

氏名(本籍)	QIU YUE		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第 9808 号		
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	観測視点に着目した画像認識性能の評価及び改善に関する研究		
主査	筑波大学 教授(連携大学院) (産業技術総合研究所)	博士(工学)	佐藤 雄隆
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	福井 和広
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	亀山 啓輔
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	滝沢 穂高
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	北原 格

論文の要旨

審査対象論文は、コンピュータビジョン技術における、観測視点に着目した画像認識性能の評価及び改善について述べている。

コンピュータビジョン分野において複数の視点を扱う問題は、三次元復元の文脈でこれまでよく扱われてきたが、物体認識の文脈においては、例えば物体を観測するアングルと認識精度の関係すら、関係があることは誰もが認識していながらも、これまで定量的な検討は行われてこなかった。本論文は、画像認識問題を「観測視点」という切り口で分析・考察することで、その性能の改善を図っている。

物体を観測するアングルと認識精度の関係をヒートマップとして可視化する方法を提案しており、視点と認識精度の関係を定量化・視覚化することに成功している。また、これを用いて、ImageNetなどのよく用いられる大規模学習用データセット中に観測アングルの偏りが存在していることを明らかにしている。

更に、多視点の認識フレームワークを、コンピュータビジョンと自然言語処理の融合タスクである視覚質問応答およびシーン変化説明文生成に導入することを試みている。これらのタスクは、人間協調型のロボットなどで特に重要であると考えられており従来から研究が進められてきたが、入力された画像と関係なく応答の選択肢の正解確率を単純に学習してしまうという問題点が指摘されていた。本論文では、この主な原因は入力される画像情報の不足であるとの仮説のもと、多視点認識フレームワークを導入することで、その性能を大きく向上させることに成功している。

審査の要旨

【批評】

近年いわゆる一般物体認識の性能が、深層学習技術の進化に伴って急速に向上したが、物体を観測する視点と認識率の関係については、これまで明示的に議論されてこなかった。これは従来一般物体認識問題では、デファクトスタンダードとなっている大規模画像データベースを基準に議論が進められてきたことが背景にあると考えられる。これらのデータベースは主にインターネット上から収集されたものであるため、観測対象が典型的なアピランスとなるように、人が視点を決めて撮影したものが大多数である。一方で、ロボットなどが自動的に環境を観測する場合、観測対象がどのような視点で観測されるのかは予想できず、観測視点によっては良好な結果が得られない可能性がある。審査対象論文は、このような問題に着目し（１）視点と認識性能の関係の定量化・可視化、（２）多視点認識フレームワークの導入による認識精度向上、についてそれぞれ述べており、独創的であると同時に、産業での応用も期待できる高い実用性を持つ研究であると評価できる。

物体を観測する視点と認識精度の関係をヒートマップとして可視化する方法に関しては、両者の関係の定量化に成功しているだけでなく、これをもとに一般物体認識問題においてデファクトスタンダードとなっている著名な大規模画像データベース中に、大きな視点の偏りが存在することを明らかにしている。また、複数の視点からの認識結果の投票により高精度な認識を行う方法に関しては、複数視点からの複数の認識結果を統合する方法を提案し、精度向上を達成している。このように、本論文では視点と認識精度の関係を明らかにすると同時に、それに基づき、認識精度の向上についても検討し良好な結果を得ており、高く評価することができる。今後更に、今回の研究により明らかとなった不得手な視点を如何に改善するかについても検討されることが期待される。

多視点認識フレームワークの、コンピュータビジョンと自然言語処理の融合タスクである視覚質問応答およびシーン変化説明文生成への導入に関しては、単純に視点数を増やすだけでなく、複数視点の観測から、対象の抽象化された三次元形状を推定するネットワークを導入するというアイデアで大幅な性能向上を達成している点を高く評価する。従来この分野は、単純なCG画像等を入力とするなど、極めて単純な問題設定に留まっていたが、これを一気に生活支援ロボットなどの実世界アプリケーションにすら適用できる可能性を示した点は特筆に値するといえる。

【最終試験の結果】

令和3年2月9日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。