

Неравновесная агрегация, фракталы

Ramzi Al-Dorikhim, Vasily O. Khuditsky, Nikita A. Toponen, Arsenij A. Ilinsky

RUDN University, 22 February 2022 Moscow, Russia

Неравновесная агрегация и фракталы

Агрегация, ограниченная диффузией

- Компьютерная модель агрегации, ограниченной диффузией представляет собой поле, заполненное частицами, совершающими хаотическое броуновское движение. На поле вносится центр агрегации, к которому «прилипает» всякая случайно прикоснувшаяся частица.



Рис.1 Фрактальный кластер из частиц льда

Фрактальная размерность

- Метод *сфер* или *ящиков* - для сферы можно вычислить массу части фигуры, оказавшейся внутри нее.
- Метод *подсчета клеток* - разбиение куба, охватывающего фигуру на более маленькие, и подсчет тех кубов, которые не пусты.

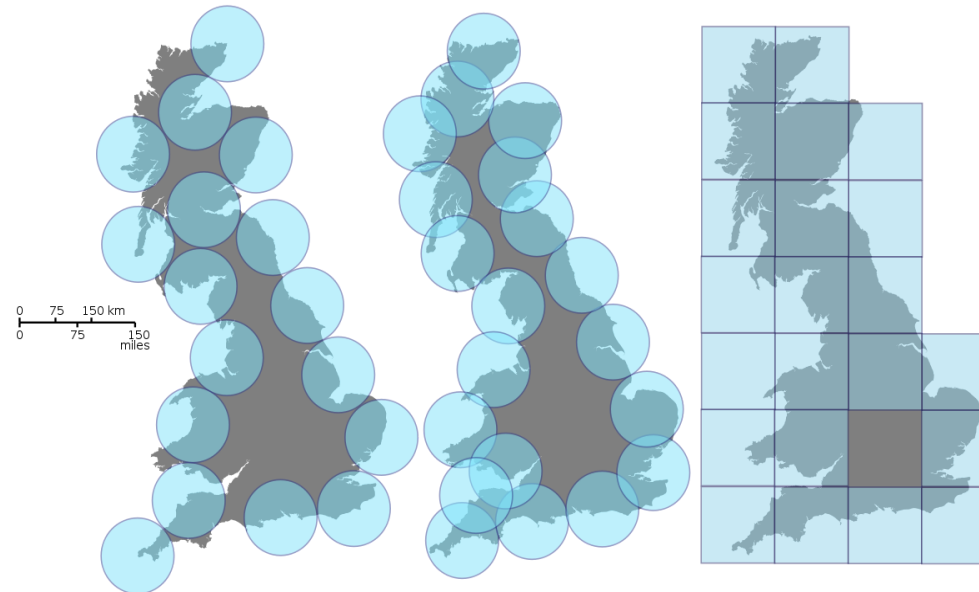


Рис.2 Методы измерения фрактальной размерности

Бессеточная модель

- Структура полученных DLA-кластеров отражает структуру сетки (имеются выделенные направления). Чтобы получить более симметричные кластеры, можно отказаться от сетки. В этом случае рост происходит следующим образом: вначале помещаем в центр поля затравочную частицу, затем с круга некоторого радиуса выпускаем следующую, которая случайно блуждает. Если частицы сближаются на расстояние взаимодействия (например, их удвоенный радиус), они слипаются. После этого выпускаем новую частицу и т. д.

Химически-ограниченная агрегация

- При диффузионно-ограниченной агрегации (DLA) частица всегда прилипает к кластеру с вероятностью 1. Можно уменьшить вероятность прилипания. Такой процесс роста называется химически-ограниченной агрегацией.
- Химическая-ограниченная агрегация моделирует ситуацию, когда вероятность зависит от того, каким концом молекула повернута к другой. Это приведет к появлению более плотных агрегатов (увеличению размерности), потому что у частицы увеличится шанс проникать во внутренние области и заполнять пустоты.

Баллистическая агрегация

- Модель баллистической агрегации описывает ситуации, когда агрегаты растут на поверхности, и частицы свободно падают по прямолинейным траекториям. Частица прилипает, когда оказывается рядом с занятым узлом. В этом процессе получается более плотный агрегат, однако его граница сильно изрезана и является фракталом.
-

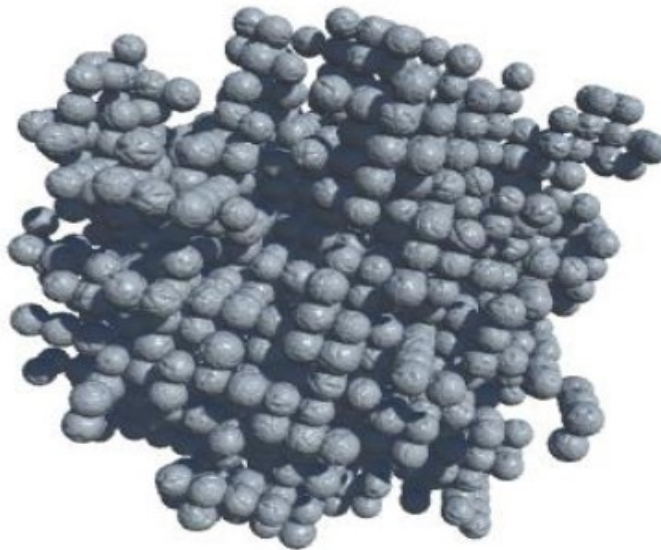


Рис.3 Баллистическая агрегация

Кластер–кластерная агрегация

- В случае роста агрегатов из первоначально однородной системы следует ожидать одновременного возникновения нескольких кластеров и их роста за счет поглощения мелких частиц, а также слипания друг с другом. Такой рост описывается моделью кластер–кластерной агрегации. Коэффициент диффузии может зависеть от размера агрегата.

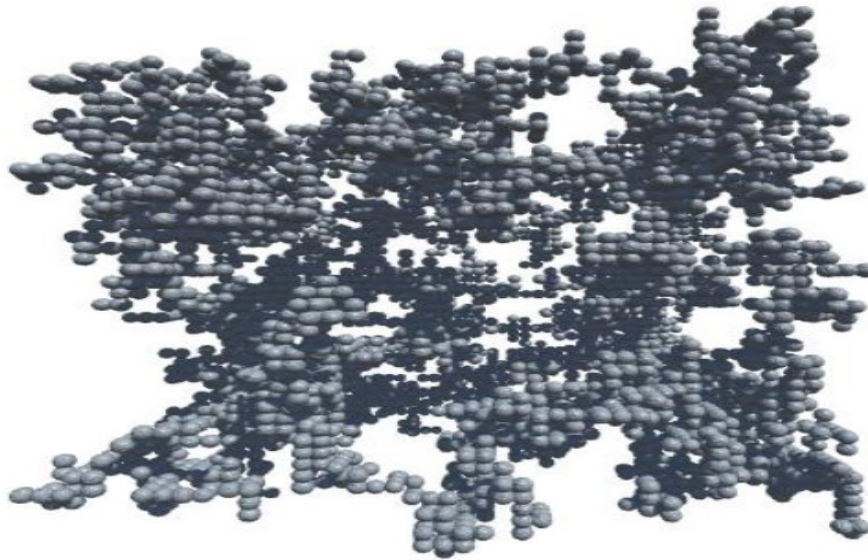


Рис.4 Кластер–кластерная агрегация

Библиография

1. Медведев Д. А., Куперштох А. Л., Прууэл Э. Р., Сатонкина Н. П., Карпов Д. И. : Моделирование физических процессов и явлений на ПК: Учеб. пособие / Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2010. — 101 с.
2. Электронный ресурс [Simulating 2D diffusion-limited aggregation \(DLA\) with JavaScript](https://medium.com/@jason.webb/simulating-dla-in-js-f1914eb04b1d) : <https://medium.com/@jason.webb/simulating-dla-in-js-f1914eb04b1d>
3. Международный научно-практический журнал "Программные продукты и системы": Тиртышников А.Ю., Лебедев И.В., Иванов С.И., Меньшутин Н.В. : [Сравнение алгоритмов DLA и RLA при моделировании пористых структур](#)
Статья опубликована в выпуске журнала № 4 за 2017 год. [на стр. 758-764]
<http://swsys.ru/index.php?page=article&id=4380>

Спасибо за внимание!