科目ナンバリング	G-LAS12 80043 LJ10　G-LAS12 80043 LJ54						
授業科目名 <英訳>	統計的信号処理論 Statistical Signal Processing			担当者所属 職名・氏名	国際高等教育院 教授　　林　和則		
群	大学院横断教育科目群	分野(分類)	統計・情報・データ科学系	使用言語	日本語		
旧群		単位数	2単位	週コマ数	1コマ	授業形態	講義（対面授業科目）
開講年度・開講期	2024・後期	曜時限	木2	配当学年	大学院生	対象学生	全学向

（情報学研究科の学生は，全学共通科目として履修登録できません。所属部局で履修登録してください。）

[授業の概要・目的]

信号処理は生の観測データから役に立つ情報を抽出するための理論的な枠組みである。信号処理の最も基本的な問題であり、かつデータ利活用の現場で最も直面することが多いと考えられる観測データから未知ベクトルを推定する問題を中心に、線形観測モデルの逆問題を考えるアプローチやベイズ統計に基づく確率推論のアプローチなどについて、その理論的な背景から実際のアルゴリズムまで解説する。具体的には、最小二乗法や最小平均二乗誤差推定、適応信号処理、アレイ信号処理、圧縮センシング、カルマンフィルタ、粒子フィルタ、確率伝播法、位相的データ解析などのテーマについて関連事項を解説する。

[到達目標]

各手法の理論的な基礎事項を十分に理解し、実際の問題に応用するための能力を身につける。

[授業計画と内容]

1. 信号の統計的性質の基礎：確率変数、確率過程、相関行列、ウィナーフィルタ
2. 重み係数最適化の基礎：勾配、偏微分、全微分、ウィルティンガー微分、複素勾配
3. 線形逆問題：線形観測モデルと逆問題、最小二乗法、最小平均二乗誤差推定、最大比合成
4. 適応信号処理：最急降下法、LMS、CMA、RLS
5. アダプティブアレイ：アレイ信号処理の基礎、ビームフォーミング、広帯域アレイ
6. 到来方向推定：MUSIC法、ESPRIT法、KR積拡張アレイ
7. 部分空間法：信号部分空間と雑音部分空間、主成分分析、独立成分分析、ブラインド同定
8. 圧縮センシングの基礎：最小ノルム解、正則化最小二乗法、圧縮センシングの問題設定、再構成の条件
9. 圧縮センシングのアルゴリズム：近接写像、近接勾配法、Douglas-Rachford 分離、交互方向乗数法
10. 分散信号処理：グラフラプラシアン、平均合意、拡散LMS
11. 確率推論の基礎：条件付き独立性、グラフィカルモデル、確率推論問題、最尤推定、最大事後確率推定
12. サンプリング法：逆関数法、棄却サンプリング、重点サンプリング、SIR
13. 状態推定：状態空間モデル、状態推定、粒子フィルタ、カルマンフィルタ
14. 確率伝播法：sum-productアルゴリズム、PearlのBPアルゴリズム
15. 位相的データ解析：ベッチ数、単体複体、鎖群、サイクルとバウンダリ、ホモロジー群

[履修要件]

「微分積分学（講義・演義）A、B」および「線形代数学（講義・演義）A、B」、または「微分積分学A、B」および「線形代数学A、B」、および確率論基礎の内容を理解していることが望ましい。

[成績評価の方法・観点]

観測データから未知ベクトルを推定する問題に関するレポート課題により到達目標の達成度を評価する。

統計的信号処理論(2)へ続く↓↓↓

統計的信号処理論(2)

[教科書]

各回において講義資料を電子ファイルで配布する。

[参考書等]

（参考書）

林和則 『通信の信号処理』（コロナ社，2023）

酒井英昭 『信号処理(新世代工学シリーズ)』（オーム社，1998）ISBN:4274131513

Simon Haykin 『Adaptive Filter Theory』（Pearson, 2013）

Christopher M. Bishop 『Pattern Recognition and Machine Learning 』（Springer, 2006）

永原正章 『スパースモデリング- 基礎から動的システムへの応用 -』（コロナ社，2017）

片山 徹 『応用カルマンフィルタ』（朝倉書店，2000）

[授業外学修（予習・復習）等]

前回までの授業内容を十分に理解して各回の授業に臨むこと。

[その他（オフィスアワー等）]