

CS-BOK-J 骨子 (中間報告)

コンピュータ科学教育委員会
2007年3月6日

【DS 情報の基礎となる数学など】 コア 41 時間

【DS1 関数, 関係, 集合】 コア 6 時間

集合

ベン図, 補集合, デカルト積, べき集合

関数

全射, 単射, 逆関数, 合成

関係

反射律, 対称律, 推移律, 同値関係

濃度と可算性

【DS2 論理】 コア 6 時間

命題論理

論理記号, 真理値表, 標準形 (和積標準形と積和標準形), 恒真性

述語論理

全称記法, 存在記法

三段論法と対偶

述語論理の限界

【DS3 グラフ】 コア 4 時間

グラフ

無向グラフ, 有向グラフ

木

全域木, 巡回戦略

【DS4 証明技法】 コア 8 時間

含意, 逆, 否定, 対偶, 否定, 矛盾, などの概念
形式的証明の構造

証明技法

反例による証明, 対偶による証明, 背理法

数学的帰納法

帰納法の原理, 帰納法の使い方, 再帰的定義

【DS5 数え上げと離散確率の基礎】 コア 7 時間

数え上げ論法

和と積の法則, 包除原理, 算術数列と幾何数列, 鳩の巣原理

順列と組合せ

基本定義, パスカルの三角形, 二項定理

漸化式の解法

典型例, 分類定理

確率の基礎

条件付き確率

独立性, ベイズの定理

期待値, 分散

【DS6 オートマトンと正規表現】 コア 6 時間

正規表現
有限オートマトン
 決定性有限オートマトン DFA , 非決定性有限オートマトン NFA
DFA と NFA の等価性
正規表現と有限オートマトンの等価性

【DS7 計算論概論】 コア 4 時間

文法の基本とチョムスキー階層
オートマトン型の計算モデル
計算可能性・不可能性
様々な計算モデル

【DS8 計算論】 選択

チョムスキー階層
チューリング機械
計算モデルとしてのラムダ計算
計算不可能関数
 停止問題, 計算不可能性から導かれること
実質的に計算可能・不可能な問題

=====

【PF プログラミングの基礎】 コア 38 時間

【PF1 プログラミングの基本的構成要素】 コア 9 時間

高水準言語の基本構文と意味論
変数, 型, 式, 代入
単純な入出力
条件判定と繰返しの制御構造
関数と引数受渡し
構造的分解

【PF2 アルゴリズムと問題解決】 コア 6 時間

問題解決戦略
問題解決過程におけるアルゴリズムの役割
アルゴリズムの実現戦略
デバッグ戦略
アルゴリズムの概念と特性

【PF3 基本データ構造】 コア 14 時間

基本型
配列
レコード
文字列と文字列処理
メモリ内でのデータの表現
静的割当て, スタック割当て, ヒープ割当て
実行時記憶管理
ポインタと参照
連結構造
スタック, キューおよびハッシュ表の実現戦略

グラフと木の実現戦略
適切なデータ構造を選択するための戦略

【PF4 再帰】 コア 5 時間

再帰の概念
再帰的数学関数
簡単な再帰の手続き
分割統治法
再帰的バックトラック法
再帰の実現

【PF5 イベント駆動プログラミング】 コア 4 時間

イベント処理手法
イベント伝播
例外処理

=====

【AL アルゴリズムの基礎】 コア 18 時間

【AL1 アルゴリズムの解析の基礎】 コア 4 時間

計算量の解析
最良, 平均, 最悪時の振る舞いの違いの区別, 大きな Θ 記法
性能の実験的な測定
漸化式を用いた再帰的アルゴリズムの解析

【AL2 アルゴリズム設計手法】 コア 8 時間

二分探索法
分割統治法
動的計画法
一般探索法
深さ優先探索, 幅優先探索, バックトラック法, 貪欲法, ヒューリスティックス

【AL3 アルゴリズム設計例】 コア 6 時間

基本データ処理アルゴリズム
整列アルゴリズム, 探索アルゴリズム, ハッシュ
文字列・テキスト処理アルゴリズム
グラフアルゴリズム

【AL4 アルゴリズムの高度な解析】 選択

小さな Θ 記法, オメガ記法, シータ記法, 標準的な計算量クラス
ならし解析 (amortized analysis)
アルゴリズムにおける時間と領域のトレードオフ

【AL5 高度なアルゴリズムの設計】 選択

各種探索アルゴリズム
分枝限定法, A^* アルゴリズム
各種近似アルゴリズム
乱択アルゴリズム

オンラインアルゴリズム

【AL6 計算量クラス P と NP】 選択

クラス P と NP の定義
 還元技法
 代表的な NP 完全問題
 NP 完全性 (クック・レヴィンの定理)

【AL7 暗号アルゴリズム】 選択

暗号の歴史の概観
 秘密鍵暗号と鍵交換問題
 公開鍵暗号
 デジタル署名
 情報セキュリティプロトコル

【AL8 幾何アルゴリズム】 選択

凸包
 ボロノイ図
 線分同士、面と線分、面同士の位置関係の判定

【AL9 データ分析アルゴリズム】 選択

学習アルゴリズム
 極限における同定, PAC 学習, オンライン学習
 PCA
 様々な統計量の計算法とその利用法

【AL10 並列・分散アルゴリズム】 選択

並列アルゴリズム
 並列計算のモデル, 排他制御
 分散アルゴリズム
 合意形成とリーダー選出, 安定性

=====

【AR アーキテクチャと構成】 コア 33 時間

【AR1 論理回路と論理システム】 コア 6 時間

計算機アーキテクチャの概要と歴史
 基本的構成要素
 論理ゲート
 フリップフロップ
 カウンタ
 レジスタ
 PLA
 論理式, 最小化, 積和形
 レジスタ転送表現
 物理的特性
 ゲートの遅延
 ファンイン
 ファンアウト

【AR2 データのマシンレベルでの表現】 コア 2 時間

- ビット, バイト, ワード
- 数値表現と基数 (base)
- 固定小数点と浮動小数点
- 符号付き絶対値表現と 2 の補数表現
- 非数値データの表現
 - 文字コード
 - グラフィックデータ
- レコードと配列の表現

【AR3 アセンブリレベルのマシン構成】 コア 7 時間

- フォンノイマン計算機の基本構成
- 制御ユニット
 - 命令フェッチ
 - デコード
 - 実行
- 命令セットと命令の種類
 - データ操作命令
 - 制御命令
 - 入出力命令
- アセンブリ / 機械語プログラミング
- 命令フォーマット
- アドレッシングモード
- サブルーチンのコールとリタンのメカニズム
- 入出力と割込み

【AR4 メモリシステムの構成とアーキテクチャ】 コア 5 時間

- 記憶システムとこれを実現するための技術
- コーディング, データ圧縮, データの完全性
- メモリ階層
- 主記憶の構成と操作
- レイテンシ, サイクルタイム, バンド幅, インターリーブ
- キャッシュメモリ
 - アドレス割当て
 - ブロックサイズ
 - 置換えと書込みに関するポリシー
- 仮想記憶
 - ページテーブル
 - TLB
- フォールト処理と信頼性

【AR5 インタフェースと通信】 コア 3 時間

- 入出力の基礎
 - ハンドシェイク
 - バッファリング
 - プログラム入出力
 - 割込みを用いた入出力
- 割込みの構造
 - 割込みベクトル
 - 優先順位
 - 割込みに対する応答

外部記憶，物理的構成，ドライブ
バス
 バスプロトコル
 排他制御
 ダイレクトメモリアクセス (DMA)
ネットワークの入門的説明
マルチメディアのサポート
RAID アーキテクチャ

【AR6 機能的構成】 コア 7 時間

簡単なデータバスの構成
制御ユニット
 ワイヤードロジックによる実現
 マイクロプログラムによる実現
命令のパイプライン化
命令レベル並列性 (ILP) の概説

【AR7 並列処理と新たなアーキテクチャ】 コア 3 時間

SIMD, MIMD, VLIW, EPIC の紹介
シストリックアーキテクチャ
相互結合ネットワーク
 ハイパーキューブ
 シャッフル
 メッシュ
 クロスバ
共有メモリシステム
キャッシュのコヒーレンス
メモリモデルと一貫性

【AR8 性能の向上】 選択

スーパースカラーアーキテクチャ
分岐予測
プリフェッチ
投機的実行
マルチスレッディング
スケーラビリティ

【AR9 ネットワークと分散システムのためのアーキテクチャ】 選択

LAN と WAN の紹介
階層的プロトコル設計, ISO/OSI, IEEE 802
分散アルゴリズムにおけるアーキテクチャ的要素の影響
ネットワークコンピューティング
分散マルチメディア

=====

【OS オペレーティングシステム】 コア 15 時間

【OS1 オペレーティングシステムの概要】 コア 1 時間

オペレーティングシステムの役割と目的
オペレーティングシステム開発の歴史

典型的なオペレーティングシステムの機能

設計上の問題

効率性, 頑強性, 柔軟性, 可搬性, セキュリティ, 互換性

コンピュータの処理形態とオペレーティングシステム

タイムシェアリングシステム, パーソナルコンピューティング,
リアルタイム処理, ネットワーキング, モバイルコンピューティング,
並列・分散コンピューティング

【OS2 オペレーティングシステムの原理】 コア 2 時間

抽象化, 仮想化: プロセス, 仮想メモリ, ファイルなどの導入

基本的な構成法

階層化, モジュール化

コマンドラインインタフェース, グラフィカルユーザインタフェース

シェル

ミドルウェアの役割

システムコール, ライブラリ

アプリケーションプログラムインタフェース (API) の概念

アプリケーションからの要求, ハードウェア・ソフトウェア技術の発展

リンカとローダ

割込み: 方式と実現

ユーザ状態・システム状態の概念と保護

基本的な入出力の機構

【OS3 プロセスの構造とスケジューリング】 コア 2 時間

プロセスの概念

ディスパッチングとコンテキストスイッチング

割込みの役割

プロセスの状態と状態遷移図

プロセスの構造

実行可能リスト, プロセス制御ブロックなど

スレッド

プリエンプティブおよびノンプリエンプティブスケジューリング

スケジューラとスケジューリングポリシー

マルチプロセッシングの問題の概要

【OS4 並行性】 コア 4 時間

並行実行: 利点と注意点

相互排除と条件同期

モデルと機構: 同期基本命令

ロック, セマフォ, モニタ, 条件変数

典型的な同期問題

生産者消費者問題, リーダーライター問題

マルチプロセッシングの問題の概要

スピンロック, 再入可能性

プロセス間通信: メッセージパッシング

デッドロック: 要因, 条件, 回避

【OS5 メモリ管理】 コア 4 時間

物理メモリの管理

オーバレイ, スワッピング

コンピュータのメモリ階層, メモリ管理ハードウェア

仮想メモリの機構

ページングとセグメンテーション
置換えのポリシー
ワーキングセットとスラッシング

【OS6 デバイス管理と入出力】 選択

シリアルデバイスとパラレルデバイスの特性
デバイスの差異の抽象化
バッファリング方式
ダイレクトメモリアクセス
入出力のためのソフトウェア
障害からの回復

【OS7 ファイルシステム】 コア 1 時間

ファイル：データ，メタデータ，操作，編成，バッファリング，
シーケンシャルアクセス，非シーケンシャルアクセス
ディレクトリ：内容と構造，ネーミング，探索
ファイルシステム
パーティショニング，マウントとアンマウント，仮想ファイルシステム
ディスク領域の管理，ファイルの構造
メモリマップトファイル
ファイルシステムの実例

【OS8 認証とアクセス制御】 コア 1 時間

システムセキュリティの概要
ユーザ認証
パスワード
アクセスと保護
ポリシーと機構の分離
アクセス制御
アクセス制御リスト，ケイパビリティリスト
メモリ保護

【OS9 セキュリティと高信頼化】 選択

セキュリティの方式と装置
情報フロー制御
セキュアオペレーティングシステム，トラस्टイッドオペレーティングシステム
参照モニタ
暗号化
回復管理
高信頼性および高可用性システム
空間的および時間的冗長性
高信頼化ファイルシステム
ジャーナリング，バックアップ
高信頼性システムの実例

【OS10 リアルタイムシステムと組み込みシステム】 選択

デッドラインとスケジューリング
リアルタイムシステムのための同期機構
リアルタイムシステムのためのメモリおよびディスク管理
障害，リスク，回復
その他リアルタイムシステムに特有の問題

リアルタイムオペレーティングシステムの実例：モバイル端末，IC カード

【OS11 並列・分散処理のためのオペレーティングシステムの機能】 選択

マルチプロセッサのためのスケジューリング：負荷分散，メモリアフィニティ
 マルチプロセッサのための同期機構
 マルチプロセッサのためのメモリ管理
 リモートプロシージャコール
 並列入出力
 分散共有メモリ
 分散ファイルシステム
 分散カーネル

【OS12 オペレーティングシステム構成法】 選択

モノリシックカーネル，マイクロカーネル
 カーネル構成法：モジュール化，セキュリティ，拡張可能カーネル
 オペレーティングシステムの構成の実例
 オペレーティングシステムのエミュレーションと仮想計算機

【OS13 システム性能評価】 選択

システム性能評価の必要性
 評価の対象
 主なポリシー
 キャッシング，ページング，スケジューリング，メモリ管理，セキュリティなど
 評価モデル
 決定的，解析的，ベンチマーク，シミュレーション，実装特化
 評価データの収集方法
 プロファイル，トレース機構

=====

【NC ネットワークコンピューティング】 コア 14 時間

【NC1 ネットワークコンピューティング入門】 コア 2 時間

ネットワーク化とインターネットの背景と歴史
 ネットワークアーキテクチャ
 ネットワークコンピューティング分野の個別テーマ
 ネットワークとプロトコル
 ネットワーク化されたマルチメディアシステム
 分散コンピューティング
 モバイルおよびワイヤレスコンピューティング

【NC2 通信とネットワーク接続】 コア 7 時間

ネットワーク標準および標準化団体
 ISO 7 層参照モデルの一般論および TCP/IP におけるその具体例
 回線交換とパケット交換
 ストリームとデータグラム
 物理層ネットワーク接続の概念
 理論的な基礎
 伝送メディア
 標準
 データリンク層の概念

- フレーミング
- エラー制御
- フロー制御
- プロトコル
- ネットワーク間接続とルーティング
- ルーティングアルゴリズム
- ネットワーク間接続
- 輻輳制御
- トランスポート層サービス
- 接続確立
- 性能の問題

【NC3 ネットワークセキュリティ】 コア 2 時間

- 暗号の基礎
- 秘密鍵アルゴリズム
- 公開鍵アルゴリズム
- 認証プロトコル
- デジタル署名
- 例

【NC4 クライアントサーバコンピューティングの例としてのウェブ】 コア 3 時間

- ウェブ技術
 - サーバサイドプログラム
 - コモン・ゲートウェイ・インタフェース (CGI) プログラム
 - クライアントサイドスクリプト
 - アプレットの概念
- ウェブサーバの特性
 - パーミッションの扱い
 - ファイル管理
 - 共通サーバアーキテクチャの能力
- クライアントコンピュータの役割
- クライアントサーバ関係の特徴
- ウェブプロトコル
- ウェブサイト作成およびウェブ管理のためのサポートツール
- インターネット情報サーバの開発
- 情報やアプリケーションの公開

【NC5 ウェブアプリケーションの構築】 選択

- アプリケーション層のプロトコル
- ウェブ技術の原理
- データベース駆動のウェブサイト
- 遠隔手続き呼出し (RPC)
- 軽量分散オブジェクト
- ミドルウェアの役割
- 支援ツール
- 分散オブジェクトシステムにおけるセキュリティの問題
- 企業内ウェブベースアプリケーション

【NC6 ネットワーク管理】 選択

- ネットワーク管理上の課題の概要
- パスワードおよびアクセス制御機構の使用
- ドメインネームとネームサービス

インターネットサービスプロバイダ (ISP) にかかわる問題
セキュリティとファイアウォール
サービス品質の問題：性能，障害回復

【NC7 ワイヤレスおよびモバイルコンピューティング】 選択

ワイヤレス標準の歴史，発展，互換性についての概観
ワイヤレスおよびモバイルコンピューティングに固有な問題
無線ローカルエリアネットワークと衛星ネットワーク
ワイヤレスローカルループ
モバイルインターネットプロトコル
移動を意識することによる影響
モバイルに適応するためのクライアントサーバモデルの拡張
モバイルデータアクセス：サーバデータの配布およびクライアントキャッシュの管理
モバイルワイヤレスコンピューティングを支援するソフトウェアパッケージ
ミドルウェアおよび支援ツールの役割
性能の問題
最新技術

=====

【PL プログラミング言語】 コア 19 時間

【PL1 プログラミング言語の概要】 コア 2 時間

プログラミング言語の歴史
プログラミングパラダイムの簡単なまとめ
手続き型言語
オブジェクト指向言語
関数型言語
宣言的で非アルゴリズム的な言語
スクリプト言語
プログラミング方法論への規模の影響

【PL2 仮想計算機】 コア 1 時間

仮想計算機概念
仮想計算機の階層
中間言語
他人の計算機でコードを実行することから生じるセキュリティ問題

【PL3 言語翻訳入門】 コア 2 時間

インタプリタとコンパイラの比較
言語翻訳の各フェーズ
字句解析
構文解析
コード生成
最適化
言語翻訳における機械依存な部分と機械独立な部分

【PL4 宣言と型】 コア 4 時間

値の集合と操作の集合で規定される型の概念
宣言モデル
結合

可視性
有効範囲
生存期間
型チェックの概要
ごみ集め

【PL5 抽象化メカニズム】 コア 4 時間

抽象化メカニズムとしての手続き，関数，反復子
引数のメカニズム（参照渡しと値渡し）
起動レコードと記憶管理
型パラメータおよびパラメータ化された型
プログラミング言語におけるモジュール

【PL6 オブジェクト指向プログラミング】 コア 6 時間

オブジェクト指向設計
カプセル化と情報隠蔽
動作とその実装の分離
クラスとサブクラス
継承（オーバーライド，動的ディスパッチ）
多相性（サブタイプ多相性と継承）
クラス階層
コレクションクラスと反復プロトコル

【PL7 関数型プログラミング】 選択

関数型言語の概要と目標
リスト，自然数，木を初めとする再帰的に定義されたデータ上の再帰
実際の使用法（分割統治法によるデバッグ，データ構造の持続性）
関数データ構造に関するならし効率
閉包，データとしての関数の使用（無限集合，ストリーム）

【PL8 言語翻訳システム】 選択

字句解析における正規表現の適用
構文解析（具象構文，抽象構文，抽象構文木）
文脈自由文法へのテーブル駆動および再帰下降型構文解析の適用
記号表の管理
木の巡回によるコード生成
アーキテクチャに特化した操作：命令選択とレジスタ割当て
最適化技法
翻訳プロセスを支援するツールの使用およびその利点
プログラムライブラリと分離コンパイル
構文主導型ツールの構築

【PL9 型システム】 選択

値および操作の集合としてのデータ型
データ型
基本型
直積型と直和型
代数型
再帰的な型
矢印（関数）型
パラメータ付きの型

型チェックモデル
 ユーザ定義型の意味論モデル
 型の省略
 抽象データ型
 型の同等性
 パラメータ多相性
 サブタイプ多相性
 型チェックのアルゴリズム

【PL10 プログラミング言語の意味論】 選択

非形式的な意味論
 形式的意味論の概観
 表示の意味論
 公理の意味論
 操作の意味論

【PL11 プログラミング言語の設計】 選択

言語設計の一般原則
 設計目標
 型の体系
 データ構造のモデル
 制御構造のモデル
 抽象化メカニズム

=====

【HC ヒューマンコンピュータインタラクション】 コア 8 時間

【HC1 ヒューマンコンピュータインタラクションの基礎】 コア 6 時間

動機づけ：なぜ人間を考慮するのか
 HCI の背景
 人間中心の開発および評価
 人間行動モデル：知覚，動作，認知
 人間行動モデル：文化，コミュニケーション，組織
 人間の多様性への対応
 良い設計と良い設計者の原理：エンジニアリングトレードオフ
 ユーザビリティテスト入門

【HC2 簡単なグラフィカル・ユーザインタフェースの構築】 コア 2 時間

グラフィカル・ユーザインタフェース (GUI) の原理
 GUI ツールキット

【HC3 人間中心のソフトウェア評価】 選択

評価目標の設定
 ユーザが参加せずに行う評価
 ウォークスルー
 キーストロークレベルモデル (KLM)
 ガイドライン
 標準
 ユーザが参加して行う評価
 ユーザビリティテスト

インタビュー
アンケート調査
実験

【HC4 人間中心のソフトウェア開発】 選択

アプローチ, 特性, およびプロセス
機能性とユーザビリティ: タスク分析, インタビュー, アンケート調査
対話と表現の仕様記述
プロトタイピング技法とツール
紙を使ったストーリーボード
継承および動的ディスパッチ
プロトタイピング言語および GUI ビルダ

【HC5 グラフィカル・ユーザインタフェースの設計】 選択

対話のスタイルおよび対話技法の選択
共通ウィジェットの HCI 的側面
画面設計の HCI 的側面: レイアウト, 色, フォント, ラベリング
ヒューマンエラーの扱い
単純な画面設計を超えたもの: 視覚化, 表現, メタファ
マルチモーダルな対話: グラフィックス, 音, 触覚
3 次元対話と仮想現実

【HC6 グラフィカル・ユーザインタフェースのプログラミング】 選択

ユーザインタフェース管理システム (UIMS)
ウィジェットクラス
イベント管理とユーザ対話
ジオメトリ管理
GUI ビルダと UI プログラミング環境
クロスプラットフォーム設計

【HC7 マルチメディアシステムの HCI 的側面】 選択

情報の分類とアーキテクチャ: 階層, ハイパーメディア
情報検索と人間の行動
ウェブ検索
データベース問合わせ言語のユーザビリティ
グラフィックス
音
マルチメディア情報システムの HCI 設計
音声認識と自然言語処理
情報機器とモバイルコンピューティング

【HC8 協同作業とコミュニケーションの HCI 的側面】 選択

専門的タスクを支援するグループウェア: ドキュメント作成, マルチプレーヤゲーム
非同期グループコミュニケーション: 電子メール, 掲示板
同期グループコミュニケーション: チャットルーム, 電子会議
オンラインコミュニティ: MUD/MOO
ソフトウェアキャラクタと知的エージェント

=====
【MR マルチメディア表現】 コア 3 時間

【MR1 情報理論】 コア 2 時間

シャノンの情報理論
デジタルデータ, S/N 比
符号化
情報量および情報量の単位

【MR2 文字コード】 コア 1 時間

意味の符号化とコミュニケーションのための符号化
欧米文字の符号化および文字コード
漢字圏での文字コード
地域的な文字・文字セット・字形および符号化の方法
フォントとの関連付け
文字コードの国際規格

【MR3 標本化・量子化と圧縮】 選択

アナログ表現およびデジタル表現
シャノンの標本化定理
画像・音声・映像の標本化と量子化
符号化と復号のアルゴリズム
圧縮：
可逆圧縮と不可逆圧縮 (劣化)
データ圧縮：
ハフマン符号, ジブ・レンペルのアルゴリズム
画像・ビデオ情報の圧縮と伸長
コーデック (Codec) およびファイルフォーマット, プロファイル
コーデックで用いられる圧縮アルゴリズム：
空間圧縮, フレーム間予測, エントロピー符号化, 量子化
標本化・量子化・圧縮と人間の認識およびメディアの品質
符号化によるデータサイズ・転送量
ストリーミング：
タイミング情報, 圧縮係数, リアルタイム使用への適合性,
配信用のフォーマット

【MR4 マルチメディア機器】 選択

音とオーディオ, 画像とグラフィックス, アニメーションとビデオ
マルチメディア機器：
オーディオ, 音楽, グラフィックス, 画像, 電話,
ビデオ, テレビ, HDTV
容量計画と性能に関する問題
入出力機器：
スキャナ, デジタルカメラ, タッチスクリーン,
音声反応機器, MIDI キーボード, シンセサイザー,
サンプラー, 音源ユニット, DAW,
プロジェクタ, ディスプレイ
記録メディア：
光ディスク, コンパクトディスク, 光磁気ディスク,
磁気ディスク, 磁気テープ
記録・編集・交換用のフォーマット
マルチメディアサーバおよびファイルシステム
マルチメディア開発をサポートするツール

【MR5 オーサリング】 選択

情報の分類とアーキテクチャ(論理構造):
階層・ハイパーメディア
オーサリングにおける人間行動のモデル化:
情報検索・検索手法
メディアの提示方法に対処したメディアの加工
(圧縮の度合・印刷時における品質など)
文脈や文化的背景を喚起させるためのメディアの利用
メディア(配色・形・字形・画像) への情報の対応付けにおける慣習の利用
レイアウト(配置・順序) を通しての意味付け
多様なメディアの統合化

【MR6 メディア・インタラクション】 選択

マルチメディアシステムへのユーザインタフェース
情報提示における心理・知覚を考慮したデザイン:
視覚(形・字形・配色)・音・動きの影響, 障害者への対応
文化を配慮した設計:
記号論, 形・色彩・文字・配置・音の進行および
動きに対する文化的意味付け
理解を考慮した設計:
効果的な理解のためのビュー,
効果的な理解のための映像および音像
グラフィック的な操作に対するユーザへのフィードバック
リアルタイム制御におけるメディア対応
リアルタイムでの音声認識と対応処理

=====

【GV グラフィックスとビジュアル・コンピューティング】 コア 3 時間

【GV1 グラフィックスにおける基礎技術】 コア 2 時間

グラフィックスソフトウェアの階層
グラフィックス・ライブラリ(API) の仕様
単純なカラーモデル(RGB・HSB・CMYK)
同次座標
アフィン変換(スケーリング・移動・回転・鏡像・シアー)
投影法と投影変換(平行投影・直投影・射投影・透視投影)
ビューとクリッピング

【GV2 グラフィック・システム】 コア 1 時間

ラスタースおよびベクター表現およびデバイス
ビデオ投影システム
物理的入出力機器と論理的入出力機器
3 次元モデル記述フォーマット
リアルタイム 3 次元 CG システム
3 次元デジタイザ
グラフィックス用のハードウェア・ソフトウェアの進化と対応

【GV3 モデリング】 選択

3 次元物体のポリゴン表現
曲線や曲面の陰関数形式

パラメトリック多項式曲線および曲面
 フォント (ビットマップ・アウトライン)
 境界表現と CSG (ソリッド図形による構成的な) 表現
 空間の細分割技術 (ボクセル)
 手続きモデル (フラクタル・メタボール・パーティクル)
 複数の解像度が混在するモデリング (八分儀)
 変形可能モデル
 デフォーム
 ポリゴン曲面の表現
 テッセレーション・細分割曲面・平滑化・パラメータ化・詳細度制御
 再構成

【GV4 レンダリング】 選択

2 次元画像の生成と描画 :
 2D プリミティブのスキャン変換 ,
 線・曲線・フォントのラスターライズ ,
 プレゼンハムおよびミッチェナーのアルゴリズム ,
 アンチ・エイリアシング ,
 塗りつぶし , ブラシ処理 , グラデーション
 画素ごとの濃淡変換と色変換 :
 ヒストグラム , トーンカーブ , ガンマ変換 , 色の量子化 ,
 反転 , 疑似カラー , 色変換 , 画像合成 , マスク
 空間フィルタリング (前進差分・ハーフトーン・エッジ抽出・
 平滑化・先鋭化・エンボス)
 画像の幾何学的変換 (再標本化・補間・画像接合・パノラマ化)
 画像メモリ (Z バッファ・フレームバッファ・アルファチャネル)
 ワイヤフレームと隠線消去
 隠面消去 (裏面判別・隠面消去・奥行きソート法・
 Z バッファ法・スキャンライン法)
 フォトリアリスティック・レンダリング :
 シェーディング , 反射モデル , 環境光・拡散反射・鏡面反射 ,
 完全反射・透過・屈折 ,
 散乱・減衰 , 光源 (ライティング) , 質感特性
 ポリゴン面のフラットおよび
 スムーズ・シェーディング (グーロー・フォン)
 シャドウイング (影付け)
 マッピング (テキスチャマッピング・ソリッドテキスチャ・
 バンプマッピング・環境マッピング)
 ノン・フォトリアリスティック・レンダリング
 レイ・トレーシング
 大域照明モデル :
 輸送方程式 , 間接光 , ラジオシティ法 , フォトンマップ
 複雑な自然現象のレンダリング
 画像を基準としたレンダリング・ライティング (実写画像との合成)

【GV5 コンピュータ・アニメーション】 選択

キーフレーム・アニメーション (キーフレーム法・スケルトン法・補間)
 カメラ・アニメーション (画角・カメラワーク・モーションブラー)
 スクリプティング・システム
 手続き的なアニメーション
 キャラクタのアニメーション :
 フォーワード / インバース・キネマティクス ,
 パス・アニメーション , モーション・キャプチャ ,
 筋肉変形 , 布地 , 髪の毛 , 群衆 (フロック)

特殊効果 (レンズエフェクト・モーフィング・
ワーピング・パーティクル・自由形状変形)
リアルタイム・アニメーション

【GV6 視覚化】 選択

視覚化のための基本ビューおよび質問関数
データフローとマッピング
スカラー場あるいは高度のある場の視覚化 (立方体適合手法による等表面)
直接ポリウムレンダリング (レイキャスティング・移動関数・断片化)
ベクトル場, テンソル, 流れの視覚化
情報の可視化
インフォメーション・グラフィックス

【GV7 仮想現実 (VR)】 選択

3 次元ディスプレイ:
ステレオ・スコピック・ディスプレイ,
ヘッドマウント・ディスプレイ
力のフィードバックのシミュレーション, 触覚入出力機器
衝突感知
ビューワ追跡・視界の計算
リアルタイム・レンダリングおよび複数の詳細化レベル (LOD)
画像に基づく VR
対話的モデリング
ユーザインタフェースの問題・協同作業
仮想現実の応用 (医療・シミュレーション・トレーニング)
VR の分散レンダリング

【GV8 コンピュータ・ビジョン】 選択

画像獲得
デジタル画像とその特性
画像の前処理
セグメンテーション (スレッシュホルディング・
エッジベース・領域ベース)
形状表現と物体認識
モーションの解析
ケーススタディ (物体認識・物体追跡)

【IS インテリジェントシステム】 コア 3 時間

【IS1 インテリジェントシステムの基礎】 コア 3 時間

人工知能の役割と目的
人工知能の歴史
哲学的質問 (チューリング・テスト, サールの「中国語の部屋」の思考実験)
最適推論と人間的推論
最適行動と人間的行動
世界のモデル化
発見的知識 (ヒューリスティックス)
問題空間と探索
一般探索法の適用
制約充足

ゲームプレーヤ
 知識表現と推論
 導出と定理証明
 確率的推論
 人工知能分野の応用
 エージェント
 自然言語処理
 機械学習
 プランニング
 ロボット

【IS2 探索および制約充足】 選択

問題空間
 力づく探索
 幅優先
 深さ優先
 反復深化による深さ優先
 最良優先探索
 一般的な最良優先
 ダイクストラのアルゴリズム
 A*アルゴリズム
 A*アルゴリズムの最適性保証
 2 プレーヤゲーム
 ミニマックス法
 - 枝刈り
 制約充足 (バックトラック法および局所探索法)

【IS3 知識表現および推論】 選択

命題論理および述語論理の復習
 導出, 定理証明
 非単調推論
 確率的推論
 ベイズの定理

【IS4 高度な探索】 選択

遺伝的アルゴリズム
 焼きなまし法 (simulated annealing)
 局所探索

【IS5 高度な知識表現と推論】 選択

構造化表現
 フレームとオブジェクト
 記述論理
 継承システム
 非単調推論
 非古典論理
 デフォルト推論
 信念変更
 選好論理
 知識源の統合
 矛盾する信念の集合
 行為および変化に関する推論

状況計算
 事象計算
 派生する問題
 時制推論と空間推論
 不確実性
 確率的推論
 ベイズネット
 ファジィ集合および可能性理論
 決定理論
 対話のための知識表現，定性表現

【IS6 エージェント】 選択

エージェントの定義
 成功した応用事例およびエージェントに基づく最新のシステム
 エージェントアーキテクチャ
 簡単な即応エージェント
 即応プランナ
 多層アーキテクチャ
 アーキテクチャの例と応用
 エージェント理論
 コミットメント
 意図
 決定理論的エージェント
 マルコフ決定過程 (MDP)
 ソフトウェアエージェント，個人支援，情報アクセス
 協調エージェント
 情報収集エージェント
 信念をもつことのできるエージェント
 合成特徴，エージェントにおける感情のモデル化
 学習エージェント
 マルチエージェントシステム
 経済的動機によるマルチエージェントシステム
 協調エージェント
 エージェントチーム
 エージェントモデリング
 マルチエージェント学習
 ロボットエージェント入門
 モバイルエージェント

【IS7 自然言語処理】 選択

決定的文法と確率的文法
 構文解析アルゴリズム
 コーパスに基づく手法
 情報検索
 言語翻訳
 音声認識

【IS8 機械学習とニューラルネット】 選択

機械学習の定義および例
 教師あり学習
 決定木学習
 ニューラルネット学習
 信念ネットワーク学習

最近傍アルゴリズム
 学習理論
 過学習問題
 教師なし学習
 強化学習

【IS9 AI プラニングシステム】 選択

プラニングシステムの定義および例
 探索としてのプラニング
 操作に基づくプラニング
 命題プラニング
 プラニングシステムの拡張 (事例ベース , 学習 , および確率的システム)
 静的世界プラニングシステム
 プラニングと実行
 プラニングとロボット工学

【IS10 ロボット工学】 選択

概要
 最新のロボットシステム
 プラニングと即応制御
 制御における不確実性
 センサ感知
 世界モデル
 構成空間
 プラニング
 センサ感知
 ロボットプログラミング
 ナビゲーションおよび制御

=====

【IM 情報管理】 コア 14 時間

【IM1 情報モデルとシステム】 コア 2 時間

情報システムの歴史および動機づけ
 情報格納と検索 (IS と IR)
 情報管理の応用
 情報の獲得と表現
 分析と索引付け
 探索 , 検索 , 関連付け , ナビゲーション
 情報機密性 , 整合性 , 安全性 , 保持
 拡張性 , 効率 , 有効性

【IM2 データベースシステム】 コア 2 時間

データベースシステムの歴史およびその動機づけ
 データベースシステムの構成要素
 DBMS (データベース管理システム) の機能
 データベースアーキテクチャとデータ独立
 データベース問い合わせ言語の利用

【IM3 データモデリング】 コア 4 時間

データモデリング
概念モデル (実体関連モデルおよび UML (統一モデリング言語) を含む)
オブジェクト指向モデル
関係データモデル

【IM4 関係データベース】 コア 3 時間

概念スキーマの関係スキーマへのマッピング
実体および参照整合性
関係代数および関係論理

【IM5 データベース問い合わせ言語】 コア 3 時間

データベース言語の概要
SQL (データ定義, 問い合わせ記述, 更新言語, 制約, 整合性)
非手続き的問い合わせの手続き型言語への埋め込み

【IM6 関係データベース設計】 選択

データベース設計
関数従属性
正規形 (第 1 正規形 (1NF), 第 2 正規形, 第 3 正規形, ボイスコッド正規形 (BCNF))
多値従属性 (第 4 正規形 (4NF))
結合従属性 (射影結合正規形 (PJNF), 第 5 正規形 (5NF))
表現理論

【IM7 トランザクション処理】 選択

トランザクション
障害と回復
同時実行制御

【IM8 分散データベース】 選択

分散データ格納
分散問い合わせ処理
分散トランザクションモデル
同時実行制御
同種解および異種解
クライアントサーバ

【IM9 データベースの物理設計】 選択

記憶域およびファイル構造
索引ファイル
ハッシュファイル
シグネチャファイル
B 木
稠密索引ファイル
可変長レコードのファイル
データベースの効率とチューニング

【IM10 データマイニング】 選択

データマイニングの有用性
同時パターンおよび順次パターン

データクラスタリング
マーケットバスケット分析
データクリーニング
データ可視化

【IM11 情報格納と検索】 選択

文字, 文字列, 符号化, テキスト
文書, 電子出版, マーク付け, マーク付け言語
トライ, 転置ファイル, PAT 木, シグネチャファイル, 索引付け
形態素解析, 語幹抽出, 句, 停止語リスト
用語度数分布, 不確実性, 曖昧さ, 重み付け
ベクトル空間, 確率モデル, 論理モデル, 高度なモデル
情報ニーズ, 適合性, 評価, 有効性
類義語 (シソーラス), オントロジ, 分類と類別化, メタデータ
書誌情報, 書誌メトリックス, 引用
ルーティングおよび (コミュニティ) フィルタリング
探索および探索戦略, 情報追跡行動, ユーザモデリング, フィードバック
情報要約と可視化
引用, キーワード, 分類手法, およびその他の用語の統合
プロトコルおよびシステム (Z39.50, OPAC, WWW エンジン, 研究システムを含む)

【IM12 ハイパーテキストとハイパーメディア】 選択

ハイパーテキストモデル (初期の歴史, ウェブ, Dexter, Amsterdam, HyTime)
リンク機能, エンジン (分散) ハイパーテキストアーキテクチャ
ノード, 複合, アンカー
次元, 単位, 場所, 範囲
ブラウジング, ナビゲーション, ビュー, ズーミング
自動リンク生成
提示, 変形, 同期
オーサリング, 読込み, アノテーション
プロトコルおよびシステム (ウェブ, HTTP を含む)

【IM13 マルチメディア情報とシステム】 選択

装置, デバイスドライバ, 制御信号とプロトコル, DSP (デジタル信号処理)
応用, メディアエディタ, オーサリングシステム, オーサリング
ストリーム/構造, 獲得/表現/変形, 空間/領域, 圧縮/符号化
内容分析, 索引付け, および音声・画像・ビデオの検索
提示, レンダリング, 同期化, マルチモーダル統合/インタフェース
リアルタイム配信, サービス品質 (QoS), 音声/ビデオ会議, ビデオ・オン・デマンド

【IM14 電子図書館】 選択

デジタル化, 格納, 交換
デジタルオブジェクト, 複合物, パッケージ
メタデータ, カタログ化, 著者送信
名前付け, 保管庫, アーカイブ
空間 (概念的, 地理的, 2 次元/3 次元, VR (仮想現実))
アーキテクチャ (エージェント, バス, ラッパー/メディアエータ), 相互運用性
サービス (検索, 連結, ブラウジングなど)
知的財産権の管理, 機密性, 保護 (透かし挿入)
集積化と保持, 整合性

【SP 社会的視点と情報倫理】 コア 11 時間

【SP1 コンピュータの歴史】 コア 1 時間

先史 (1946 年以前の世界)
コンピュータ・ハードウェア, ソフトウェア, ネットワーク化の歴史
コンピュータ科学のパイオニア達

【SP2 社会におけるコンピュータ】 コア 2 時間

コンピュータの社会的意味
ネットワーク・コミュニケーションの社会的意味
インターネットの成長と制御可能性
インターネットへのアクセス権
ジェンダー (性差) に関連する問題
国際問題

【SP3 倫理・価値判断の方法】 選択

倫理的な論証の実践と評価
倫理的な選択肢の探索
設計判断が与える社会的影響の理解
判断の前提と価値観の明確化

【SP4 専門家としての倫理的責任】 コア 3 時間

生活の場における価値観と法との関係
様々な形態の専門家の資格認定, その利点と欠点
公共政策における専門家の役割
結果に対するの責任感の持続
倫理上の反対意見と内部告発
倫理綱領と実践 (IEEE, ACM, SE, AITP など)
ハラスメントと差別への対応
職場のコンピュータ環境における「許容される利用」規定

【SP5 コンピュータ・ベース・システムのリスクと脆弱性】 選択

ソフトウェア・リスクの歴史的な例 (Therac-25 のケースなど)
ソフトウェアの複雑さの影響
リスクの評価と管理

【SP6 知的財産権】 コア 3 時間

知的財産権の基礎
著作権, 特許権, 企業秘密
ソフトウェア著作権侵害
ソフトウェア特許
知的財産権に係る国際間の問題

【SP7 プライバシーと市民的自由】 コア 2 時間

プライバシー保護のための倫理的法的根拠
大規模データベースシステムにおけるプライバシーの意味
プライバシー保護のための技術戦略
サイバースペースにおける表現の自由

国家間や異文化間にもたらす影響

【SP8 コンピュータ犯罪】 選択

コンピュータ犯罪の歴史および事例
「クラッキング」(ハッキング)とその影響
ウイルス, ワーム, トロイの木馬
犯罪防止戦略

【SP9 コンピュータにおける経済問題】 選択

市場の独占とその経済的意味
コンピュータ製品の品質に及ぼす熟練労働者の需要と供給の影響
コンピュータ分野における価格決定戦略
コンピュータ資源へのアクセスの差異とその影響

【SP10 哲学的枠組み】 選択

哲学的枠組み, 特に功利主義と義務論
倫理的相対主義の問題
歴史的視野で見た科学倫理
科学的アプローチと哲学的アプローチの差異

=====

【SE ソフトウェア工学】 コア 20 時間

【SE1 ソフトウェア設計】 コア 5 時間

基本的な設計概念および原理
構造化分析および設計のためのモデル化技術
オブジェクト指向分析および設計のためのモデル化技術
ソフトウェアアーキテクチャ
設計パターン

【SE2 API の使用】 コア 2 時間

API プログラミング
クラスブラウザおよび関連のツール
例によるプログラミング
API 環境におけるデバッグ

【SE3 ソフトウェアツールおよび環境】 コア 3 時間

プログラミング環境
要求分析および設計モデリングツール
テストツール
構成管理ツール
ツール統合メカニズム

【SE4 ソフトウェアプロセス】 コア 2 時間

ソフトウェアライフサイクルおよびプロセスモデル
プロセス評価モデル
ソフトウェアプロセス計量尺度

【SE5 ソフトウェア要求および仕様】 コア 5 時間

- 要求の概念
- 要求獲得とネゴシエーション
- 要求分析モデル化技法
 - ユースケースモデル
 - シナリオ分析
 - ゴール指向分析
- 機能および非機能要求
- プロトタイピング
- 仕様の概念
 - 形式仕様技法の基礎的な概念
- 要求仕様書の作成 (要求仕様書の品質を含む)

【SE6 ソフトウェア妥当性検査】 コア 3 時間

- 妥当性検査 (validation) 計画
- テスト基本事項 (テスト計画立案およびテストケース生成を含む)
- ブラックボックスおよびホワイトボックステスト技術
- 単体テスト, 統合テスト, 妥当性確認テスト, システムテスト
- オブジェクト指向テスト
- 査閲 (inspection)

【SE7 ソフトウェアの進化】 選択

- ソフトウェアの保守
- 保全性のあるソフトウェアの特徴
- ソフトウェア拡張のための設計パターン
- リエンジニアリング
- 遺産システム
- ソフトウェアの再利用
- 再利用のための設計

【SE8 ソフトウェアプロジェクト管理】 選択

- チーム管理
 - チームプロセス
 - チーム編成と意思決定
 - ソフトウェアチームにおける役割と責任
 - 役割の識別と割当て
 - プロジェクト追跡
 - チーム問題解決
- プロジェクト計画
- ソフトウェアの計測および見積り技術
- リスクの分析と要求管理
- ソフトウェア品質保証
- ソフトウェア構成管理
- プロジェクト管理ツール
- プロセス管理と評価 (CMM , PSP/TSP)

【SE9 コンポーネントベース開発】 選択

- コンポーネントレベル設計
- コンポーネントベース開発入門
- 基本的事項
 - コンポーネントの定義および性質

コンポーネントとインタフェース
 契約としてのインタフェース
 コンポーネントの利点

基礎技術

コンポーネントの設計および組立て
 クライアントサーバモデルとの関係, パターンとの関係
 オブジェクトおよびオブジェクトライフサイクル・サービスの使用
 オブジェクトブローカの使用
 マーシャリング

応用 (モバイルコンポーネントの使用を含む)

コンポーネントベースシステムのアーキテクチャ

コンポーネント指向設計

イベント処理: 検出, 通知, 応答

ミドルウェア

ミドルウェア中のオブジェクト指向パラダイム

オブジェクトリクエスト・ブローカ

トランザクション処理モニタ

ワークフローシステム

最先端のツール

【SE10 形式手法】 選択

要求と仕様

形式手法の概念

形式仕様言語

実行可能な仕様および実行不可能な仕様

事前表明および事後表明

形式的検証

【SE11 ソフトウェアの信頼性】 選択

ソフトウェアの信頼性モデル

冗長性とフォールトトレランス

欠陥の分類

確率的分析方法

【SE12 専用システムの開発】 選択

リアルタイムシステム

組込みシステム

クライアントサーバシステム

分散処理システム

並列システム

ウェブベースシステム

高完成度のシステム

ビジネスシステム

【CN 計算科学と数値計算】

【CN1 数値解析】 選択

浮動小数点演算

誤差, 安定性, 収束

テイラー級数

求解のための逐次的解法 (ニュートン法)
曲線の当てはめ, 関数近似
数値微分と数値積分 (シンプソン則)
微分方程式
線形代数
差分法

【CN2 オペレーションズリサーチ】 選択

線形計画法
整数計画法
シンプレックス法
確率的モデリング
待ち行列理論
最適化
ネットワーク解析
予測と推定
動的計画法
応用例
ソフトウェアツール

【CN3 モデリングとシミュレーション】 選択

乱数
擬似乱数生成とテスト
モンテカルロ法
分布関数初歩
シミュレーションモデリング
離散イベントシミュレーション
連続シミュレーション
シミュレーションモデルの検証と妥当性実証
待ち行列モデル
応用例

【CN4 ハイパフォーマンス・コンピューティング】 選択

ハイパフォーマンス・コンピューティング初歩
計算科学の歴史と重要性
応用分野の概観
必要な技法のレビュー
ハイパフォーマンス・コンピューティング
プロセッサ・アーキテクチャ
高性能化のためのメモリシステム
入出力装置
パイプライン処理
並列言語と並列アーキテクチャ
科学的可視化
結果のプレゼンテーション
データ形式
可視化ツールとパッケージ
問題例