

Poblando con galaxias simulaciones cosmológicas usando el modelo HOD

Autor: Jorge Carretero Palacios
(jcarrete@aliga.ieec.uab.es)

Tesis doctoral dirigida por:
Francisco Javier Castander y Enrique Gaztañaga
Centro: Institut de Ciències de l'Espai
(ICE-CSIC) / UAB

Fecha de lectura: 1 de febrero de 2013

El propósito de la tesis es presentar un método con el que construir catálogos de galaxias virtuales poblando simulaciones de N-cuerpos de materia oscura usando recetas basadas en el modelo "Halo Occupation Distribution (HOD)". Los catálogos generados cumplen una serie de propiedades observadas de las galaxias, tales como la función de luminosidad, el diagrama color-magnitud y la distribución espacial en función de la luminosidad y del color. Los datos observados provienen del "Sloan Digital Sky Survey (SDSS)".

Se describe el marco teórico en el que se basa la producción de los catálogos, tanto el "Halo Model" como el modelo HOD. Nuestros catálogos se construyen poblando con galaxias los catálogos de halos generados a partir de las simulaciones de N-cuerpos de materia oscura "Marenostrum Institut de Ciències de l'Espai" - MICE (<http://maia.ice.cat/mice/>). Caracterizamos el catálogo de halos usado calculando su función de masa, la función de correlación espacial a dos puntos de los halos y su "bias" lineal a gran escala en función de la masa del halo. El modelo HOD proporciona recetas para poblar los halos con galaxias. Este modelo puede ser parametrizado de diversas maneras. En nuestro caso comenzamos generando catálogos de galaxias usando las recetas del modelo HOD propuestas por

Skibba & Sheth en 2009. Debido a que el catálogo generado no se ajusta correctamente a las observaciones, investigamos en primer lugar y de manera analítica el cálculo de dos parámetros del modelo HOD, M_{min} y M_1 (asumimos $\alpha=1$), usando únicamente dos condiciones: la densidad media en número de galaxias y su "bias" en función de la luminosidad a una escala determinada. Posteriormente calculamos los parámetros del modelo HOD que mejor ajustan la distribución espacial de las galaxias, desde muy pequeña escala hasta ~ 30 Mpc/h, en función de la luminosidad, mediante la construcción de un "grid" de catálogos que cubren un amplio rango de los valores de tres parámetros del modelo HOD, M_{min} , M_1 y α . Para que los catálogos se ajusten a las observaciones es necesaria la introducción de nuevos ingredientes en el modelo: la técnica "SubHalo Abundance Matching (SHAM)" y un perfil NFW modificado.

Se crea un único catálogo que cumple al mismo tiempo la distribución espacial de galaxias para todas las luminosidades y todos los colores poblando el catálogo de halos calculado del "snapshot" a "redshift" $z=0$ de la simulación "MICE Grand Challenge". El catálogo se construye siguiendo un nuevo algoritmo en el que se introducen algunas modificaciones: "scatter" en la relación entre la luminosidad de la galaxia central y la masa del halo, M_h , el parámetro M_1 del HOD se modela en función de M_h , y se incluye una tercera componente Gaussiana (en lugar de dos), para describir el diagrama color-magnitud. Se calcula la función de luminosidad y el "bias" lineal de las galaxias del catálogo generado. También se muestra el efecto que producen las velocidades peculiares de las galaxias en su distribución espacial al medirla en el espacio de "redshift", y la función de correlación angular en la escala de las oscilaciones acústicas de los bariones (BAO). Finalmente y brevemente se describen algunas de las actuales aplicaciones de los catálogos usados en los proyectos Physics of the Accelerating Universe (PAU) y Dark Energy Survey (DES), en los que además se incluyen características específicas para cada una de las galaxias como son las propiedades morfológicas, la magnitud en distintos filtros dependiendo del "survey" o la deformación provocada por el "shear" gravitacional. La tesis puede ser descargada en: <http://maia.ice.cat/jorge/tesi.pdf>

Función de correlación espacial a dos puntos del conjunto total de las galaxias del catálogo (izquierda), de las centrales (centro) y de las satélites (derecha) en función de la distancia en la dirección de la línea de visión (r_π en el eje vertical) y en función de la distancia perpendicular (r_p en el eje horizontal) para un conjunto de galaxias con luminosidad $M_i < -19.0$ y contenidas en una caja de lado $L=307.2$ Mpc/h. En los paneles superiores no se tiene en cuenta la velocidad peculiar de las galaxias (espacio real) y en los paneles inferiores sí (espacio de "redshift"). Los colores naranja y rojo corresponden a valores altos de la amplitud de la función de correlación y los colores azul y gris a valores bajos.

