

Using circular mean Radon transform for numerical solution of inverse gravity problem

Alexey Pechnikov

pechnikov@mobigroup.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9626-8615> (ORCID)

Abstract

Provided numerical computation model for inverse gravity problem approximated solutions by circular mean Radon transform for horizontal and vertical pair of masses.

Введение

Как было показано в работах [1] и [2], с помощью кольцевого преобразования Радона (КПР) можно получить аналитическое и численное решения модифицированной обратной задачи гравитики для некоторых конфигураций источников. Под модифицированной обратной задачей понимается не исходный гравитационный потенциал, а его градиенты. Ниже будет рассмотрено обобщенное численное решение для восстановления сложных конфигураций источников.

Будем полагать заданным распределение аномальной силы тяжести $\Delta g(x, y)$ на поверхности $z=0$, представляющее собой вертикальную компоненту поля силы тяжести [1], [2].

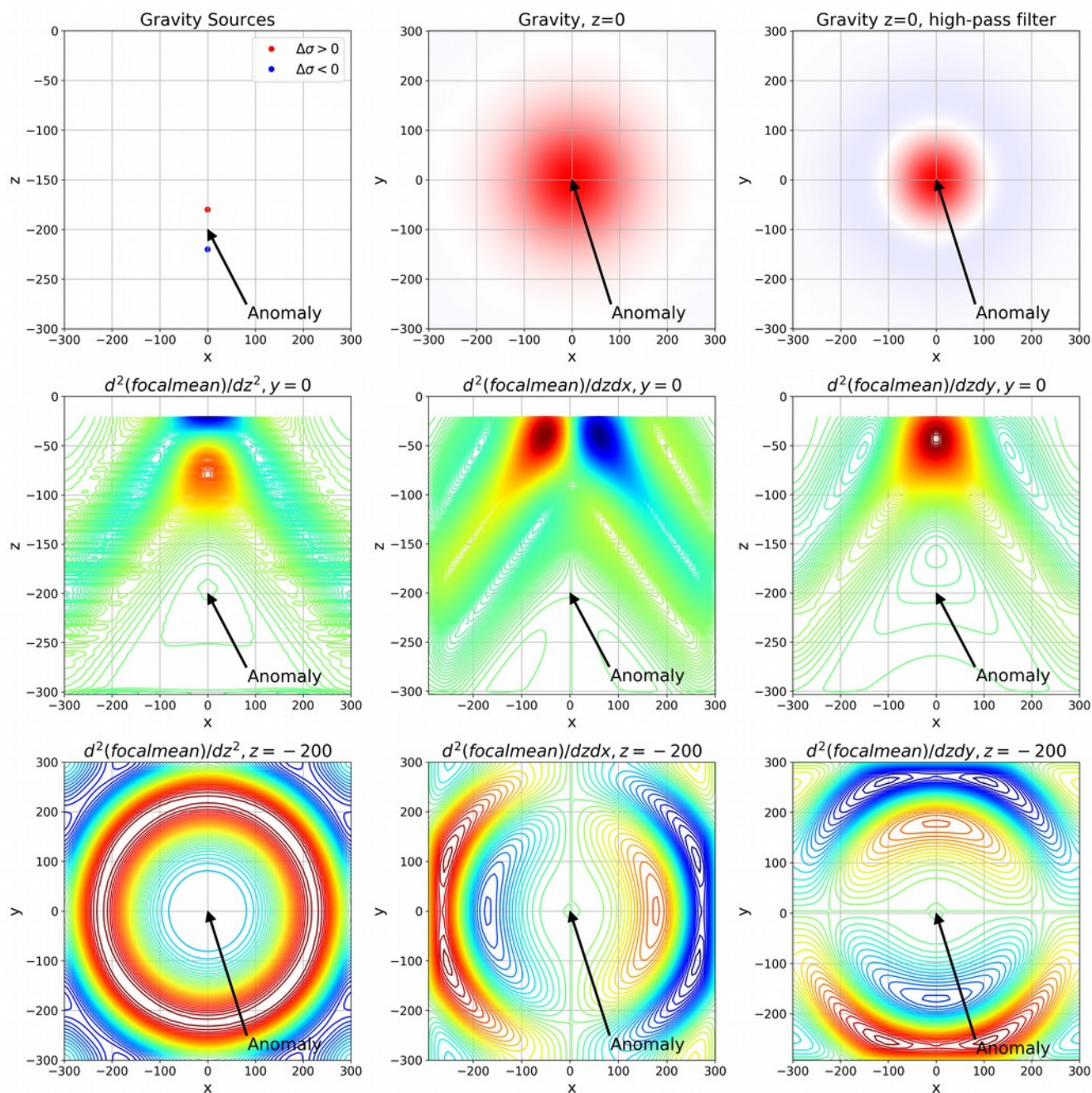
В первую очередь, необходимо определить пространственный масштаб, в котором проводится решение обратной задачи. На практике масштаб определяется или разрешением доступных исходных данных или предполагаемыми размерами искомых объектов. Все компоненты поля с длиной волны менее требуемого пространственного масштаба являются помехой и должны быть отфильтрованы с помощью фильтра высоких частот (high pass filter). Далее в численной модели исходное распределение поля силы тяжести будет смоделировано с разрешением 1м и применен фильтр высоких частот для удаления более низкочастотных компонент поля. Отметим, что в геофизике эта операция известна как редукция Буге и выполняется разными способами.

Следующий шаг состоит в вычислении 3D куба значений КПР [1], [2], известного также как фокальное среднее или focal mean. Эта операция подробно рассмотрена в указанных выше статьях и, кроме того, реализована во многих программных ГИС пакетах. К полученному кубу значений КПР необходимо применить преобразование масштаба $z = z/\sqrt{2}$ [1], [2].

Далее вычисляется градиент по вертикальной координате для полученного куба значений КПР [2].

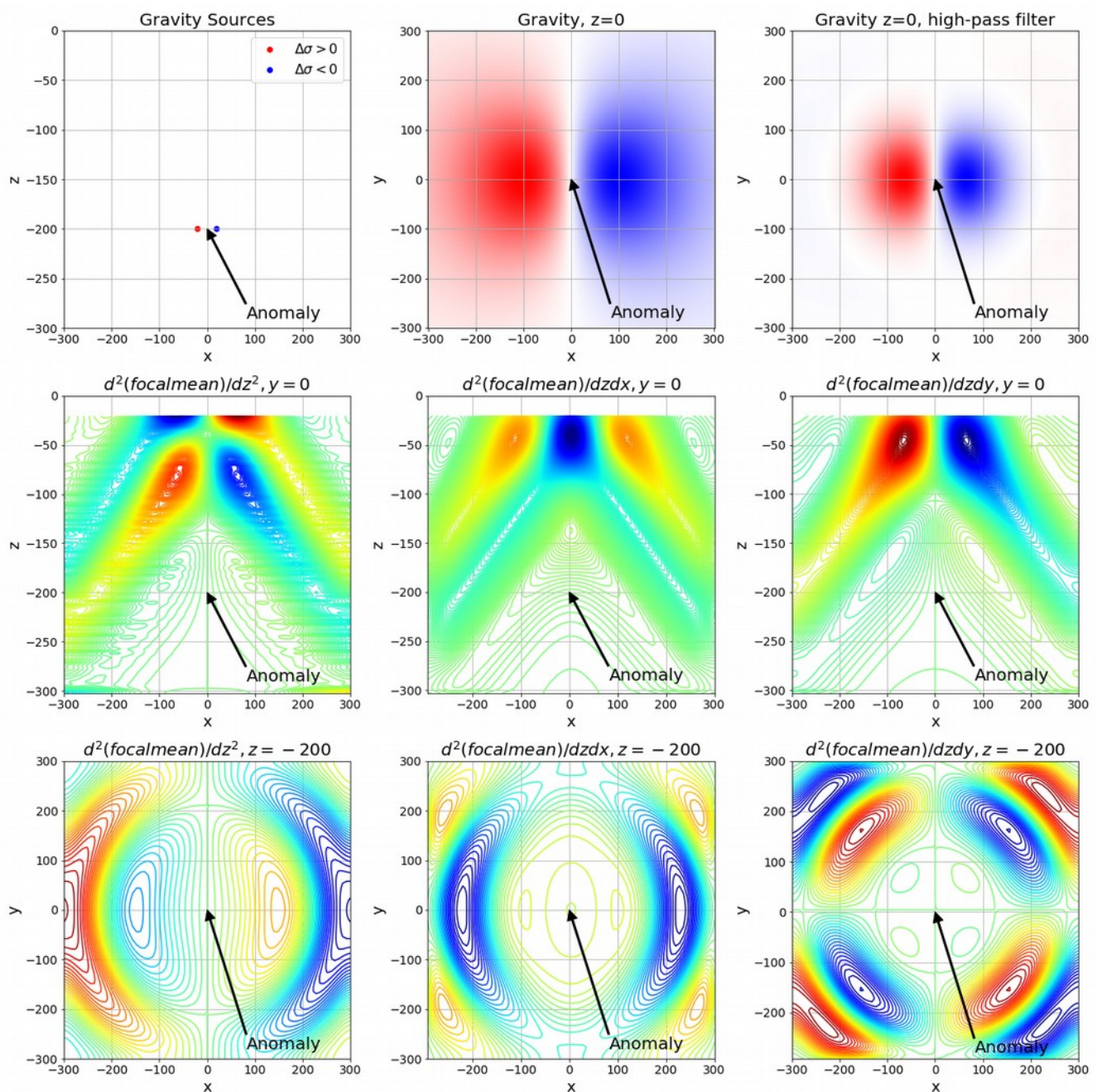
Полученный куб z -градиента КПР может быть проанализирован разными способами, также для визуализации удобно рассмотреть его градиенты по всем осям.

Решение обратной задачи для пары вертикально расположенных источников.



Рассмотрим пару вертикально расположенных аномалий плотности, равных по модулю и разного знака, расположенных на глубине 180м и 220м в точке $x=0, y=0$. В этом случае искомая аномалия гравитационного поля расположена в точке $x=0, y=0, z=-200$. На изображении выше видно, что на вертикальных и горизонтальных сечениях аномалия соответствует нулевой кривизне изолиний, то есть их центрам или точкам перегиба.

Решение обратной задачи для пары горизонтально расположенных источников.



Рассмотрим пару расположенных на одной глубине 200м аномалий плотности, равных по модулю и разного знака, расположенных в точках $x=-20, y=0$ и $x=20, y=0$. В этом случае искомая аномалия гравитационного поля расположена в точке $x=0, y=0, z=-200$. На изображении выше видно, что на вертикальных и горизонтальных сечениях аномалия соответствует нулевой кривизне изолиний, то есть их центрам или точкам перегиба.

Выводы

Как показано выше, использование КПР позволяет получать решение модифицированной обратной задачи гравитики для измеренных значений аномалий гравитационного поля (силы тяжести на поверхности). Отметим наличие ложных аномалий (см. изображения выше), которые в случае непрерывной среды будут перекрываться истинными аномалиями и могут исказить истинную картину распределения аномалий плотности. Эта проблема может быть решена путем выбора подходящего масштаба таким образом, чтобы ложные аномалии были или слабее по амплитуде или меньшего размера и вызванные их наложением искажения были минимальны.

Список литературы:

- [1] Alexey Pechnikov, Compensation of noise using circular mean Radon transform for the inverse gravity problem, 2018
- [2] Alexey Pechnikov, Using circular mean Radon transform for circular geological structures recognition and 3D geological volume reconstruction, 2018