

視程の自動判定に向けた撮影画像の ずれ補正と自作サーバーの開発

都立立川高校 天文気象部 3年 戸田晃太 井上晴貴 1年 安原知廣

※視程とは…観測場所から識別することのできる距離の程度を表す気象用語で、どの程度見通しがきくかという情報である。



はじめに

本部では75年前から視程を含む気象観測を毎日2回(8時と15時)行ってきた。2018年に田口が過去の視程記録を整理・分析する研究を行い、1950年代～60年代に極端な悪視程が続く、大気汚染や朝もや等と関連することを明らかにした(図1)。更に、20年以上途絶えていた目視での視程観測を再開したが、定時観測を継続する大変さがあり欠測が増えた。そこで、本部の浜島ら(2020)がRaspberry Piで制御したカメラで定時撮影する装置を製作し、画像を見て視程を判定する観測を開始した。2021年には、指定観測の自動化を目指し、**深層学習を用いた視程目標物の判定**を行った。

本研究では、深層学習による**視程判定**を進展させ、視程の状況に応じた観測・自動判定を行い、さらにそれらの**データの公開・活用・分析**を行う**立高気象観測システム**(図2)の実現を目指す。具体的には画像処理によるずれの修正を試み、**視程判定**の自動化を進めた。加えて、サーバーの開発に取り組み、観測の安定化を図り、**データの蓄積**や**公開・活用**を進めた。

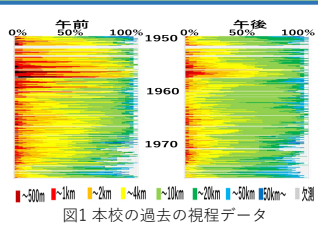


図1 本校の過去の視程データ

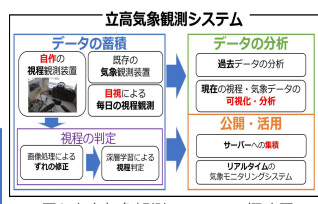


図2 立高気象観測システムの概略図

- 目的**
- 画像処理による目標物判定の前処理自動化(視程の判定)
 - 撮影データの冗長化による欠測の防止(データの蓄積)
 - リモートからの観測状態確認と装置の操作(公開・活用)

先行研究 2021 第3回中高生情報学研究コンテスト 浜島悠哉・田中陽登・馬場光希・安原拓未 『カメラとRaspberry Piを用いた視程観測装置の自作』他

視程観測の自動化を目指し、Raspberry Piで制御したカメラで自動撮影を行う装置を開発した。また、蓄積した撮影画像を用いて図3の視程目標物のうち、⑩東京スカイツリーと⑨新宿ビル群について、深層学習を利用した視程の自動判定を試みた(図4)。その結果、それぞれについて、90%を超える精度で判定を行うことができた(表1,2)。

表1 東京スカイツリーでの結果

検証データ	見える	見えない
実	284	9
判	18	219
	正解率 94.9%	

表2 新宿ビル群での結果

検証データ	見える	見えない
実	134	8
判	6	69
	正解率 93.6%	

図3 視程目標物

図4 視程目標物の自動判定の流れ

画像処理を用いた観測装置のずれ算出

背景・目的
観測装置では**掃除や点検などが原因となるずれ**が発生することがある(図5)。そのため、先行研究で行った深層学習では、目標物が映っている範囲を掃除の度に指定して**手動で切り出す**必要があった。そこで、**そのずれを補正するプログラムを作成**することで、切り出しの自動化を試みた。

手法
ずれ算出の流れを図5に、差分算出の流れを図6に示す。図中、差分算出の際に動かす画像をM、固定する画像をFと表記している。

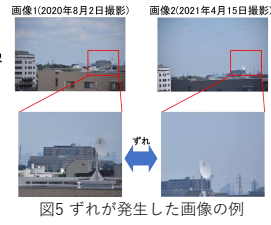


図5 ずれが発生した画像の例

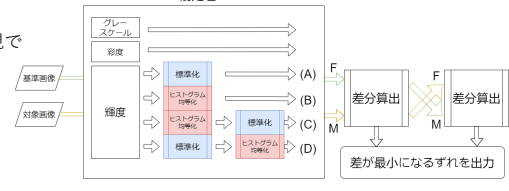


図6 ずれ算出の流れ

結果
最大**61.6%の精度**で算出を実現できた(表3)。

考察
彩度やグレースケール化を用いてずれの算出を行ったが、それらは照度の変化に対し、一様な変化をしなかった。このため、比較的一様な変化をする輝度を比較した。さらに、標準化等の処理を加えることで精度の向上を目指した。またDに比べ、Cの精度が低かった理由は、ヒストグラム均等化で変えた分散と平均を標準化で相殺してしまったためと考えられる。

表3 前処理ごとの精度

彩度	成功(枚)	失敗(枚)	精度(%)
A	432	568	43.2
B	463	537	46.3
C	443	557	44.3
D	616	384	61.6

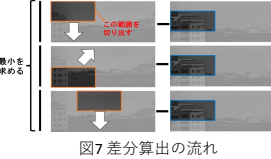


図7 差分算出の流れ

データの冗長化による欠測防止

背景
従来、気象データは観測機器に直接接続したUSBメモリのみに保存していたため**USBメモリの定期的な交換を怠ると欠測が発生**してしまっていた。そのため自作したサーバーを用いデータを冗長化を目指した。

手法
3つの改善案を検討し(図8)、案①を採用した。撮影時の通知を実装することで欠測を減少させる(図9)。

結果
複数個所に撮影データを保存し、**冗長性を確保**できた。また、**通知により早期欠測発見**が期待される(図9)。

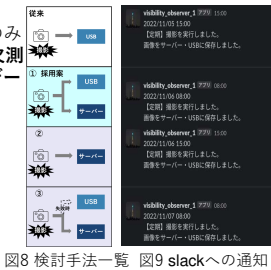


図8 検討手法一覧 図9 slackへの通知

データの冗長化による欠測防止

背景
従来、気象データは観測機器に直接接続したUSBメモリのみに保存していたため**USBメモリの定期的な交換を怠ると欠測が発生**してしまっていた。そのため自作したサーバーを用いデータを冗長化を目指した。

手法
3つの改善案を検討し(図8)、案①を採用した。撮影時の通知を実装することで欠測を減少させる(図9)。

結果
複数個所に撮影データを保存し、**冗長性を確保**できた。また、**通知により早期欠測発見**が期待される(図9)。

観測データ公開のためのダッシュボード作成

背景
欠測や装置内部の温度上昇など、観測装置で発生した異常に気づくために今までは毎回コマンドライン上からログを確認するしかなく、異常に気付かないことがあった。さらに、コンピュータの知識がない部員がデータを確認する手段がなかった。そこで、**より視覚的に情報を確認できるwebページの作成**に取り組んだ。

手法
バックエンドにMySQLとFastAPI、フロントエンドにReactを用いたSPA(Single Page Application)を作成する。構成図を図10に示す。

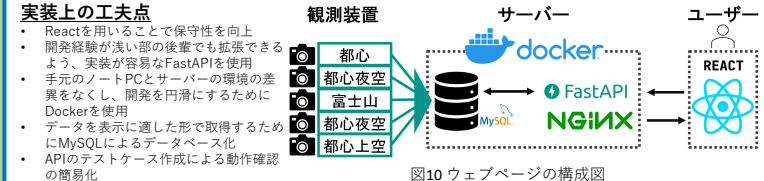


図10 ウェブページの構成図

結果
以下の機能を持つ、遠隔アクセスできるSPAを完成させ、**観測装置の状態やリアルタイム観測データを誰でも視覚的に把握**できるようになった。レスポンスデザインにより、**それぞれの端末に適したデータ表示**を実現した(図11,12)。

- 5台の観測装置それぞれの最新の撮影画像の表示
→最新の観測データや視程観測の状況を**誰でも視覚的に確認**できるようになった。
- 温度、湿度、USBメモリ使用量などの確認
- USBメモリ使用率や観測装置内の温度上昇アラートの設定
→装置の状態を部員が確認し、観測停止などの**異常が発生したときに迅速に対処**できるようになった。
- isoや露出時間等を指定した撮影の実行
→視程に影響する特殊で発生頻度の低い気象現象(黄砂やゲリラ豪雨など)が発生したとき、**適したカメラ設定に調整**して撮影できるようになった。



図11 スマホからページを表示した様子



図12 PCからウェブページを表示した様子

今後の展望

システムを構成する各要素の改良を進め、視程の状況に応じた観測・自動判定を行い、さらにそれらのデータの公開・活用・分析を行う立高気象観測システム(図2)の実現を目指す。観測装置のずれの算出については、天候による場合分けなどの工夫でさらに精度を向上し、視程判定の完全自動化を目指す。また画像の自動仕分けによる利便性向上を目指す。さらに、ダッシュボードは視認性向上のため、より見やすいデザインやUIを目指し改良を続ける。

参考文献

- 1) 2019 気象学会・2019全国SSH指定校研究発表会 立川高校: 田口桃 『立川高校における50年間の視程の変化と戦後の大気汚染について』
- 2) 2019 第9回高校・高専気象観測機器コンテスト 立川高校: 浜島悠哉・田中陽登・馬場光希 『視程観測の自動化と気象観測システムの構築』
- 3) 2020 第9回高校・高専気象観測機器コンテスト 立川高校: 浜島悠哉・田中陽登・馬場光希 『見える? 視程の新たな観測方法の開発とその分析』
- 4) 2020 第9回高校・高専気象観測機器コンテスト 立川高校: 新川凌央・竹高誠 『富士山観測装置 美空・富士山の見え方と気象現象の関係を探る』
- 5) 2021 第10回高校・高専気象観測機器コンテスト 立川高校: 井上晴貴・安原拓未・戸田晃太 『視程観測の自動化と気象観測システムの構築』
- 6) 2021 第3回中高生情報学研究コンテスト 浜島悠哉・田中陽登・馬場光希・安原拓未 『カメラとRaspberry Piを用いた視程観測装置の自作』
- 7) 2021 全国高校生総合文化祭自然科学部発表 立川高校 天文気象部 新川凌央・安原拓未 『視程の新たな観測方法の開発とその分析〜50年間続いた視程観測を再開し、その自動化を目指す〜』
- 8) 2022 全国高校生総合文化祭自然科学部発表 立川高校 天文気象部 井上晴貴・安原拓未・戸田晃太 『視程観測の自動化と気象観測システムの構築』

謝辞

本研究は、2019年～2022年の4回、気象文化創造センターが主催する高校・高専気象観測機器コンテストの助成金を受けて行いました。感謝申し上げます。天文気象部OBの田口小桃氏(大学3年)には先行研究について、浪波翔太氏には観測装置の製作について、浜島悠哉氏(大学2年)にはPythonのプログラム作成について、樋口陽光氏(修士2年)には深層学習や画像処理のプログラミングについてご指導いただきました。天文気象部顧問の可長清美先生に全体でご指導をいただきました。視程の目視観測や装置の製作には多数の天文気象部員が関わっており、分析で使用した本校気象データは気象部メンバーがまとめている気象月報や過去資料を使用しました。本研究に携わってくださった方々に心より御礼申し上げます。