

平成 17 年度 春期

テクニカルエンジニア（エンベデッドシステム） 午後Ⅱ 問題

注意事項

1. 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。
2. この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読んでください。
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. 試験時間は、次の表のとおりです。

試験時間	14:10 ～ 16:10（2 時間）
------	---------------------

途中で退出する場合には、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出してください。

退出可能時間	14:50 ～ 16:00
--------	---------------

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. 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。
7. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いませんが、どのページも切り離さないでください。
8. 電卓は、使用できません。

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 地上デジタルテレビ放送対応のホームサーバシステムに関する次の記述を読んで、設問 1 ～ 3 に答えよ。

地上デジタルチューナ（以下、チューナという）で受信したデジタルテレビ放送番組を、ホームサーバに内蔵されているハードディスクドライブ（以下、HDD という）に一定期間保存し、自由に再生できるホームサーバシステムを設計している。このホームサーバシステムの構成を図 1 に示す。

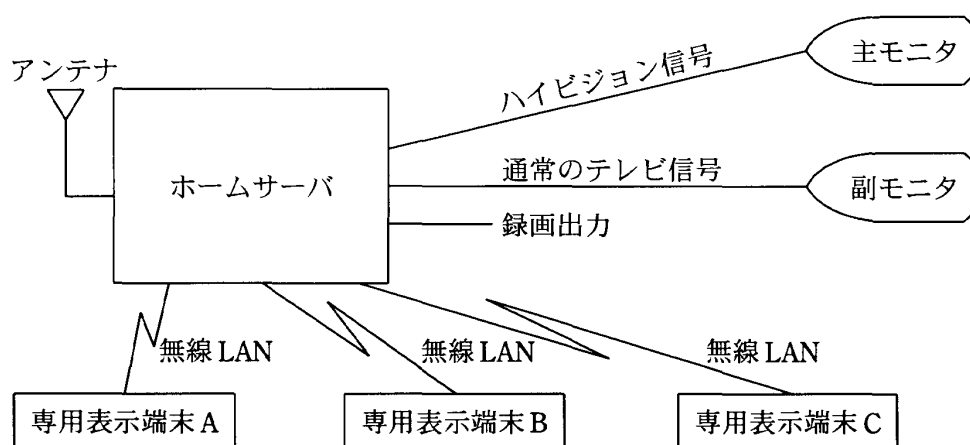


図 1 ホームサーバシステムの構成

〔ホームサーバシステムの仕様〕

ホームサーバは 8 チャンネル分のチューナを内蔵し、各チューナは事前に設定した放送局からデジタルテレビ放送を受信する。ホームサーバでは、受信した放送から MPEG2 のトランスポートストリーム信号（以下、MPEG2-TS 信号という）を復調し、それぞれ 24 時間分のデータが自動録画用 HDD に記録される（以下、自動録画という）。自動録画においては、保存時間が 24 時間を超えるとデータは新しいデータで上書きされる。記録された放送番組は、主モニターにはハイビジョン信号で、副モニターには通常のテレビ信号で出力される。

このほか、ホームサーバは、無線 LAN を介して同時に最大 3 台の専用表示端末に、表示画素数に合わせた画像データを送信できる。また、長期間保存したい放送番組を保存用 HDD に記録する機能や、外部レコーダに転送する録画出力機能も備えている。

〔地上デジタルテレビ放送〕

地上デジタルテレビ放送では、UHF 帯の放送波を使用し、1 チャンネル当たり 17 M ビット／秒のビットレートの MPEG2-TS 信号を送信する。ホームサーバでは、フレームの全画面データとその後の差分データから構成されたグループ（以下、GOP という）を単位として処理する。1 GOP は 0.5 秒分の画像データになる。

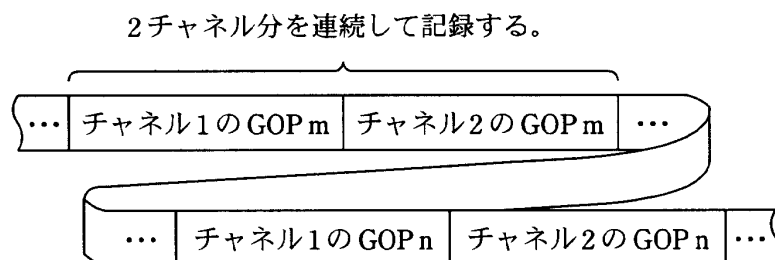
放送番組には著作権保護に関して、次の 3 種類の指定がある。

- ① コピー禁止
- ② 再コピー禁止
- ③ 制約条件なしでコピー可

ホームサーバは、自動録画用 HDD 内のデータのうち 90 分経過したコピー禁止指定の放送番組を再生禁止にする。再コピー禁止指定の放送番組を自動録画用 HDD から保存用 HDD や外部レコーダに転送した場合は、自動録画用 HDD に保存してある放送番組を再生禁止にする。

〔自動録画〕

ホームサーバには、4 ドライブの自動録画用 HDD が内蔵され、1 ドライブ当たり 2 チャンネル分が割り当てられる。それぞれのチャンネルの GOP は非同期で送られてきており、図 2 に示す自動録画用フォーマットにそろえられて、自動録画用 HDD に連続して記録される。記録領域は 24 時間分のリングバッファとなる。



〔再生機能〕

自動録画している内容を再生することで放送番組を視聴できる。また、コピー禁止指定の放送番組以外は自動録画した内容を最大約 24 時間分さかのぼって再生できる。

自動録画内容を確認するために、通常再生、早戻し再生、早送り再生に加え、放送番組表で見たい放送番組を指定した再生ができる。分割した画面に各チャンネルの自動録画内容を、静止画と動画で表示するサムネイル表示もできる。

〔ホームサーバ〕

ホームサーバのブロック図を図3に示す。

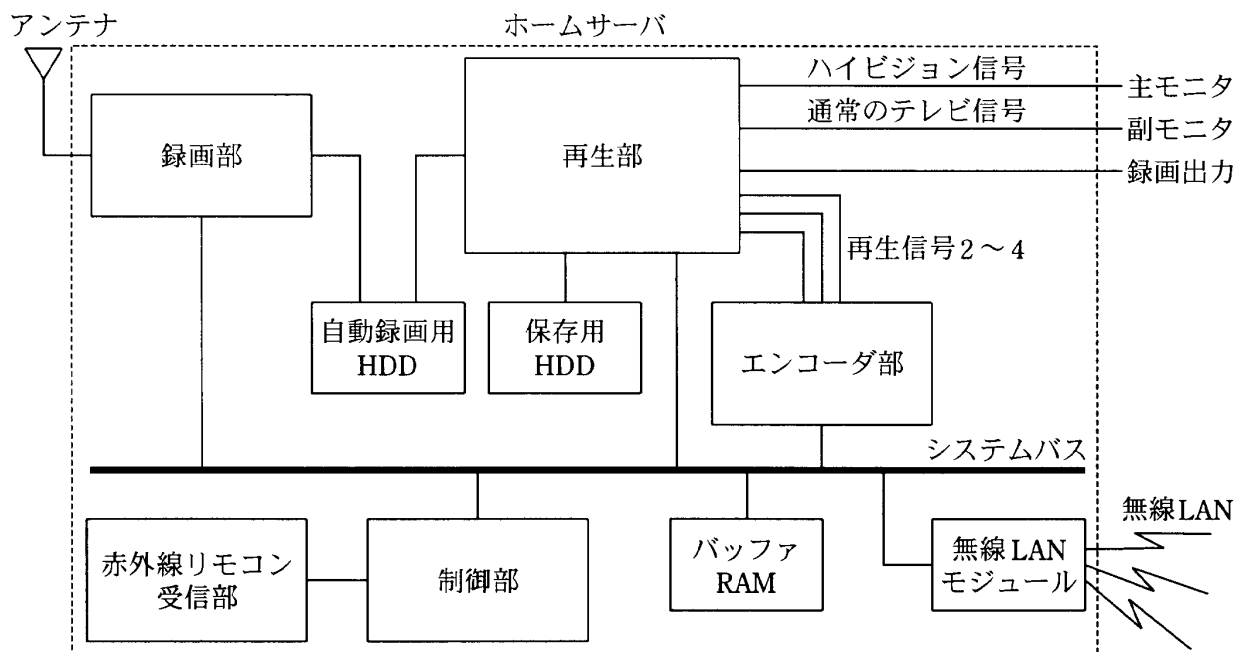


図3 ホームサーバのブロック図

- (1) 制御部は、自動録画や再生に必要な制御及び赤外線リモコン受信部や無線LANモジュールからの要求を解析して必要な制御を行う。
- (2) 録画部は、地上デジタルテレビ放送を受信し、MPEG2-TS信号に復調して、GOP単位で自動録画用HDDに記録する。自動録画用HDDは録画部からの全チャンネルのデータを記録しておき、制御部からの要求によってデータを読み出して再生部に送る。
- (3) 再生部は、自動録画用HDDからのMPEG2-TS信号データをデコードし、制御部からの要求に応じて画面イメージを生成して主モニタ及び副モニタに表示したり、専用表示端末に表示する画面イメージを作成してエンコーダ部に送ったりする。さらに、指定されたMPEG2-TS信号データを保存用HDDに記録し、録画出力に接続した外部レコーダに転送する機能ももつ。

- (4) エンコーダ部は、再生部で生成された画面イメージを専用表示端末に送信するために、通常のテレビ信号程度の解像度で、制御部から指定された形式の画像データにエンコードする。エンコードされた結果は、DMA 転送によってバッファ RAM に保存される。
- (5) 無線 LAN モジュールは、専用表示端末に画像データを送信するために必要な制御を行う。画像データは、DMA 転送によってバッファ RAM から読み出される。
- (6) 主モニタ及び副モニタへの表示内容の操作には赤外線リモコンを使用し、専用表示端末への表示内容の制御は無線 LAN を介して行う。

〔無線 LAN〕

最大 54 M ビット／秒の伝送速度をもつ無線 LAN は、専用表示端末へ画像データを伝送するとき、及び専用表示端末から表示内容を制御するときに用いられる。

〔専用表示端末〕

バックライト併用の反射型の LCD パネルを用いた 720 × 480 画素の LCD をもち、ホームサーバから無線 LAN 経由で伝送される、毎秒 30 フレーム分の画像データをデコードして表示する。

設問 1 ホームサーバの仕様設計について検討した。

- (1) 自動録画を実現するための自動録画用 HDD 及び録画部を検討した。
 - (a) 自動録画用 HDD に使用を検討している HDD として、500 G バイトと 1,000 G バイトのものがある。この 2 種類の HDD はデータの転送速度やシーク速度は同じであるが、容量、質量及び消費電力が異なる。検討の結果、1,000 G バイトの HDD を 2 ドライブではなく、500 G バイトの HDD を 4 ドライブ採用することにした。そのように判断した理由を、30 字以内で述べよ。
 - (b) 録画部での自動録画の制御用に、セルベース IC を用いて録画コントローラを開発した。この録画コントローラは、チューナからの 8 チャネル分の MPEG2-TS 信号を処理できる。MPEG2-TS 信号は、それぞれ GOP 単位で HDD に書き込まれる。このため、録画コントローラに、1 チャネルごとに 2 GOP 分のバッファをもたせることを検討した。この場合、バッファ容量は

全チャンネルで何 M バイト必要になるか求めよ。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。

(c) 自動録画はチャンネルごとに HDD 内を分割するのではなく、図 2 に示した自動録画用フォーマットで行うことにした。このようなフォーマットにした理由を、30 字以内で述べよ。

(2) 再生部では、指定された自動録画内容をモニタや専用表示端末で再生するために、自動録画用 HDD から MPEG2-TS 信号データを読み出して、表示用画面イメージを生成する。そのほかにも、自動録画内容を保存するための移動及び外部レコーダに転送するための再生を行う。このホームサーバで自動録画用 HDD のうちの 1 ドライブに記録してある異なる放送番組を再生して、主モニタと 3 台の専用表示端末に表示させる場合、自動録画用 HDD に要求されるデータの転送速度は再生だけで最低何 M バイト/秒必要になるか求めよ。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。

(3) 専用表示端末への画像データ伝送を検討した。

(a) 専用表示端末に送信するとき、ホームサーバは、いったんデコードした画像データを再エンコードしてから送信する。このように設計した理由を、30 字以内で述べよ。

(b) 専用表示端末に送信するためにエンコードする画像データは 720×480 画素で、1 画素当たり 16 ビットのデータ量である。エンコーダでの圧縮率を $1/30$ としたとき、画像データの送信に必要な伝送速度は最低何 M ビット/秒になるか求めよ。答えは小数第 2 位を切り上げ、小数第 1 位まで求めよ。ただし、1M ビットは 10^6 ビットとする。

なお、画像データ以外の送信は考えなくてよいものとする。

設問 2 専用表示端末の外観を図 4 に、ハードウェア構成を図 5 に、仕様を表 1 に示す。

専用表示端末は、放送番組の選択や再生開始、停止などの操作ボタンが押下されると、コマンドを無線 LAN 経由でホームサーバに送信する。送信したコマンドに対応した画像データを受信すると、デコードし、LCD に表示する。また、持ち運んで使用することを考えて、バッテリー動作も可能にしたいので、省電力を考慮した設計が必要である。

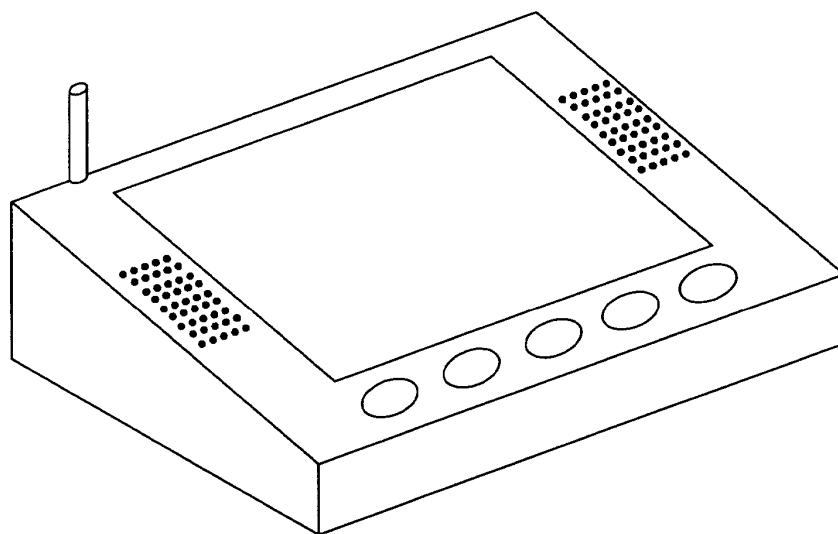


図 4 専用表示端末の外観

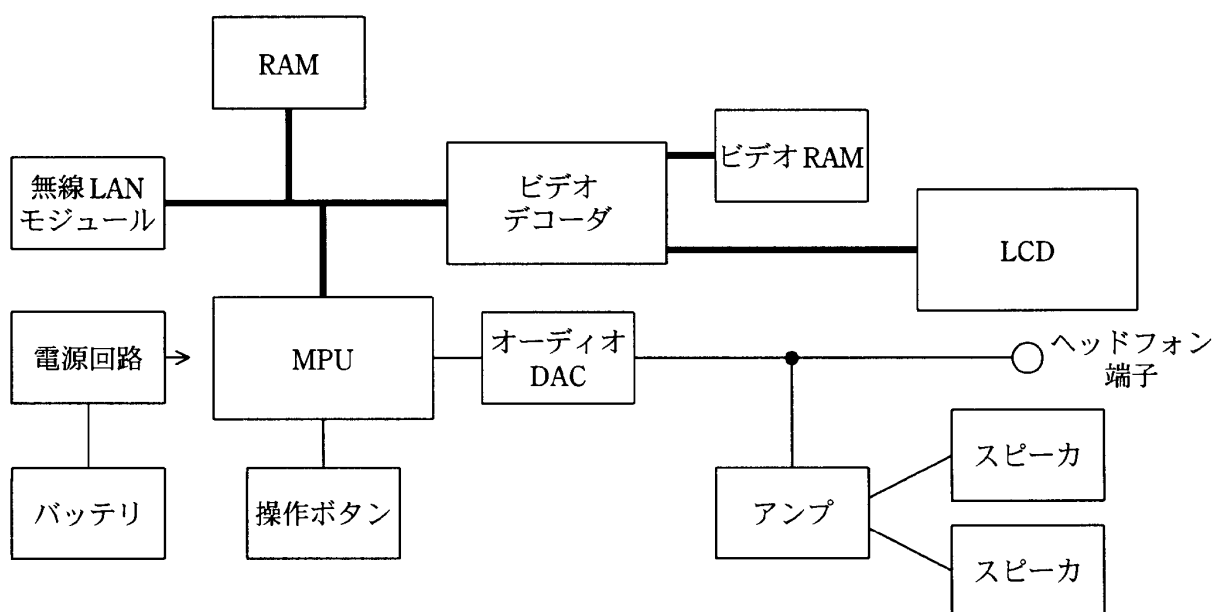


図 5 専用表示端末のハードウェア構成

表 1 専用表示端末の仕様

項目	仕様
MPU	クロック：100MHz フラッシュメモリ内蔵
RAM	SDRAM
無線 LAN モジュール	伝送速度：6 ～ 54M ビット／秒
ビデオデコーダ	無線 LAN モジュールで受信した画像データを入力し，デコードしてビデオデータとし，1 フレーム単位でビデオ RAM に書き込む。LCD の表示タイミングの生成，表示データの転送も行う。
ビデオ RAM	ビデオデコーダによってデコードされた画像イメージが書き込まれ，LCD の表示タイミングに同期して読み出される。1 フレームは 720 × 480 画素で，1 画素当たり 16 ビットのデータ量である。
LCD	1 フレーム当たり 720 × 480 画素で，毎秒 30 フレームを表示する。 バックライト付。
オーディオ DAC	サンプリングレート：32kHz，16 ビット×2（ステレオ）
バッテリー	リチウムイオン 2 次電池

無線 LAN の画像データ送受信のタイミングと無線 LAN モジュールの状態を図 6 に示す。ホームサーバから 3 台の専用表示端末に画像データを送信するため，あらかじめ専用表示端末ごとに，1 タイムスロット当たり 100 ミリ秒を割り当てる。また，無線 LAN モジュールを待機状態から送受信状態に移行させる場合（以下，移行状態という），10 ミリ秒を要する。この方式をタイムスロット方式という。

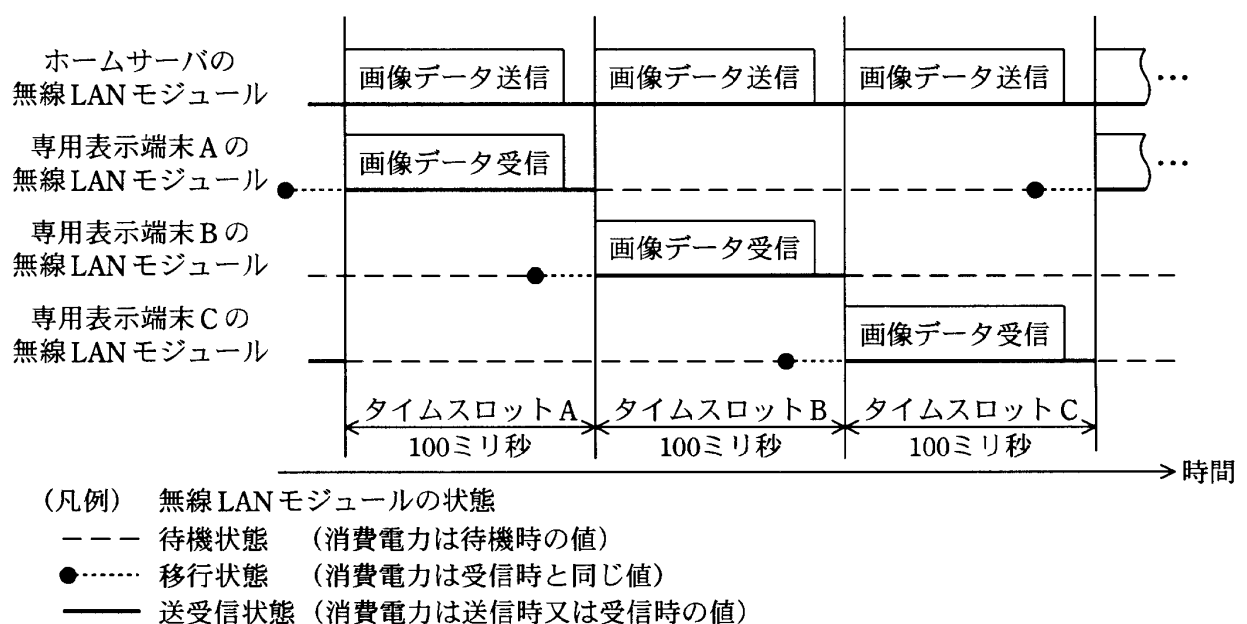


図 6 無線 LAN の画像データ送受信のタイミングと無線 LAN モジュールの状態

画像データ送受信シーケンスを図7に示す。無線 LAN によるデータ伝送は、異なる無線 LAN モジュールが同一周波数を時分割して使用するなどの理由で、パケット単位に行われる。また、パケットにはデータ以外にプリアンプルやヘッダが付加される。したがって、実効伝送速度は表1の仕様の伝送速度より遅くなる。一般には、送信側が1パケット送信するごとに受信側がACK又はNACKを返送するが、図7のシーケンスに示す方式ではACK返送の一部を省略している。

専用表示端末の無線 LAN モジュールは、受信したデータパケットにエラーがないことを確認して、RAM上の受信バッファ領域にデータを転送する。

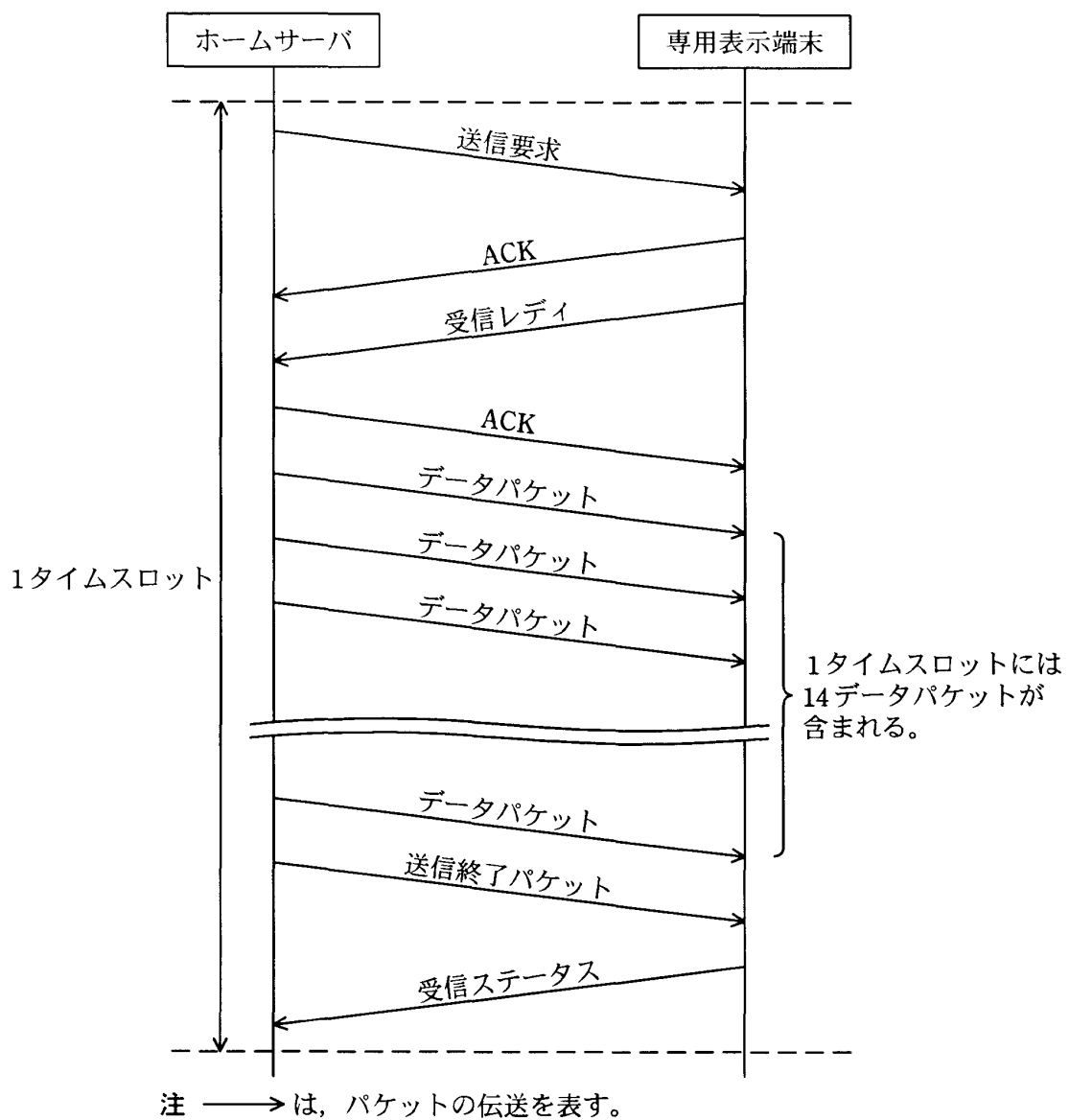


図7 画像データ送受信シーケンス

- (1) ホームサーバから専用表示端末への画像データ伝送は、1 タイムスロットごとに1 台の専用表示端末に集中して行う。
- (a) 専用表示端末への画像データ伝送を、タイムスロット方式で行う理由を二つ挙げ、それぞれ 40 字以内で述べよ。
- (b) タイムスロット方式の場合に、1 パケット単位で異なる専用表示端末へ伝送する場合と比較して、RAM 上の受信バッファに求められる差異は何か、20 字以内で述べよ。
- (2) 専用表示端末のモジュール及び回路の消費電力を表 2 に示す。

表 2 専用表示端末のモジュール及び回路の消費電力

消費電力 モジュール／回路	動作時	待機時
MPU	2 ミリ W/MHz (コア) 100 ミリ W (I/O)	10 ミリ W
無線 LAN モジュール	700 ミリ W (送信時) 300 ミリ W (受信時)	3 ミリ W
ビデオデコーダ	150 ミリ W	0 ミリ W
LCD	10 ミリ W	10 ミリ W
バックライト	300 ミリ W (最大)	0 ミリ W
オーディオ DAC	30 ミリ W	0 ミリ W
スピーカ (アンプ)	200 ミリ W (最大)	0 ミリ W

送受信を行わない間は、無線 LAN モジュールを待機状態にして、できるだけ消費電力を減らす。

- (a) 図 6 に示したように、画像データを送受信しているとき、専用表示端末はタイムスロット終了後、何ミリ秒以内に無線 LAN モジュールを移行状態にすべきか求めよ。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。
- (b) 図 6 に示したように、300 ミリ秒ごとに送受信と待機状態を繰り返した場合、無線 LAN モジュールの平均消費電力は何ミリ W になるか求めよ。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ただし、移行状態の消費電力は受信時と同じとし、ACK などの送信については無視できるものとする。

- (3) コピー禁止指定の放送番組を無線 LAN 経由で送信するとき、どのような問題が考えられるか、50 字以内で述べよ。また、その対策として考えられることを、40 字以内で述べよ。

設問 3 自動録画用 HDD アクセスに関する要求を表 3 に示す。自動録画用 HDD への書込みは図 2 に示した 2 チャンネル分の GOP 単位で、再生での HDD からの読出しは 1 GOP 単位でそれぞれ処理が完了するまで連続で行う。

表 3 中の要求番号 1 の自動録画要求は、録画部が最優先で処理する。そのほかは、再生部が制御部に対して、割込みとして要求する。制御部は要求された割込みに対応して、自動録画内容を 1 GOP 単位で読み出すためのスケジューリングを行う。通常再生ではモニタ又は専用表示端末で 0.5 秒ごとに読出し要求が発生するが、早送り再生や早戻し再生では読出し要求間隔が短くなる。

表 3 自動録画用 HDD アクセスに関する要求

要求番号	要求内容	処理内容
1	自動録画要求	GOP 単位での 2 チャンネル分の MPEG2-TS 信号の記録
2	モニタ再生要求	モニタに表示するための自動録画内容の読出し
3	専用表示端末再生要求	専用表示端末で表示するための自動録画内容の読出し
4	コピー要求 1 ～ n	保存するための自動録画内容の読出し
5	再生要求	外部レコーダに転送するための自動録画内容の読出し

- (1) 自動録画や再生などの画像データ処理にはセルベース IC を用い、専用の信号経路で処理することによって十分な転送能力を確保できたので、当初は、表 3 中の要求番号順に優先度を設定していた。しかし、将来見込まれる再生機能の強化要求に対応できるように、この優先度の見直しを行うことになった。

(a) 表 3 中の要求番号 2 ～ 5 のうち、時間的な制約が最も緩やかなものはどれか。表 3 中の要求番号で答えよ。また、そのように判断した理由を、30 字以内で述べよ。

(b) 表 3 中の要求番号 2 ～ 5 のうち、優先度を要求番号 1 の次に設定すべきものはどれか。表 3 中の要求番号で答えよ。また、そのように判断した理由を、30 字以内で述べよ。

(2) 画像データ処理の仕様を見直した。

- (a) 自動録画用 HDD の最大アクセス時間は 20 ミリ秒である。1 チャンネル分の自動録画について検討したときには、復調した MPEG2-TS 信号を 1 GOP 分蓄積するためのバッファと、蓄積された 1 GOP 分のデータを HDD に書き込むためのバッファに、それぞれ 1 GOP 分の容量があれば問題ないと判断した。そこで、図 2 に示した自動録画用フォーマットで記録し、チャンネルごとに 2 GOP 分のバッファをもたせることを検討した。しかし、更に検討を行ったところ、チャンネルごとに 2 GOP 分のバッファでは不足であると考えられた。その理由を、30 字以内で述べよ。
- (b) あらかじめ保存したい放送番組に指定された場合でも、いったん自動録画用 HDD に記録し、自動録画内容を自動録画用 HDD アクセスに余裕があるときに保存用 HDD にコピーしていた。しかし、指定された放送番組が多くなったとき 24 時間以内にコピーできないことが考えられた。そこで、ハードウェアはそのまま、仕様の一部を変更することにした。変更すべき内容を、40 字以内で述べよ。

問2 ナビゲーションシステムのエンベデッドソフトウェア設計に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

〔ナビゲーションシステムの概要〕

テーマパーク入場者ナビゲーションシステム（以下、ナビシステムという）を開発している。このナビシステムは、システム全体を制御する管理センタサーバ、無線中継装置、入場者が携帯する携帯端末、道路やテーマ館などの各施設に埋め込まれている無線通信方式のICタグ（以下、RFIDタグという）から構成される。

入場者は、次の三つのサービスを受けることができる。

- (1) 現在位置の表示サービス
- (2) 指定したテーマ館までの道案内サービス
- (3) 指定したテーマ館の入館待ち時間表示サービス

ナビシステムの概要を図1に、携帯端末での道案内の表示例を図2に示す。

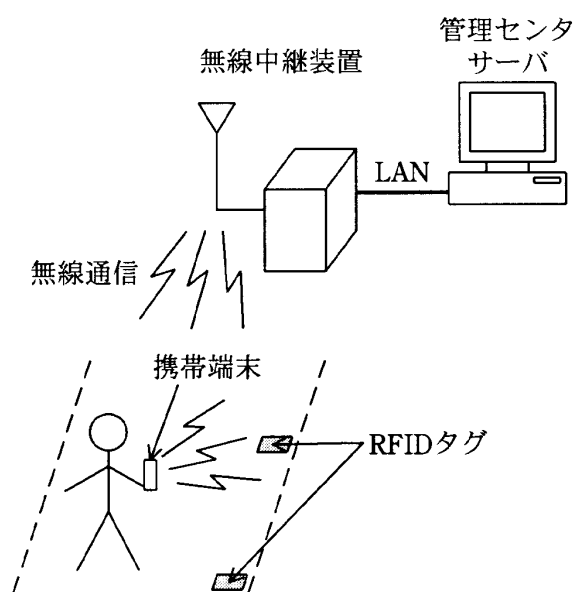


図1 ナビシステムの概要

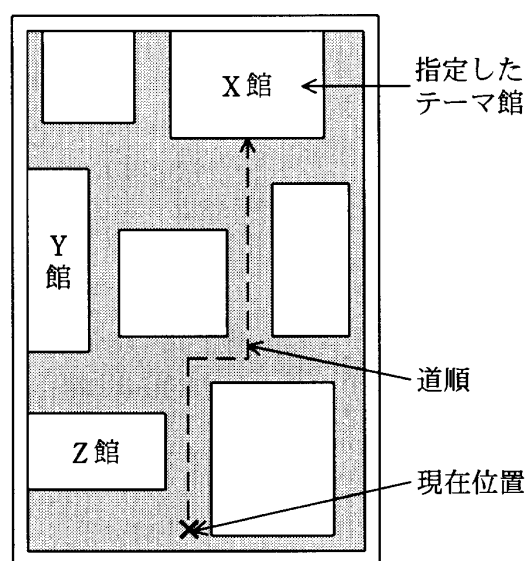


図2 携帯端末での道案内の表示例

携帯端末は、希望する入場者へ貸し出され、退場時に回収される。RFIDタグには、16バイト長の固有のIDコード（以下、位置コードという）が記憶されている。携帯端末は、このRFIDタグの位置コードを読み取って、上記(1)、(2)のサービスを提供する。

〔ナビシシステムの仕様〕

ナビシシステムの構成を図3に示す。

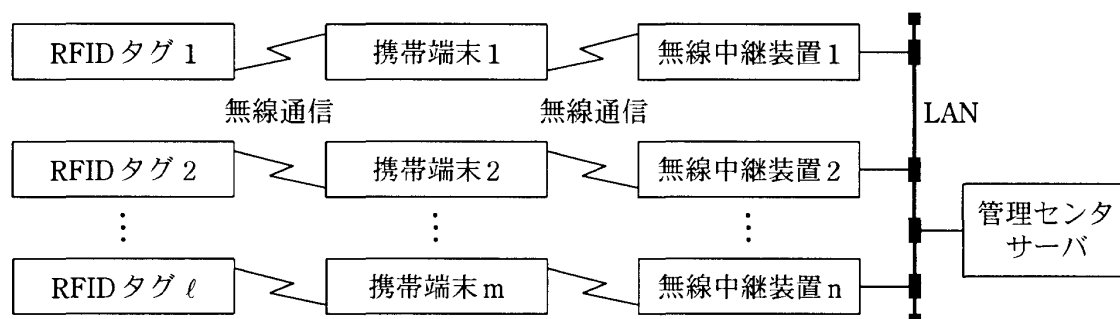


図3 ナビシシステムの構成

ナビシシステムの仕様は、次のとおりである。

- (1) 貸出可能な携帯端末の最大台数は、15,000 台で、それぞれ固有の携帯端末機器番号が付与されている。
- (2) 携帯端末は、半径 2 メートルの範囲内にある RFID タグの位置コードを読み取る。
- (3) 携帯端末は、無線中継装置からの位置コード送信要求に対して RFID タグから読み取った最新の位置コードを送信する。
- (4) 携帯端末は、入場者によって選択されたサービスを実行する。現在位置の表示サービス又は指定したテーマ館までの道案内サービスが選択された場合は、RFID タグから読み取った位置コードと、あらかじめ携帯端末内のメモリに記憶された地図情報を用いてサービスを提供する。指定したテーマ館の入館待ち時間表示サービスが選択された場合は、管理センタサーバから無線中継装置を介して携帯端末へ 5 分間隔で送られてくるテーマ館の入館待ち時間情報を表示する。
- (5) 無線中継装置は、携帯端末との間は無線で、管理センタサーバとの間は LAN でそれぞれ通信する。無線中継装置は、半径 10 メートル以内にある、すべての携帯端末と通信できる。無線中継装置の最大台数は 300 台で、1 ～ 300 の固有の無線中継装置機器番号が付与されている。
- (6) 1 台の無線中継装置は、通信が可能な携帯端末を最大 500 台まで検出し、検出できたすべての携帯端末機器番号と位置コードを管理センタサーバへ送信することを 2 分周期で行う。そのうち、携帯端末を検出するのに、最大 75 秒かかる。

- (7) 管理センタサーバは、無線中継装置から送信された情報を基に、迷子になった入場者の位置調査などの目的で、入場者に貸し出したすべての携帯端末の位置管理を行う。また、すべての無線中継装置に対して、すべてのテーマ館の入館待ち時間情報を5分周期で送信する。
- (8) 無線通信にはリアルタイム性が要求されるので、携帯端末及び無線中継装置のソフトウェアには、リアルタイム OS（以下、RTOS という）を使用する。その RTOS のシステムコール一覧を表 1 に示す。

表 1 RTOS のシステムコール一覧

システムコール名	引数	処理概要
act_tsk	tno	tno で指定したタスクを起動する。
ext_tsk	—	自タスクを終了させる。
abo_tsk	tno	tno で指定した他タスクを終了させる。
set_evf	pattern	pattern で指定したイベントフラグをセットする。 指定できるイベントフラグは 64 個（ビット）までである。
clr_evf	pattern	pattern で指定したイベントフラグをクリアする。 指定できるイベントフラグは 64 個（ビット）までである。
wait_evf	pattern, mode	pattern で指定したイベントフラグがセットされるのを待つ。 指定できるイベントフラグは 64 個（ビット）までである。 複数のイベントフラグを指定した場合、mode によって AND（指定したすべてのイベントフラグがセットされるのを待つ）条件、又は OR（指定したイベントフラグのうち、1 個以上セットされるのを待つ）条件を指定できる。複数のタスクが同じイベントフラグを指定することができる。この場合、指定した条件が満たされたすべてのタスクが実行可能状態となる。
poll_evf	pattern, mode	pattern で指定したイベントフラグがセットされているかどうかをチェックする。mode の指定方法は wait_evf と同じである。指定できるイベントフラグは 64 個までである。
get_evf	evfbuf	すべてのイベントフラグを evfbuf に読み出す。
get_sem	sem	sem で指定したセマフォを獲得するまで待つ。
poll_sem	sem	sem で指定したセマフォを獲得できるかどうかをチェックし、可能ならば獲得する。
rel_sem	sem	sem で指定したセマフォを解放する。
send_mbx	mbox, mailp	mbox で指定したメールボックスに mailp で示されるメールを送る。
recv_mbx	mbox, mailbuf	mbox で指定したメールボックスからメールを受信するまで待つ。メールを受信すると、mailbuf にメールへのポインタを格納する。
poll_mbx	mbox, mailbuf	mbox で指定したメールボックスにメールが届いているかどうかをチェックする。メールを受信していれば、mailbuf にメールへのポインタを格納する。
dly_tsk	time	time で指定した時間だけ呼出し元のタスクを待たせる。
get_mem	size, membuf	size で指定したバイト数分のメモリ領域を、メモリプールから確保する。確保したメモリ領域の先頭アドレスを membuf に格納する。
rel_mem	mempt	get_mem で確保したメモリ領域を解放する。解放するメモリ領域の先頭アドレスを mempt で指定する。

〔携帯端末の仕様〕

携帯端末のハードウェア構成を図4に示す。



- 省電力機能付きマイコン : ソフトウェアで省電力モードにすることが可能で、指定した割込みが発生すると省電力モードは解除される。
- フラッシュメモリ : ソフトウェア、地図情報、位置コードと地図情報との対応情報、携帯端末機器番号などのデータが格納されている。
- シリアル通信部 : フラッシュメモリへ格納する各種情報のダウンロードのための通信を行う。送受信時、割込みを発生する。
- LCD制御部 : LCDへの表示制御を行う。
- タッチパネル制御部 : タッチパネルへのタッチを検出する。その検出によって割込みを発生する。
- 無線通信部1 : 無線中継装置との通信を行う。送受信時、割込みを発生する。
- 無線通信部2 : RFIDタグとの通信を行う。送受信時、割込みを発生する。
- タイマ : 設定された周期で割込みを発生する。

図4 携帯端末のハードウェア構成

携帯端末の仕様は、次のとおりである。

- (1) 携帯端末はRFIDタグの検出を1秒周期で行う。検出したRFIDタグの位置コードを読み取って記憶する。
- (2) 記憶された位置コードは、現在位置の表示サービス、指定したテーマ館までの道案内サービス、及び無線中継装置からの位置コード送信要求に対する応答に使用する。
- (3) 携帯端末のフラッシュメモリへは、別途用意される携帯端末の設定ツールからシリアル通信部を介してソフトウェアや各種情報をダウンロードすることができる。

〔携帯端末のソフトウェア仕様〕

携帯端末のタスク構成を表 2 に示す。

表 2 携帯端末のタスク構成

タスク名	処理概要	処理時間 (ミリ秒)	タスク 優先度 (¹)
メイン	タッチパネル入力タスクからの情報を解析して、各タスクへの処理依頼を行うとともに、各サービス処理全体を制御する。	30 ～ 200	4
タッチパネル入力	タッチパネルからの入力検出処理を行う。	50	3
LCD 表示	LCD への表示処理を行う。	100	5
無線通信部 1	無線中継装置との通信処理を行う。	0.5	1
無線通信部 2	RFID タグとの通信処理を行う。	10	2
位置照合	地図情報と RFID タグから得られた位置コードとの照合処理を行う。	200	6
経路探索	現在位置から、指定したテーマ館までの経路探索処理を行う。	500 ～ 5,000	7
シリアル通信	シリアル通信処理を行う。	0.08	8
省電力	省電力モードへの遷移処理を行う。また、LCD 用バックライトの点灯消灯制御を行う。	0.05	9

注(¹) タスク優先度は、値の小さい方を高い優先度とする。

無線通信部 2 タスクは、1 秒ごとに起動され、新たな RFID タグを検出すると、その位置コードを共有領域の中の格納場所（以下、tagID という）に書き込み、位置照合タスクに tagID を更新したことを知らせる。無線通信部 1 タスクは、無線中継装置からの位置コードの問合せに対して tagID の内容を知らせる。さらに、無線通信部 1 タスクは、無線中継装置から受信したテーマ館の入館待ち時間情報を、共有領域である待ち時間データテーブルに格納する。入場者がテーマ館を指定して待ち時間表示操作を行うと、タッチパネル入力タスクは入場者の操作内容をメインタスクに通知する。メインタスクは、待ち時間データテーブルからテーマ館の情報を検索し、LCD 表示タスクに入館待ち時間を通知する。LCD 表示タスクは、その入館待ち時間を表示する。

現在位置の表示サービス又は指定したテーマ館までの道案内サービスを実行している場合、位置照合タスクは無線通信部 2 タスクからの通知を受けて、更新された

tagID の内容を読むことで最新の現在位置を知ることができる。位置照合タスクはその現在位置を用いて、施設全体の地図情報から LCD に表示可能な地図区画を求めて表示データを作成し、LCD 表示タスクに表示を依頼する。LCD 表示タスクは、依頼された表示データを LCD に表示する。

設問 1 ナビシステムの仕様について検討する。

- (1) テーマ館の入館待ち時間情報を管理センタサーバから携帯端末へダウンロードする仕様を検討する。そのダウンロードシーケンスを図 5 に示す。管理センタサーバは、ブロードキャスト方式によって、無線中継装置に対してテーマ館の入館待ち時間情報を 5 分周期で送信する。テーマ館の入館待ち時間情報を受信した無線中継装置は、その情報をブロードキャスト方式で携帯端末へ送信する。このとき、無線の混信を防ぐために、それぞれの無線中継装置が同時に送信を開始しないようにする。そこで、テーマ館の入館待ち時間情報を送信するタスク（以下、入館待ち時間送信タスクという）は、次の式で算出した時間をタイマにセットして、そのタイムアウトの事象を待って送信を開始する。式中の n は無線中継装置機器番号を、 t_n は機器番号 n の無線中継装置の送信開始待ち時間を示す。

$$t_n \text{ 秒} = 1 \text{ 秒} \times (n - 1)$$

なお、管理センタサーバと無線中継装置間及び無線中継装置と携帯端末間における各種データの通信時間は、それぞれ 50 ミリ秒以下である。

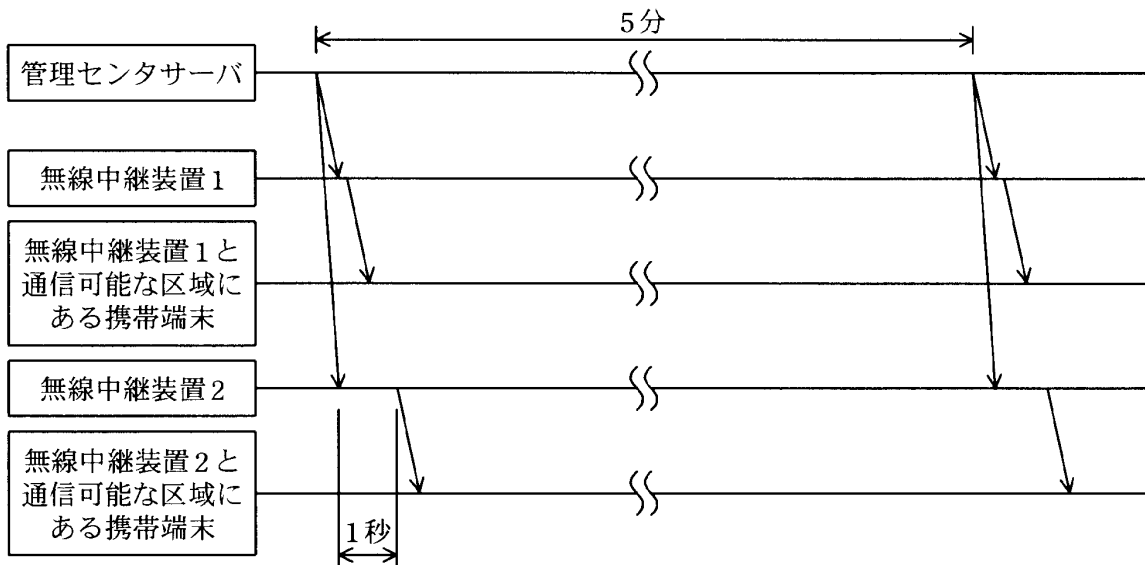


図 5 管理センタサーバから携帯端末へのダウンロードシーケンス

- (a) 無線中継装置では，最大 500 台の携帯端末を検出して位置コードを受信する処理を一つのタスク（以下，携帯端末検出タスクという）で実行することにした。しかし，この処理には最大 75 秒かかり，処理中にテーマ館の入館待ち時間情報の送信開始が重なる場合が考えられる。携帯端末検出タスクのタスク優先度と入館待ち時間送信タスクのタスク優先度の関係から想定される問題点を，60 字以内で述べよ。
- (b) 無線中継装置と 1 台の携帯端末との通信中は，その通信コネクションの切断を防ぐため，その間だけは携帯端末検出タスクがプリエンプションされないようにしたい。しかし，表 1 に示した RTOS のシステムコールだけでは不足していることが判明した。その不足しているシステムコールの処理概要を，30 字以内で述べよ。

(2) 携帯端末の電源には電池を使用する。携帯端末を入場者へ貸し出しているとき、マイコン内蔵の省電力機能と LCD 用バックライトの点灯消灯機能を用いて電池の消耗を最小限に抑える仕様を検討した。選択されたサービスの処理がすべて終了した時点から、タッチパネルからの入力が 1 分間なかったとき、LCD 用バックライトを消灯して、かつマイコンを省電力モードに遷移させるようにしたい。省電力モードへの遷移処理は表 2 中の省電力タスクが行う。その省電力タスクが実行したマイコンの省電力モード遷移タイムチャートを図 6 に示す。

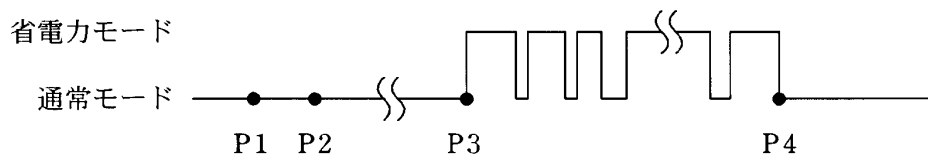


図 6 マイコンの省電力モード遷移タイムチャート

図 6 では、P1 でタッチパネルからの入力があり、それ以降タッチパネルからの入力がなく P4 でタッチパネルからの入力があった状況を示している。

なお、P2 ～ P3 間の経過時間は 1 分であり、P3 ～ P4 間では LCD 用バックライトが消灯状態である。

- (a) 図 6 中の P2 と P3 は、どのような事象と考えられるか。それぞれ 35 字以内で述べよ。
- (b) 図 6 中の P3 ～ P4 間で、一時的に省電力モードから通常モードへ遷移している。ここで通常モードで行われる処理を二つ挙げ、それぞれ 20 字以内で述べよ。
- (c) 省電力タスクは、ほかの三つのタスクや一つの割込み処理からイベントフラグがセットされると、省電力モードへの遷移のための処理を行う。この三つのタスクを、表 2 中のタスク名で答えよ。また、この一つの割込み処理を発生させるハードウェア構成要素名を、図 4 中のハードウェア構成要素名で答えよ。

設問 2 次に示す時間条件を仮定して携帯端末のタスク設計について検討する。

- ① 無線通信部 1 からの受信割込みが入ってから、無線通信部 1 タスクが起動されるまでの時間は 0.1 ミリ秒である。
- ② 無線通信部 2 タスクが tagID を排他的に更新する時間は 0.02 ミリ秒である。
- ③ タスク切替時間は 0.05 ミリ秒である。

(1) 無線中継装置からの位置コード送信要求の受信から無線通信部 1 タスクの実行終了までの所要時間を求める。ただし、この間ほかの割込みは発生しないものとする。

(a) tagID を利用するタスクが起動していない場合、無線通信部 1 タスクの実行終了までの所要時間は何ミリ秒になるか求めよ。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。

(b) 無線通信部 2 タスクが tagID を更新中に、無線中継装置からの受信があった場合、無線通信部 1 タスクの実行終了までの最長所要時間は何ミリ秒になるか求めよ。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。ただし、セマフォを使用して tagID の排他制御を行うことにする。

(c) セマフォを使用せずに割込み禁止による tagID の排他制御を行った場合、無線通信部 1 タスクの実行終了までの最長所要時間は何ミリ秒になるか求めよ。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。ただし、割込み禁止を使用するのは、tagID にアクセスしている部分だけとする。

(2) 無線通信部 1 タスクは 1 ミリ秒以内に処理を終了させるようにしたい。位置照合タスクが tagID を読み込み中に無線中継装置からの位置コード送信要求の受信があった場合、無線通信部 1 タスクが常に 1 ミリ秒以内で処理を終了できるとは限らない。その理由を、50 字以内で述べよ。ただし、セマフォを使用して tagID の排他制御を行うことにする。

(3) 位置照合タスクは、メインタスクからの現在位置表示サービスなどの有効又は無効、あるいは無線通信部 2 タスクからの tagID 更新情報を受け取ることによって処理を開始する。位置照合タスクに不具合があると携帯端末全体にその不具合が波及してしまうことが予想される。タスク間通信を実現するためには、表 1 の RTOS のシステムコールを用いるが、何らかの理由で位置照合タスクの

実行が止まって、メインタスク及び無線通信部 2 タスクは機能し続けるように設計したい。セマフォ、イベントフラグ、メールボックスの中からタスク間通信の手段を選んだ場合に、障害につながる可能性があるものを答えよ。また、その理由を、50 字以内で述べよ。

設問 3 携帯端末には、現在位置から入館を希望するテーマ館までの経路を LCD に表示する機能がある。この機能のテスト中に LCD の表示内容が更新されなくなる不具合が発生した。

(道案内処理の詳細)

道案内処理に関連するタスクとデータの関係を図 7 に示す。

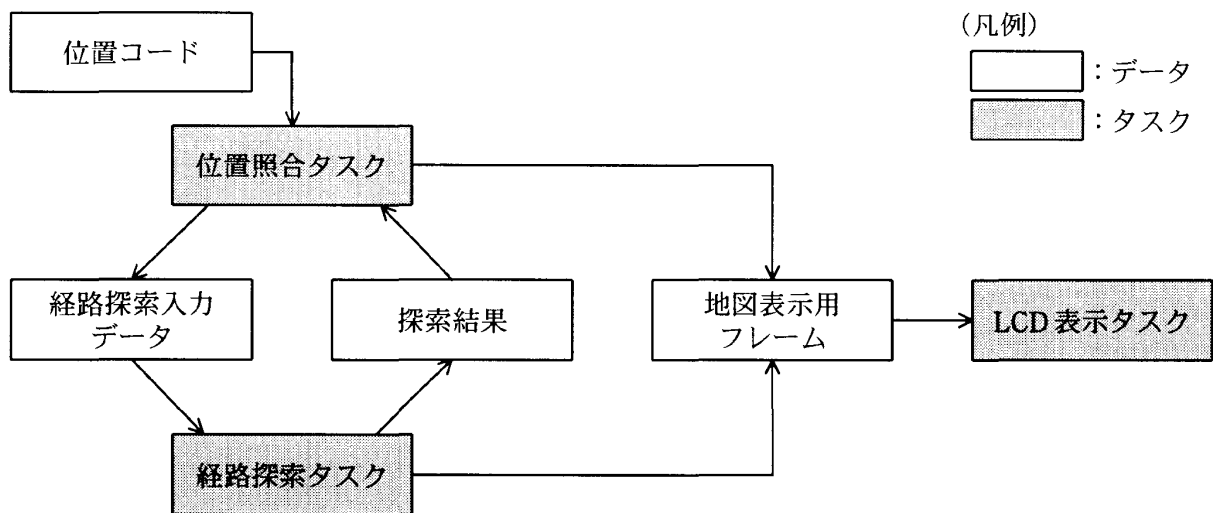


図 7 道案内処理に関連するタスクとデータの関係

地図表示用フレーム、経路探索入力データ、探索結果はタスク間で共有されるので、`get_sem/rel_sem` によってロック及びロックの解除を行っている。地図表示用フレームの初期化は位置照合タスクが行う。

経路の表示を行わない場合、位置照合タスクは、`tagID` が更新されると地図表示用フレームをロックして更新する。更新後、ロックを解除し、LCD 表示タスクに表示を依頼する。

経路の表示を行う場合、位置照合タスクは経路探索入力データをロックし、テーマ館の位置と現在位置を書き込む。そして、経路探索入力データのロックを解除し、経路探索タスクを起動する。

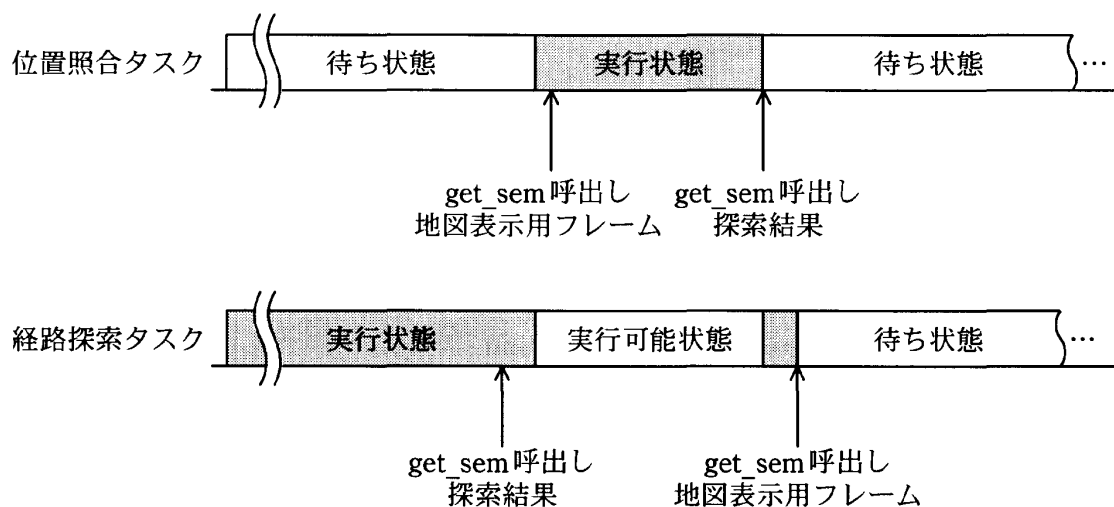
経路探索タスクは経路探索入力データを読み込み、経路探索処理を行う。経路

探索処理が正常終了した場合、まず探索結果をロックして経路データを書き込む。さらに、地図表示用フレームをロックして地図上に経路を描画する。次に、地図表示用フレーム、探索結果の順でロックを解除し、位置照合タスクからの次の経路探索指示を待つ。

tagID の更新によって表示範囲を変更する必要がある場合、位置照合タスクはまず地図表示用フレームをロックして表示内容を更新する。次に、探索結果をロックし、経路データが有効かどうかを調べる。有効ならば地図表示用フレームに経路を描画する。無効であれば経路探索入力データを更新し、経路探索タスクに経路探索指示を行う。その後、探索結果、地図表示用フレームの順でロックを解除し、処理を終了する。

(不具合発生時の動作状況)

不具合発生時の位置照合タスク及び経路探索タスクの状態、並びに共有データに関するシステムコールのログを記録した。そのログを解析した結果（一部）を図 8 に示す。



注 待ち状態から実行状態への遷移の際に実行可能状態を経由している。

図 8 不具合発生時のログ解析結果（一部）

- (1) 図 8 において、位置照合タスクと経路探索タスクがともに待ち状態から抜け出せなくなった理由を、40 字以内で述べよ。

(2) LCD の表示内容が更新されなくなる不具合を取り除くための対策について検討する。

(a) 経路探索タスクが探索結果をロックする場合、`get_sem` ではなく `poll_sem` を用い、ロックできないときには処理を中断することにした。しかし、位置照合タスクと経路探索タスクがともに待ち状態になることを解消できなかった。その理由を、40 字以内で述べよ。

(b) 経路探索タスクが地図表示用フレームをロックする場合、`get_sem` ではなく `poll_sem` を用い、ロックできないときには処理を中断することにした。これによって位置照合タスクと経路探索タスクがともに待ち状態になることを解消できた。その理由を、30 字以内で述べよ。

(c) 上記 (b) の方法によって LCD の表示内容が更新されなくなる不具合を解消した後に、LCD の表示内容に関する新たな不具合が発生した。その不具合の内容を、60 字以内で述べよ。

〔 メ モ 用 紙 〕

9. 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) 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。

〔問 2 を選択した場合の例〕

選択欄			
1	:	:	:
②	:	:	:

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。

(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。

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、白紙であっても提出してください。

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。