

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ КАРТИНЫ ПЯТНА РАССЕЯНИЯ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЙ НА МАТРИЧНОМ ПРИЕМНИКЕ

А.И. Стороженко, Н.Д. Толстога

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики.
(Технический университет)

Доклад посвящен анализу результатов исследования методов измерения координат энергетических центров пятен рассеяния. Особое внимание уделяется эффективности применения различных математических алгоритмов для обработки информации при поиске наилучших методов, повышении эффективности, точности и устойчивости.

Введение

В последнее время в связи с развитием новых технологий требуется все более и более точные данные, так как именно точность - залог надежности дальнейшего использования полученных результатов. Исследование в данной области необходимо для поиска различных методов, которые дадут наиболее адекватные результаты при поиске координат энергетических центров пятен рассеяния. Далеко не везде есть мощные компьютеры способные достаточно быстро произвести большое количество необходимых расчетов, так как большинство алгоритмов уточнения являются итерационными. И, как результат, встает проблема нахождения не столько наиболее точного метода, но наиболее эффективного метода, который даст результат быстро и точно. Именно поэтому оптимизация данной процедуры приобретает высокую актуальность, так как решение этой задачи позволит повысить скорость обработки данных и точность получаемых результатов.

Математический аппарат

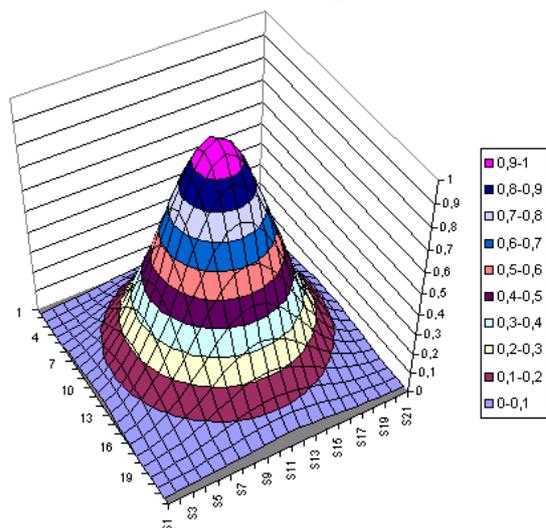


Рис 1. Вид функции Гаусса

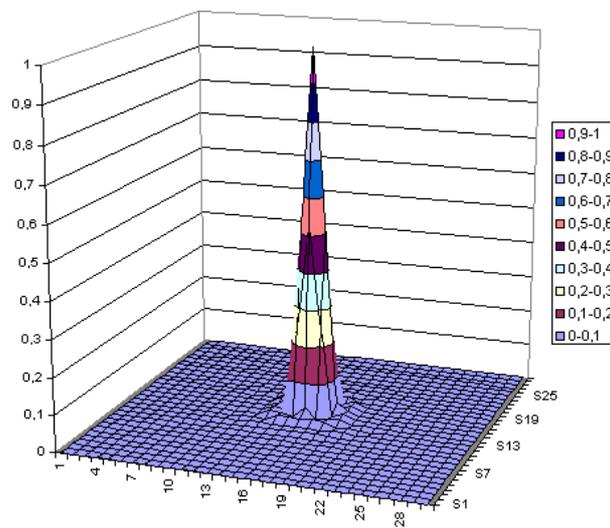


Рис 2. Вид дифракционно-ограниченного пятна рассеяния

На данных рисунках представлены две модели, используемые в работе. Вид функции Гаусса и вид дифракционно-ограниченного пятна рассеяния. С помощью этих моделей можно описать исследуемые пятна рассеяния.

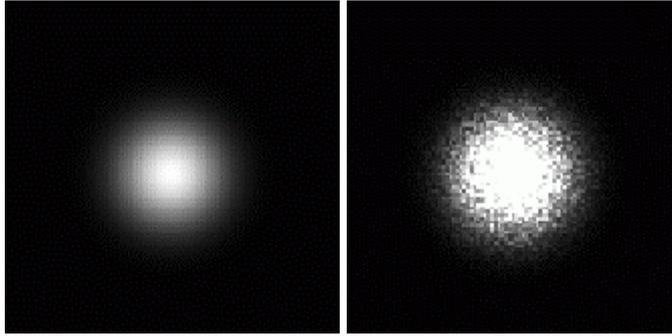


Рис 3. Функция Гаусса (без шума, с шумом-10%)

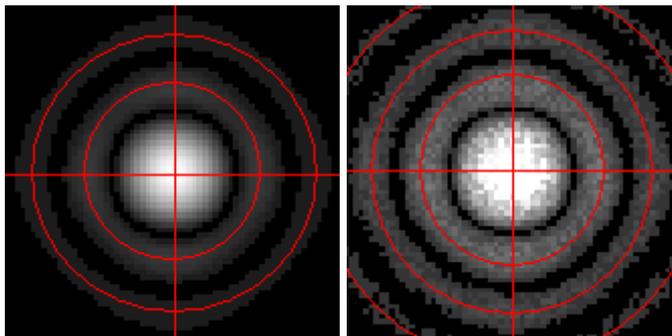


Рис 4. Дифракционное пятно рассеяния (без шума, с шумом-10%)

На рисунках 3-4 представлены пятна рассеяния, используемые для анализа пятна рассеяния при наличии шумов.

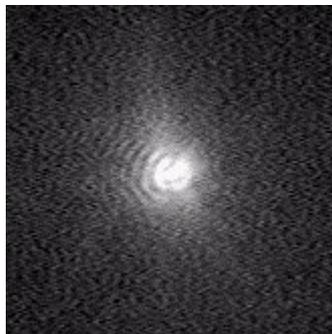


Рис 5. Реальное пятно рассеяния

В процессе исследования были рассмотрены следующие алгоритмы:

- Метод центра масс
- Дихотомия
- Золотое сечение
- Фибоначчи
- Параболическая интерполяция

Рассмотренные алгоритмы требуют больших затрат времени при использовании средних по размеру матриц. Так, например, при анализе одного пятна рассеяния на матрице размером 394x288 требуется несколько минут для дихотомии, но если бы это пятно рассеяния можно выделить до размеров порядка 25x25, то время сокращается до нескольких секунд. Процесс выделения состоит из поиска максимума и области пятна рассеяния, большей некоторого допуска. Если рассматривается снимок звезды, то чаще

всего, пятно рассеяния имеет радиус в пределах нескольких пикселей, а, значит, время процесса будет значительно меньше, но при этом возрастает трудоемкость поиска центра пятна рассеяния и традиционный метод центра масс дает ошибку порядка 1 пикселя.

Описание результатов

Результаты исследований представлены в таблицах 1-4.

Таблица 1. Результаты при норм. распределенном шуме для разных методов при анализе пятна рассеяния с гауссовым распределением

Шум \ Метод	Дихотомия	"Зол. сечение"	Фибоначчи	Параб. интерполяция
0	2E-12	1E-13	1E-13	1E-14
1	1E-03	1E-02	1E-02	1E-02
3	1E-02	1E-02	1E-02	1E-02
5	5E-02	5E-02	5E-02	5E-02
10	1E-01	1E-01	1E-01	5E-02

Таблица 2. Результаты при норм. распределенном шуме для разных методов при анализе пятна рассеяния в виде Фурье-образа

Шум \ Метод	Дихотомия	"Зол. сечение"	Фибоначчи	Параб. интерполяция
0	2E-12	1E-13	1E-13	1E-14
1	5E-02	3E-02	3E-02	5E-02
3	1E-01	1E-01	1E-01	2E-02
5	1E-01	1E-01	1E-01	5E-02
10	1E-01	1E-01	1E-01	5E-02

Таблица 3. Результаты при равномерно распределенном шуме для разных методов при анализе пятна рассеяния с гауссовым распределением

Шум \ Метод	Дихотомия	"Зол. сечение"	Фибоначчи	Параб. интерполяция
0	2E-12	1E-13	1E-13	1E-14
1	1E-03	1E-02	1E-02	1E-03
3	1E-02	1E-02	1E-02	1E-02
5	5E-02	5E-02	5E-02	2E-02
10	1E-01	1E-01	1E-01	5E-02

Таблица 4. Результаты при равномерно распределенном шуме для разных методов при анализе пятна рассеяния в виде квадрата Фурье-образа

Шум \ Метод	Дихотомия	"Зол. сечение"	Фибоначчи	Параб. интерполяция
0	2E-12	1E-13	1E-13	1E-14
1	5E-03	3E-03	3E-03	2E-03
3	1E-02	1E-02	1E-02	7E-03
5	1E-01	1E-01	1E-01	5E-02
10	5E-01	5E-01	5E-01	7E-02

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что ни одному из методов нельзя отдать предпочтение, так как каждый из них имеет свои достоинства. Для использования в обработке картин пятен рассеяния можно предложить некоторые комбинации:

1) оптимально по скорости – использование алгоритма параболической интерполяции, причем число итерационных шагов не превышает пяти (практически в 90% случаев после 3-5 шагов процесс почти прекращается);

2) оптимальный по точности – использование итерационного процесса из 3-5 шагов с помощью параболической интерполяции, после чего – применение алгоритма “золотого сечения” для сильно сокращенной области уточнения до завершения процесса.

Литература

1. Блейхут Р. Э. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов. - М: Мир, 1989. - 448 с.
2. Мак-Кракен Д., Дорн У. Численные методы и программирование на ФОРТРАНе. - М: Мир, 1969. - 582 с.
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. В двух книгах. - М.: Мир, 1982.
4. Хуанг Т. Обработка изображений и цифровая фильтрация. - М.: Мир, 1979. - 320 с.