

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Density ratio approaches to multi-label classification and outlier detection
著者(和文)	Hyunha Nam
Author(English)	Hyunha Nam
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10011号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:杉山 将,秋山 泰,篠田 浩一,村田 剛志,藤井 敦
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10011号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Hyunha Nam		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	杉山将	連携教授		藤井敦	准教授
	審査員	秋山泰	教授	審査員		
		篠田浩一	教授			
		村田剛志	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Density ratio approaches to multi-label classification and outlier detection」と題し、英文6章から成っている。

第1章「Introduction」では、本論文の背景として機械学習分野における密度比推定の重要性について論じ、さらに本論文の全体構成を示している。密度比推定とは、二つの確率密度関数の比を、それぞれの確率密度関数を推定すること無く直接推定する統計的推測技術であり、確率的分類、異常検知、マルチタスク学習など、様々な機械学習問題に適用できる汎用的な技術である。本論文の目的は、密度比推定に基づく新しいマルチラベル分類アルゴリズムを提案すること、および、畳み込みニューラルネットワークとよばれる深層モデルを用いた新しい密度比推定法を提案し、その有効性を異常検知の実験によって示すことであると述べている。

第2章「Multi-label classification」では、マルチラベル分類に関する従来の研究を概観している。まず、一つのパターンが一つのクラスに属する標準的なシングルラベル分類問題の枠組みを紹介し、次に複数の類似したシングルラベル分類問題を同時に解くマルチタスク分類の枠組みを紹介している。そして、一つのパターンが複数のクラスに属することのできるマルチラベル分類問題の枠組みを紹介し、マルチラベル分類問題をシングルラベル分類問題に変換する様々なアプローチを紹介するとともに、それらの手法の問題点を指摘している。

第3章「Density ratio estimation for multi-label classification」では、マルチラベル分類問題をマルチタスク学習問題と捉えたマルチラベル分類アルゴリズムを提案している。まず、密度比推定に基づく確率的シングルラベル分類アルゴリズムとそのマルチタスク学習への拡張法を概観している。そして、単純に従来のマルチタスク学習法をマルチラベル分類問題に適用すると、計算時間が膨大になり、大規模な学習問題を解くことが困難であると述べている。この問題を解決すべく、密度比推定に基づく従来のマルチタスク学習法を、タスクペア間の類似度を明示的に扱える形に再定式化している。そしてこの新しい定式化のもとで、マルチラベル分類問題を制御理論の分野でよく用いられるシルベスタ方程式に帰着させ、解析的に解が求められるマルチラベル分類手法を提案している。更に、その解を共役勾配法によって数値的に効率よく計算するアルゴリズムも提案しており、このアルゴリズムの有効性を計算機実験によって示している。

第4章「Deep learning」では、近年パターン認識の分野で注目されている深層学習の背景と技術を概観している。具体的には、多層パーセプトロン、深層ボルツマンマシン、深層自動エンコーダ、畳み込みニューラルネットワークなどのモデルとそれらの学習法を概説している。

第5章「Density ratio estimation using a deep model」では、畳み込みニューラルネットワークを用いた新しい密度比推定法を提案している。従来の密度比推定法では、カーネル関数を用いたノンパラメトリックモデルが用いられてきた。カーネルに基づく密度比推定法は、理論的にはあらゆる関数を近似することができ、漸近的には最適な近似精度を達成できることが知られている。しかし、画像のように特定の構造を持つデータに対しては、その構造に関する先見知識を生かすことにより更に精度が改善できると期待される。この考え方に基づき、最小二乗法に基づく密度比推定法の考え方を畳み込みニューラルネットワークに適用し、誤差逆伝播型の学習アルゴリズムを提案している。そして、その有効性を画像の異常検出実験を通して示している。

第6章「Conclusions and future work」では、本論文の成果を総括するとともに、今後の課題を述べている。

以上を要するに本論文は、機械学習分野における密度比推定技術を発展させるものであり、工学上、及び、工業上貢献するところが大きい。よって我々は、本論文が博士（工学）の学位論文として十分な価値あるものと認める。