

# 流星自動検出パイプラインの構築

05429517 原口美悠

## 1. 夜空撮影システムの設置

夜空を撮影して記録するシステムを、岡山大学自然科学研究科棟の屋上に設置した。使用する市販の屋外用防犯カメラ(SJC21B)は、水平画角が約 100 度と広角で空の広い範囲を撮影することができ、空の状態が良ければ 3 等星より暗い星まで写すことができる。また、防水・防塵(IP66)仕様であるため、屋外のどこにでも設置することができ、2019 年 7 月に設置してからの稼働率は 99% を超える。堅牢でありかつ設置費用が 4 万円以下と安価であることを活かして、岡山大学外にもシステムを設置しての多点ネットワーク観測が検討されている。

## 2. 流星自動検出アルゴリズムの実装

夜空撮影システムで記録された画像には、恒星や惑星以外にも、飛行機、人工衛星、雲、雷、流星、などが写っている。本研究は、夜空撮影システムで撮影した画像から流星を自動検出するアルゴリズムを構築し、その実装をおこなった。本研究の流星検出アルゴリズムは 2 段階からなる。1 段目は短時間発光の抽出、2 段目は発光継続時間を用いた流星候補となる発光の抽出、である。この 2 段階の選別によって、流星による発光だけを他の発光(恒星、惑星、飛行機、人工衛星、雲、etc)と区別して抽出する。1 段目は、ある時間の間に撮影された画像について、各画素ごとに輝度を抜き出して時系列に並べて見る。各画素ごとに輝度の時間変化を見ることで、恒星や惑星のように移動速度の遅いものと、流星や飛行機・人工衛星のように移動速度の速いものを区別する。次に、2 段目では発光の継続時間を見る。発光の継続時間が数秒以下のものを抽出することで、飛行機や人工衛星といった流星よりも長い時間にわたって発光する現象を除外する。

## 3. 流星自動検出の性能評価

夜空撮影システムで記録されたデータを使って、実装した流星自動検出パイプラインの性能評価をおこなった。自動検出の結果は、流星を正しく検出する真陽性(True Positive)、流星がないときに検出をしない真陰性(True Negative)、流星がないのに誤って検出をする偽陽性(False Positive)、流星があるのに検出をしない偽陰性(False Negative)、以上 4 つに分類される。流星検出の閾値を甘く設定すれば、流星の偽陰性(見逃し)を減らすことはできるが、流星がないのにあったと誤って検出する偽陽性(誤検出)が増える。反対に、流星検出の閾値を厳しく設定すると、誤検出を減らすことは

できるが、見逃しが増える。効率よく流星を自動検出するためには、見逃しが少なく、かつ誤検出も少ない、パラメタを設定する必要がある。

最初に、多数の流星が観測された 2019/08/12 について 10692 通りの設定で流星の自動検出をおこなった。また、自動検出とは別に、全ての画像を目で見て確認することで、記録された全ての流星を抽出した。これを自動検出の結果と比較することで、見逃しと誤検出の数を評価し、良好な結果を示した 18 の設定を選定した。次に、18 の設定を用いて 2019/08 の 1 ヶ月について自動検出をおこなって、その結果から 4 つの設定を選定し、最後に 4 つの設定を用いて 2019/08, 09, 10 の 3 ヶ月について自動検出をおこない、4 つの設定の長短を比較した。本研究で見出した最良の設定を用いた場合の的中率 TP/(TP+FP)と感度 TP/(TP+FN)はそれぞれ 10.8%と 77.8%である。

## 4. 今後の展開

取得されている全データについて流星の自動検出をおこなって、流星の統計的性質を議論する。多点ネットワーク観測を実現して、流星の発光高度・進入速度の推定をおこなう。また、検出精度のさらなる向上を目指して、機械学習を用いた自動検出手法の開発なども考えられる。



図1 夜空撮影システムの外観  
手前：設置した夜空撮影システム。  
奥：岡山大学自然科学研究科棟 屋上天文台