**密度の推定**

# 前提

## 分母と分子の密度をそれぞれ推定し、比を取ることは、密度比を直接推定する方法を調べる

# 手法の洗い出しに使った文献・ページ

## https://tam5917.hatenablog.com/entry/2018/01/16/233057

## https://www.ai-gakkai.or.jp/resource/my-bookmark/my-bookmark\_vol27-no4/

## https://ibisml.org/archive/ibisml001/Sugiyama.pdf

## 機械学習プロフェッショナルシリーズ「異常検知と変化検知」

# 密度比の推定手法

## 確率的分類法

### 分母と分子の標本を確率的に分類する

### （カーネル）ロジスティック回帰

* p(x)をクラス1(y = 1)の確率密度関数、q(x)をクラス2(y = 2)の確率密度関数とし、ロジスティック回帰を用いて事後確率p(y = 1 | x) = p(x)/(p(x) + q(x))およびp(y = 2 | x) = q(x)/(p(x) + q(x))を推定。最後に、p(x)/q(x) = p(y = 1 | x)/p(y = 2 | x)として確率密度比を推定。

• 出所：山田氏　人工知能学会まとめ記事（2012年）

## 積率適合法

### Kernel Mean Matching (KMM)

* 確率密度比のモデルをb(x)とした時に、p(x)とb(x)q(x)のモーメントが一致するようにモデルを学習。

• 出所：山田氏　人工知能学会まとめ記事（2012年）

## 密度比適合法

### Kullback-Leibler Importance Estimation Procedure (KLIEP) Kullback-Leibler Importance Estimation Procedure (KLIEP)

* 確率密度比を線形モデルで直接推定する手法。真の確率密度比と線形モデルとのカルバックライブラー距離が最小になるように、モデルパラメータを学習。

• 出所：山田氏　人工知能学会まとめ記事（2012年）

• Matlab codeあり

### Unconstrained Least-Squares Importance Fitting (uLSIF)

* 確率密度比を線形モデルで直接推定する手法。真の確率密度比と線形モデルの二乗距離が最小になるように、モデルパラメータを学習。線型方程式を解くことによりモデルパラメータを推定できるため大変高速。

• 出所：山田氏　人工知能学会まとめ記事（2012年）

• Matlab codeあり

### Relative uLSIF (RuLSIF)

* 相対密度比 {p(x)/(a p(x) + (1-a)q(x)), 0 <= a < 1}を推定する手法。a = 0の時はuLSIFと同じになる。

• 出所：山田氏　人工知能学会まとめ記事（2012年）

• Matlab codeあり

# 分布変化度の評価

## カルバック・ライブラー

### 出所：「異常検知と変化検知」

## ピアソン・ダイバージェンス

### 出所：「異常検知と変化検知」

## 相対ピアソン・ダイバージェンス

### 出所：「異常検知と変化検知」

# 密度比推定の課題

## 高次元の場合は、やはり困難

## 密度比推定と次元削減を組み合わせることを考える

# 次元削減

## 密度比の推定手法の調査が終わったら着手