

# Порядок распознавания посадочной конфигурации воздушного судна

А. М. Зимарин, e-mail: zimarinalex@mail.ru

Д. Ю. Курило, Р. А. Дорохов

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

***Аннотация.** Рассмотрена частная задача по распознаванию посадочной конфигурации воздушного судна.*

***Ключевые слова:** воздушное судно, посадка, распознавание образа.*

## Введение

Заход на посадку и посадка воздушного судна является очень важным этапом полета, который требует от летчиков большого внимания, концентрации и навыков пилотирования. Для обеспечения безопасного захода на посадку используются средства радиотехнического обеспечения (РТО) полетов. РТО полетов – вид обеспечения полетов государственной авиации. РТО включает комплекс мероприятий, направленных на обеспечение взлета воздушного судна, радионавигации, управления полетами в районе аэродрома и посадки воздушного судна. На командно-диспетчерском пункте (КДП) весь ответственный персонал по своему направлению при помощи средств руководства полетами управляют воздушным движением в районе аэродрома. Руководитель полетов контролирует и дает оценку посадочной конфигурации воздушного судна: выпущены ли шасси и закрылки, или нет. С такой задачей можно справиться при визуальном наблюдении, если позволяют метеоусловия, и при помощи бинокля, если метеоусловия сложные. При этом дистанция, с которой возможно определить посадочную конфигурацию, уменьшается.

Для решения задачи распознавания конфигурации воздушного судна возможно размещение на продолжении оси ВПП оптико-электронного устройства.

## 1. Способы распознавания образов

Рассмотрим способы распознавания образа. Теория распознавания образа – раздел информатики, включающий в себя методы классификации и идентификации предметов, которые определяются свойствами и признаками. Необходимость в распознавании возникает в

самых разных областях – от военного дела и систем безопасности до оцифровки аналоговых сигналов [1].

Проблема распознавания предметов стала наиболее значимой в условиях информационных перегрузок, когда человек не справляется с пониманием поступающей информации, которой может быть в разы больше, чем человек может воспринять.

Для оптического распознавания образов можно применить метод перебора вида объекта под различными углами, масштабами, смещениями. Для букв нужно перебирать шрифт, свойства шрифта.

Второй метод – найти контур объекта и исследовать его свойства.

Третий метод – использовать искусственные нейронные сети. Этот метод требует большого количества примеров задачи распознавания, либо специальной структуры нейронной сети.

Каждая из областей применения компьютерного зрения связана с рядом задач; более или менее хорошо определённые проблемы измерения или обработки могут быть решены с использованием множества методов.

Классическая задача в компьютерном зрении, обработке изображений и машинном зрении это определение содержат ли данные некоторый характерный объект, особенность или активность. Эта задача может быть легко решена человеком, но до сих пор не решена в компьютерном зрении.

Данные методы решения задачи эффективны только для отдельных объектов: простые геометрические объекты, человеческие лица, печатные или рукописные символы.

Описано различное множество проблем распознавания:

Распознавание. Один или несколько предварительно заданных или изученных объектов или классов объектов могут быть распознаны, обычно вместе с их двухмерным положением на изображении или трехмерным положением в сцене.

Идентификация. Распознается индивидуальный экземпляр объекта. Это идентификация определённого человеческого лица или отпечатка пальцев.

Обнаружение. Видеоданные проверяются на наличие определённого условия. Например, обнаружение возможных неправильных клеток или тканей в медицинских изображениях.

Существует несколько специализированных задач, основанных на распознавании, например:

– поиск изображений по содержанию: нахождение всех изображений в большом наборе изображений, которые имеют

определённое содержание. Содержание может быть определено различными путями.

– оценка положения: определение положения или ориентации определённого объекта относительно камеры.

– оптическое распознавание знаков: распознавание символов на изображениях печатного или рукописного текста, обычно для перевода в текстовый формат, наиболее удобный для редактирования или индексации (например, ASCII) [2].

Несколько задач, связанных с оценкой движения, в которых последовательность изображений обрабатываются для нахождения оценки скорости каждой точки изображения или 3D сцены.

Алгоритм распознавания изображений принимает изображение в качестве входных данных и выводит то, что содержит изображение. Другими словами, вывод – это метка класса (например, «кошка», «собака», «таблица») [3].

Метод обеспечивает оценку вероятности обнаружения, согласованную с критерием Джонсона через соответствующий нормировочный коэффициент, на основе анализа изображения сцены по формулам:

$$P_{обн} = 1 - \exp \left[ - \frac{C_1 \left( \frac{K}{1 + K} \right)^2 L^{0,3} d_{об}^3 t_{об}}{A_{из}} \right] \quad (1)$$

$$d_{об} = 2 \sqrt{\frac{A_{об}}{\pi}} \quad (2)$$

$$K = \frac{|L_{\phi} - L_{об}|}{L_{\phi} + L_{об}} \quad (3)$$

где  $C_1$  – постоянный нормировочный коэффициент, определенный как  $0,763 \times 10^6$ ;  $L$  – средняя яркость наблюдаемого объекта в диапазоне градаций 0-255;  $t_{об}$  – время, отведенное на обнаружение объекта, с;  $A_{из}$  – площадь анализируемого изображения (всегда кадра видеокамеры), пиксель<sup>2</sup>;  $d_{об}$  – эквивалентный диаметр объекта, пиксель;  $A_{об}$  – площадь объекта, пиксель<sup>2</sup>;  $L_{об}$  – значение яркости объекта, усредненное по всем пикселям объекта и по всем цветовым каналам изображения;  $L_{\phi}$  – значение яркости фона, непосредственно окружающего объект в пределах 50% размера объекта, усредненное по всем пикселям окружающего фона и по цветовым каналам изображения.

При решении частной задачи, например, для изображений зоны маневрирования, учитывается не более 50% анализируемого телевизионного изображения (коэффициент эффективной площади зоны обзора). Оператор (диспетчер) анализирует площадь изображения, ограниченную контурами взлетно-посадочной полосы (ВПП) и рулежной дорожки (РД). Для наиболее сложных условий наблюдения – на больших дальностях или вблизи торцов ВПП, площадь, ограниченная контурами ВПП и РД, существенно меньше площади кадра, так что коэффициент эффективной площади зоны обзора гарантированно меньше 50%.

Решение об обнаружении объекта оператором принимается на основе вероятности правильного обнаружения:

$$P_{\text{обн}} = 1 - \prod_{m, n} (1 - P_{\text{обн } m, n}) \quad (4)$$

где  $P_{\text{обн } m, n}$  – вероятность правильного обнаружения.

При распознавании возможны ошибки первого рода. Условные вероятности таких ошибок при идентификации определяются соответствующими формулами:

$$P_1 = \int_{x_0}^{\infty} f_2(x) dx \quad (5)$$

$$P_2 = \int_{-\infty}^{x_0} f_1(x) dx \quad (6)$$

Рассмотрим распознавание воздушного судна на примере посадки СУ-30СМ. Изображение, получаемое вследствие поступления на матрицу светового потока, формируется в виде пикселей (рис. 1).



Рис. 1. Изображение посадки СУ-30СМ

При использовании алгоритмов, позволяющих распознавать объекты, устройство производит анализ и сравнение имеющихся в памяти подобных изображений. Далее, на основании совпадений, устройство определяет тип воздушного судна (рис. 2), а также распознает его посадочную конфигурацию: выпущены ли стойки шасси и закрылки (рис. 3).



Рис. 2. Изображение, имеющееся в памяти устройства о СУ-30СМ

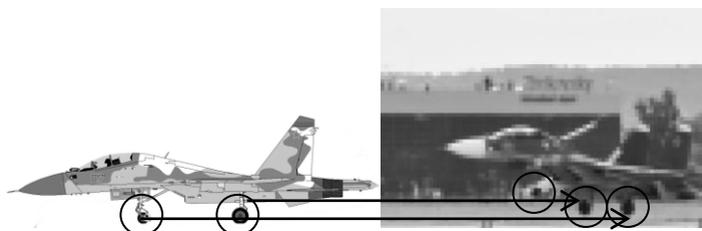


Рис. 3. Распознавание посадочной конфигурации

После распознавания посадочной конфигурации, устройство передает на КДП сигнал о том, что воздушное судно к посадке готово.

### **Заключение**

Сформулирована частная задача по распознаванию посадочной конфигурации воздушного судна.

При размещении на продолжении оси ВПП оптико-электронного устройства, рассмотренные способы распознавания позволяют определить тип воздушного судна (рис. 2), а также распознать его посадочную конфигурацию: выпущены ли стойки шасси и закрылки (рис. 3).

### **Список литературы**

1. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – 168 с.

2. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. Компьютерная обработка и распознавание изображений. – Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.

3. Гужов В.И., Марченко И.О., Хайдуков Д.С., Ильиных С.П. Дискретизация изображений в реальных системах с помощью обобщенных функций // Автоматика и программная инженерия. 2016. №4 (18).

4. Гайденков А.В., Веселов Ю.Г., Островский А.С. Определение характеристик обнаружения и распознавания объектов на изображении // XIII Всероссийская научно-техническая конференция «Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского». Сборник докладов. – М.: Издательский дом Академии Н.Е. Жуковского. 2016. С. 371-375.

5. Травникова Н.П. Эффективность визуального поиска. – М.: Машиностроение, 1985. – 128 с.