

Python を用いた初心者向け AI 実践講座～中級編～

慶應義塾大学理工学部物理情報工学科 B3 安田俊輝

April 12, 2020

はじめに

この講習会は春学期開講の「Python を用いた初心者向け AI 実践講座（初級編）」の続編にあたる講習会です。皆さんは今までに「ロジスティック回帰」や「SVM（サポートベクトルマシン）」などのモデル、前処理や次元削減と言ったデータ解析のテクニック、プログラミング言語 Python の書き方等を勉強してきたかと思います。scikit-learn といった機械学習ライブラリを用いて実践的な問題になんとか取り組めるようになった今の段階で一度立ち止まってみてください。どうしてそれらのモデルやテクニックは「魔法のごとく」うまくいっているのでしょうか？そこには先人たちが作りあげた数学的な理論や、数値解析等の実践的な工学的手法がたくさん見え隠れしています。この講習会では、そんな機械学習の「理論的」な一面を（機械学習分野全体としてはほんの一部ですが）理解していただけたら幸いです。

シラバス

本講習会は2章構成になっています。

第1回～第5回 パターン認識の基礎（1章）

第6回～第10回 ベイズ機械学習（2章）

1章では初級編で行ったモデル、データ解析手法について理論的な焼き直しを行います。2章ではさらに進んで「ベイズ機械学習」に入門したいと思います。この2章は初級編では触れていないかと思いますが、データ分析を行っていく上でとても強力な武器となってくれます。また、「PRML」といったいわゆる機械学習の「名著」と呼ばれる本の多くはこの2章の内容を中心に話が進んでいくことが多いため、今後さらに学習を進めていく上でも知っていて損のない内容です。

講義のスタイル

1 回の講義時間は 90 分で、前半 60～75 分は講義、残り時間はプログラミング言語「Python」を用いた演習を行います。理論を中心に扱うので、可能な限り「フルスクラッチ実装」を目指します。（難しいと想定される題材に関してはライブラリに頼ります。）講義パートでは、配布する資料を元にいわゆる普段皆さんが受けているような講義スタイルで説明をしていきます。また資料は大きく分けて 3 つのパートから構成されています。

1. 講義で取り扱う内容
2. コラム（発展的な内容）
3. 練習問題

この 3 つのうち講義では 1. のみを扱います。（3. は紙とペンで解く数学的な演習なので、Python のコーディングパートとは異なります。Python コードはこの資料とは別に box 等で配布します。）2. のコラムはこの講義では扱わない発展的なものですので時間がある時に読んでみてください。

事前知識

「Python を用いた初心者向け AI 実践講座（初級編）」に出てくる題材を用いるので当講座を受けていることが望ましいです。（オンデマンドにて配信を行ったので事前に視聴しておくのがいいと思います。）また、この講義では数式がたくさん出てきます。この講義では文系学生さんも想定し、高校数学Ⅱ B 程度の知識が最低限あるとある程度の理解ができるような説明を行います。理系学生等、さらに理解を深めたい人は、高校数学Ⅲ、大学 1 年生程度の数学の知識があると本講義で扱う式変形がほぼ全てスムーズに理解できると思います。また、本講義で中心となる「線形代数」と「確率統計」については、第 1 回、第 6 回で時間を設けて説明を行います。

各回内容

第 1 章パターン認識の基礎

初級編で行ったモデルについて、数学的に深掘をしつつ、基礎的なパターン認識について学習する。

1. 線形代数 (1.1)

行列の基礎、よくやる式変形

ベクトルの微分、積分

Column: 4つの部分空間

2. 回帰と分類

単回帰（回帰）(1.2)

- 正規方程式の導出

パーセプトロン（分類）(1.3)

- 学習規則と収束定理

Column: 分類の正規方程式と線形判別分析

3. ロジステック回帰 (1.4)

一般化線形モデル

最尤推定と数値最適化

Column: 最尤推定と MAP 推定

Column: 深層学習と活性化関数（一般化線形モデルとの関係）

4. SVM (1.5)

マージン最大化とラグランジュ未定乗数法

カーネルトリック

Column: ガウス過程

5. 教師なし学習 I (1.6)

主成分分析 (PCA)

k-mean 法

Column: 次元の呪い（メロンパンと高次元立方体）

第2章ベイズ機械学習

ベイズ機械学習を基礎を体系的に学習することを目的とする。

6. 確率統計、ベイズ機械学習の基礎 (2.1)

期待値等各種統計量の説明

ベイズの定理

ベイズ学習とは？

Column: ベイズの工学的応用 (カルマンフィルタ)

Column: グラフィカルモデル (マルコフブランケット)

Column: 情報理論とエントロピー

7. ベイズ推論の基礎 ～学習、予測、比較～

共役事前分布とは

事後分布とは

予測分布とは 周辺尤度 (モデルエビデンス)

Column: 指数関数族の一般形

Column: モーメントマッチング (指数関数族と仮定密度フィルタリング)

8. 複雑な確率モデル

多峰性、クラスタリング (2.3)

ポアソン混合モデルを用いたモデル設計

Column: ノンパラメトリックモデル (カーネル密度推定と K 近傍法)

9. 近似推論

ギブスサンプリング

平均場近似

Column: 分配関数と統計物理

Column: いろいろな近似推論

10. 教師なし学習 II(2.4)

ガウス混合モデル

EM アルゴリズム

Column: 解析力学と汎関数 (変分法)

Column: 線形次元削減と変分自己符号器 (VAE)

備考

資料に誤植、不適切な箇所がありましたら、以下に連絡をお願いします。

E-mail

Twitter @besshy8

また本講習会では TA (teaching assistant) として 4 名、講習会に関わってくださります。講義中に質問等困ったことがありましたら私か、TA の方に聞いてください。

慶應義塾大学理工学部数理科学科 B3

慶應義塾大学理工学部生命情報工学科 B3

慶應義塾大学理工学部

慶應義塾大学理工学部