предпринимателей считают, что нормализации ситуации понадобится время (2-3 года) или же некоторые считают, что человечеству придется приспособиться к этим условиям. Среди «пессимистов» больше предприятий, созданных до 2010 года и прошедших несколько экономических кризисов. Треть предпринимателей (31%) полагают, что ситуация нормализуется через несколько месяцев. Среди «оптимистов» больше молодых предпринимателей в возрасте до 30 лет (47% против 26% среди предпринимателей старше 50 лет).

Большинство (70%) слышали заявления о поддержке бизнесу со стороны Правительства России. Наиболее опытные предприниматели в возрасте 40 лет и старше (73%), молодые предприниматели в возрасте до 30 лет слышали об инициативах Правительства реже (56%).

Заявления о мерах поддержки со стороны правительств субъектов Российской Федерации предприниматели слышали реже – 36%.

Сегодня предпринимателем как никогда раньше требуется поддержка со стороны государства – 73% отметили, что остро нуждаются в ней. Чаще о необходимости помощи говорили собственники малых предприятий с численностью сотрудников от 16 до 100 человек (79%), причиной этого является наличие малого стартового капитала и резерва для поддержания имеющегося темпа производства, а также молодые предприниматели в возрасте до 30 лет (80%), причиной этого является не приспособленность компании к таким происшествиям мирового масштаба.

Говоря о мерах господдержки в кризис, в первую очередь предприниматели призывают отсрочить уплату налогов или отменить их. Также предприниматели просят предоставить субсидии/финансовую поддержку со стороны государства, ввести арендные и кредитные каникулы, выдавать беспроцентные кредиты на поддержание бизнеса, снизить или отменить обязательные взносы в ФСС.

Завершая эту статью, можно сделать вывод, что компаниям придется «перенести многое», чтобы их дело «выжило» и единственное, что им остается – надеяться на помощь со стороны государства: будь то налоговые льготы или прямое финансирование в виде субсидий

1. Влияние эпидемии коронавируса на бизнес и потребность в господдержке // <https://nafi.ru/projects/predprinimatelstvo/rossiyskiy-biznes-i-koronavirus-chast-1-predprinimateli-o-vliyani-epidemii-na-ikh-biznes-i-o-potrebu> (дата обращения 18.11.20)
2. Horowitz, C. R. A. J. 2010. The coronavirus is already hurting the world economy. Here's why it could get really scary. CNNBUSINESS, February 10, 2020. Coronavirus 'could cost global economy \$1.1tn in lost income'. The Guardian Feb 2020

**Лавров В.В.¹, Лучкина М.В.², Маричева О.Д.³, Неманов С.Г.³, Рындин К.Ю.⁴,
Тюрин В.С.⁵**

**Метод обнаружения движущихся удалённых объектов с неизвестными орбитами
на снимке звёздного неба при наличии сложного неоднородного фона**

¹ ПАО Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел»

² ООО «Компания АСТРА»

³ ООО «Институт инновационных исследований»

⁴ ОАО «Российские космические системы»

⁵ Акционерное общество «Астрономический научный центр»

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-12-2020-12

idsp: ljjournal-12-2020-12

Аннотация

Рассматриваются методы обнаружения движущихся удалённых объектов на формируемых в наземных телескопах однобайтовых снимках звёздного неба, при наличии сложного неоднородного фона, вероятностное описание которого неизвестно,

а также оценки координатных параметров (параметров треков) при выбранной модели движения объектов в виде отрезков прямой на интервале регистрации.

В условиях существенной априорной неопределённости относительно описания фоновой обстановки с использованием преобразования Радона и представления исходных оптических изображений (ОИ) совокупностью булевых матриц предложены помехоустойчивые алгоритмы решения рассматриваемой задачи при формировании ОИ телескопом как в барьерном режиме, так и в режиме автосопровождения движущегося объекта. В основу алгоритмов положен процесс факторизации значимых элементов булевых матриц с предлагаемым в работе отношением линейной связности. Приводятся примеры обработки ОИ, полученных в реальных условиях.

Ключевые слова: булева матрица, бинарное отношение линейной связности, оптическое изображение, обнаружение движущегося объекта, оценка параметров движения.

Abstract

Methods for detecting moving distant objects on one-byte images of the starry sky formed in ground-based telescopes in the presence of a complex inhomogeneous background, the probabilistic description of which is unknown, as well as estimates of coordinate parameters (track parameters) for a chosen model of object movement in the form of straight line segments at the registration interval are considered. In conditions of significant a priori uncertainty regarding the description of the background environment using the Radon transform and the representation of the initial optical images (IOs) by a set of Boolean matrices, noise-immune algorithms are proposed for solving the problem under consideration when the OI is formed by a telescope both in the barrier mode and in the auto-tracking mode of a moving object. The algorithms are based on the process of factorization of significant elements of Boolean matrices with the proposed linear connection relation. Examples of OI processing obtained in real conditions are given. Key words: Boolean matrix,

Keywords: Boolean matrix, binary relation of linear connectivity, optical image, detection of a moving object, estimation of motion parameters.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) (проекты № 19-07-00225А и 20-07-00122А).

Введение

Задаче выделения тусклых следов движущихся околоземных объектов на единичных ОИ звёздного неба с последующим восстановлением по ним орбитальных параметров объектов в настоящее время уделяется большое внимание. В частности, данной проблеме посвящены работы [1 – 4], в которых в рамках статистического подхода предлагаются различные модели вероятностного описания ОИ «полезных» объектов, звезд и фоновой обстановки, учитывающие влияние на оптическое излучение турбулентностей атмосферы.

В работе [5] предлагается компромиссный подход для выделения протяженных следов движущихся объектов и одновременного обнаружения неподвижных объектов (звезд), заключающийся в замене задачи выделения треков задачей обнаружения их фрагментов фиксированной длины с последующим их группированием. Одновременно решается задача обнаружения и идентификации звезд. При этом число группируемых фрагментов оказывается значительно меньше числа выделенных пороговой обработкой пикселей при традиционном подходе.

В работе [6] задача выделения неизвестных треков решается с использованием быстрого дискретного преобразования Радона (ДПР), которое позволяет обнаруживать на ОИ параметрически заданные кривые [7, 8]. Показано, что такой подход позволяет существенно увеличить быстродействие алгоритма согласованной фильтрации треков

по всем возможным угловым направлениям и существенно снизить порог их обнаружения при заданном уровне ложных тревог. В [9] рассматривается устойчивый метод выделения треков движущихся объектов на ОИ, формируемых в барьерном режиме наблюдения (экспозиция при неподвижном зеркале), основанный на процедуре факторизации элементов множества при заданном отношении эквивалентности.

В данной работе предлагается устойчивый метод выделения движущихся объектов с оценкой их информативных координатных параметров на ОИ, формируемых в наземных телескопах, как в барьерном режиме, так и в режиме сопровождения объекта. Для исходного ОИ используется представление в виде совокупности булевых матриц. В основу метода положены факторизация введенного представления ОИ с использованием на значимых элементах матриц бинарного отношения эквивалентности и преобразование Радона ОИ в выбранном представлении.

Выбор модели исходного изображения и постановка задачи выделения на нём изображения удалённых движущихся объектов

Формируемое телескопом оцифрованное ОИ в барьерном режиме можно представить в виде аддитивной суммы матриц

$$Y = \bigcup_{i=0}^2 Y_i, \quad (1)$$

где Y_0 – матрица интенсивностей, отличные от нуля элементы которой формируются только фоновым излучением и собственными шумами приемного устройства телескопа; интенсивности элементов матрицы Y_1 зависят излучения звезд, а элементы матрицы Y_2 включают в себя изображения движущихся объектов.

Введем соответственно для неизвестного количества значимых элементов матриц обозначения n_0, n_1, n_2 и связанные с ними вероятности $p_0 = n_0/n, p_1 = n_1/n, p_2 = n_2/n$; где $n = \sum n_i$.

Конкретизируем структуру отдельных компонент Y в выбранной модели ОИ. Вероятностное описание неоднородного фонового излучения априори неизвестно. Изображение отдельных звезд, полученное телескопом в барьерном режиме наблюдения, представляет собой свертку точечного источника с некогерентной круговой функцией рассеяния точки (ФРТ) $h(*)$ в системе источник излучения – атмосфера – телескоп, т. е. $Y_1 = \bigcup_{k=1}^K a_k h(r_k)$, где a_k и r_k – яркость и координаты в плоскости ОИ центра k звезды, общее количество которых K неизвестно. ОИ неизвестного числа M движущихся объектов представляют собой треки [3], которые аппроксимируются отрезками прямых с координатами концевых точек $[r_{j0}, r_{j1}]$, $j = \overline{1, M}$. В общем случае яркость объектов $y(r) \neq const; r \in [r_{j0}, r_{j1}]$ может флуктуировать. В выбранной системе координат на плоскости проходящая через точки $|r_1 >$ и $|r_2 >$ прямая задаётся уравнением [7] $\langle e_{\perp}(\varphi) | r_1 - r_2 \rangle = 0$. Здесь $|e_{\perp}(\varphi) >$ – единичный вектор по нормали к прямой, определяемый углом $\varphi = \arccos((x_1 - x_2)/|r_1 - r_2|)$.

Задачу выделения треков сформируем как задачу проверки трёх альтернативных гипотез о принадлежности выделенного сегмента ОИ к одной из составляющих изображения (1) с одновременной оценкой информативных параметров. Рассмотрим её поэтапное решение.

При анализе фонового излучения в некоторой локальной области ОИ $Y(k)$ считаем справедливой изотропную гауссову модель его распределения. Размер области $m = 2l_{max}$ определим исходя из максимально ожидаемого значения длины трека l_{max} . Пусть $Y = \bigcup_{k=1}^K Y(k)$, $Y(k_i) \cap Y(k_j) = \emptyset$ при $i \neq j$. На практике в каждой k_i локальной области справедливо неравенство $p_0 \gg (p_1 + p_2)$ (здесь и далее несущественные индексы по умолчанию опускаются).

В качестве робастных интервальных оценок интенсивности фона и его дисперсии $(\sigma, D(\sigma))$ в рассматриваемой области выбираем полученные по гистограмме

интенсивности $G(Y(k))$ медианную оценку $\hat{\sigma}(k) = \sigma_{med}(k)$ и половину разности между граничными значениями доверительного интервала с $p=0,68$ [9]:

$$\hat{D}(\hat{\sigma}(k)) = 0.5 \times (\hat{\sigma}_+(k) - \hat{\sigma}_-(k)), \hat{\sigma}_{\mp}(k) = G(N(\sigma_{med}(k)) \mp 0,34N).$$

Найденные оценки параметров распределения фона в отдельных областях $(\hat{\sigma}(k), \hat{\sigma}_{\mp}(k))$ используем в алгоритме анализа структуры фонового излучения с целью возможного объединения начального разбиения локально однородных областей, применяя алгоритм сегментации. В его основу положен алгоритм факторизации областей с использованием бинарного отношения связности $S(*)$, заданного выражением

$$Y(k_1)SY(k_2) \Leftrightarrow S_{sq}(k_1, k_2) \wedge \left(\frac{l(J(k_1) \cap l(J(k_2)))}{l(J(k_1) \cup l(J(k_2)))} > C_0 \right)$$

где $S_{sq}(k_1, k_2)$ – отношение соседства по квадрату двух анализируемых областей ОИ $Y(k)$; $l(J(k))$ – длина доверительного интервала $J(k) = [\hat{\sigma}_-(k), \hat{\sigma}_+(k)]$, а $C_0 \in [0,1]$ – значение порога для принятия положительного решения. В случае его принятия анализируемые области объединяются с последующим уточнением оценок параметров фонового излучения.

Представление исходного изображения совокупностью булевых матриц и алгоритм выделения изображения ярких звезд в барьерном режиме.

Наличие на Y ОИ звёзд, интенсивность которых существенно превышает интенсивность фона, позволяет на следующем шаге работы алгоритма выделить их ОИ с одновременной оценкой радиуса круговой ФРТ $h(*)$.

Введём в рассмотрение представление Y в виде совокупности булевых матриц

$$Y = \sum_{l=1}^M l * U(l); U(l): U(l)_{i,j} = true \text{ при } Y(i,j) = l; \text{ иначе } U(l)_{i,j} = false; U(l) \cap U(k) = \emptyset$$

где $U(l)$ – булева матрица, размерность которой совпадает с размерностью Y , l – конкретный уровень яркости пикселя, M – максимальное значение интенсивности в Y ; (i,j) – текущие значения индексов ОИ. Дополнительно будем рассматривать пороговые булевы матрицы, формируемые с использованием соотношения $B(l) = \bigcup_{j=l}^M U(j)$; $B(l) \cap U(k) = \emptyset$ при $k < l$. Для характеристики внутренней структуры матриц $B(l)$ и $U(l)$ справедливо сказанное при анализе выражения (1), в частности наличие неизвестных значений вероятностей p_0, p_1 и p_2 .

Считая распределение фонового изображения в выбранной локальной области Y нормальным, зададим значение вероятности получения ложных фоновых отметок $p_{лт}$ и найдём пороговое значение интенсивности $s_{п}$ для формирования пороговой булевой матрицы B .

Факторизацию (сегментацию) матрицы B на совокупность отдельных односвязных областей значимых элементов проведём с использованием бинарного отношения связности как транзитивного замыкания их отношения соседства по квадрату S_{sq} . В результате факторизации находим разбиение B на совокупность односвязных булевых областей (сегментов) $B = \bigcup_{i=1}^{N(s_{п})} b(i)$.

Вероятности p_1 и p_2 неизвестны. Поэтому классификацию элементов $b(i)$ на относящиеся или не относящиеся к ОИ звезд проведем с использованием нормированного значения показателя компактности $\gamma(b(i))$, который представляет собой отношение мощности выделенной области к квадрату её периметра [9]. Поскольку ОИ ФРТ $h(*)$ аппроксимируется кругом, а ОИ движущихся объектов – отрезками прямых, то соответствующее решающее правило о принятии положительного решения об отнесении элемента $b(i)$ к ОИ звезды принимает вид

$$\begin{cases} \text{при } \gamma(b(i)) \geq (C \approx 0.8) \Rightarrow true \\ \text{иначе } false \end{cases}.$$

За оценку характерного размера $a(\hat{h})$ структуры ФРТ $\hat{h}(*)$ принимаем его оценку, связанную с медианным значением $\gamma(*)$. В случае необходимости находим соответствующую интервальную оценку его дисперсии. Отнесённые к ОИ звёзд сегменты удаляются из исходного ОИ Y .

Выделение треков на изображении с использованием преобразования Радона

Для обнаружения неизвестного числа треков с оценкой их параметров в отдельных однородных и изотропных областях ОИ $Y(k)$ при наличии оценок параметров ФРТ $h(*)$ и аппроксимирующего распределения фонового излучения рассмотрим следующий алгоритм, в основу которого положено представление $Y(k)$ в виде совокупности пороговых булевых матриц $Y(k) \Rightarrow \{B(l)\}_{l=l_0}^M$ и преобразование Радона. Известно [7, 8], что преобразование Радона заданной функции $f(|r\rangle)$ на плоскости, которое в нормальной форме принимает вид

$$R[f](\rho, \varphi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\rho | e_{\perp}(\varphi) > -t | e_{\parallel}(\varphi) >) dt$$

где $\rho = \langle e_{\perp}(\varphi) | r \rangle$ – расстояние от начала координат по нормали к прямой, проходящей через выбранную точку $|r\rangle$ в угловом направлении φ в выбранной системе координат, позволяет выделить интегральные интенсивности ОИ $f(\rho | r\rangle)$ в параметрическом пространстве (ρ, φ) , координаты которого однозначно связаны с прямыми в исходном пространстве (x, y) . Вычислительная сложность предложенного в [6] алгоритма выделения треков с использованием ДПР остаётся достаточно высокой, поскольку для необходимой дополнительной корректной оценки координат концевых точек треков, проходящих через выбранную точку, требуется реализовать полный локальный перебор в четырёхмерном пространстве параметров (ρ, φ) .

Рассмотрим следующий двухэтапный алгоритм поиска треков на ОИ, в котором на первом шаге в структуре каждой матрицы $B(l)$ выделяется совокупность треков $tr(l) = \bigcup_{i=1}^{N(l)} tr_i(l, \lambda_i)$. Здесь λ_i – оценки четырёх выбранных параметров i трека и оценка связанной с ними корреляционной матрицы; а $N(l)$ – количество выделенных треков при заданном пороговом уровне интенсивности l . На следующем этапе по совокупности найденных оценок $\{tr(l)\}_{l=l_0}^M$ строится окончательная оценка $\hat{tr}$.

Переходя к описанию структуры алгоритма первого этапа обработки ОИ заметим, что через любой пиксель оцифрованного ОИ можно провести прямые в четырёх направлениях, заданных как координатными осями ОИ, так и направлениями $\pm 45^\circ$ относительно оси Ox , которые не пересекают одинаковые соседние с ним пиксели.

Для уменьшения числа проверок возможных гипотез о наличии в ОИ совокупности треков при выбранном уровне интенсивности l (далее индекс l без потери общности опускаем) развернём матрицу B в каждом направлении в вектор логических переменных, в котором каждый подвектор одинаковой длины w формируется последовательными соседними элементами исходной матрицы в выбранных направлениях (значение w определяется количеством элементов в строке максимальной длины матрицы B при выбранном направлении преобразования). В результате получим четыре вектора $T1 \div T4$, которые можно рассматривать в качестве элементов булевой алгебры, а также таблицы соответствия между индексами их элементов $F_{ij}(k_i, k_j); i = \overline{1,4}; i < j; (k_i, k_j) = 1, \dots$. Программная реализация таких векторов, в частности, возможна на java с использованием класса BitSet, методы которого дополнительно позволяют выделять односвязные интервалы значимых элементов, оценивать мощность выделенных интервалов (количество значимых элементов) и модифицировать значения отдельных элементов (бит).

Проведём преобразование каждого вектора. Формируем вектор $\hat{T}$ с использованием соотношений, определяющих объединение векторов T , $T^1(w)$ и $T^2(2w)$

$$T_0 = T \cup T^1(w) \cup T^2(2w), \text{ где } T^1(w) = T.get(w); T^2(2w) = T^1.get(2w);$$

где оператор $get(w)$ – формирует подвектор из исходного вектора, начиная с w элемента с дополнением его незначимыми элементами до требуемой длины; и свёртку значимых элементов T_0 с вектором значимых значений $l(m)$ длины m

$$\hat{T} = T_0 \oplus 1(m): T_0(i) = true; i \in [u - m, u + m] \text{ при } T_0(u) = true; u = 1, \dots$$

Можно показать, что полученная статистика $\hat{T}$ представляет собой прототип обобщённой структуры преобразования Радона бинарного ОИ, заданного сглаженной булевой матрицей B в диапазоне углов $\varphi = \pm 22.5^\circ$ относительно выбранного направления. Совокупность локальных последовательных векторов (интервалов) $\{\hat{T}_i; i = \overline{1, h}\}$ длиной w представляет собой объединение значимых интервалов четырёх соседних строк, сглаженных с использованием вектора $1(m)$ с учётом соседства по квадрату пикселей ОИ ($m = 1; h$ – количество столбцов). При большом значении пороговой интенсивности l велика вероятность пропуска ОИ треков (справедливо соотношение $p_3(l) \approx o(p_3)$) и/или флуктуации их интенсивностей необходимо увеличивать значение m . В силу отсутствия априорной информации о значениях вероятностей данный вопрос в настоящее время остаётся открытым. Это возможное направление дальнейших исследований с использованием имитационного моделирования для выработки рекомендаций по определению значений m в типовых условиях обработки информации.

По найденной статистике $\hat{T}$ на каждом i направлении ($i = \overline{1, 4}$) последовательно находим предварительные оценки локальных положений $t(*)$ значимых (метод $nextTrue(*)$) и незначимых ($nextFalse(*)$) элементов вектора $\hat{T}$

$$t(1, k) = \hat{T}.nextTrue(t(0, k - 1)); t(0, k) = \hat{T}.nextFalse(t(1, k));$$

при $t(0, -1) = 0; k = 1, \dots$

При выполнении условия $l([t(1, k), t(0, k)]) \in [l_0, l_{max})$ найденный интервал $t(k) = [t(1, k), t(0, k))$ включаем в предварительный состав возможных треков $t(k) \in \{t\}$. Нижняя граница априори допустимых длин трека l_0 определяется с использованием соотношения $l_0 = \max(l_{min}, n_{пор}\sigma/\sigma(l))$; где $l_{min} \geq a(\hat{h})$ – его минимально допустимая длина; $n_{пор}$ – длина трека, при котором обеспечивается требуемая вероятность его выделения при отношении сигнал/фон в пикселе $q = l$.

Сформируем статистику $\{\hat{t}\}$ с использованием выделенной совокупности четырех статистик $\{t_i\}_{i=1}^4$ с помощью следующего алгоритма.

Используя таблицы соответствия $F_{ij}(k_i, k_j)$, сгруппируем найденные оценки интервалов $\{t_i\}_{i=1}^4$ в отдельные группы $gr_g, g = \overline{1, N_g}$ по критерию пересечения интервалов из разных статистик $(t_i(k), t_j(u)) \in gr_g$, если $t_i(k) \cap t_j(u) \neq \emptyset$ и $i \neq j$. В каждой группе gr_g возможно включение до 4 интервалов $t_g(k)$, из которых для дальнейшего анализа оставляем интервал максимальной мощности (длины) $t_g^m = \max_k l(t_g(k))$ при условии, что длина следующего интервала в их упорядоченной статистике не превышает значения l_0 . В противном случае выделенную группу из дальнейшего анализа исключаем.

Каждый отобранный интервал t_g^m длиной w представляет собой объединение 4 локальных сглаженных соседних интервалов $\hat{T}_i$ и используется для поиска наиболее правдоподобной гипотезы из 10 возможных в локальной системе координат с одновременной оценкой параметров, применяя модифицированный метод наименьших квадратов [9].

В состав проверяемых гипотез входят 4 гипотезы о наличии трека в одном из сглаженных интервалов, 3 – о его наличии в двух соседних интервалах, 2 – в трех соседних интервалах и 1 – в 4.

Можно показать, что для u проверяемой гипотезы $u = \overline{1,10}$ оценка углового направления трека находится с помощью следующего алгоритма.

В области локализации $\Omega(u)$ выделенных $N(u)$ значимых элементов исходной матрицы B выбираем начало локальной системы координат в точке выборочного среднего $|\hat{r}(u)\rangle = 1/N(u)(\sum_{i=1}^{N(u)} |r_i(u)\rangle)$, в которой вычисляем корреляционную матрицу

$$R(u) = 1/(N(u) - 1)(\sum_{i=1}^{N(u)} (|r_i(u) - \hat{r}(u)\rangle \langle r_i(u) - \hat{r}(u)|)).$$

Оценку углового направления трека $\hat{\phi}$ находим с использованием функционала

$$\hat{\phi} = \arg \max_{\phi} P(\phi)R(u); \text{ где } P(\phi) = |e(\phi)\rangle \langle e(\phi)|,$$

а положения крайних точек выделенного трека $tr(u) = \{|r\rangle \in [|r_{min}\rangle, |r_{max}\rangle] | u\}$ совпадают с границами интервала на найденном направлении $\hat{\phi}$, содержащего в себе проекции значимых элементов из $\Omega(u)$.

Введем статистику, характеризующую качество найденной оценки трека

$$f(tr(u)) = (1/N_{\Sigma}(u)) \sum_{i=1}^{N_{\Sigma}(u)} |g_B(i|u) - g_{tr}(i|u)|$$

где $N_{\Sigma}(u)$ – общее количество элементов в выделенной строке; а $g_B(i|u)$ и $g_{tr}(i|u)$ – функции, равные 1 только в области значимых значений сглаженной матрицы $\hat{B}$ и в области определения трека соответственно. Отметим, что в структуре $f(tr(u))$ учтены невязки, связанные как с наличием значимых элементов, не включённых в структуру трека, так и включенных в трек априори незначимых элементов матрицы B .

Окончательное решение о структуре трека $\hat{tr}(g|l)$ в локальной области, связанной с t_g^m интервалом, при выбранном пороговом уровне интенсивности l по совокупности гипотез принимается с использованием следующего соотношения

$$\hat{tr}(g|l) = \arg \min_u f(tr(u))$$

В процессе последовательного уменьшения порогового значения интенсивности l с учетом ранее найденных решений $\hat{tr}(g|l+1)$ предложенный алгоритм поиска наилучшей структуры $\hat{tr}(g|l)$ трека повторяется вплоть до выполнения условия $f(\hat{tr}(g|l)) \leq f(\hat{tr}(g|l+1))$. В противном случае окончательное решение о структуре трека $\hat{tr}(g|l)$ принимается при текущем уровне интенсивности. Заметим, при вновь выбранном значении интенсивности l дополнительно решается задача возможного выделения новых треков.

Для оценки корреляционной матрицы оценок положения граничных точек треков используется приведённый в [9] метод складного ножа.

Обработка изображений, полученных в режиме слежения за ИСЗ

При формировании ОИ телескопом в режиме слежения за движущимся удаленным объектом он работает в режиме автосопровождения, параметры которого определяются с использованием априори известных орбитальных параметров объекта и геодезических координат пункта наблюдения. Отметим основные особенности реализации рассмотренных в работе алгоритмов обработки таких ОИ по сравнению с алгоритмами выделения треков на ОИ, сформированных в барьерном режиме.

Вычисление прототипа проекции орбитального движения объекта во время экспозиции $t \in [t_0, t_1)$ на плоскость исходного ОИ и поворот его в плоскости проводится таким образом, чтобы ось Ox соответствовала ожидаемому направлению движения объекта. Обозначим соответствующий преобразованию ожидаемый интервал значимых пикселей через $b_{исз}$.

При вычислении параметров ФРТ $h_c(*)$ по излучению ярких звёзд в её структуре следует учитывать $b_{исз}$. Аналогичным образом модернизируется алгоритм при выделении неизвестных треков. Детализацию модернизации соответствующих алгоритмов ввиду её очевидности опускаем.

Примеры обработки изображений

Возможности обработки ОИ предложенным в работе методом проиллюстрируем на примере обработки представленного справа на рис. 1. фрагмента ОИ, полученного в натуральных условиях в барьерном режиме наблюдения. Слева на рис. 1. приведено ОИ, сформированное после обнаружения на ОИ ярких звёзд, определения их параметров и параметров ФРТ, а справа – после удаления ОИ звёзд из исходного ОИ. Введённое в работе представление ОИ в виде совокупности булевых матриц позволяет изменять относительные уровни интенсивности, сохраняя структуру матриц. С целью лучшего зрительного восприятия это использовалось нами при формировании на рисунке ОИ, не содержащего ОИ ярких звёзд.

Рис.1. Фрагменты изображений звездного неба. Слева: ОИ, полученное в реальных условиях эксплуатации телескопа; справа – ОИ после удаления в нём ОИ ярких звёзд.

На следующем рисунке приведены результаты обработки локального фрагмента, содержащего ОИ флуктуирующего трека, на отдельных этапах работы алгоритмов метода. В верхнем ряду слева направо приведены ОИ фрагмента повернутые против часовой стрелки на углы 90° , 45° , -45° и -42° соответственно. Последнее значение получено в процессе предварительного уточнения оптимального угла поворота с использованием структуры сформированного при угле поворота $\varphi = -45^\circ$ ОИ методами матричного анализа.

ОИ в среднем ряду получены путем восстановления отдельных булевых ОИ в результате следующего преобразования. В каждой исходной булевой матрице объединяются четыре последовательные строки. Причем, соседняя строка формируемой матрицы содержит последнюю ранее выбранную строку исходной матрицы. Полученная матрица сглажена с параметром $Sm=2$ и использованием порога при минимальной длине трека $l_0=30$ для выделения совокупности связанных интервалов на сглаженном ОИ. Такие ОИ в алгоритме используются в качестве текущих и приведены в качестве иллюстрационных.

В нижнем ряду приведены ОИ, полученные в результате согласованной фильтрации преобразования Радона бинарного представления сглаженных ОИ при выбранном значении интенсивности, формируемые с адаптивной оценкой длины возможного трека в пространстве экранных координат. При этом максимальное значение функции отклика локализуется в середине трека. Уровни интенсивности на отдельных ОИ нормированы к максимально найденному уровню отклика фильтра среди всех ОИ.

Рис.2. Повернутые против часовой стрелки ОИ на заданный угол φ . В верхнем ряду: слева направо при $\varphi \in \{90^\circ; 45^\circ; -45^\circ; -42^\circ\}$. В среднем ряду восстановленные после сглаживания ОИ. В нижнем ряду – результат адаптивной согласованной фильтрации преобразования Радона

Представленная информация в полной мере отражает картину, которая возникает на отдельных этапах обработки ОИ, формируемых в барьерном режиме. На основании полученных результатов удаётся выделить локальные участки ОИ, которые являются исходными для поиска окончательного решения. Его визуальное представление содержится на рис. 3, на котором слева направо приведены локальные фрагменты сглаженного ОИ, выделенного истинного ОИ, ОИ после преобразования Радона при выбранном уровне интенсивности и соответствующее ему бинарное ОИ, полученные при следующих параметрах настройки алгоритмов $Sm=2$ и $lo=30$.

Рис.3. Визуальное представление информации, связанной с предварительно выделенным флуктуирующим треком.

Для формирования окончательного решения о наилучших параметрах трека в выбранном диапазоне интенсивностей воспользуемся предложенными в работе функционалами качества. Приведём результаты, полученные с помощью следующего алгоритма анализа.

Считаем найденное угловое направление $\hat{\phi} \approx 42^\circ$ предварительной оптимальной оценкой углового направления трека. На выделенном фрагменте ОИ при каждом u уровне пороговой интенсивности находим односвязную s строку матрицы $B_{sm}(u)$, по которой определяем положение центра трека $|\hat{r} >$ и его длину $\hat{L} \Rightarrow \hat{tr}(\hat{\lambda}|u)$, где $\hat{\lambda} = \{s, \hat{\phi}, |\hat{r} >, \hat{L}\}$ в исходной матрице $B(u)$.

При найденных параметрах $\hat{\lambda}$ принимаем решение о принадлежности значимых пикселей сглаженного интервала к выделенному треку с использованием допустимого значения невязки $\Delta = 1/\sqrt{2}$ (размер пикселя по диагонали) и по уточнённой статистике восстанавливаем трек $\hat{tr}_{sm}(\hat{\lambda}|u)$.

По совокупности выделенных интенсивностей $u \in [u_{min}, u_{max})$ выбираем оптимальное значение u^* по критерию максимума мощности в строке $B(u)$, а при возникновении неоднозначной ситуации оценки трека $\hat{tr}_{sm}(\hat{\lambda}|u)$ и $\hat{tr}(\hat{\lambda}|u)$ – сформированное при большем значении интенсивности u .

При найденной оценке u^* уточним найденное решение $\hat{tr}(\hat{\lambda}|u^*)$ путём анализа исходной статистики с добавлением в неё информации о значимых элементах, содержащихся в $\{s - 2, \dots, s + 2\}$ строках $B(u^*)$ матрицы. Полученные результаты приведены в следующих таблицах.

Таблица 1.

Оценки параметров односвязных связанных интервалов значимых пикселей максимальной мощности на отдельных строках матриц при выбранном пороговом уровне интенсивности.

№ строки	Параметры истинного интервала				Параметры сглаженного интервала			
	мощность	Координаты точек трека			мощность	Координаты точек трека		
		слева	среднее	справа		слева	среднее	справа
1	4	83	86.75	89	11	81	86	91
2	23	57	77.9	97	45	55	77	99
3	68	9	51.5	95	91	7	52	97
4	2	63	65	67	9	61	65	69
5	В строке одна точка				Обработка не проводилась			

Таблица 2.

Максимальные значения мощностей выделенных односвязных интервалов, полученных при разных уровнях пороговой интенсивности

№ u	№ строки	Мощность в $B(u)$	Мощность в $B_{sm}(u)$	Невязка
1	3	68	91	23
2	3	68	91	23
3	3	66	91	25
4	3	33	47	13
5	3	31	47	15

Информация в таблицах представлена в экранной системе координат. В таблице 2 данные приведены по мере возрастания порогового уровня интенсивности. Краткий анализ данных таблицы позволяет сделать следующие выводы. В качестве оптимальной оценки с точки зрения предложенного критерия качества следует выбрать трек максимальной мощности $\hat{tr}(\hat{\lambda}|u^*)$, параметры которого приведены в таблице 1, т. к. типична ситуация наличия интервалов значений пороговой интенсивности, в пределах которых параметры треков остаются практически постоянными. При этом по мере уменьшения порогового уровня интенсивности увеличивается количество ложных

пикселей в соседних строках матриц $B(u)$. С другой стороны, по мере возрастания порогового уровня интенсивности при выделении на ОИ тусклых треков возможно резкое изменение их параметров. Следовательно, при обработке совокупности снимков, полученных в одном сеансе наблюдения, для решения задачи восстановления параметров орбиты движущегося объекта целесообразно сохранять оценки параметров возможных треков, формируемых в таких ситуациях.

В следующей таблице приведены результаты уточнения оценки углового направления найденного трека $\hat{tr}(\hat{\lambda}|u^*)$ (угла $\hat{\phi}$ в градусах) с использованием информации о значимых элементах на соседних строках матрицы $B(u^*)$, а также оценки мощности выбранной статистики, количества в ней односвязных интервалов и положения середины трека.

Таблица 3.

Изменение оценок параметров трека при корректировке исходной статистики

Дополнительные строки интервалов				Изменение ϕ		Значение мощности		Значение среднего			
К-во	Положение	Дейст. инт.	Сглаж. инт.	Дейст.	Сглаж.	Дейст.	Сглаж.	Х коорд.		У коорд.	
								Дейст.	Сглаж.	Дейст.	Сглаж.
1	сверху	6	1	0.3	0.28	99	154	56.38	57.36	-0.67	-0.57
1	снизу	9	6	-0.12	-0.11	78	126	49.98	50.04	0.14	0.3
2	обе	15	7	0.42	0.45	111	194	54.83	55.02	-0.2	-0.15
2	сверху	13	4	0.35	0.2	107	189	56.89	57.16	-0.47	-0.72
2	снизу	11	8	-0.08	-0.08	82	147	50.13	52.14	0.2	0.52
4	обе	24	12	0.47	0.2	122	248	55.37	56.05	-0.27	-0.24

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о достаточно качественном решении задачи выделения ОИ тусклых флуктуирующих треков на ОИ звездного неба, формируемых в наземных телескопах в барьерном режиме. При оценке их параметров в большинстве случаев достаточно ограничиться анализом структуры максимально правдоподобной статистики.

Отличительным моментом алгоритма обработки ОИ, полученных в режиме сопровождения идентифицированных движущихся объектов, является фильтрация ОИ звезд. На рис.4. приведены фрагменты исходного ОИ (слева) и ОИ, полученного после фильтрации на нём ОИ звезд и пороговой обработки с учётом оценок параметров фонового излучения (справа).

Рис.4. Результаты фильтрации ОИ звезд на ОИ, сформированном в режиме сопровождения идентифицированного движущегося объекта. Слева – фрагмент исходного ОИ; справа – результат фильтрации.

Заметим, что на результирующем ОИ просматривается «точечное» ОИ движущегося объекта, параметры которого (яркость и размеры) зависят от достоверности параметров режима сопровождения объекта.

Заключение

Предложен метод выделения тусклых флуктуирующих треков движущихся объектов на ОИ звёздного неба, формируемых в наземных телескопах в условиях

существенной априорной неопределённости относительно описания фоновой обстановки. Реализация метода включает в себя последовательные этапы проверки трёх гипотез с одновременной оценкой параметров.

На первом этапе в области однородного фонового излучения в рамках нормальной модели фонового распределения строится оценка его параметров.

На втором этапе при выбранной вероятности появления фоновых отметок по битовому изображению решается задача выделения и фильтрация ОИ звёзд с оценкой параметров изотропной функции рассеяния точки в системе источник – атмосфера – телескоп.

На третьем этапе с использованием представления исходного ОИ совокупностью булевых матриц решается задача выделения на ОИ тусклых флуктуирующих треков с одновременной оценкой их экранных параметров в составе положения центра трека и краевых точек (пикселей), а также его углового направления в экранной системе координат. Предложена четырех канальная процедура обработки ОИ, которая помимо исходного ОИ использует его повернутые на 45°, 90° образы. В основу обработки исходных булевых матриц положено их модифицированное преобразование Радона, которое позволяет с использованием факторизации выделить в структуре матриц локальные интервалы связанных значимых элементов, и процедура сглаживания выделенных интервалов. Выделение максимально правдоподобного трека из числа возможных в локальной области реализовано с использованием метода максимума правдоподобия.

Приведён пример обработки ОИ, полученного в реальных условиях. Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о достаточно качественном решении задачи выделения ОИ тусклых флуктуирующих треков на ОИ звездного неба, формируемых в наземных телескопах в барьерном режиме. При оценке параметров в большинстве случаев достаточно ограничиться анализом структуры максимально правдоподобной статистики.

Предложена модификация метода для обработки ОИ, полученных в телескопах в режиме сопровождения идентифицированных движущихся объектов, в частности в процессе фильтрации ОИ ярких звёзд. Приведён результат проведения такой обработки.

Полученные результаты могут быть основанием для рекомендации по реализации алгоритма в режиме реальной работы телескопа.

1. Выделение в цифровом изображении следов тусклых космических объектов с неизвестными орбитами А. Е. Колесса, Кузовов К. Д. [kolessa @ yandex.ru](mailto:kolessa@yandex.ru), Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел», Московский физико-технический институт [Электронный ресурс] <https://docplayer.ru/37371882-Vydelenie-v-cifrovom-izobrazhenii-sledov-tusklyh-kosmicheskikh-obektov-s-neizvestnymi-orbitami.html>.
2. А. Е. Колесса, В. Г. Репин Робастный адаптивный алгоритм выделения отметок от целей в цифровом изображении Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел» [Электронный ресурс] <https://docplayer.ru/51026878-Robastnyy-adaptivnyy-algoritm-vydeleniya-otmetok-ot-celey-v-cifrovomizobrazhenii.html>.
3. M. Uney, B. Mulgrew, D Clark, — Maximum Likelihood Signal Parameter Estimation via Track Before Detect, Conference: Sensor Signal Processing for Defence, At Edinburgh, Volume: 1, 2015.
4. Gural P.S. Matched Filter Processing for Asteroid Detection P. S. Gural, J. A. Larsen, A. E. Gleason The Astronomical Journal, 130: 1951-1960, 2005
5. G. Tartakovsky, A. E. Kolessa, A. P. Ivanov, A. P. Lukyanov, and V. A. Radchenko, — Efficient Estimation and Decision-Making Methods for Short Track Identification and Orbit Determination, Proceedings of the 1st NEO and Debris Detection Conference, Darmstadt, Germany, 22-24 January 2019, published by the ESA Space Safety Programme Office, Ed. T. Flohrer, R. Jehn, F. Schmitz (<http://neosst-conference.sdo.esoc.esa.int>, January 2019, pp. 1-10).
6. P. Hickson, — A fast algorithm for the detection of faint orbital debris tracks in optical images, preprint, 2018. [Электронный ресурс]

- https://www.researchgate.net/publication/327434972_A_fast_algorithm_for_the_detection_of_faint_orbital_debris_tracks_in_optical_images.
7. С. А. Запрягаев, А. И. Сорокин ПРОГРАММНАЯ ОБОЛОЧКА ДЛЯ ПОИСКА ПРИМИТИВОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ [Электронный ресурс] http://www.vestnik.vsu.ru/program/view/view.asp?sec=analiz&year=2008&num=02&f_name=2008_02_07.
 8. В. В. Котляр, А. А. Ковалев КОЛЬЦЕВОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РАДОНа [Электронный ресурс] <http://www.computeroptics.smr.ru/KO/PDF/KO25/KO25324.pdf>
 9. Лавров В. В., Рындин Ю. Г., Тестов А. В., Тюрин В. С., Аукин М. К. Адаптивный робастный алгоритм выделения треков низкоорбитальных космических объектов на одиночном снимке звёздного неба [Электронный ресурс] https://ljournal.ru/wp-content/uploads/2019/11/lj10.2019_p1.pdf

Магамедова Д.М.¹, Магамедова А.З.²

Социальные сети в профессиональной деятельности для современного пользователя

¹ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

²ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет»
(Россия, Грозный)

doi: 10.18411/lj-12-2020-13

idsp: ljjournal-12-2020-13

Аннотация

С развитием информационных технологий современное общество насыщено потоком информации, к тому же объем получаемых и доступных данных увеличивается в разы через социальные сети. Возможность коммуникации – вот основная роль социальных сетей на заре своего использования, однако сейчас она изменилась. В данной работе автор рассматривает какую роль занимают социальные сети в помощи по трудоустройству в современном обществе.

Ключевые слова: информационные технологии, социальные сети, трудоустройство, резюме, работодатель

Abstract

With the development of information technologies, modern society is saturated with the flow of information, besides, the volume of received and available data increases significantly through social networks. Communication was the primary role of social media in its early days, but it has changed now. In this paper, the author examines the role that social networks play in helping to find employment in modern society.

Keywords: information technology, social networks, employment, resume, employer

Общение – это основа любого малого или большого сообщества людей. Благодаря общению и поддержке коммуникаций менялась история и развивалось общество. В течении своего исторического развития людьми создавались и тестировались различные способы коммуникации, начиная с самых примитивных: передачи информации дымом костра, через удары по барабану или сигнальные башни. Со временем появилась необходимость расширения дальности и скорости доставки передаваемых данных. Так был осуществлен переход к эстафетному способу обмена «сообщениями», когда отправлялись гонцы с письмами. Гонцам приходилось менять лошадей, останавливаться на отдых и это значительно задерживали их в пути. Как следствие, был найден новый вариант отправления быстрых сообщений: использование птиц для передачи писем.

Таким образом, постоянное стремление ускорить передачу информации привело к тенденции возникновения все новых способов и изобретений. Сделав немало шагов на пути к технологическому прогрессу, лучшие умы человеческого общества подошли к разработке первых проводных систем связи. Над работой передачи сообщений