

## 調査 5 モデルカリキュラムの提言 コースウェア

### 24. 組み込みシステムに関するスキル

I. 概要	開発方法論、組み込みシステム設計・開発に必要な知識、方法論を概要として学ぶ。オープンソースとのかかわり、取り組み状況を理解する。
II. 対象専門分野	職種共通
III. 受講対象者、 受講前提	本カリキュラムの基本となる組み込みコンピュータ科学基礎、ソフトウェア、ハードウェア基礎(ITSS レベル1程度)を習得、経験しているレベルの知識を有すること。
IV. 学習目標	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 組み込みシステムにはどのような種類のソフトウェアがあるか、その利用実態と発展の動向はどのようなものを理解する。</li><li>・ オープンソースシステムの構成、アーキテクチャはどのようなものがあるかを理解する。</li><li>・ オープンソースシステムの実際の設計内容と注意点を理解する。</li><li>・ OSSによるシステム・基盤構築作業手順を理解する。</li></ul>
V. 使用教科書、 教材等	『図解入門 よくわかる最新組み込みシステムの基本と仕組み』 藤広哲也著、秀和システム刊 オリジナル教材を作成するものとする。
VI. 習得スキル の評価方法	講義終了後の受講レポート、定量アンケート、知識確認ミニテスト、演習問題の取り組み状況を総合的に判断して評価を行う。
VII. カリキュラム の構成	レベル1 第1回～第8回 レベル2 第9回～第15回

## 講座内容

---

### 第1回 組み込みコンピュータシステムとは何か(講義 90分)

---

組み込みコンピュータアーキテクチャの意味と発展の歴史、必要性を理解する。ソフトウェアやハードウェアのアーキテクチャとは何を規定するものか、その特徴と役割を理解する。

#### (1)組み込みコンピュータシステムとは

1. 組み込みコンピュータシステムの活用例
2. 組み込みコンピュータシステムのアーキテクチャ
3. 組み込みコンピュータシステムソフトウェアのアーキテクチャ
4. 組み込みコンピュータシステムネットワークのアーキテクチャ

#### (2)システム

1. 組み込みコンピュータシステムの設計の考え方
  - ・ ハードウェアの制限
  - ・ ソフトウェアの制限
  - ・ ネットワークの制限
2. 組み込みコンピュータシステムの設計方法の概要

#### (3)組み込みコンピュータシステムとOSSの関係

1. OSSの必要性
2. OSSの活用方針

---

## 第2回 組み込みコンピュータのアーキテクチャ(講義 90分)

---

組み込みコンピュータアーキテクチャの基本構成と役割、特徴を理解する。その発展の歴史とオープンソースとのかかわりの概要を理解する。

### (1)組み込みコンピュータハードウェアの特徴

1. 目的に応じたハードウェアの組み合わせ
2. ネットワークとの接続
3. 業務の搭載とシステムアーキテクチャ
4. 組み込みコンピュータ構成に求められること

### (2)組み込みコンピュータアーキテクチャの必要要件

1. 接続性
2. 信頼性
3. 効率性
4. 移植性

### (3)OSS を活用した組み込みコンピュータアーキテクチャの事例

1. ユビキタスセンサシステム
2. ネットワークコントロールシステム

---

### 第3回 組み込みシステムの基本構成(講義 90分)

---

組み込みシステムの応用分野、実現システムの種類とその内容、特徴、発展の動向と現状を理解する。

(1)組み込みシステムの CPU

(2)OS の要件

1. 組み込みシステムの OS の特徴
2. 組み込みシステムの OS の役割と制約
3. 代表的な組み込み OS
  - ・ iTRON

(3)組み込みシステムのネットワーク形態

1. LAN
2. 無線
  - ・ 赤外線
  - ・ 微弱無線
3. 接続インタフェース
  - ・ バス/インタフェース

(4)低消費電力

1. バッテリ駆動
2. 電力の配分

---

## 第4回 組み込みコンピュータハードウェアの基本(講義 90分)

---

組み込みコンピュータハードウェアの基本構成と役割、特徴を理解する。その発展の歴史とオープンソースとのかかわりの概要を理解する。

### (1)組み込みハードウェアアーキテクチャの概要

1. MPU アーキテクチャの基礎
  - ・ シングルチップの組み込みコンピュータ
  - ・ アーキテクチャ上の制約
  - ・ MPU 内部のアーキテクチャ
  - ・ レジスタ構成
2. バスアーキテクチャ
  - ・ システムバスの概要
  - ・ 組み込みコンピュータシステムの動作とシステムバス
  - ・ 組み込みコンピュータシステムにおけるバス
  - ・ 組み込みコンピュータシステムにおけるバスの分類
  - ・ MPU 関連のバスとローカルバス
  - ・ バス制御とバス調停機能
3. 割り込み機能

---

## 第 5 回 CPU アーキテクチャの基本(講義 90 分)

---

組み込みコンピュータハードウェアの基本である CPU の構成と役割、特徴を理解する。  
その発展の歴史とオープンソースとのかかわりの概要を理解する。

### (1)MPU 内部のアーキテクチャ

1. レジスタ構成
2. バス構成
3. 命令制御方式
4. 割り込み制御方式
5. I/O 制御方式

### (2)命令セットアーキテクチャ

1. 命令セット
2. MPU の選択基準

### (3)メモリと MPU の接続

1. MPU との基本的な接続方法
2. 動作速度が遅いメモリとの接続方法
3. CMOS-SRAM メモリのデータ保護
4. メモリと MPU のシステム構成
5. メモリ管理方式
6. メモリ保護

### (4)組み込みプロセッサアーキテクチャ

1. ARM9
2. XScale
3. MIPS
4. SH
5. VR
6. MP
7. 68000

---

## 第6回 組み込みソフトウェアの概要(講義 90分)

---

組み込みソフトウェアの種類と役割、特徴を理解する。その発展の歴史とオープンソースとのかかわりの概要を理解する。

### (1)ソフトウェア処理の基本

1. タスク
  - ・ タスクの意味
  - ・ 処理の単位
  - ・ スレッド(Thread)
2. タスクとスケジューリング
  - ・ タスクと資源
  - ・ プリエンプション

### (2)並行処理のアーキテクチャ

1. 並行処理の処理概要
  - ・ 並行処理の意味
  - ・ タイムクオンタム方式
  - ・ 機能による切替え
  - ・ TCB(Task Control Block)
2. タスクの管理方法
  - ・ リングバッファ
  - ・ バッファリング
3. 並行処理 OS とは

---

## 第7回 カーネル処理の概要(講義 90分)

---

組み込み OS のカーネルの機能と役割、特徴を理解する。その制御構造を理解する。

### (1)組み込みカーネルとは

1. カーネルの機能
2. 制御対象
3. 制御要件とクリティカル性

### (2)カーネル処理の概要

1. タスクの制御
  - ・ システムのリソースを考慮したタスクの構成
  - ・ タスクのディスパッチアルゴリズム
2. 排他制御
  - ・ クリティカルセクションとは
  - ・ 組み込みシステムのクリティカルセクションの例
3. 排他制御の必要性
  - ・ 割り込みとの関係
  - ・ システム効率とのトレードオフ
  - ・ 排他制御の制御仕様
4. 排他制御の方法
  - ・ テストアンドセット
  - ・ セマフォ



---

## 第 8 回 リアルタイムシステムの構成と仕組み(講義 90 分)

---

リアルタイムシステムの機能と制御仕様、設計の特徴を理解する。

### (1)リアルタイム処理とは

1. リアルタイム処理の実行アーキテクチャ
  - ・ 処理の概要
  - ・ イベントドリブン
  - ・ リアルタイム処理方式
2. 設計パターン
  - ・ 入力待ち時間の利用
  - ・ 処理の詳細
  - ・ カーネルのリアルタイム機能
  - ・ デバイスドライバ
3. 時間制御
  - ・ 実行時間の管理
  - ・ タイミング処理(割り込み、資源の有効制御)

### (2)アプリケーションのリアルタイム設計

1. リアルタイムプログラミング
  - ・ プログラムの特性
  - ・ キューイング
2. デバイスドライバの重要性
3. 優先度と実行順序の決定
4. システム全体の処理の優先順位

---

## 第9回 組み込みシステムの開発方法(講義 90分)

---

組み込みシステムの開発方法について、基本的な考え方、技法、特徴、注意点を理解する。

### (1)組み込み型コンピュータ応用システムの開発技術

1. 組み込み型コンピュータ応用システムの開発工程
  - ・ システム全体とハードウェア、ソフトウェア開発工程
  - ・ 基本的な開発フェーズ
2. 開発工程の管理方法
  - ・ 開発ライフサイクルモデル
  - ・ 主要な開発プロセス
  - ・ ハードウェア開発とソフトウェア開発の並行管理
  - ・ 必要なマイルストーン

### (2)開発方法と成果物

1. システム分析と要求定義の工程での適用
2. リアルタイム分析設計技法
  - ・ タイミングや制御状態などの事象応答の分析
  - ・ 入出力信号変換、プロセス起動表
  - ・ 動的設計モデル(事象応答分析、状態遷移図など)
  - ・ オブジェクト指向分析
  - ・ 組み込みコンピュータ応用システムの分析設計工程とソフトウェア開発技法
3. システム設計工程での適用
  - ・ ハードウェア構成図
  - ・ ソフトウェア構成図
  - ・ 制御データフロー、コントロールフロー

---

## 第10回 オブジェクト指向分析による組み込みシステムの分析とモデリング(ワークショップ 90分)

---

システムの分析・設計をオブジェクト指向で実施し、モデリングする。

### (1)オブジェクト指向のアプローチ

1. オブジェクトモデル
  - ・ 制御対象のオブジェクト化
  - ・ システム資源のオブジェクト化
2. 動的モデル
  - ・ 事象発生分析
  - ・ 状態遷移図による表現
3. 機能モデル
  - ・ 入力情報と出力情報の関係
  - ・ 要求仕様の反映

### (2)設計の評価と改善

1. リアルタイム性
2. 事象応答の精度

---

## 第 11 回 組み込みコンピュータシステムの開発管理(講義 90 分)

---

組み込みコンピュータシステムの開発管理の方法、必要なプロセスとその特徴を理解する。

### (1)品質管理

1. 組み込みソフトウェア品質の考え方
  - ・ 組み込みシステム開発業務における品質管理
  - ・ 組み込みソフトウェアの品質特性
  - ・ ソフトウェアの品質管理の方法
2. 品質管理の実際
  - ・ 組み込みソフトウェア品質評価の実践

### (2)組み込みシステム開発のプロジェクト特性

1. 要員構成
2. ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク等のサポート体制
3. レビュー体制

### (3)機密・契約管理

1. 特許管理
2. ライセンス管理
3. 機密管理

### (4)変更管理

1. 組み込みシステムの変更要件
2. 組み込みシステムの変更管理体制と手順

---

## 第 12 回 組み込みシステムのアーキテクチャ(講義 90 分)

---

組み込みコンピュータシステムの代表的な開発管理の方法、必要なプロセスとその特徴を理解する。

### (1)PC/AT アーキテクチャ

1. 動作周波数
2. CPU の仕様
3. メモリデバイス (SDRAM)

### (2)情報家電

1. OS (Linux)
2. Ethernet ネットワーク機能

### (3)携帯電話のアーキテクチャ

1. CPU 低消費電力版の 8086
2. 組み込み制御用コントローラ

### (4)センサーシステム(単一の機能で構成されるシステム)

1. OS を使わないシステム
2. メモリ仕様
3. シングルタスクでプログラムを記述
4. DSP の採用
5. 外部バスとローカルバス
6. 周辺 I/O 機能やメモリの接続
7. チップセットデバイス

※OSS、ハードウェア、ミドルウェアなどを組み合わせてシステム基盤を構築するケースワークを実施する。

---

## 第 13 回 組み込みシステムのネットワーク機能(講義 90 分)

---

組み込みコンピュータシステムのネットワーク機能の概要、特徴、利用方法、注意点を理解する。

### (1)通信ハードウェア

1. ケーブル
2. コントローラ
3. ゲートウェイ

### (2)低速な通信インタフェース

1. シリアル通信
2. 赤外線インタフェース
3. IEEE802.15

### (3)高速・大容量な通信インタフェース

1. IEEE1394
2. Ethernet
3. RS-232C

### (4)通信ミドルウェア

1. マイコンでの TCP/IP のサポート
2. XCP
3. OSEK-COM

### (5)組み込みシステムにおける通信機能の設計

1. 通信データの決定
2. 通信対象の決定
  - ・ 1:1
  - ・ 1:n
3. LAN への移行の判断点

---

## 第 14 回 組み込みシステムの設計(ワークショップ 90 分)

---

実際の組み込みシステムの事例をもとに設計演習を行う。ハードウェア、ソフトウェア、ネットワークなどの要件をまとめてシステム設計を行う。

題材: 鉄道の駅 RFID 乗車制御カードシステム

### (1) 業務要件からのシステム全体設計

1. 業務要件提示
2. ハードウェア要件
3. ソフトウェア要件
4. アプリケーションとして制御仕様

### (2) ソフトウェア設計

1. アプリケーションの優先度
2. タイミング制御
3. デバイスの制御
4. ヒューマンインタフェース

### (3) 組み込みシステムとしての評価

### (4) 全体の性能、拡張性、コスト要件などを評価

---

## 第 15 回 これからの組み込みシステムの動向(講義 90 分)

---

これからの組み込みシステムの応用分野、実現システムの種類とその内容、特徴、発展動向と現状を解説する。

### (1) 非組み込みコンピュータによる基盤

1. 携帯電話、PDA のプラットフォーム
2. アプリケーション基盤構成
3. 設計のポイント

### (2) 非インターネット

1. ユビキタスネットワークに基づくアーキテクチャ
2. IPv6 を活用した独自基盤
3. 適用事例

以上