

# A Large Scale Structure Void Identifier for Galaxy Surveys Based on the $\beta$ -Skeleton Graph Method

FELIPE LEONARDO GÓMEZ-CORTÉS<sup>1</sup>

MASTER STUDENT

CODE 201324084

—

JAIME E. FORERO-ROMERO<sup>1</sup>

ADVISOR

<sup>1</sup>*Physics Department, Universidad de Los Andes*

## ABSTRACT

We are living the golden age of observational cosmology. Since the three past decades we are able to do precise observatioanl measurements of cosmological parameters. Besides, computational astrophysics is an stablshed tool to probe theoretical models and compare them with observations.

The standard cosmological model ( $\Lambda$ CDM) explains the observed Large Scale Structure (LSS) of galaxies by introducing dark matter and dark energy as the dominant Universe components along with baryonic matter. The LSS can be reproduced in large cosmological N-body simulations such as Millenium and Bolshoi.

One of the most striking features in the LSS are voids; irregular volumes on the order of tens of Mpc scales, where the matter density is below the 20% of the Universe average density and sparse non-massive galaxies. Voids can be used to study Dark Energy and give important hints about other

cosmological parameters. Statistics about voids population such as mass, shape and orientation encloses that information.

The  $\beta$ -Skeleton method has been widely used on image processing, recognition and machine learning applications, has been introduced recently in LSS analysis. It is a fast tool identifying LSS filaments, and promises to be a robust tool to make statistical analysis as the two point correlation function and the Alcock-Pazcynski test, both methods are currently used in cosmology.

The objective of this work is to develop a LSS void identifier based on the  $\beta$ -Skeleton method in order to improve the statistical analysis of voids in galaxy surveys and the constriction of cosmological parameters.

Keywords: Large Scale Structure, cosmology, voids, computational astrophysics

## RESUMEN

Estamos viviendo en la era dorada de la cosmología observacional. Desde las últimas tres décadas podemos realizar mediciones precisas de los parámetros cosmológicos. Además, la astrofísica computacional se ha establecido como una herramienta para probar modelos teóricos y compararlos con las observaciones.

El modelo cosmológico estandar ( $\Lambda$ CDM) explica la Estructura de Gran Escala (LSS) observada en las galaxias mediante la introducción de la materia oscura y la energía oscura como los componentes dominantes del universo junto con la materia bariónica. La LSS puede ser reproducida en grandes simulaciones cosmológicas de N-cuerpos como Millenium y Bolshoi.

Una de las características más destacadas de la LSS son los vacíos: volúmenes irregulares de escalas del orden de decenas de Mpc, donde la densidad de materia está por debajo del 20% del promedio de la densidad media del universo y se escasamente se encuentran galaxias de baja masa. Los vacíos en la LSS pueden ser usados para estudiar la energía oscura y pueden dar pistas importantes sobre otros parámetros cosmológicos. La estadística sobre la población de vacíos, como la masa, forma y orientación, guardan esa información.

El método  $\beta$ -Skeleton ha sido ampliamente utilizado en procesamiento de imágenes, reconocimiento y aplicaciones de *machine learning*, recientemente ha sido introducido en el análisis de la LSS. Es una herramienta rápida para la identificación de los filamentos en la LSS, promete ser una herramienta robusta para realizar análisis estadístico como la función de correlación de dos puntos y la prueba de Alcock-Pazcyński, ambos métodos usados actualmente en cosmología.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un identificador de vacíos de la LSS basados en el método  $\beta$ -Skeleton para mejorar el análisis estadístico de los vacíos de la LSS en catálogos de galaxias y la restricción de parámetros cosmológicos.

Palabras Clave: estructura de gran escala, cosmología, vacíos, astrofísica computacional.

## REFERENCES

- |   |  |
|---|--|
| <p>van de Weygaert, Rien 2014, Proceedings of the IAU, 308, 493</p> | <p>Fang, F.; Forero-Romero, J.; Rossi, G.; Li, X. &amp; Feng, L 2018, arXiv, 1809.00438 astro-ph</p> |
|   | <p>Alcock, C. &amp; Paczyński, B. 1979, Nature, 281, 358</p>   |
|   | <p>Leclercq, F.; Jasche, J. et al. 2015, JCAP, 03, 047</p>   |