

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 学 術 )	氏名	JONATHAN MOJOO
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
Treatment of Multi-label and Multi-object Images in Deep Learning: A Focus on Image Annotation and Retrieval (ディープラーニングにおける複数ラベルおよび複数オブジェクト画像の処理：画像アノテーションと検索に焦点を当てた研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	栗田 多喜夫	印
審査委員	教 授	向谷 博明	印
審査委員	准教授	宮尾 淳一	印
審査委員	准教授	RAYTCHEV BISSER	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本研究は、ディープラーニングを用いた複数ラベルおよび複数オブジェクト画像の処理に関するもので、特に、画像アノテーションと類似画像検索への応用に焦点を当てている。一般に画像中には、複数の対象が映っており、それらを識別するためには1枚の画像に複数のラベルを与える必要がある。しかしながら、各画像にすべてのラベルを正しく与えることは容易ではない。画像中に何が映っているか、すべてのラベルを推定する画像アノテーションでは、すべてのラベルが正確に与えられていない不完全な教師ラベルから画像中のラベルを推定するモデルを学習する必要がある。一方、類似画像検索では、画像中にどのような対象が含まれているかの情報を有効活用することにより、検索精度が向上することが期待できる。</p> <p>第1章では、これらの複数ラベルおよび複数オブジェクト画像の処理の課題について議論している。</p> <p>第2章では、画像のアノテーションのための不完全な教師ラベルから学習法を提案している。具体的には、教師ラベル間の共起性の解析からラベル間の類似度を計算し、それを反映するような正則化項（グラフラプシアン正則化）を学習のための損失関数に追加することで類似したラベルの推定を促進する手法、Wikipediaの文書解析から計算した単語間の類似度を反映するような正則化項（グラフラプシアン正則化）を学習のための損失関数に追加することで類似したラベルの推定を促進する手法、Restricted Boltzmann Machineで不完全なラベルを推定し、それらを疑似ラベルとして利用することで不完全なラベルの学習を促進する手法を提案した。これらの工夫により、訓練データに不完全なラベルしか与えられていなくても、不完全なラベルを補完した学習が可能であることが示さ</p>			

れている。

第3章では、類似画像検索において、画像中にどのような対象が含まれているかの情報を有効活用するための特徴抽出法を提案している。具体的には、画像中に映っている対象のラベルの一致度をベースに2枚の画像の類似度を反映する特徴ベクトルを抽出する手法を提案している。これにより、最近の分野で提案されているいくつかの手法と同等以上の検索性能が達成できることが示されている。

これらの結果は、複数の対象が同時に映っている一般の画像をディープラーニングで扱う際の基礎を与えるものであり、画像認識・処理において本質的な課題の一部の解法を与えると考えられる。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（学術）の学位を授与させる十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。