

HROFFT 出力画像における流星エコー自動計数プログラムの開発

Development of an automatic echo-counting program for HROFFT spectrograms

濱口 美子[1]; 末信 和子[2]; 柴田 明日香[3]; 山本 真行[3]

Haruko Hamaguchi[1]; Kazuko Suenobu[2]; Asuka Sakaeda[3]; Masa-yuki Yamamoto[3]

[1] 高知工科大・電子・光システム

; [2] 高知工科大・電子・光システム; [3] 高知工科大・電子・光システム

[1] Kochi University of Technology

; [2] Kochi University of Technology ; [3] Kochi University of Technology

1. はじめに

アマチュア無線を用いた流星電波観測 (HRO: Ham-band radio meteor observation) は、アマチュア無線局からの VHF 帯送信波の流星プラズマによる前方散乱を利用した流星出現数の観測手法である (Maegawa, 1999)。送信局からの VHF 帯電波は通常宇宙空間に突き抜けてしまうが、流星出現によって生じた高密度プラズマ (電離柱) が拡散するまでの短い時間は、この電離柱により送信波が反射され受信局で流星エコーとして受信される。高知工科大学 電子・光システム工学科では、2003 年 7 月 24 日より学内のドミトリ (学生寮) 屋上にて 6 方位 HRO (水平 4ch, 垂直 2ch) の観測を開始した。福井県鯖江市の福井工業高等専門学校 (前川公男氏) による送信波 (53.75MHz) を使用し、自動観測には PC 上の HRO 専用 FFT ソフト HROFFT (大川一彦氏による) を用いており、同年 8 月末より連続自動観測を継続している。2004 年 4 月より、3 年次学生実験テーマとして HROFFT の出力画像からの流星エコー自動計数プログラムを 1 年に亘り開発してきた。自動観測により毎日 144 枚 (1 チャンネル) 出力される画像の 1 枚 1 枚から目視により流星エコーを確認することは非常に根気と時間を要し、測定者による条件の不一致などの問題もある。これらの課題の解決を目的として流星エコーの自動計数プログラムを作製した。

2. プログラムの開発と評価

自動計数プログラムの開発環境としては IDL 言語を用い、HROFFT 出力画像上の積分強度グラフとエコースペクトルの輪郭の両者における輝度情報を基に画像処理によりエコーの自動検出を実現した。具体的な手順としては、まず積分強度のグラフを用いて周りの輝度差が一定値より大きい部分をエコーの存在範囲とする。次にエコースペクトルの輪郭を用いて、先に積分強度のグラフから求められた存在範囲の中に一定値以上の輝度差を持つエコーが存在するかどうかを調べる。このときに一定条件を満たし検出できた場合に流星エコーの存在を確認できたと判断する。プログラム性能評価のため 2004 年ふたご座流星群極大日における 1 日分のエコーデータについて目視と自動計数による検出結果を比較した。目視で数えると約 700 個のエコーが存在し、慣れていない計測者の場合には全てを数え終わるまでに約 2 時間半を要した。しかし、作製したプログラムを用いると約 5 分で同じ画像データを処理することができた。最新バージョンのプログラムによるエコー検出性能としては、目視で明らかに判断できるエコーに対しては 96% であり個人差と同等かそれ以上の検出精度に至った。

3. 議論

週 1 回の実験時間を利用した約 1 年間の開発・改良作業の結果、本プログラムの性能はかなり改善されたが、実際に統計を取ってみた結果からはまだいくつかの問題が残されている。受信強度の時間変動が激しい長時間継続するロングエコーについては、移動平均による高空間周波成分の除去によって多くの場合 1 つのエコーと認識できるようになったものの、平均化処理で対応しきれない複雑なエコーに対してはまだ 2 つや 3 つのエコーと判断される場合がある。移動平均を取ることで様々な難題が解決できそうに思えたが、逆に移動平均を取ることで隣接した 2 つの短いエコーについては隙間が埋められ 2 つのエコーが 1 つのエコーと誤認される結果も生じた。HRO 観測で伴う種々の線状ノイズについても自動判断ルーチンを開発した。周波数方向、時間方向ともに大きなノイズが含まれる画像に対しては、縦横の輝度値を積分しその値が一定値を超える場合に周波数 (縦) 方向または時間 (横) 方向のノイズを疑い、該当部分に対してフラグを立てエコーの検出を行わない仕様とした。しかし、1 つの観測点においても種々あるノイズについての対処はまだ完璧にはできておらず、部分的に現れたノイズや曲線状のノイズに対してはエコーとして認識してしまう場合がある。

4. 結論

学部 3 年生の学生実験課題として HROFFT 出力画像における流星エコー自動計数を実現する実践的プログラム開発に取り組み、同じ課題を引き継ぎつつ 1 年間継続開発した結果、プログラミングを学びつつも検出率 96% という一定の成果を得ることができた。今後は上述した問題を改善すると共に、一般のユーザー (HRO 観測者) が使用しやすい形にして、HRO の利点である連続自動観測を活かした流星出現状況の自動監視プログラムへと発展させたい。

