

問 7 DVD レコーダ、ブルーレイディスクレコーダ用のリモートコントロールボックスの設計に関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

U 社は、タブレット、スマートフォン、PC など（以下、端末という）から、家庭内の無線 LAN（以下、無線 LAN という）を介して DVD レコーダ、ブルーレイディスクレコーダ（以下、これらを総称してレコーダという）を制御できるリモートコントロールボックス（以下、ボックスという）を設計した。

〔システムの構成〕

端末からボックスを介して、レコーダの番組録画予約と、録画された番組（以下、録画番組という）の視聴を行うことができる。端末とボックスはアクセスポイントを経由して無線 LAN で接続し、ボックスとレコーダは専用のケーブルで接続する。システムの構成を図 1 に示す。



図 1 システムの構成

〔レコーダの機能〕

レコーダは、ボックスからのコマンドで番組録画予約を行い、録画番組を視聴の際には、録画番組の映像と音声のデータ（以下、録画データという）をボックスに送る。

〔端末及びボックスの機能〕

端末には、専用のアプリケーションシステム（以下、アプリという）をインストールしてある。このアプリはボックスと通信を行い、ボックスを介して、レコーダの番組録画予約と、録画番組の視聴を行うことができる。ただし、レコーダが出力する録画データは端末に保存できないようにしている。また、ボックスのタスクの制約から、同時に視聴できる端末は 1 台だけである。

録画データは、ボックスで端末用のデータに変換されて端末に送られる。また、端末とボックス間の通信は全て暗号化されている。

ボックスは無線 LAN 用にデータを送るために十分に大きな無線 LAN 用のバッファを備えており、バッファに格納したデータを自動的に無線 LAN に送る。

〔ボックスで使用する OS〕

ボックスは、独自のリアルタイム OS を使用する。この OS では、タスクは、実行状態、実行待ち状態、待ち状態のいずれかとなる。タスクにはあらかじめ、高、中、低の 3 種類の優先度が付与され、変更されることはない。

- ・ 実行状態のタスクがあるとき、より優先度が高いタスクの実行要求があると、実行状態のタスクは実行待ち状態になり、優先度が高いタスクは実行状態になる。
- ・ タスク間の通信にはメッセージキュー（以下、キューという）及びリングバッファを使用する。

〔ボックスのタスク構成〕

ボックスで使用するタスクの構成を、表 1 に示す。

表 1 ボックスで使用するタスクの構成

タスク	機能	優先度
ボックス制御	- 無線 LAN 制御タスクからデータを受け取り、番組録画予約のデータなら番組録画予約情報に変換し、番組予約タスクに送る。視聴要求のデータなら視聴要求コマンドに変換し、レコーダ制御タスクに送る。 - 番組予約タスクから番組録画予約の処理結果を受け取り、端末用の応答データに変換し、無線 LAN 制御タスクに送る。	中
レコーダ制御 ¹⁾	- 各タスクから受け取ったコマンドをレコーダに送る。 - レコーダから番組録画予約のレスポンスを受け取り、番組予約タスクに送る。 - レコーダから録画データを受け取り、エンコーダタスクに送る。	a
無線 LAN 制御 ²⁾	- 無線 LAN からデータを受け取り、ボックス制御タスクに送る。 - 各タスクからデータを受け取り、無線 LAN 用のバッファに格納する。	b
エンコーダ	- レコーダ制御タスクから録画データを受け取り、端末用のデータに変換する。 - 変換したデータを暗号化し、無線 LAN 制御タスクに送る。	c
番組予約	- ボックス制御タスクから番組録画予約情報を受け取り、番組予約コマンドを生成し、レコーダ制御タスクに送る。 - レコーダのレスポンスをレコーダ制御タスクから受け取り、処理結果をボックス制御タスクに送る。番組の予約コマンドをレコーダ制御タスクに送ってから 1 分を経過してもレコーダ制御タスクからレスポンスが受け取れない場合、操作が失敗したものとし、処理結果をボックス制御タスクに送る。	低

注¹⁾ 録画データが消失してしまわないように、レコーダから受け取った録画データを直ちに処理する。

²⁾ 遅延が最小となり、かつ、レコーダ制御タスクの処理を妨げないように設計されている。

〔タスク間通信〕

タスク間の通信では、コマンドなどの短いデータはキューを使用し、サイズの大きい録画データはリングバッファを使用する。レコーダ制御タスクとエンコーダタスクの間にリングバッファ A（以下、バッファ A という）を、エンコーダタスクと無線 LAN 制御タスクの間にリングバッファ B（以下、バッファ B という）をそれぞれ割り当てる。

リングバッファは、書込みインデックスの値 W、読出しインデックスの値 R、及びデータを格納するバッファから成る。

リングバッファでは、データを書き込むと書き込んだデータ長が書込みインデックスに加算されデータを読み出すと読み出したデータ長が読出しインデックスに加算される。リングバッファではデータを全て読み出したとき、書込みインデックスの値 W と読出しインデックスの値 R の関係は〔 d 〕となる。

〔視聴時のタスクの動き〕

録画番組を視聴するとき、ボックスはレコーダを制御して録画データを連続して受け取る。

端末から録画番組が指定されると、ボックスはレコーダにコマンドを送り、視聴を開始する。視聴を開始すると、各タスクが表 2 の処理を繰り返す。

1 フレーム分の録画データが 30 ミリ秒周期でレコーダから送られ、ボックスで端末用のデータにブロック化され、ブロック単位で端末に送られる。

表 2 処理一覧

タスク	処理
レコーダ 制御	- レコーダから録画データを受け取り、バッファ A に格納する。1 フレーム分のデータをバッファ A に格納すると、エンコーダタスクに通知する。 1 フレーム分のデータ処理時間は 4 ミリ秒である。1 フレーム分のデータを受け取り、エンコーダタスクに通知する前に次のデータが届くと、データは上書きされて消失する。
エンコーダ	- バッファ A から 1 フレーム分のデータを取り出し、エンコード及び暗号化を行ったデータをバッファ B に格納して無線 LAN 制御タスクに通知する。 - エンコーダタスクの 1 フレーム分のデータ処理時間は 6 ミリ秒である。ただし、4 フレームごとに、さらにブロック化の処理として 44 ミリ秒が必要となる。
無線 LAN 制御	- バッファ B からデータを取り出し、バッファ B から送信すべきデータがなくなるまでデータを無線 LAN 用のバッファに格納する。 - バッファ B から 1 フレームのデータを取り出し、無線 LAN 用のバッファにデータを格納し終わるまでの時間は 1 ミリ秒である。

〔インターネット経由の予約機能の追加〕

インターネットを経由して番組録画予約を行う機能の追加を行うことになった。端末が番組録画予約データを電子メール（以下、メールという）でボックス宛てに送ると、ボックスがメールを受信し、番組録画予約データを取り出して番組録画予約を行い、予約完了、予約エラーなどの処理結果をメールで端末に返信することにした。予約機能追加時のシステムの構成を図 2 に示す。

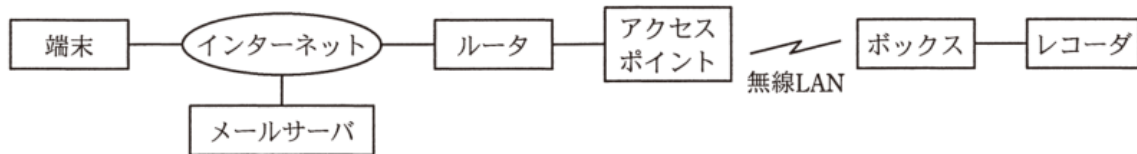


図 2 予約機能追加時のシステムの構成

端末のアプリには、番組録画予約データを暗号化してメールで送信する機能と、ボックスで処理された結果をメールで受信する機能を追加した。

ボックスには、5 分間隔でメールの有無をチェックする機能を〔 e 〕タスクに追加した。さらに、〔 f 〕タスクに、受信したメールから番組録画予約データを取り出して番組予約タスクに通知する機能及び処理結果のメールを生成して送信する機能を追加した。

設問 1 〔端末及びボックスの機能〕について、(1)，(2) に答えよ。

- (1) 同時に視聴できる端末を 1 台に制限したのはどのような理由によるものか。制約となるタスク名を含め、30 字以内で述べよ。
- (2) 端末で録画データを保存しないこととしたのは、どのような権利の侵害を回避するためか答えよ。

設問 2 〔ボックスのタスク構成〕及び〔タスク間通信〕について、(1)，(2) に答えよ。

- (1) 表 1 中の〔 a 〕～〔 c 〕に入れる優先度を高，中，低から一つずつ選んで答えよ。
- (2) 本文中の〔 d 〕に入れる適切な式を R，W を用いて答えよ。

設問 3 〔インターネット経由の予約機能の追加〕について、(1)，(2) に答えよ。

- (1) 本文中の[e]，[f]に入るタスク名を答えよ。
- (2) 端末が番組録画予約のメールを送信してから，ボックスが処理結果のメールを送信するまでの時間は最大で何分になるか答えよ。ここで，ネットワーク内での遅延及びボックス内のタスクの処理に要する時間は無視できるものとする。