

# 論文内容の要旨

申請者氏名 工藤 創大

深層学習はその柔軟性により近年多くの応用について成功を収めている。特に情報理論に基づく変分情報ボトルネック法は、教師あり学習において情報の圧縮と予測性とのトレードオフをハイパーパラメータ  $\beta$  によって制御することにより、信頼性の高い深層学習に貢献している。実用上これを達成するためには、 $\beta$  の異なる深層学習モデル複数作成し、この中から最も有用なモデルを選択するという方法が取られてきた。この方法には2つの欠点があり、1つは複数の学習による計算量の増加、2つ目は  $\beta$  の最適化が連続的に行えないことである。これに対処するために、本研究ではハイパーパラメータ  $\beta$  の探索および最適化において新しい方法を提案する。この目的の下、まず変分情報ボトルネック法の最適解を理論的に導出し、モデルパラメータをその最適解において学習データに依存する部分とハイパーパラメータ  $\beta$  に依存する部分に分離した。そして前者のみを深層学習モデルとして学習し、後者を任意の  $\beta$  について実用時に設定する方式を提案する。この提案手法においては、深層学習の単一学習により全ての  $\beta$  値に対応したモデルが得られ、その後  $\beta$  を連続的に最適化することができる。この方法は少ない計算量と連続最適化を可能にする手順を達成しながらも、先行の手法と同様に変分情報ボトルネック法の目的関数を学習できることを、理論および実験によって示す。さらに分類問題の不確実性を考慮したモデル評価であるキャリブレーション性能において、提案手法が  $\beta$  の連続最適化により先行の手法よりも上回ることを実験により示す。最後に提案手法の応用としてウェアラブル端末の光電脈波センサーによる不整脈検出を取り上げ、不確実性を考慮したより信頼性の高いモデルを実現した。

# 論文審査結果の要旨

申請者氏名 工藤 創大

深層学習はその柔軟性により近年多くの応用について成功を収めている。特に情報理論に基づく変分情報ボトルネック法は、教師あり学習において情報の圧縮と予測性とのトレードオフをハイパーパラメータ  $\beta$  によって制御することにより、信頼性の高い深層学習に貢献している。実用上これを達成するためには、 $\beta$  の異なる深層学習モデル複数作成し、この中から最も有用なモデルを選択するという方法が取られてきた。この方法には2つの欠点があり、1つは複数の学習による計算量の増加、2つ目は  $\beta$  の最適化が連続的に行えないことである。これに対処するために、本研究ではハイパーパラメータ  $\beta$  の探索および最適化において新しい方法を提案する。まず変分情報ボトルネック法の最適解を理論的に導出し、モデルパラメータをその最適解において学習データに依存する部分とハイパーパラメータ  $\beta$  に依存する部分に分離した。そして前者を深層学習モデルとして学習し、後者を任意の  $\beta$  について実用時に設定する方式を提案した。この提案手法においては、深層学習の単一学習により全ての  $\beta$  値に対応したモデルが得られ、その後  $\beta$  を連続的に最適化することができる。この方法は少ない計算量と連続最適化を可能にする手順を達成しながらも、先行の手法と同様に変分情報ボトルネック法の目的関数を学習できることを、理論および実験によって示した。さらに分類問題の不確実性を考慮したモデル評価であるキャリブレーション性能において、提案手法が  $\beta$  の連続最適化により先行の手法よりも上回ることを実験により示す。最後に提案手法の応用としてウェアラブル端末の光電脈波センサーによる不整脈検出を取り上げ、不確実性を考慮したより信頼性の高いモデルを実現した。