

D1 Ламянь по-ченьски

В этой задаче мы хотим изучить пространственное распределение цефеид в окрестности Солнца, а именно исследовать зависимость вертикальной координаты Z от галактических координат X и Y .

В файле `XYZ.txt` даны декартовы гелиоцентрические координаты цефеид. Ось X направлена от Солнца к центру Галактики, ось Y — от Солнца в сторону его вращения в Галактике, ось Z дополняет X , Y до правой тройки векторов.

- а) Каталог цефеид не обладает полнотой, зато обладает выбросами. Для дальнейшей работы оставим только объекты, удовлетворяющие условиям

$$-12 \leq X/\text{кпк} \leq 10,$$

$$-15 \leq Y/\text{кпк} \leq 15,$$

$$-5 \leq Z/\text{кпк} \leq 5.$$

Сколько таких объектов в каталоге?

- б) Постройте график распределения (т. н. диаграмму рассеяния) объектов на плоскости (X, Y) , цветом точек покажите значение величины Z . Соблюдайте масштаб осей 1 : 1.
- с) Для сглаживания влияния отдельных объектов и понимания формы диска Галактики проведем усреднение следующим образом: разобьем всю область (X, Y) на клетки размером 2 кпк $\times$ 2 кпк. Для каждой клетки определите количество объектов, попадающих в неё. Постройте диаграмму зависимости числа объектов от положения клетки.
- д) Для каждой клетки определите медианное значение Z -координаты. Постройте диаграмму зависимости медианы от положения клетки.
- е) Изучим количественно искривление диска галактики.

Разбейте объекты выборки на полосы вдоль оси Y шириной 2 кпк, выберите полосы с не менее чем 20 объектами и для каждой такой полосы определите коэффициенты линейной зависимости $Z(X, Y) = Z_0 + bY$ (различием значений X внутри полосы пренебрежем).

Приведите полученные значения коэффициентов, а также графики зависимости параметров от характерной X -координаты.

- ф) Постройте графики $Z(Y)$ для каждой полосы: отметьте объекты и полученные аппроксимационные прямые.

D2 Дикая Утка по-пекински

В файле `cluster.tsv` приведены данные из каталога Gaia для звёзд в окрестности радиусом $90'$ около координат $\alpha = 01^{\text{h}} 57^{\text{m}} 41^{\text{s}}$, $\delta = +37^{\circ} 47.1'$:

- RA_ICRS и DE_ICRS — прямое восхождение и склонение; P_l — параллакс,
 - pmRA и pmDE — собственное движение по прямому восхождению и по склонению,
 - Gmag — наблюдаемая звёздная величина в фильтре Gaia G.
- a) Постройте диаграмму распределения звёзд в координатах *собственное движение по прямому восхождению* — *собственное движение по склонению*. Для отображения плотности распределения используйте полупрозрачные маркеры. Выделите компактную область концентрации звёзд со схожими собственными движениями.
- b) Исследуйте распределение по расстоянию до звёзд из выделенной области. Определите группу объектов со сходными расстояниями, вычислите среднее расстояние до скопления и оцените его погрешность.
- c) Постройте карту соответствующего участка звёздного неба для объектов ярче 15^{m} . Звёзды поля (вне скопления) отмечайте серыми кружками, звёзды скопления — синими. Размер маркера должен отражать видимую яркость звезды.
- d) Определите положение центра скопления. Постройте зависимость поверхностной плотности звёзд скопления от углового расстояния до центра, сравните её с плотностью звёзд фона и оцените радиус скопления.
- e) Исследуйте зависимость пространственного распределения членов скопления от яркости. Для этого разделите звёзды скопления на две равные группы: «яркую» и «тусклую». Постройте радиальные профили распределений обеих групп. Можно ли утверждать, что яркие звёзды концентрируются к центру скопления?

D3 Танъюань Рассела

Вокруг Земли движется искусственный спутник по круговой кеплеровской орбите. Орбита характеризуется четырьмя неизвестными параметрами: высотой над поверхностью Земли, наклоном, долготой восходящего узла и аргументом широты на заданную эпоху.

Для получения информации о положении спутника **в реальном времени** доступен HTTP API по адресу `dev.astroedu.ru:8000/satellite`. В ответ на запрос сервер возвращает текущие азимут и высоту спутника для наблюдателя в Москве (55.7558 с. ш., 37.6173 в. д.).

Определите параметры орбиты спутника.