

6. Психология и педагогика / Под редакцией К.А. Абульхановой. – М. Совершенство, 2005. – 320.

7. Аавиксоо Я. Обеспечение качества: неортодоксальный взгляд на проблему // *Alma mater* («Вестник высшей школы»). – 2002. – № 6. – С. 3.

8. Адлер, Ю.П. Система качества в высшем образовании / Ю.П. Адлер, Е.Ю. Тиштна, С.В. Шеллапутина // Система обеспечения качества в дистанционном образовании: Науч. тр. Науч. ред. С.А. Щенников- Жуковский: МИМ ЛИНК, 2000. Вып. 1. – С. 23–26.

9. Адольф, В.А. Теоретические основы формирования профессиональной компетентности: Дисс. докт. пед. наук. М., 1998.

УДК 004.932.72

## **КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ СЕГМЕНТАЦИИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНТЕРЕСА ПО КРИТЕРИЮ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИЗНАКА**

ИСКРИК А.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В данной статье рассмотрена классификация методов и алгоритмов сегментации и сопровождения объектов интереса по критерию используемого признака. Описаны основные этапы их работы и особенности реализации.

*Ключевые слова: алгоритмы сегментации, метод сегментации, сопровождение объекта, кадр, яркостный признак, текстурный признак, признак формы, признак движения.*

## **CLASSIFICATION OF METHODS AND ALGORITHMS FOR SEGMENTATION AND MAINTENANCE OF OBJECTS OF INTEREST ACCORDING TO THE CRITERION OF THE USED FEATURE**

ISKRYK A.N.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

Abstract: This article discusses the classification of methods and algorithms for segmentation and maintenance of objects of interest according to the criterion of the feature used. The main stages of their work and features of implementation are described.

*Keywords: segmentation algorithms, segmentation method, object tracking, frame, luminance sign, textural sign, form sign, motion sign.*

*Введение.*

Потребителей систем обнаружения и сопровождения объектов обычно интересует следующий перечень задач:

1. обнаружение движущихся или появляющихся на изображении объектов;

2. обнаружение неподвижного объекта, присутствующего на изображении с начала момента наблюдения;

3. оценка параметров, характеризующих объект;
4. отслеживание траектории движения объекта.

Основная проблема в создании большинства методов распознавания объектов состоит в определении того, какие пиксели распознавать, а какие – игнорировать [1]. Для решения этой задачи необходимо рассматривать компактное представление исходных данных.

Исходными данными для сегментации и сопровождения воздушного объекта, является полутонная видеопоследовательность (image sequence) некоторой сцены  $S$ , получаемая с видеокамеры. На первых  $n$  кадрах видеопоследовательности нет никакого движения; начиная с  $n + 1$  кадра, перед камерой могут появляться объекты интереса. Для каждого кадра последовательности требуется получить бинарное изображение переднего движущихся объектов. В полученной маске: 0 - чёрный, что соответствует заднему плану, а 1 - белый, что соответствует переднему плану. При движении камеры часть сцены может время от времени выпадать из вида, к примеру, это может быть наблюдаемый объект.

Требование о том, что первые  $n$  кадров не содержат никакого движения, обусловлено тем фактом, что непосредственно перед началом съёмки воздушного объекта, происходит этап калибровки и настройки видеокамеры. Поэтому в начале последовательности имеется набор кадров, в которых практически отсутствует какое-то движение. Однако в полной мере это требование реализовано быть не может, по причине так называемого динамического заднего плана. В качестве примера динамического заднего плана, можно рассмотреть видеопоследовательность, на которой облачное небо с перемещающимися облаками и т.п.

*Классификация методов и алгоритмов сегментации и сопровождения объектов.*

В данной статье рассматривается случай, когда камера движется во время съёмки на открытом воздухе в сложных условиях наблюдения (солнце, блики, тени, облака). Априорная информация об объектах интереса минимальная: даны лишь пределы их размеров и скоростей в плоскости изображения и форма.

При постоянном движении самой камеры единственным источником информации могут быть только соседние кадры – они содержат в себе перекрывающую часть сцены и, анализируя ее, можно получить какие-либо результаты.

Рассмотрим признаки, на основе которых строятся методы сегментации.

1. *Яркостный признак.* Наиболее часто для анализа изображения на основе яркостного признака используют гистограммные методы или алгоритм водораздела. Гистограммные методы устанавливают порог, соответствующий минимуму бимодальной гистограммы распределения яркости в изображении или локальном окне. Пиксели, яркость которых ниже порога, считаются

принадлежащими фону, выше – объекту. Это позволяет выделить объекты ярче фона. В случае если объекты темнее фона решающее правило должно быть обратным. Гистограммные методы требуют априорного знания светлее или темнее фона объект и позволяют выделить только однородные по яркости объекты [2].

Алгоритм водораздела работает с препаратом исходного изображения, полу-ченным с помощью многомасштабного морфологического градиента. Предпосылкой для сегментации является минимум яркостного вектора градиента. Это исключает необходимость априорного знания объект ярче или темнее фона, но сохраняет требование одинаковой яркости в пределах всего изображения объекта для его корректной сегментации [2].

Условия наблюдения за объектами интереса на открытом воздухе при естественном освещении предполагает присутствие теней и облачность, что способствует возникновению значительных ошибок сегментации при использовании лишь яркостного признака [2].

2. *Текстурный признак.* Основой методов сегментации является выявление областей с разными значениями количественных оценок текстур. Согласно определению текстуры [2], её отличает следующее: присутствует локальный фрагмент, который регулярно повторяется в пределах области большего по сравнению с ним размера; рисунок локального фрагмента образуется элементарными частями, расположенными в неслучайном порядке; элементарные части – однородные единицы, имеющие приблизительно одинаковую форму во всей текстурной области. Вследствие свойств объектов интереса и сложных условий наблюдения перечисленными признаками практически не обладают анализируемые изображения [2].

3. *Признак формы.* Основой методов, использующих признак формы для сегментации объектов интереса, является сопоставление эталонного описания объекта (контура, скелетона или бинарной маски) с препаратом, полученным по реальным изображениям [2].

4. *Признак движения.* Он может быть оценен на основе энергии движения и векторов движения. Энергия движения – это временные изменения яркости пикселей в соседних кадрах видеопоследовательности. Методы и алгоритмы, построенные на энергии движения чувствительны к появлению ложной энергии движения, вызванной шумами и изменениями освещенности. Их основным недостатком является отсутствие возможности сегментировать объекты, расположенные в непосредственной близости друг к другу. Это обусловлено тем, что энергия движения – скалярная оценка, дающая информацию о том, что в рассматриваемой области кадра произошли изменения; однако, в отличие от векторов движения, она не предоставляет информацию о скорости и направлении движения.

Использование оптического потока (векторов движения) позволяет отделить движущийся объект от сложного статичного фона и от других

объектов, если их направления движения и скорость различны. Информация о скорости и ускорение объекта,  $a$ , в случае использования параметрической модели, также об углах его поворота, позволяет разрешить ситуацию окклюзии, разделения объекта на части, выполнить идентификацию объектов интереса после ведения по предсказанию[3].

Рассмотрим подробнее схему вычисления вектора движения для простого случая (случай подвижной камеры и неподвижной сцены), представленную на рисунке 1.

При этом под вектором движения в заданной точке понимается вектор изменения координат этой точки между двумя заданными кадрами [4].

Пусть имеется трехмерная сцена без движения и два кадра  $I_1=I(t_1)$  и  $I_2=I(t_2)$ , полученные при помощи камеры из разных точек. Точке  $P$  трехмерной сцены в кадре  $I_1$  соответствует пиксель с координатами  $p_1$  – будем называть его образом точки  $P$  на кадре  $I_1$ . Образом точки  $P$  на кадре  $I_2$  будет пиксель с координатами  $p_2$ .

Под образом в данном случае подразумевается вектор координат проекции точки  $P$  на матрицу камеры, т.е. образ точки  $P$  определен даже в случае отсутствия её изображения на кадре.

Вектор движения  $V$  в точке  $p_2$  для пары кадров  $I_1$  и  $I_2$  определяется формулой:

$$V_{t_1}^{t_2}(p_2) = p_1 - p_2 \quad (1)$$

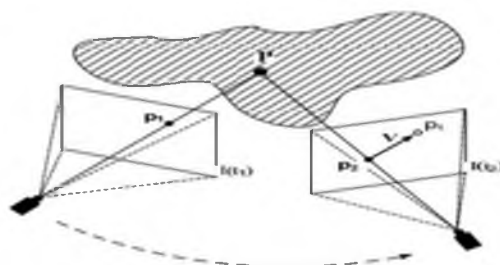


Рисунок 1 – Схема вычисления вектора движения для случая подвижной камеры и неподвижной сцены

Ни один из признаков не позволяет удовлетворить требование устойчивой сегментации и сопровождения при существенной динамике свойств объекта интереса [1]. При длительном сопровождении происходит изменение свойств объекта и, признак, в соответствии с которым сегментация ранее выполнялась корректно, становится неэффективным.

Учитывая эти обстоятельства, нужно руководствоваться не одним признаком, а несколькими, т.е. совокупностью признаков, отвечающих свойствам объекта интереса в разные моменты времени.

Последовательность видеок кадров позволяет использовать для сегментации объектов признак движения. Видимое (наблюдаемое по видеопоследовательности) движение порождено изменениями яркости пикселей кадра  $t+1$  по отношению к кадру  $t$  [3]. Видимое движение не является эквивалентом реального движения. Объект интереса двигается в трехмерном пространстве и его положение в общем случае характеризуется шестью координатами  $(x, y, z, \alpha, \beta, \gamma)$ , где  $\alpha, \beta, \gamma$  – азимут, угол тангажа и угол крена, соответственно [2]. В плоскости кадра реальное 3D движение будет представлено 2D проекцией, перемещение которой обуславливают изменения яркости пикселей. Яркость будет меняться и в статичной сцене – при изменении освещенности. Таким образом, видимое движение включает в себя 2D движение объектов интереса и фона, изменения освещенности и шумы [1,4]

В зависимости от положения камеры видимое движение подразделяется на глобальное и локальное [1]. Если камера расположена на подвижном носителе, будет происходить как движение фона, так и движение объектов интереса [1]. Этот вид движения называется глобальным; при статичной камере имеет место только движение объектов интереса — локальное движение [1].

Анализ различных методов и алгоритмов, позволяющих оценить признак движения и сегментировать на его основе объекты интереса, дает возможность определить две основные группы: методы, основанные на энергии движения, и методы, основанные на векторах движения. Хотелось бы обратить внимание на вторую группу методов, поскольку первая группа методов не позволяет сегментировать объекты, находящиеся в непосредственной близости друг к другу [3]. В свою очередь векторы движения несут информацию одновременно о направлении и величине видимой скорости движения фрагментов изображения, благодаря чему при глобальном движении векторы фона и объекта будут различны.

Список литературы:

1. Алпатов Б.А. и др. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление, М.: Радиотехника, 2008. - 176 с.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: пер. с англ.-М. Мир, 1982 - кн 2 -480 с.
3. Обухова, Н.А. Системы видеобнаружения и сопровождения подвижных объектов / Н.А. Обухова, Б.С. Тимофеев //Телекоммуникации.- 2003- №12- С.36-44.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2005.-107 с.