

調査 5 モデルカリキュラムの提言 コースウェア

6. Linux カーネルに関するスキル

I. 概要	OSS の代表的な存在であり、またプラットフォームとしても数多くの実績をもつオペレーティングシステムである Linux について、その機能と内部構造について学ぶ。また、併せて、それらの機能を実現するための基礎となっている理論についても学ぶ。
II. 対象専門分野	職種共通
III. 受講対象者、 受講前提	基礎的なコンピュータ科学、セキュリティ工学基礎(ITSS レベル 1 程度)を習得、経験を持つレベルの知識を有すること。
IV. 学習目標	<ul style="list-style-type: none">• Linux OS の構造と基本機能を理解する。• それらの機能を実現するために採用されているデータ構造とアルゴリズムについて理解する。• OS の機能をどのようにして一般プログラムが利用するかについて理解する。
V. 使用教科書、 教材等	<p>(1) 『Linux カーネル 2.6 解読室』 高橋浩和／小田逸郎／山幡為佐久共著、 ソフトバンククリエイティブ刊</p> <p>(2) 『The Design of the UNIX Operating System』 Maurice J. Bach 著、Prentice Hall 刊</p> <p>(3) 『Internetworking with TCP/IP; vol.1, Principles, Protocols, and Architecture』 Douglas E. Comer 著、Prentice-Hall 刊</p> <p>本講座は、ほぼ(1)に沿って学習する内容となっているが、OSの全体像や各機能の概要、および実装の基礎となっているデータ構造とアルゴリズムについては(2)を参照するのが効果的である。また、カーネルのソースコードについては、(1)の文中のコードを参照しながらも、できれば最新のソースコードを入手してそれを参照するのが望ましい。</p> <p>なお、ネットワークの詳細に関しては(3)を参照のこと。</p>

<p>VI. 習得スキルの評価方法</p>	<p>以下の試験問題について解答を求め、60 点以上を持って合格とする。</p> <p>(1) カリキュラム内容に関するキーワードの意味を問う問題 10 問 (各 1 点)。</p> <p>(2) 下記の機能概要とその仕組みについて 400 字以内で記述する問題 4 問(各 10 点)。</p> <p>(a) プロセス管理</p> <p>(b) メモリ管理</p> <p>(c) ファイル管理</p> <p>(d) ネットワーク</p> <p>なお、後者の評価方法は次のようにする。</p> <p>各機能についてのキーワードが含まれていて、それらの関連が明記されていればその問題については 8～10 点を与える。</p>
<p>VII. カリキュラムの構成</p>	<p>レベル 1 第 1 回～第 5 回</p> <p>レベル 2 第 6 回～第 15 回</p>

講座内容

第 1 回 Linux カーネル概論(講義 90 分)

OS がコンピュータに必要とされるに至った経緯を説明する。また、商用 OS とは別の流れの中で UNIX が登場し、やがて Linux が開発され、今日に至っている背景とともに、Linux の構造と基本的な機能を学ぶ。

(1) OS の歴史と Linux

1. Supervisor、Monitor、Operating System、Executive
2. MULTICS、UNIX、Linux
3. その他の OS: MVS、VMS、Mach、CP/M、MS-DOS
monolithic kernel vs. micro kernel

(2) OS の概念

1. ハードウェアの抽象化
2. 仮想マシン

(3) Linux OS の基本構造

(4) カーネルの基本機能

1. プロセス管理
2. メモリ管理
3. ファイル管理
4. ネットワーキング

(5) カーネルの起動プロセス

(6) 参考

1. 基本データ構造
キュー、スタック、リスト構造
2. Linux カーネルのソースコード
3. カーネルとディストリビューション

第2回 スケジューリング(講義 90分)

「プロセス」の概念とプロセスが切り替わるメカニズムの概要を理解する。併せて、スケジューリングのアルゴリズムを学ぶ。

- (1) マルチタスキング
- (2) プロセス
- (3) コンテキストスイッチング(プロセスディスパッチ)
- (4) プロセススケジューラ
- (5) マルチプロセッサへの対応
- (6) スケジューリングのアルゴリズム
- (7) 基礎理論
 1. 待ち行列理論
 2. マルコフ連鎖

第3回 割り込みと遅延(講義 90分)

さまざまな割り込みについて学ぶ。OS そのものは、アプリケーションプログラムやハードウェアに対して能動的には振る舞わない。逆に、さまざまな外部要因から「呼び出される」。そのきっかけが「割り込み」である。これらについて学習する。

- (1) 割り込み
 1. 割り込み処理
 2. IRQ と割り込みハンドラ
 3. ハードウェア割り込みとソフトウェア割り込み
 4. マルチプロセッサの場合: プロセッサ間割り込み
 5. マスク不可割り込み (Non Maskable Interrupt)
 6. 割り込み処理の遅延
- (2) タイマー
 1. 時計
 2. 時刻
 3. インターバルタイマー

第 4 回 システムコール(講義 90 分)

OS の機能を、一般のアプリケーションプログラムが利用する際に使うのがシステムコールである。それらの位置づけを理解するとともに、どのように実装されているかを学ぶ。

(1) システムコール

1. システムコールとカーネルサービス
2. ユーザプロセスからのカーネル呼び出し
3. ユーザモード、カーネルモード(システムモード)
4. プロセス空間(ユーザ空間とカーネル空間)

(2) 同期と排他

1. 排他制御
2. プロセス間の排他
3. 割り込み間の排他
4. マルチプロセッサ環境での排他
 - ・ スピンロック
5. 基礎理論
 - ・ クリティカルセクション
 - ・ セマフォ
 - ・ 「食事をする 5 人の哲学者」の問題

第5回 プロセス管理(講義+ワークショップ 90分)

プロセスが生成されてから終了して消滅するまでのライフサイクルについて理解する。
また、そのサイクルにカーネルがどのように関わるかを学ぶ。

(1) プロセス管理

1. プロセス
2. /proc ファイル
3. プロセスの内部データ構造
4. プロセスの状態遷移
5. プロセスグループ
6. スレッド、スレッドグループ
7. fork/exec

(2) シグナル

(3) プロセス間通信

1. 共有メモリ
2. セマフォ
3. メッセージ

第6回 メモリ管理(1)(講義 90分)

仮想メモリと実メモリの管理方法を3回にわたって学ぶ。第1回目は、ハードウェアのメモリアドレスと仮想アドレスの変換機構について学ぶ。

(1) プロセス空間とカーネル空間

(2) 仮想アドレス空間

(3) ページ変換テーブル

(4) TLB(Translation Lookaside Buffer)

(5) メモリキャッシュ

第7回 メモリ管理(2)(講義 90分)

物理的に装備されている実メモリの管理方法を学ぶ。また、仮想記憶方式の基本である「ページ」の管理方法を学ぶ。

(1) 実メモリの管理

1. ページ
2. バディシステム
3. ページの獲得と解放

(2) 動的メモリ割り当て

1. スラブアロケータ
2. メモリプール
3. メモリ割り当てアルゴリズム[参考]
 - ・ Best Fit
 - ・ First Fit
 - ・ Worst Fit

第8回 メモリ管理(3)(講義 90分)

仮想アドレス空間(プロセス空間)と実ページの対応方法を通してプロセス空間の管理方法を学ぶ。また、実ページが不足してきた場合の処理方法を学ぶ。

(1) スワップ

(2) デマンドページング

(3) ページキャッシュ

(4) ページフォルト

(5) ガーベジコレクション

第9回 ファイル管理(1):仮想ファイルシステム(講義 90分)

仮想ファイルシステムについて学ぶ。

(1) VFS(Virtual File System)

(2) inode、super block、directory

(3) ファイル操作

(4) マウント

(5) アンマウント

第10回 ファイル管理(2):ファイルの操作(講義 90分)

ここでは一般的なファイル操作を学ぶ。はじめに全体像の概略を示した後、個々の処理方式について解説する。

(1) ファイルの操作

1. open、close
2. create、delete
3. read、write
4. ファイルロック、レコードロック

(2) ファイルのリード／ライト

1. バッファキャッシュ(ディスクキャッシュ)
2. リード
3. ライト
4. ディスクへの書き出し
 - ・ 同期 I/O、非同期 I/O
 - ・ blocking と non-blocking

(3) そのほかのファイル操作

1. dup
2. change owner、change mode
3. change directory、change root
4. stat、fstat
5. link、unlink

第 11 回 ファイル管理(3):特殊ファイル(講義 90 分)

Linux が持つ特殊ファイルについて学ぶ。

(1) 特殊ファイル

1. ブロックデバイス
2. キャラクタ特殊ファイル
3. パイプ

(2) 擬似ファイルシステム

1. proc ファイルシステム
2. sysfs

(3) ローカルファイルシステム

1. Ext3 ファイルシステム
2. ジャーナリング

第 12 回 ネットワーク(1):ソケットインタフェース(講義 90 分)

ネットワークについて 4 回にわたって学ぶ。第 1 回目は、プロトコルスタックの階層構造について学んだ後に、Linux のソケットについて学ぶ。

(1) OSI 参照モデルと TCP/IP

1. アプリケーション層
2. プレゼンテーション層
3. セッション層
4. トランスポート層
5. ネットワーク層
6. データリンク層
7. 物理層

(2) ソケットインタフェース

(3) ネットデバイス

第 13 回 ネットワーク(2):IP と UDP(講義+ワークショップ 90 分)

ネットワークの 2 回目ではインターネットプロトコル(IP)について学ぶ。

(1)IP

1. データリンク層と IP 層
2. IP ネットワーク
 - ・ ARP
 - ・ ICMP
 - ・ route
3. IPv4/v6 ソケットと IP パケット
4. ルーティング
5. IP パケットの受信と送信

第 14 回 ネットワーク(3):UDP と TCP(講義+ワークショップ 90 分)

UDP と、より信頼できる通信の仕組みのための TCP について学ぶ。

(1)UDP

(2)TCP

1. TCP の仕組み
2. ポート管理
3. TCP コネクション確立
4. TCP コネクション切断

第 15 回 ネットワーク(4):TCP フロー制御と輻輳制御(講義+ワークショップ 90 分)

TCP のフロー制御と輻輳制御について学ぶ。

(1)フロー制御

1. ウィンドウ
2. piggyback

(2)TCP の受信と送信

(3)再送処理

(4)輻輳制御

以上