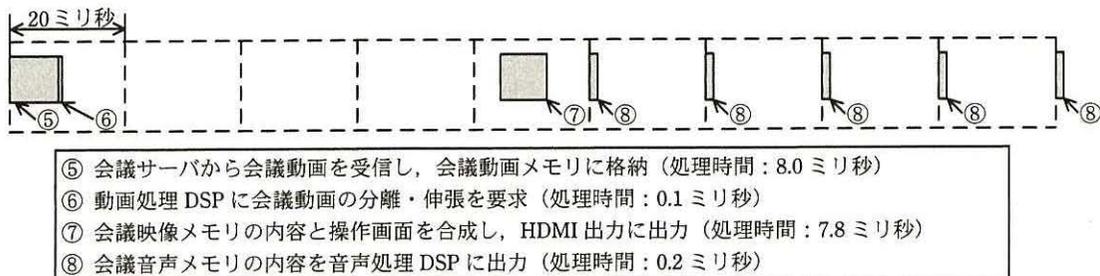


図 7 MPU の会議動画処理のタイミング

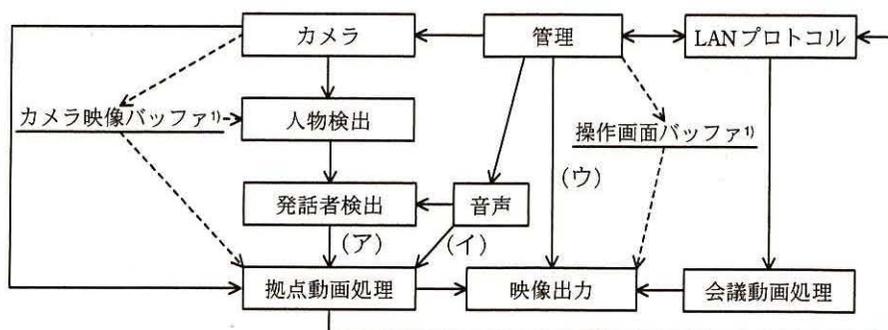
〔発話者検出処理の手順〕

魚眼カメラ使用時において、MPU は次の手順で発話者検出処理を行う。発話者検出処理の MPU 使用率は 32% で、処理の優先度は拠点動画処理及び会議動画処理よりも低い。

- (1) 魚眼カメラが出力したパノラマ映像から 1 秒ごとに人物を検出し、そのパノラマ映像上での位置情報（以下、人物位置情報という）を求め、更新する。
- (2) 20 ミリ秒ごとに、音声処理 DSP から音声方向情報を入力する。音声方向情報を 5 回入力するごとに、人物位置情報及び音声方向情報を使用して、人物位置情報上の各人物について発話の有無を判定する。

〔制御部のソフトウェア概要〕

制御部では、リアルタイム OS を使用する。制御部のタスク構成を図 8 に、制御部のタスク処理概要を表 4 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、メモリへの記憶と参照の関係を示す。

注1) カメラ映像バッファ及び操作画面バッファは、RAM内に用意する。

図 8 制御部のタスク構成

表 4 制御部のタスク処理概要

タスク名	処理概要
管理	<ul style="list-style-type: none"> ・会議端末の状態を管理する。 ・LAN プロトコルタスクを介して、会議サーバと登録、認証、接続などの処理を行う。 ・リモコンからのキー入力に応じて次の処理を行う。 <ul style="list-style-type: none"> - 操作画面を生成して、操作画面バッファに書き込む。 - 出力映像切替え要求を送信して、モニタに出力する映像を指定する。 - カメラ切替え要求を送信して、入力する映像の切替えを要求する。また、カメラ切替え通知を送信して、使用するカメラが切り替わったことを通知する。
カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・100 ミリ秒ごとに、映像データをカメラ I/F からカメラ映像バッファにコピーし、映像を出力したカメラの情報とともに拠点動画処理タスクに映像更新通知を送信する。また、会議状態かつ魚眼カメラ使用中の場合、人物検出タスクにも 10 フレームに 1 回、映像更新通知を送信する。 ・カメラ切替え要求を受信した場合、使用するカメラを切り替える。
音声	<ul style="list-style-type: none"> ・20 ミリ秒ごとに次の処理を順に行う。 <ul style="list-style-type: none"> - 会議状態かつ魚眼カメラ使用中の場合、音声方向情報メモリの内容を音声方向通知で送信する。 - m メモリの内容を拠点音声メモリにコピーし、音声入力通知を送信する。 - 音声処理 DSP が次にスピーカから出力する 20 ミリ秒分の音声データを、n メモリから o メモリにコピーする。
人物検出	<ul style="list-style-type: none"> ・映像更新通知を受信した場合、カメラ映像バッファの内容をタスク内のバッファにコピーして人物検出を行い、人物位置情報を人物位置情報通知で送信する。
発話者検出	<ul style="list-style-type: none"> ・人物位置情報通知を受信した場合、人物位置情報を保存する。 ・音声方向通知を 5 回受信するごとに、音声方向情報と保存した人物位置情報から発話者を特定し、発話者マーク位置を発話者マーク位置通知で送信する。
拠点動画処理	<ul style="list-style-type: none"> ・発話者マーク位置通知を受信した場合、発話者マーク位置を保存する。 ・映像更新通知を受信した場合、拠点映像メモリを更新した後、拠点映像更新通知を送信する。また、音声入力通知の受信回数を 0 とする。 なお、映像更新通知の内容によって、拠点映像メモリを更新する前に p と q を行う。 ・音声入力通知を受信した場合、音声入力通知の受信回数に 1 を加算し、r になったら s に t を出す。 ・圧縮・合成が完了した場合、LAN プロトコルタスクに拠点動画の送信を要求する。
LAN プロトコル	<ul style="list-style-type: none"> ・LAN プロトコル制御を行う。
会議動画処理	<ul style="list-style-type: none"> ・LAN プロトコルタスクから会議動画の受信を通知された場合、動画処理 DSP に分離・伸張要求を出す。 ・分離・伸張が完了した場合、会議映像更新通知を送信する。
映像出力	<ul style="list-style-type: none"> ・出力映像切替え要求を受信した場合、出力する映像の指定を保存する。 ・拠点映像更新通知又は会議映像更新通知を受信した場合、条件に応じてモニタに出力する映像を合成し、モニタに出力する。

注記 制御部のタスクのうち、管理タスクは最も優先度が低い。

設問 1 会議端末の仕様について、(1), (2)に答えよ。

(1) 会議端末の状態遷移について、(a), (b)に答えよ。

(a) 図 4 中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。

(b) 図 4 は、ある一つの遷移が未記入である。どの状態からどの状態への遷移か、遷移元と遷移先の状態名、及びその遷移条件を答えよ。

(2) ある 200 ミリ秒間の拠点動画処理及び会議動画処理における MPU の動作状況を図 9 に示す。ここで、①～⑧は図 6 及び図 7 の処理である。①から⑧の処理の優先度は全て同一であるとして、(a)～(c)に答えよ。

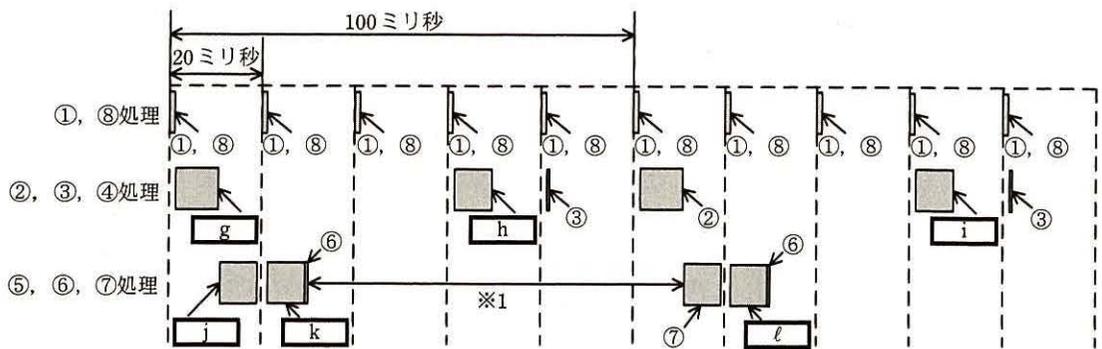


図 9 ある 200 ミリ秒間の MPU の動作状況

(a) 図 9 中の ~ に入れる適切な番号を、①～⑧を用いて答えよ。

(b) 図 9 中の※1 の区間は、MPU が会議動画の分離・伸張を要求してから、⑦の処理を開始するまでの時間を示している。※1 で示した区間が動画処理 DSP の分離・伸張処理に掛かる時間よりも長くなっている理由を、35 字以内で述べよ。

(c) 会議状態で魚眼カメラを使用し、モニタに会議映像を出力している場合の、1 秒当たりの MPU 使用率を%で答えよ。ここで、会議サーバからの動画データ受信に遅れはなく、リモコンは操作していないものとする。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で答えよ。

設問 2 制御部のタスク設計について、(1)～(3)に答えよ。

(1) RAM の使用方法について、(a)～(c)に答えよ。

- (a) 操作画面バッファは、編集中の操作画面がモニタに出力されることを防ぐために、操作画面を 2 面分保持する。操作画面を 1 面分しか保持しない場合、どのタスクがどのような処理をしていたときに、どのタスクが起動されると編集中の操作画面がモニタに出力されてしまうか。表 4 中のタスク名を用いて、45 字以内で述べよ。
- (b) 拠点音声メモリは、20 ミリ秒分の音声データを 1 ブロックとするリングバッファとする。必要となるブロック数の最小値を答えよ。ここで、動画処理 DSP が圧縮・合成処理を行っている間、100 ミリ秒分の音声データは保持されなければならないこととする。
- (c) 人物検出タスクは、カメラ映像バッファの内容をタスク内のバッファにコピーしているが、その目的を 35 字以内で述べよ。
- (2) タスク間及びタスクと DSP との間の通信について、(a)～(c)に答えよ。
- (a) 図 8 中の(ア)～(ウ)に入れる適切なメッセージ名を、表 4 中の字句で答えよ。
- (b) 表 4 中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。
- (c) 音声タスクが、魚眼カメラを使用しているかどうかを判断するために管理タスクから受信しているメッセージ名を、表 4 中の字句で答えよ。
- (3) 会議中のタスクの処理内容について、(a)、(b)に答えよ。
- (a) 表 4 中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。
- (b) 出力する映像として会議映像が指定されている場合に、会議映像更新通知を受信したときの映像出力タスクの動作を、45 字以内で述べよ。

設問 3 会議端末の機能拡張について、(1)～(3)に答えよ。

会議サーバにおいて、各会議端末から受信した音声データを解析してテキストに変換し、議事録を生成する機能を追加することになった。その際、発話者名を議事録に残すことができるようにするために、拠点動画のデータに発話者名のテキストデータを付加して送信する機能を会議端末に追加することにした。さらに、拠点動画に含まれる拠点映像にも、発話者名の情報を利用して、発話者マークの代わりに発話者名を合成する機能を会議端末に追加する。

〔発話者名の決定方法〕

会議端末は、常に人物検出処理を行い、新たに検出された人物に対して A, B, C, …と順番で仮の名前を付与する。仮の名前は、リモコン操作によって実際の氏名などに変更することができる。会議中、発話者として特定された人物の名前を、発話者名とする。

〔補助カメラ使用時の動作〕

魚眼カメラの映像と補助カメラの映像を同時にカメラ I/F から取り込むことはできないので、補助カメラの使用が指定されている場合は 10 フレームに 1 回だけ、魚眼カメラの映像を取り込む。

〔タスクの変更概要〕

変更タスクの変更概要の一覧を、表 5 に示す。

表 5 変更タスクの変更概要の一覧

タスク名	変更概要
管理	<ul style="list-style-type: none"> ・人物位置情報通知を受信した場合、人物位置情報を保存する。 ・リモコン操作で人物の名前が変更されたら、人物検出タスクに通知する。 ・ <input type="checkbox"/> u を、拠点動画処理タスクにも送信する。
カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・補助カメラ使用中でも、10 フレームに 1 回、魚眼カメラを動作させる。 ・魚眼カメラを動作させたフレームの映像入力では、常に人物検出タスクにも映像更新通知を送信する。
音声	<ul style="list-style-type: none"> ・会議中は、常に <input type="checkbox"/> v を送信する。
人物検出	<ul style="list-style-type: none"> ・管理タスクにも人物位置情報通知を送信する。 ・ <input type="checkbox"/> w を常に対応付けるために、人物を特定する処理を追加する。
発話者検出	<ul style="list-style-type: none"> ・発話者マーク位置通知に、発話者名を追加する。
拠点動画処理	<ul style="list-style-type: none"> ・拠点映像に、発話者マークの代わりに発話者名を合成する。 ・拠点動画のデータに、発話者名のテキストデータを付加する。 ・補助カメラ使用中に映像更新通知を受信した場合、 <input type="checkbox"/> x であれば拠点映像メモリの内容を更新しない。

(1) 補助カメラ使用時に、10 フレームに 1 回魚眼カメラの映像を取り込む理由を 30 字以内で述べよ。

(2) 新たに人物位置情報に追加すべき情報を 10 字以内で述べよ。

(3) 議事録機能を実現するためのタスクの変更について、(a)～(c)に答えよ。

(a) 表 5 中の , に入れるメッセージ名を、表 4 中の
字句で答えよ。また、 を送信する理由を、40 字以内で述べよ。

(b) 表 5 中の に入れる適切な字句を答えよ。

(c) 表 5 中の に入れる適切な字句を答えよ。

〔メモ用紙〕

[メモ用紙]

[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。
9. 試験時間中、机の上に置けるものは、次のものに限りです。
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（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。

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。