

Resumen

La línea del hidrógeno neutro (HI) es una línea espectral en el campo de la radioastronomía que se genera debido a una transición hiperfina en el estado del átomo de hidrógeno como resultado se da la frecuencia de 1420 MHz. Su detección es necesaria para comprender la dinámica y estructura de la Vía Láctea, permite mirar regiones ocultas por el polvo interestelar y estudiar el movimiento del gas interestelar mediante el efecto Doppler.

Sin embargo, debido a su baja potencia es difícil de detectar por el ruido térmico e interferencias de radiofrecuencia generadas por sistemas de comunicaciones terrestres y satelitales, por lo que se requiere procesamiento de señales.

Para su detección este estudio utiliza diversas técnicas de estimación espectral en el dominio tiempo-frecuencia para superar las limitaciones de estimadores clásicos como la fuga espectral y la baja resolución en entornos con alta relación señal-ruido.

Este estudio demuestra la utilización de diversas técnicas espectrales como métodos directos como la Transformada de Fourier de Tiempo Corto (STFT), métodos indirectos basados en el correlograma y el teorema de Wiener-Khinchin, métodos paramétricos con el modelo Autorregresivo (AR) y el algoritmo MUSIC, así como representaciones tiempo-frecuencia como la Transformada Continua de Wavelet (CWT) y Superlets.

Tras evaluar el desempeño con métricas se determinó que el modelo Autorregresivo es la técnica más eficaz para la detección de la línea de hidrogeno utilizada en radioastronomía y telecomunicaciones.

Palabras Clave: Radioastronomía, Línea de hidrógeno neutro, Técnicas de estimación espectral, Dominio tiempo-frecuencia

Abstract

The neutral hydrogen (HI) line is a spectral line in the field of radio astronomy generated by a hyperfine transition in the hydrogen atom, resulting in a frequency of 1420 MHz. Its detection is necessary to understand the dynamics and structure of the Milky Way, allowing us to observe regions hidden by interstellar dust and study the motion of interstellar gas through the Doppler effect.

However, due to its low power, it is difficult to detect because of thermal noise and radio frequency interference generated by terrestrial and satellite communication systems, thus requiring signal processing.

This study uses various time-frequency domain estimation techniques to overcome the limitations of classical estimators, such as spectral leakage and low resolution in environments with a high signal-to-noise ratio.

This study demonstrates the use of various spectral techniques, including direct methods such as the Short Time Fourier Transform (STFT), indirect methods based on the correlogram and the Wiener-Khinchin theorem, parametric methods with the Autoregressive (AR) model and the MUSIC algorithm, and time-frequency representations such as the Continuous Wavelet Transform (CWT) and Superlets.

After evaluating performance with metrics, it was determined that the Autoregressive model is the most effective technique for detecting the hydrogen line used in radio astronomy and telecommunications.

Keywords: Radio astronomy, Neutral hydrogen line, Spectral estimation techniques, Time-frequency domain.