

# 空画像とオプティカルフローを用いた 畳み込み LSTM による短期雲位置予測

中川 峻弥<sup>†</sup> 加藤 丈和<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 静岡理科大学大学院 理工学研究科

## 1. はじめに

空画像の短期的変化の予測は、太陽光発電の発電量予測やゲリラ豪雨の予想などに応用可能な有用な技術である。近年、深層学習により、過去数フレームの画像を LSTM などのリカレントニューラルネットに入力し、未来の画像を出力する手法が提案されている[1]が、空画像は高輝度な太陽と低コントラストな雲が混在しており、太陽の影響を強く受けて雲の流れを予測することは難しい。

そこで本研究では、事前に太陽付近を除いた雲周辺のオプティカルフローを求め、画像とともに LSTM に入力する方法を提案する。オプティカルフローの利用方法として、フローベクトルをそのまま画像と共に入力する方法と、フローベクトルを外挿して未来画像を生成し入力する方法の2種を実装、検証した。

## 2. 雲画像予測モデル

予測モデルは6層の畳み込み LSTM 層とバッチ正規化層、データ出力に畳み込み LSTM 層を掛けたものを用いた。誤差関数は Mean Square Error を使用した。また、オプティカルフローは Farneback 法を使用し、事前に太陽付近の白飛び部分をマスクしてから雲を強調するように輝度値を補正した画像に適用した。オプティカルフローの予測モデルへの適用方法については3.2の比較手法で述べる。

## 3. 評価実験

### 3.1 データセット

データセットは全天観測カメラを使用して静岡県袋井市で撮影した空画像を使用した。画像サイズは64×64の濃淡画像、入力データとして、1ステップ30秒ごとに撮影した画像を10ステップ分用い、1ステップ未来の画像を予測した。2019年8月7日の画像を学習サンプルに、翌日の8月8日(両日ともに天候は晴れ)の画像をテストデータに用いた。

### 3.2 比較手法

予測モデルへの入力データを変えた次の3手法を比較した。

- 従来法: 過去10フレームの空画像のみ(各画素1要素)を入力とする。
- 提案法1: 各画素について、元画像の画素値とフローベクトルの外挿で生成した未来画像の画素値を合わせた2つ組みとした画像過去10フレーム分を入力とする。
- 提案法2: 各画素について、画素値とフローベクトル(2次元)を合わせた3つ組みとした画像過去10フレーム分を入力とする。

### 3.3 実験結果と考察

1ステップ後(30秒後)の予測結果と正解データ(実際の30秒後の画像)の差を RMS(二乗平均平方根)で評価した。テストデータ1日分の予測を行った時の RMS の平均値と標準偏差を表1に示す。なお、事前にデータの各要素が0から1の範囲に収まるように正規化しており、RMS も最小値0、最大値が1である。

表1 比較結果

比較手法	平均値	標準偏差
従来法	$7.682 \times 10^{-2}$	$4.611 \times 10^{-2}$
提案法1	$7.514 \times 10^{-2}$	$3.996 \times 10^{-2}$
提案法2	$7.888 \times 10^{-2}$	$4.481 \times 10^{-2}$

この結果より、提案法1が RMS の平均値についても標準偏差についても最も良い結果が得られ、オプティカルフローの利用によって結果が改善していることがわかる。また、フローベクトルをそのまま入力する提案法2は従来法よりも結果が悪く、ただ単にフローを入力すればいいというわけではないこともわかる。

従来法と提案法1で生成した1ステップ後の画像と正解画像の比較を図1に示す。この結果からも提案法1が従来法よりも正解画像に近い画像を生成できていることがわかる。



(a) 従来法 (b) 提案法1 (c) 正解画像

図1 予測画像と正解画像の比較

## 4. まとめ

本論文ではオプティカルフローと LSTM を用いた空画像の短期的変化の予測手法を提案した。実験結果からフローベクトルを外挿して未来画像を生成し、畳み込み LSTM に入力する方法が有用であることが確認できた。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費基盤研究 (B) JP17H01922 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] N. Srivastava, E. Mansimov, and R. Salakhutdinov, "Unsupervised learning of video representations using LSTMs", In Proc. of the 32nd International Conference on Machine Learning(ICML'15), Vol. 37, pp. 843–852, 2015.