*Подсекция №7 Прикладная математика и математическое моделирование*

ГРАДИЕНТНАЯ МОРФОЛОГИЯ В ЗАДАЧАХ ТОЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ

ст. преподаватель Терентьев Е.Н., аспирантка Приходько И.Н., магистр Кузнецов И.Д., бакалавр Дьяконова Ф.Д., бакалавр Верхотуров Д.А.

Предлагается изображение (скалярное поле) P связать с двумерным векторным полем В=grad P. Методы анализа формы полей B позволяют в изображениях Р точно локализовать, например, вихри, очаги лесных пожаров в космических изображениях [1], Дорожные Знаки (ДЗ), метки на корпусах Интегральных Схем (ИС), Зрачки Глаз (ЗГ) в изображениях лица и т.п.

**Общая схема метода**

В основе метода лежит Конечно Мерная Теорема Отсчетов (КМТО) [2], которая позволяет вычислять частные производные от массивов чисел, в частности вычислять градиентное поле B=grad P от изображения Р – светлое кольцо на темном фоне, см. Рис. 1 слева.

if (f,diC)<0,

f=-f

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Поворот вектора gB на угол  f=оgB      gB  **|diR|=1** | **Шаблон** X=[diC]    **|X|=1**  Проекции f на X:  COS: f=>fC=(f,X)\*X,  SIN: f=>fS=f-fC | **Проекции** f на X и реверс  **f** в обл. определенияX    **|X|=1**  f  fC  fS=f-fC | **Величина** SNR(f|X)=  *=*||fC||2/||fS||2 в центре Х.  Центр Х – в обл. сканир. S.  **Задача локализации: (x0,y0)=**  **=argmaxSNR(f|X), (x,y)**  **F**  Область S – внутри .  **S**  **X** |

Рис. 1. Операции над векторными полями, шаблоны, проекции, функция SNR и постановка задачи локализации (шаблона Х) объекта.

**Локализация вихрей в градиентных полях инфракрасных изображений**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Изображения циклонического вихря  (a) | Фрагмент F  (в) | X=[diR]  Шаблон Х  (с) |

Рис.2. (a) – Изображение циклонического вихря в ИК диапазоне со шкалой цветной температуры, см. сверху, (в) - выделенный фрагмент F, (c) – шаблон радиальных направлений X.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| R, pF=0.60 | G | B |

Рис.3. Изображения R, G и B в сером фрагмента F.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| pF=0.60, G (a) | f=gG=grad G (b) | |f| (c) |

Рис.4. (а) – отфильтрованное G изображение, (в) – градиентное поле, (с) – модуль градиентного поля в пределах шаблона Х.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сигнал - |fc|  (а) | Шум - |fs|  (в) | maxSNR~**3.51 (с)** |

Рис.4. (a-b) - компоненты SNR, Сигнал -|fc|, Шум -|fs| в области определения Х и (с) - отношение SNR(f|X) внутри фрагмента - область сканирования.



**Локализация Дорожных Знаков**

Для решения задачи локализации использовали шаблон направлений Х=[diT] по треугольнику [5,6].

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Синий В в сером | pF=0.3 | f=grad B | X=[diT]  Шаблон Х |

Рис. 5. Операция фильтрация, вычисление градиента и шаблон направлений по треугольнику Х=[diT] [5,6].

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| |fC| | |fs| | SNR(f**|**X) в F \ | SNR(f**|**X) в S |

Рис. 6. Компоненты SNR и значения функция SNR с maxSNR(f**|**X) ~ 2 в области сканирования S.

Методы градиентной морфологии превосходят на порядок по точности локализации, например, корреляционные методы [4]. При точной локализации удается прочитать содержимое ДЗ, точно оценивать параметры глаз для распознавания людей в масках и т.п.

Что касается изображений космических изображений ИК диапазона, то градиентная морфология позволит оценивать параметры циклонических вихрей и отличать их от антициклонов по распределению яркостных температур от центра к периферии [1].

**Выводы**. Предложенный подход позволяет определять положение объектов с регулярной и нерегулярной структурой типа ДЗ и вихри [1]. Это говорит о применимости метода к широкому классу объектов. Возможность точного оценивания положения ДЗ позволяет говорить о семантическом анализе, чтении ДЗ роботом навигатором, “понимать смысл” нескольких ДЗ. Оценка точного расстояния между (зрачок глаза) ЗГ дает возможность постановки новых семантических задач в оценивании параметров типа “черты лица” для реализации методов распознавания изображений лиц. В планах задачи оценивания параметров вихрей [1], размеров очагов пожаров для мониторинга космических изображений Земли.

**Литература**

1. В. И. Карев, К. В. Показеев, Т. О. Чаплина. Современные вопросы геофизики и геомеханики. Процессы в геосредах, (4):1150–1156, 2018
2. Терентьев Е.Н., Терентьев Н.Е.//ПРОЦЕССЫ В ГЕОСРЕДАХ, №4(9), с.355-362 (2016).
3. Е.Н. Терентьев, Н.Е. Терентьев, И.И. Фаршакова, Конечномерные Теоремы Отсчетов в моделировании вихрей, Труды школы-семинара <<Волны-2017>>. Математическое моделирование в радиофизике и оптике, с.56-58, Красновидово, 4-9 июня, 2017.
4. Е. Н. Терентьев, N. E. Shilin–Terentyev, И. Н. Приходько, И. И. Фаршакова. Векторные операции в точной индикации локальных объектов в изображениях. Ученые записки физического факультета Московского Университета, (5):1850308–10, 2018.
5. E. N. Terentiev, I. García-Magariño, N. E. Shilin-Terentyev, I. N. Prikhodko, I. I. Farshakova, The Method of False Vortices in Designation Problems of Targets, Road Signs, Facial Features and Real Vortices in Space Images, Information and Computer Security (2018) Volume 1, doi:10.24294/ics.v1i1.1025.
6. [E. N. Terentiev](https://aip.scitation.org/author/Terentiev%2C+E+N),[I. N. Prikhodko](https://aip.scitation.org/author/Prikhodko%2C+I+N) and [I. I. Farshakova](https://aip.scitation.org/author/Farshakova%2C+I+I) // Problems of accurate localization objects in imagers, AIP Conference Proceedings **2171**, 110009(2019); <https://doi.org/10.1063/1.5133243>