

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

РЕКЛАМНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Программа вычисления пространственного спектра

Мессано-2D

.03524577.02728-01 99 01

Листов 6

Разработчик:

_____ /Соловьев А.В./

08.02.2009

Петрозаводск 2009

1. Функциональное назначение программы, область применения, её ограничения

При диагностике плазмы с конденсированной дисперсной фазой (КДФ) особую роль играет выяснение геометрических параметров формируемой в плазме структуры пылевых микрочастиц (размеры, расстояния между частицами и степень упорядоченности структуры). Как показывают исследования, упорядоченные пылевые образования в комплексной плазме имеют гексагональную структуру, поэтому считается весьма удобным для их описания использовать критерии структурного анализа, применяемые при описании жидкой фазы: парную корреляционную функцию и структурный фактор.

При исследовании структуры твёрдых тел и жидкостей координаты атомов и молекул невозможно получить непосредственными измерениями, однако удаётся получить вид структурного фактора по картине дифракционного рассеяния и, применив обратное преобразование Фурье, найти парную корреляционную функцию.

В случае плазменно-пылевых образований, их изображения непосредственно фиксируются на фотоплёнке или фоточувствительной матрице, так что возможно определение координат частиц и расчёт парной корреляционной функции в соответствии с её определением. Тем не менее, определение координат центров частиц по изображению пылевой структуры является плохо формализуемой ресурсоёмкой задачей. Кроме того, зачастую парная корреляционная функция оказывается недостаточно информативной.

Поскольку дифракционная картина, на основе которой в методах кристаллографии и структурного анализа вычисляются структурный фактор и парная корреляционная функция, представляет собой пространственный спектр исходного изображения, её можно также

рассчитать на компьютере. Таким образом, качественная и количественная информация о структуре пылевого образования в плазме может быть извлечена непосредственно из пространственного спектра изображения пылевого образования, полученного цифровой видео- или фотокамерой.

Предлагаемое программное средство «Мессано-2D» предназначено для расчёта пространственного спектра (модуля пространственного фурье-образа) цифрового изображения и его первичной обработки.

В качестве базовой платформы выбран язык Java. Он обеспечивает кроссплатформенность и мобильность модулей, а также их лёгкую интеграцию в веб-приложения. Приложение на языке Java строится из отдельных заменяемых блоков – классов. Программа разработана на основе классов «Конструктора Мессано»¹. Возможность работы с различными графическими форматами определяется настройками Java-машины (подсистема javax.ImageIO). В стандартной поставке Java 2 обеспечивается поддержка форматов GIF (только чтение), PNG и JPEG. Интерфейс программы представлен на рис. 1.

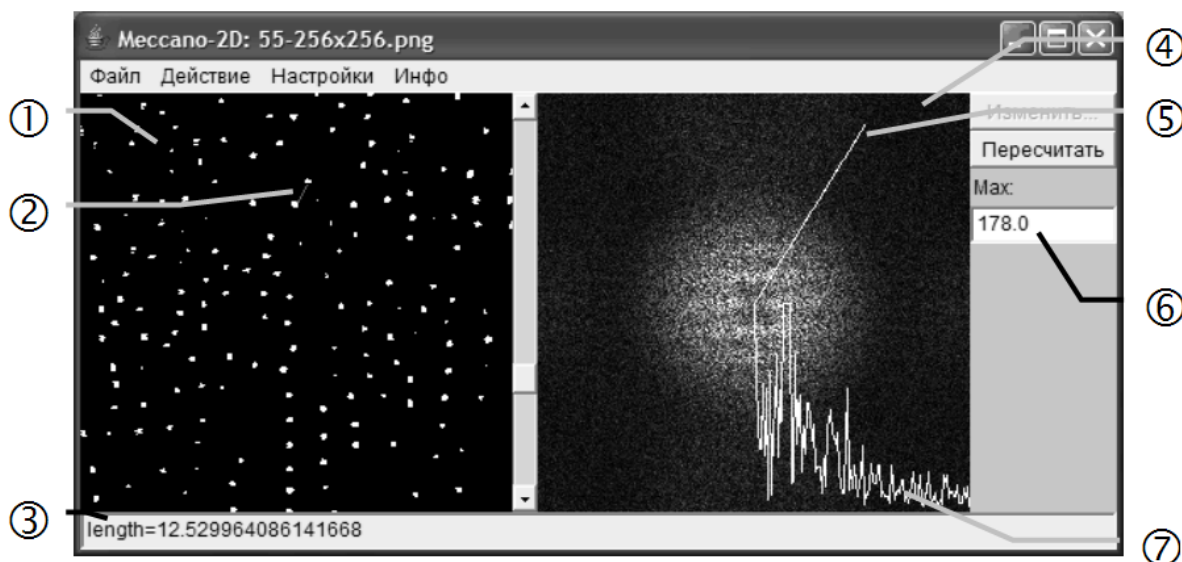


Рисунок 1 – Интерфейс программы Мессано-2D: 1 – поле исходного изображения, 2 – измерение расстояний между двумя заданными точками, 3 – строка статуса, 4 – поле пространственного спектра, 5 – выбор направления для построения графика яркости, 6 – уровень отсечки яркости, 7 – график яркости по выбранному направлению

¹ Конструктор Мессано : свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 10965 / Соловьев А. В. – № 50200801446 ; заявл. 23.06.2008 ; опубл. 01.09.2008 ; Инновации в науке и образовании № 42. – 1 с.

Растровое изображение можно представить в виде двумерной функции распределения яркости засветки фотоприёмной матрицы $A(x,y)$ от аргументов – координат фоточувствительных ячеек на поверхности матрицы x, y . Под пространственным спектром растрового изображения в данном контексте будет пониматься модуль фурье-образа двумерной функции $A(x,y)$, описывающей изображение исследуемого объекта:

$$H(f, h) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} A(x, y) \cdot \exp(-2\pi i f x) \cdot \exp(-2\pi i h y) \cdot dx \cdot dy. \quad (1)$$

В данном случае используется дискретное преобразование Фурье:

$$H_{lm} = \sum_{k=0}^{N_1-1} \sum_{j=0}^{N_2-1} A_{kj} \cdot \exp\left(-i \frac{2\pi k l}{N_1}\right) \cdot \exp\left(-i \frac{2\pi j m}{N_2}\right), \quad (2)$$

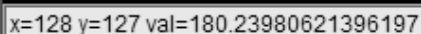
при этом предполагается, что исходная функция A_{kj} задана дискретно с шагом Δ_1 на интервале $[0; \Delta_1 N_1)$ по одному аргументу и с шагом Δ_2 на интервале $[0; \Delta_2 N_2)$ – по другому.

Яркость полученного изображения зависит от значения уровня отсечки (рис. 1, поз. 6). Значения модуля фурье-образа преобразуются в значения градации яркости изображения. Значениям, превышающим указанное значение уровня отсечки, сопоставляется максимальная градация яркости – 255. Меньшие значения преобразуются в пропорциональные значения градации яркости (от 0 до 255). Варьирование уровня отсечки позволяет добиться необходимой контрастности изображения пространственного спектра.

Для количественного анализа исходного изображения и его пространственного спектра в программу встроено несколько инструментов:

- Определение амплитуды яркости – при передвижении курсора мыши по изображению в строке статуса (рис. 2) отображаются текущие координаты относительно изображения и значение яркости в

соответствующей точке (в исходном изображении яркость нормируется на 1).



x=128 y=127 val=180.23980621396197

Рисунок 2 – Строка статуса программы: x,y – координаты точки, val – значение яркости

- Определение расстояния между заданными точками – при «перетаскивании» мыши (с нажатой левой кнопкой) строится отрезок (рис. 1, поз. 2), длина которого выводится в строке статуса (рис. 1, поз. 3).
- Построение графика распределения яркости по выбранному направлению – по щелчку правой кнопкой мыши от центра изображения пространственного спектра через указанную точку проводится луч (рис. 1, поз. 5). В нижней части изображения строится график распределения яркости вдоль этого луча (рис. 1, поз. 7).

2. Используемые технические средства

Требования к техническим средствам описываемой программы обусловлены требованиями среды, необходимой для запуска – Java Runtime Environment 2 (JRE2)

<http://java.sun.com/products/archive/j2se/5.0/system-configurations.html>:

ЭВМ на базе процессора Intel IA-32 (80386, 80486, Pentium, ...), Sun SPARC или AMD64/EM64T с операционной системой Microsoft Windows (98SE, ME, XP, 2000, 2003), Sun Solaris (8–10) или Linux (RedHat, SuSE и др.) Для установки JRE2 требуется примерно 20–60 Мбайт дискового пространства (зависит от версии). Программа распространяется в виде JAR-архива размером 25 Кбайт и для работы требует примерно 20 Мбайт свободной виртуальной памяти.

3. Специальные условия и требования организационного, технического и технологического характера

Программа предназначена для использования специалистами в области физики плазмы.

4. Условия передачи программной документации или её продажи

Программная документация распространяется на основании Лицензии для свободной программной документации фонда GNU (GNU Free Documentation License) <http://www.gnu.org/licenses/fdl.txt>