

УДК 531.7

Л. А. Борковская, к.т.н.
А.В. Борковский
А.В. Усатая
А.С. Тимакова**МЕТОД АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ
ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОТОКЕ**

Национальный авиационный университет

Предлагается улучшенный метод анализа изображений для обнаружения объектов на статическом фоне, основанный на статистическом подходе. Предложенный метод использует детальную информацию о шуме камеры и более устойчив к шуму, чем метод квадрата разности.

Ключевые слова: обработка изображений, метод квадрата разности, домен, мера отличия.

Введение и анализ проблемы

Компьютерное зрение применяется в промышленности (классификация дефектов, измерение размеров) и в электронике (анализ поверхностного монтажа элементов). Оно основывается на представлении о физическом процессе формирования изображения, получении простых выводов на основе изучения набора пикселей, умении суммировать информацию, полученную из множества изображений, упорядочении групп пикселей с целью получения информации о форме и распознавании объектов с помощью геометрической информации или с помощью вероятностных методов. Технически такие системы состоят из устройства фиксации изображения (камера, сканер, картинка в памяти компьютера), устройства ввода изображения (если необходимо) и компьютера со специализированным программным обеспечением. Первые две компоненты предназначены для решения задач технического зрения. А последнее (программное обеспечение) является главной компонентой машинного (компьютерного) зрения и выполняет основную задачу обработки цифровой информации.

Постановка задачи

В последнее время актуальной является задача автоматического выделения динамических объектов в режиме реального времени на видеопоследовательностях, получаемых компьютерными видеосистемами. Кроме того, из-за большого количества информации, получаемой видеосистемами, важной является задача обнаружения динамических объектов определённого типа, обладающих некоторыми признаками, или проявляющих определённое поведение.

Анализируемое видеоизображение условно можно разделить на две основные составляющие:

- фон, или задний план, являющийся обычно неподвижным, статическим;
- объект, или передний план, который является изменяющимся, динамическим.

Первым этапом анализа изображений (рис. 1), полученных с помощью систем технического зрения (СТЗ), является обнаружение движущегося объекта, что соответствует обнаружению этого объекта на статическом фоне [1–2].

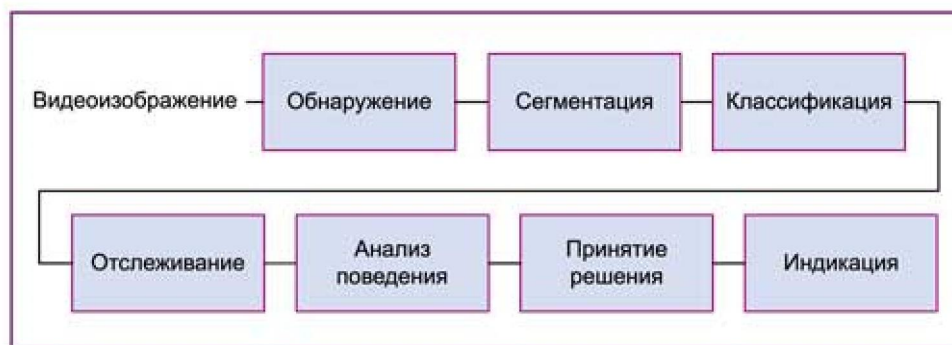


Рис.1. Обобщенный алгоритм анализа видеоизображения

Постановка задачі

Для решения этой задачи необходимы предварительные данные как о самом объекте, так и о фоне. От эффективности обнаружения будет зависеть и эффективность решения всей задачи видеонализа в целом. Задачей этого этапа является выделение пикселов, принадлежащих переднему плану, т. е. движущемуся объекту. Входными данными является последовательность кадров телевизионного сигнала, а выходными — набор пикселов с изменяющимися от кадра к кадру параметрами.

Пусть неподвижная цифровая видеокамера наблюдает за статичным (неизменным) фоном. Иногда на статичном фоне могут появляться посторонние объекты различной формы и размеров. Необходимо по изображениям, приходящим от камеры, автоматически обнаруживать наличие таких объектов. Сложность задачи заключается в том, что с одной стороны посторонние объекты могут мало отличаться от фона, который они перекрывают, а с другой стороны, вследствие шума видеокамеры, изображение статичного фона даже в отсутствии посторонних объектов может существенно отличаться от кадра к кадру. Для обнаружения объектов на статическом фоне предлагается следующий метод анализа изображений.

Изображение кадра представляют собой матрицу пикселов размера $H \times W$. Каждый пиксель кодируется целым числом, пропорциональным интенсивности этого пикселя. Будем рассматривать только монохромные изображения. Минимальное значение интенсивности 0, максимальное — I_{max} . Пусть имеется K изображений статичного фона: F_1, F_2, \dots, F_K и одно тестируемое изображение T . Требуется обнаружить наличие объекта, который не относится к фону в изображении T .

Метод квадрата разности

Данный метод позволяет сравнивать два изображения и определять степень отличия между ними. В качестве первого изображения берется усредненное изображение S статического фона (аддитивный шум уменьшается в K раз). Интенсивность каждого пикселя s_i этого изображения определяется как среднее арифметическое интенсивностей соответствующих пикселов изображений F :

$$s_i = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K f_i^j, \quad i=1, 2, \dots, H \times W,$$

где f_i^j — интенсивность i -того пикселя изображения F_j .

В качестве второго изображения берется тестовое изображение T . Оба изображения одинаковым образом разбиваются на p возможно перекрывающихся частей — доменов. Для простоты используются прямоугольные домены. Число пикселов в каждом домене одинаково и равно s . Далее, сравниваются соответствующие домены изображений S и T . Пусть D_i — i -тый домен изображения S , а D'_i — соответствующий ему домен изображения T . В качестве меры отличия M между двумя доменами берется сумма квадратов разностей соответствующих пикселов доменов:

$$M(D_i, D'_i) = \sum_{j=1}^s (d_j - d'_j)^2, \quad i = 1, 2, \dots, p,$$

где d_j — интенсивность j -того пикселя домена D_i , d'_j — интенсивность j -того пикселя домена D'_i .

Мера отличия $M(S, T)$ между изображениями S и T определяется как максимальная мера отличия между соответствующими доменами:

$$M(S, T) = \arg \max M(D_i, D'_i), \quad i = 1, 2, \dots, p.$$

Для принятия решения о том, есть ли посторонний объект на изображении T , выбирается некоторое пороговое значение M_0 . Если $M(S, T) \geq M_0$, то считается, что посторонний объект обнаружен. Если $M(S, T) < M_0$, то считается, что посторонних объектов нет.

Для обнаружения объектов на статическом фоне предлагается улучшенный метод анализа изображений, основанный на статистическом подходе. Данный метод может использоваться везде, где применим метод квадрата разности. Отличие заключается лишь на этапе вычисления меры отличия между двумя доменами $M(D_i, D'_i)$ и задания порогового значения M_0 .

Рассмотрим величину $\Delta'_j = d_j - d'_j$, $j = 1, 2, \dots, s$. Если в домене D_T постороннего объекта нет, то все значения Δ'_j определяются только шумом видеокамеры т.к. фон предполагается статичным. Каждое значение Δ'_j можно рассматривать как одно из наблюдений случайной величины Δ' . Таким образом, на каждый домен имеется s наблюдений. Необходимо проверить статистическую гипотезу о том, что распределение величины Δ' соответствует распределению шума камеры. Распределение шума камеры в каждом домене может быть получено из K имеющихся изображений статического фона. Для каждого домена D_s , величина

$$\Delta_{j,i} = d_j - d_{j,i}^{F_i}$$

где $i = 1, 2, \dots, K$; d_j – j -тый пиксель домена D_s , $d_{j,i}^{F_i}$ – интенсивность j -того пикселя соответствующего домена в изображении F_i может рассматриваться как одно из $K \times s$ наблюдений величины Δ .

Для проверки согласия распределения величины Δ' с распределением Δ можно использовать критерий согласия Пирсона, описанный в [3]. Для этого следует задать уровень значимости ε . В качестве $M(D_i, D'_i)$ берется статистика Пирсона для выборки Δ' относительно распределения Δ , а в качестве M_0 – пороговое значение для статистики Пирсона (квантиль распределения χ^2), определяемое уровнем значимости ε .

Компьютерное зрение – особая задача логического вывода, так как изначально имеется большое количество информации, и сразу нельзя сказать, какая часть её необходима. Для решения данной задачи применяются методы сегментации. Основой таких методов является представление о том, что любое изображение можно разбить на конечное число сегментов – участков, имеющих какие-либо характеристики. Затем можно произвести анализ полученных результатов, отбросить лишнюю информацию и уже на основе обобщённой модели сделать окончательные выводы. Методы сегментации применяются для поиска деталей машинной обработки, поиска в коллекции изображений, обработки видеоряда. При использовании системы компьютерного зрения для решения более сложных задач часто возникает необходимость установить соответствие между элементом изображения и элементом конкретного объекта. В этом случае чаще всего применяются геометрические методы. В основе этих методов лежит схема “гипотеза–проверка”. Делается предположение о соответствии между набором характерных элементов изображения и набором характерных элементов объекта. Эта информация используется для построения гипотезы о проектировании из системы координат, связанной с объектом, в систему координат, связанную с изображением. Данная гипотеза используется для визуализации. Далее сравнивается визуализированное изображение с реальным изображением исследуемого объекта.

Заключение

Рассмотренный в статье улучшенный метод анализа изображений для обнаружения объектов на статическом фоне использует детальную информацию о шуме камеры и, следовательно, более устойчив к шуму, чем метод квадрата разности. В качестве параметра «чувствительности» можно использовать уровень значимости ε , вместо значения M_0 , которое существенно зависит от шума камеры.

Список литературных источников

1. Борковський О.В. Комп'ютеризована система обробки відеозображень при вимірюванні деталей / О.В. Борковський, Л.В. Коломієць // Вісник Інженерної академії України. – 2008. – № 1. – С. 74–78.
2. Борковський О.В. Комп'ютеризована система технічного зору для вимірювання геометричних розмірів авіаційних деталей / О.В. Борковський // “Вісник Чернігівського державного технологічного університету”, 2009 – № 40. – С. 83–88.
3. Манита А.Д. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие // М.: Издат. отдел УНЦ ДО, 2001. С. 120.