

# 車載カメラ画像を用いた降雨強度レベル分類と Grad-CAM による注視点分析

末光 航大<sup>†</sup> 遠藤 聡志<sup>‡</sup> 佐藤 俊輔<sup>§</sup>  
 琉球大学大学院<sup>†</sup> 琉球大学<sup>‡</sup> 株式会社ウェザーニューズ<sup>§</sup>

## 1 はじめに

株式会社ウェザーニューズ (WNI) は、天気アプリのユーザーから図1の空画像と気象情報を報告してもらうウェザーレポートに取り組むことで高い予測精度を達成した。我々はレポートの自動化を目的に、車載カメラと畳み込みニューラルネットワーク (CNN) による気象認識を用いた投稿システムを提案する。ウェザーレポートには、ユーザーが直感的に選択した降雨強度に関する気象情報が含まれている。そこで、本研究では降雨強度の取得を目的に CNN による降雨強度レベル (小雨・中雨・大雨) の分類を行う。また、深層学習モデルの注視点箇所を可視化する Grad-CAM[1] で判断根拠を分析した。



図1 ウェザーレポートの例

## 2 ウェザーレポート自動投稿システム

ウェザーレポートは気象予報に関する重要な情報源であるものの、ユーザーが投稿できる地点と時間が限定されるため他の媒体からもデータ取得が求められる。そこで、通信型車載カメラと画像認識を活用したウェザーレポートの自動投稿システムを提案する。図2にシステムによる撮影から投稿までの流れを示す。このシステムは自動撮影、空画像の選抜 [2]、気象認識 (天候、降雨強度レベル、雲の種類)、自動レポートの6つの処

理で構成される。本研究では、降雨強度レベル分類のモデル性能に焦点を当てる。Pytorch 提供の学習済みモデル Vgg16, ResNet50, ShuffleNet, WideResNet101, EfficientNet を用いて、バッチサイズ:8, epoch:30 で学習し精度を比較した。結果として、EfficientNet が最も高い精度を示したため、以後本研究では EfficientNet を用いて議論する。

## 3 データセット

従来のウェザーレポートの場合、ユーザーは表1の1列目の5つの擬音をもとに降雨強度を直感で選択する。ユーザーは視覚情報だけでなく聴覚情報である雨音も手がかりにしていることから、視覚情報のみでの5レベル分類は困難と考えた。そこで、提案システムでは車のワイパー速度 (High, Medium, Low) と降雨強度の相関 [3] を参考に、表1の二列目に示すように小雨, 中雨, 大雨の3レベルの降雨強度で分類する。

表1 降雨強度レベルの指標比較

WNI	提案システム	降雨量
ポツポツ	小雨	1mm 未満
パラパラ		1~2mm
サー	中雨	2~4mm
ザーザー	大雨	4~10mm
ゴォォ		10mm 以上

データセットは2022年に沖縄県で撮影した車載カメラ画像と気象庁のアメダス観測記録で作成した。データセットは小雨が604枚、中雨が687枚、大雨が604枚の合計1895枚である。

## 4 結果と考察

EfficientNet による分類精度は92.61%で、各クラスのF値は大雨が99%と高い精度を示す一方で、小雨が88%と中雨が91%と精度が下がった。これは、小雨と中雨は降雨量の設定幅が狭く、見た目の違いが微細であるためと考えられる。一方で、大雨の設定幅は4mm以上と上限がなく、2つのクラスと比較して見た目の違いが出やすいため、精度が高いと考察する。

## 5 Grad-CAM による注視点分析

図3に Grad-CAM による判断根拠の可視化の一例を示す。判断根拠となった箇所は暖色でヒートマップ化

Classification of Rainfall Intensity Levels Using Dashcam Images and Analysis of Attention Points with Grad-CAM

<sup>†</sup> Kodai Suemitsu, University of the Ryukyus Graduate School

<sup>‡</sup> Endo Satoshi, University of the Ryukyus

<sup>§</sup> Shunsuke Sato, Weathernews Inc.

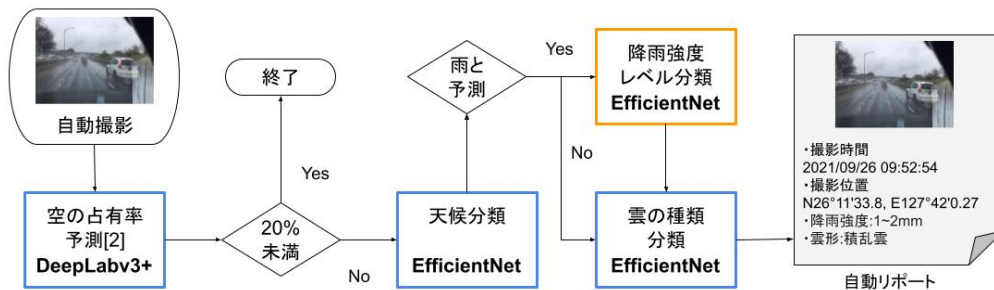


図2 自動投稿までの流れ

される。小雨の例では空と車を注視している。また、中雨と大雨は車だけでなく、路面に反射した車のライトも注視している。このことから、空だけでなく、車のライトや路面の反射も分類根拠と考えられる。

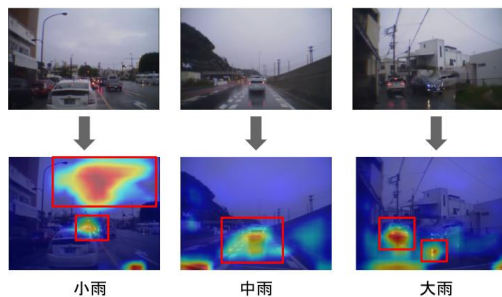


図3 Grad-CAMによる分類根拠の可視化の結果

正しく分類することができたテストデータ 163 枚の注視箇所を分析した結果を表2に示す。表2から、車を注視している割合は小雨よりも中雨と大雨が多く、降雨量が増えると車を注視する傾向があることがわかる。降雨量が増えるとフロントガラスに付着する水滴も大きくなるため、光の拡散反射が強くなる。その結果、車のライトや反射された路面が目立つようになり、重要な特徴量になり注視されたと考える。

監視カメラ画像による降雨量の回帰予測 [4] では、降雨強度と輝度値の間に正の相関があることが確認されている。以上の結果から、輝度値は車載カメラによる降雨強度レベルの分類にも関係し、車のライトが重要な特徴量になったと考える。

表2 各クラスごとの注視点箇所の分析結果

クラス	小雨	中雨	大雨
車	14.29%	39.66%	32.14%
路面	71.43%	50.00%	48.21%
空	10.20%	5.17%	0.00%
その他	4.08%	5.17%	19.64%

## 6 まとめ

本研究では、車載カメラによる気象情報の取得を目的に降雨強度レベルの分類と GradCAM による注視点分析を行った。結果として、小雨と中雨は大雨と比較して特徴の変化が微細なため精度が低いことがわかった。また、Grad-CAM による注視点分析から、空だけでなく路面と車のライトも重要な分類根拠であることがわかった。これは、降雨強度の増加に伴う輝度値の増加が関係していると考えられる。今後の展望としては、撮影場所や時間の多様性を考慮したデータ数の増加が今後の課題である。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 23K11234 の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] Selvaraju, R. R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D. and Batra, D.: Grad-cam: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization, in *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, pp. 618–626 (2017).
- [2] Suemitsu, K., Endo, S. and Sato, S.: Selection of Dash Cam Images for Weather Forecasting Based on The Sky Occupancy, in *2022 Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS)*, pp. 1–8IEEE (2022).
- [3] Bartos, M., Park, H., Zhou, T., Kerkez, B. and Vasudevan, R.: Windshield wipers on connected vehicles produce high-accuracy rainfall maps, *Scientific reports*, Vol. 9, No. 1, p. 170 (2019).
- [4] 金澤瑛, 内田太郎, 中谷洋明: 監視カメラ画像の画素値を用いた降雨強度の推定, 砂防学会誌, Vol. 74, No. 3, pp. 37–48 (2021).