

論文の内容の要旨

申請者 氏名 谷口 英貴

論文題目

人間の認知バイアスの実装による機械学習モデルの性能向上

機械学習モデルは今日様々な用途に用いられ、その需要は急速に拡大している。一例としてメール分類や病気の良性・悪性の分類、データの自動生成などへの応用が挙げられる。こうした技術に用いられるモデルにナイーブベイズ (NB) や ニューラルネットワーク (NN), サポートベクターマシン (SVM), ロジスティック回帰 (LR), ランダムフォレスト (RF) などがある。これらの機械学習モデルは高い判別性能を得るために学習時に多量のデータを必要とし、時間的・金銭的成本がかかる。また、教師データの数が不十分である場合や、特徴に偏りがある場合には判別性能が低下しやすい。

一方、人間は少量かつスパースな情報源から素早く新たな概念を学習できる [Lake et al. 2015]。人間の認知には特有のバイアスがあり [Tversky & Kahneman 1974], それ学習を促進していることが理由の1つであるという指摘がある [篠原ら 2007]。このような認知バイアスの例に、対称性バイアス [Sidman et al. 1982] と相互排他性バイアス [Markman & Wachtel 1988] がある。これ等の認知バイアスは原因と結果の関係性を調べる因果推論の分野において広く研究されてきた。篠原らは対称性バイアスと相互排他性バイアスを含み、なおかつその効き具合を柔軟に調整可能なモデルが優れた因果推論を行えるという考えのもと、Loosely Symmetric (LS) モデルを開発した [篠原ら 2007]。

本研究では、LS モデルの機械学習への応用として、スパムメール分類と病気の良性・悪性分類、データの自動生成を題材に、NB と NN に LS モデルを実装した。これ等の分類モデルは、少量の教師データから安定した学習を行い、なおかつデータが多量に存在する場合でも優れた学習を行う結果から、LS モデルを NB 分類器に実装した、Loosely Symmetric Naïve Bayes (LSNB) および enhanced LSNB (eLSNB) の2種の提案手法は、2つの実験において最も優れた判別性能を示し、スパースな特徴分布を元に柔軟な重み付けを行った。これ等の提案手法は認知的バイアスと単語密度情報を利用し、わずかな情報から新しい概念を獲得するという人間に近い学習を、一定の条件下で達成したと考えられる。また、ニューロン単位での対称性・相互排他性に着目した Loosely Symmetric Neural Networks (LSNN) は、病気の良性・悪性の分類タスクにおいて全モデル中最良の成績を示し、認知バイアスが NN の学習に貢献することを明らかにした。