

平成30年度 春期 応用情報技術者試験 午後 問7「児童の見守り機能付き防犯ブザーの設計」復習レポート

1. はじめに：本設問の背景と学習の意義

近年の児童を取り巻く安全環境の変化から、IT技術を用いた「見守り」への社会的ニーズは非常に高まっています。本設問は、こうした実機開発を彷彿とさせる防犯ブザーを題材に、組み込みシステム設計の根幹である「省電力設計」と「状態遷移の整合性」をいかに両立させるかを問う良問です。バッテリー駆動が前提となる小型デバイスにおいて、機能を実現するだけでなく、いかに待機時間を延ばすかという実務的視点が評価の主眼に置かれています。本システムでは、児童の安全を守るための基本機能として以下の3点を定義しています。

- **ブザー鳴動機能**：ストラップの引抜きを物理的なトリガとし、周囲へ危険を知らせる大音量を発生させる。
- **通知機能**：携帯電話回線を経由し、ブザーの開始・停止といった動作状況をリアルタイムにサーバへ報告する。
- **位置登録機能**：GPSユニットで測位した緯度・経度情報を定期的にサーバへアップロードし、保護者が地図上で確認可能にする。これらの機能を実現するソフトウェアを設計するためには、まずその基盤となるハードウェア構成要素と、それらがMPUとどのように連携するかを正確に把握する必要があります。

2. システム構成とハードウェア仕様の解析

組み込みシステムにおいて、ハードウェアとソフトウェアの境界を意識することは極めて重要です。本機ではMPUが「通常モード」と「省電力モード」を使い分ける設計となっており、電力消費を最小限に抑えつつ、必要なイベント（移動や抜去）には即座に反応する戦略が採られています。ここで重要な役割を果たすのが「割込み」です。各ユニットからの割込み信号がトリガとなり、省電力モードにあるMPUを通常モードへ復帰させ、適切なタスクを実行させます。防犯ブザーを構成する主要なハードウェア要素と、MPU（割込みハンドラの実行対象）への役割、および発生する割込みを以下に整理します。

ハードウェア要素	主要な役割	発生する割込みの種類
MPU	システム全体の制御。他ユニットからの割込みを受け、各タスクを制御する。	－（各割込みの通知先）
16ビットタイマ	100ミリ秒単位などの短周期計測用。ダウンカウンタ方式。	カウント値が0になった次のクロックで発生。
日付時刻用タイマ	1秒単位の時刻管理用。長周期（登録周期など）の計測に使用。	設定した日付時刻に到達した時に発生。
移動検出ユニット	加速度センサ等により、デバイスの揺れ（移動）を検出する。	一定以上の揺れを検出するたびに発生。
GPSユニット	人工衛星からの信号を受信し、現在地の緯度・経度を測定する。	－
通信部	携帯電話回線を介してサーバとデータの送受信を行う。	－

このように、ハードウェア資源と割込みの仕組みを理解した上で、次にこれらを制御するソフトウェアの状態遷移ロジックを深掘りしていきます。

3. 位置登録ロジックと状態遷移の深掘り

本システムの設計思想において、通信圏内における「移動状態」と「静止状態」の動的な切り替えは、バッテリー持続時間に直結する極めて重要な要素です。移動中は5分周期で詳細に足跡を追い、静止中は30分周期に落とすことで、消費電力の大きいGPS測位と通信の回数を最適化しています。設問1(1)のケーススタディ（午前8:00～9:20）を基に、このロジックを解析します。

1. **8:00** : 静止状態で移動を検出。仕様に基づき「直ちに位置登録」を行い、状態を移動状態（5分周期）へ移行。（累計1回）
 2. **8:05, 8:10, 8:15** : 移動状態を維持。5分ごとの定期登録を実施。（累計4回）
 3. **8:20** : 直近の登録周期（8:15～8:20）で一度も移動が検出されなかった。この場合、5回目の登録を行い、同時に「静止状態（30分周期）」へ移行。（累計5回）
 4. **8:50** : 静止状態に移行してから30分が経過。仕様に従い定期登録を実施。（累計6回）
- 結果、8:00台の位置登録は合計6回となります。また、設問1(2)にある「5分より短い間隔で位置登録が行われる条件」とは、静止状態での定期登録が行われた直後に移動を検出した場合（静止状態で位置登録を行った後、5分経過する前に移動を検出したとき）が該当します。これは、子供が動き出した瞬間に最新位置を把握したいという保護者の安心感を担保するための、非常に合理的な仕様と言えます。

4. タイマ設計と省電力化のトレードオフ分析

タイマのカウンタ値設定やデバイスの選択は、システムの精度と電力消費のトレードオフそのものです。まず、設問2(1)における16ビットタイマの設定値を算出します。

1. **カウンタクロック周波数の導出**：MPUの動作クロック 16 MHz を 32 分周します。16,000,000 Hz $\div$ 32 = 500,000 Hz （これは1秒間に500,000回カウンタすること意味します）
2. **100ミリ秒に必要なカウンタ数の算出**：100 ms = 0.1 秒間でのカウンタ数は以下の通りです。500,000 Hz $\times$ 0.1 s = 50,000 回
3. **仕様に基づいた設定値の調整**：仕様書には「カウンタ値が0になった次のカウンタクロックで割込みを発生させる」とあります。これは、割込みまでの総クロック数が「設定値 + 1」であることを示しています。50,000 - 1 = **49,999**しかし、実際の設計では16ビットタイマではなく日付時刻用タイマが採用されました。最大の理由は「消費電力を小さくできるから」です。16ビットタイマで100ミリ秒を計測すると、MPUは1秒間に10回も割込みによって省電力モードから起こされてしまいます。対して日付時刻用タイマであれば1秒間に1回の割込みで済むため、MPUが省電力モードに留まる時間を最大化でき、バッテリー駆動時間を大幅に延ばすことが可能になります。

5. メインタスクの処理フローとタスク間連携

リアルタイムOSを採用した本システムでは、メインタスクが「司令塔」として、測位、通信、タイマの各タスクを統括します。各タスクが待ち状態のとき、システムは「アイドルタスク」を実行し、MPUを省電力モードへ移行させる命令を発行します。この連携が、無駄のない電力管理を可能にしています。設問3に基づき、メインタスクが移動を検出した際のロジックを整理すると、空欄aには「**位置登録**」、bには「**登録周期**」が入ります。また、下線①において移動検出情報がセットされていない（＝5分間移動がなかった）場合、メインタスクはタイマタスクに対して「**登録周期の変更**」を要求します。この「登録周期の変更」を要求する処理の必然性は、システムの省電力要件にあります。移動検出がなかった際にこの要求を怠ると、システムは移動状態の「5分周期」を維持し続けてしまいます。これでは不必要にGPSと通信が動作し続け、設計目標である省電力化を達成できません。確実に30分周期へと戻す指示を出すこそが、組込み設計における状態管理の核心です。

6. 結論：本設問から学ぶ組込み設計の勘所

本設問は、応用情報技術者試験の組込みシステム分野において、仕様書からの正確な情報抽出と、論理的な推論がいかに重要であるかを教えてください。エンジニアには、単なる計算能力だけでなく、ハードウェアの挙動がソフトウェアのロジック、ひいては製品の非機能要件（バ

ッテリー持続時間)にどう波及するかを洞察する力が求められます。本問の核心的キーワードとして、以下の3点を総括します。

- **省電力設計**: MPUの動作モードと割込み頻度の相関を理解し、アイドルタスクの活用を含めたシステム全体の低消費電力化を図ること。
- **状態遷移の正確な把握**: 移動・静止といった状態の変化が、どのタイミングで、どの制御パラメータ（登録周期など）に影響するかを時間軸に沿って整合させること。
- **ハードウェア特性を活かしたソフトウェア制御**: タイマのカウント仕様や分周比など、ハードウェアの物理的な仕様に基づき、正確な制御値を導出すること。これらの視点は、あらゆる組込み開発における普遍的な「勘所」であり、エンジニアが実務で常に意識すべき設計思想そのものです。