DOI: 10.17117/na.2015.11.04.245

Поступила (Received): 25.11.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.11.04.245.pdf>

Бодяк А.А.
Программная обработка наблюдений
солнечной активности

Bodyak A.A.
Software processing of observations of solar activity

В статье ставится задача реализовать программный компонент, позволяющий обеспечить распознавание темных участков на фотосфере Солнца и расчет числа Вольфа – показателя солнечной активности. В ходе работы были рассмотрены и реализованы следующие алгоритмы: детектор границ Кенни; алгоритм кластеризации; алгоритм «Обход графа в глубину»

Ключевые слова: число Вольфа, кластеризация, детектор границ, темные участки

The task of the article is the implementation of the software component which let identify sunspots on the sun's photosphere and calculate Wolf Number – an indicator of solar activity. In the course of the research were considered and implemented the following algorithms: Canny edge detector; algorithm Cluster; analysis Depth-first search (DFS)

Key words: Wolph number, clustering, detector borders, dark areas

Бодяк Алексей Александрович

Программист

Благовещенский государственный педагогический университет

г. Благовещенск, ул. Ленина, 104

Bodyak Alexey Alexandrovich

Programmer

Blagoveshchensk state pedagogical university

Blagoveshchensk, Lenina st., 104

Солнечная активность влияет на многие процессы, происходящие на земле. В настоящее время в ФГБОУ ВПО «Благовещенский Государственный Педагогический Университет» занимаются изучением солнечной фотосферы и различных явлений, протекающих на солнце. Известно, что одним из параметров характеризующих солнечную активность является число Вольфа, представляющее собой числовой показатель солнечных пятен. Темные пятна – это участки солнца, охлажденные примерно на 1500K, по сравнению с окружающими участками фотосферы. Формула числа Вольфа записывается как, $W = k(f + 10g)$, где k – нормировочный коэффициент, f – количество пятен, g – количество групп пятен. В Лаборатории космического мониторинга БГПУ возникла потребность в специальном программном обеспечении, позволяющем автоматизировать определение числа Вольфа и производить расчеты площади пятен.

Материалы для исследования были взяты с нескольких обсерваторий, таких как «Тесис», а конкретно со спутника «Коронас-фотон», уссурийской и киловодской обсерватории. Обсерватория «Тесис» разработана в лаборатории рентгеновской астрономии Солнца ФИАН им. П.Н.Лебедева

Для создания данного программного обеспечения потребовалась реализация нескольких алгоритмов компьютерной обработки изображений, таких как, алгоритм поиска границ на изображении «Детектор границ Кенни», алгоритм «Обход графа в глубину» для получения точного количества темных участков, «Алгоритм кластеризации» для получения групп пятен, все эти числовые показатели необходимы для расчета числа Вольфа. Рассмотрим этапы обработки изображения.

Алгоритм «Детектор границ Кенни» состоит из пяти составляющих:

1. *Сглаживание*, т.е. размытие для удаления шума с изображения
2. *Поиск градиентов* для того чтобы четко определить границы (границы отмечаются там, где градиент приобретает максимальное значение).
3. *Подавление не-максимумов*, т.е. только локальные максимумы отмечаются как границы.
4. *Двойная пороговая фильтрация* так как потенциальные границы определяются порогами.
5. *Трассировка области неоднозначности* т.е. итоговые границы изображения определяются путем подавления всех краев, не связанных с определенными границами.

Результат обработки данным алгоритмом представлен на рисунке 1.

Рис. 1. Границы выделены одним цветом

После обработки изображения детектором границ, мы получили четкие границы каждого пятна. Для дальнейшей обработки потребуется реализация алгоритма «Обход графа в глубину», этот алгоритм описывается рекурсивно. В данном случае, как только встречается пиксель определенного цвета, необходимо рассмотреть 24 точки вокруг данного пикселя и как только в этой области встретился еще пиксель данного цвета, перейти к нему и проделать операцию, описанную выше. Получаем количество пятен на изображении, рисунок 2. В программном коде каждое пятно есть не что иное как массив, заполненный пикселями. В дальнейшем, для поиска площади нам потребуются эти массивы. Каждое пятно выделим различными цветами, для видимости.

Рис. 2. Границы выделены цифрами, обозначающими разные цвета

Получив количество пятен, необходимо получить группы пятен, для этого реализуем «Алгоритм кластеризации». Данный алгоритм позволяет множество разделить на подмножества, именно это нас и интересует. Принцип этого алгоритма состоит в следующем:

1. Выбираем любое пятно и считаем, что это первая группа
2. Находим пятна, расположенные рядом с выбранным пятном и добавляем их в группу.

После обработки данным алгоритмом, получаем список групп пятен. Результат работы программы представлен на рисунке 3.

Рис. 3. Обработанное изображение, выделены группы пятен.

Полученные результаты обработки изображения позволили продолжить изучение солнечной активности, а также могут быть использованы при чтении лекций по физике и астрономии в ВУЗах и на элективных курсах в классах физико-математического профиля образовательных учреждений.

Разработанная программа не является полным завершением данных исследований, так как помимо темных участков, на фотосфере Солнца можно наблюдать такое явление как солнечный факел. Солнечным факелом называют яркие поля, которыми окружены пятна, образуются данные явления в активных областях магнитного поля Солнца. По своей природе факелы являются ничем иным как скоплением более горячего газа по сравнению с окружающей средой, именно поэтому они излучают большее количество света. Четче всего факелы можно наблюдать на границе солнечного диска.

Исходя из этого, можно модифицировать данную программу и позволить распознавать не только солнечные пятна, но и солнечные факелы, что позволит более детально изучать явления, протекающие на данном светиле.

Список используемых источников:

1. Рафаэль Гонсалес, Ричард Вудс *Digital Image Processing. Техносфера, 2006. 1073 с.*
2. Айзек Азимов *Марс. Луна. Галактики. Звезды. Солнце. Центрполиграф, 2003. 96 с.*
3. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. *Компьютерная обработка и распознавание изображений. Санкт-Петербург. 2008. 195 с.*

© 2015, Бодяк А.А.

Программная обработка наблюдений солнечной активности

© 2015, Bodyak A.A.

Software processing of observations of solar activity