

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ПОЛЯ ЗРЕНИЯ ВИДЕОДАТЧИКА

Введение

Уровень использования систем технического зрения (СТЗ) в прикладных областях является одним из наиболее ярких и наглядных показателей развития высоких технологий в самых различных областях человеческой деятельности. Традиционно развитие СТЗ связано с промышленным производством [1].

Практически всегда на изображении каждого реального объекта и в поле зрения видеодатчика присутствует шумовая составляющая. Она может возникать из-за несовершенства камеры, износа датчиков освещения, наличия пыли или грязи на обрабатываемой поверхности. Все эти помехи затрудняют распознавание объектов с помощью и если не уменьшить (в лучшем случае удалить), они могут привести к серьезным ошибкам.

Для избежания подобных ошибок актуальной является задача разработки алгоритма определения возможных ситуаций положения объектов в поле зрения сразу после их получения с видеодатчика с учетом возможных помех.

В поле зрения СТЗ возможны следующие ситуации:

Пустое поле зрения – в кадре нет ни одного объекта и ни одной помехи;

Помехи – в кадре нет ни одного объекта;

Отдельный объект – в кадре находится один отдельный объект и возможно отдельные помехи;

Два отдельных объекта – два изолированных друг от друга объекта.

Наложённые объекты – два объекта, которые между собой пересекаются.

Описание алгоритма

Предлагаемый алгоритм состоит из двух этапов:

Маркировка и определение ситуации 1 (пустое поле зрения)

Под маркировкой понимается процесс формирования, на основе исходного бинарного изображения, изображения, в котором каждой точке каждого объекта присвоен номер связанной компоненты, представляющей собой объект или помеху. Выполняется с использованием алгоритма последовательной разметки, приведенного в [2, 3].

Для обнаружения пустого поля проверяется условие:

$$\begin{cases} \text{если } k = 0, \text{ то пустое поле} \\ \text{иначе, поле содержит объекты или помехи} \end{cases} \quad (1)$$

Отсев помех и определение ситуаций 2, 3, 4 и 5

Обозначим площади эталонных объектов как $S_{31}, S_{32}, \dots, S_{3n}$, а обнаруженных объектов как $S_{01}, S_{02}, \dots, S_{0k}$. Количество обнаруженных объектов как k .

Все помехи отсеиваются по площади на основе следующего условия:

$$S_{0i} < B_n, \quad (2)$$

где B_n – разность между минимальной площадью эталонного объекта и порога по площади B_{s0} . Определяется по формуле:

$$B_n = \min_{i=1, N} S_{3i} - B_{s0}, \quad (3)$$

Где B_{s0} – порог, который определяется на большой выборке ситуаций отдельных и наложенных объектов.

Пусть размер выборки равен M . Тогда для каждого i -го объекта из выборки рассчитываются отклонения по площади d_s по формуле:

$$d_s = \min_{i=1, M} |S_{0i} - S_{3j}|, \quad (4)$$

где $i=1, \dots, M$ – количество объектов в выборке; $j=1, \dots, N$ – количество эталонных объектов

Среди них находятся минимальное $d_{s\min}$ и максимальное $d_{s\max}$ отклонения. Порог B_{s0} последовательно перебирается от значения $d_{s\min}$ до значения $d_{s\max}$. Для каждого значения перебираемого порога относительно всех объектов проверяется условие:

$$d_s < B_{s0} \quad (5)$$

В случае выполнения условия (5) можно сделать вывод, что в поле зрения расположен отдельный объект, в противном случае объекты наложены.

В общем виде данный алгоритм может быть представлен следующим образом:

$$\begin{cases} \text{ситуация 1, если } k = 0 \\ \text{ситуация 2, если } (k \neq 0) \wedge (S_{0i} < B_n) \\ \text{ситуация 3, если } (k = 1) \wedge (S_{0i} > B_n) \wedge (d_s < B_{s0}) \\ \text{ситуация 4, если } (k = 2) \wedge (S_{0i} > B_n) \wedge (d_s > B_{s0}) \\ \text{ситуация 5, иначе} \end{cases} \quad (6)$$

Блок-схема описанного алгоритма приведена на рисунке 1.

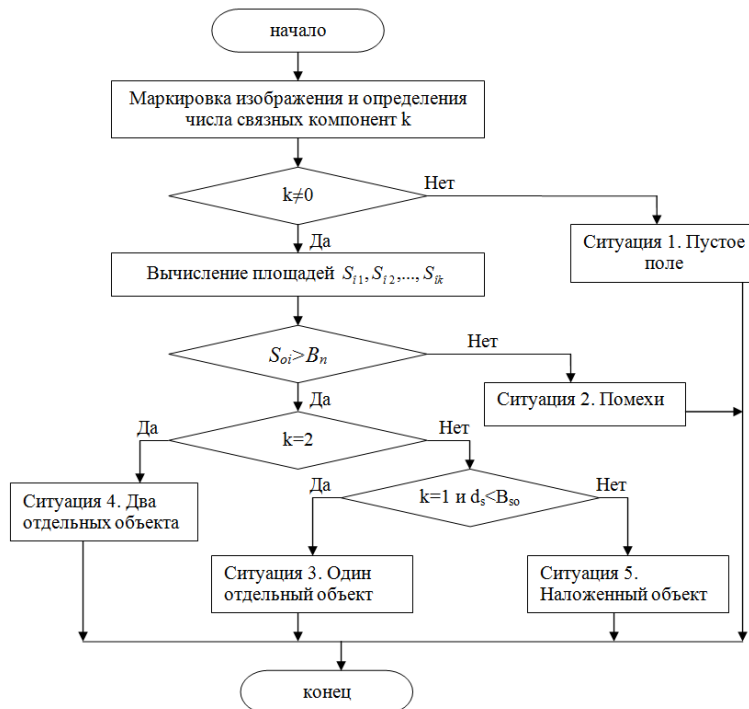


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма определения типа поля зрения
 Для проведения исследований данного алгоритма была составлена выборка, состоящая из изображений реальных плоских объектов различных типов с помехами и без.
 Презентабельное количество испытаний было выбрано равным 2000.
 На рисунке 2 приведен график зависимости числа ошибок от возможных ситуаций.

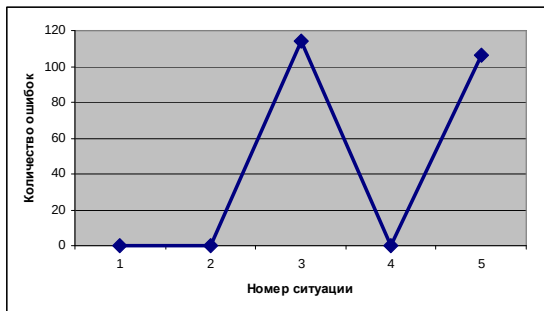


Рисунок 2 – Результаты проведенных экспериментов

Исследования показали, что при определении ситуаций положения объектов в поле зрения СТЗ по количеству связанных компонент и площадям объектов суммарный процент ошибок равен примерно 11%.

Анализ показал, что ошибки возникают в случае, когда наложенный объект при определенной комбинации объектов и проценте наложения удовлетворяет условию (5). В результате не удается правильно различить ситуации 3 и 5.

Для избежания данных ошибок было решено ввести дополнительный признак, который бы учитывал форму объектов. В качестве такого признака был выбран центральный момент объекта второго порядка, который определяется по формуле:

$$\mu = \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 (y_i - y_0)^2, \quad (6)$$

где (x_i, y_i) – координаты точек объекта; (x_0, y_0) – координаты центра тяжести; $i=1, \dots, N$ – число точек объекта.

Центральный момент объекта чувствителен к изменению формы, в отличие от площади с помощью него можно более точно определить к какой ситуации относится обнаруженный объект.

Для каждого из эталонных объектов рассчитываются их центральные моменты $\mu_{31}, \mu_{32}, \dots, \mu_{3n}$. Для сокращения вычислений центральный момент применяется только в том случае, когда алгоритм по площади дает ошибку.

В этом случае для обнаруженного объекта рассчитывается отклонение d_m по моменту:

$$d_m = \min_{i=1, M} |\mu_{oi} - \mu_{3i}|, \quad (7)$$

где μ_{oi} – центральный момент обнаруженного объекта; μ_{3i} – центральный момент эталонного объекта.

Решение о том, что обнаруженный объект является отдельным, принимается при выполнении условия:

$$d_b < B_{m0}, \quad (8)$$

где B_{m0} – порог по моментам, вычисляется аналогично порогу по площади.

В общем виде алгоритм выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \text{ситуация 1, если } k = 0 \\ \text{ситуация 2, если } (k \neq 0) \wedge (S_{oi} < B_n) \\ \text{ситуация 3, если } (k = 1) \wedge (S_{oi} > B_n) \wedge (d_s < B_{s0}) \wedge (d_m < B_{m0}) \\ \text{ситуация 4, если } (k = 2) \wedge (S_{oi} > B_n) \wedge (d_s > B_{s0}) \wedge (d_m > B_{m0}) \\ \text{ситуация 5, иначе} \end{cases} \quad (9)$$

В результате блок-схема алгоритма определения типа поля зрения примет следующий вид:

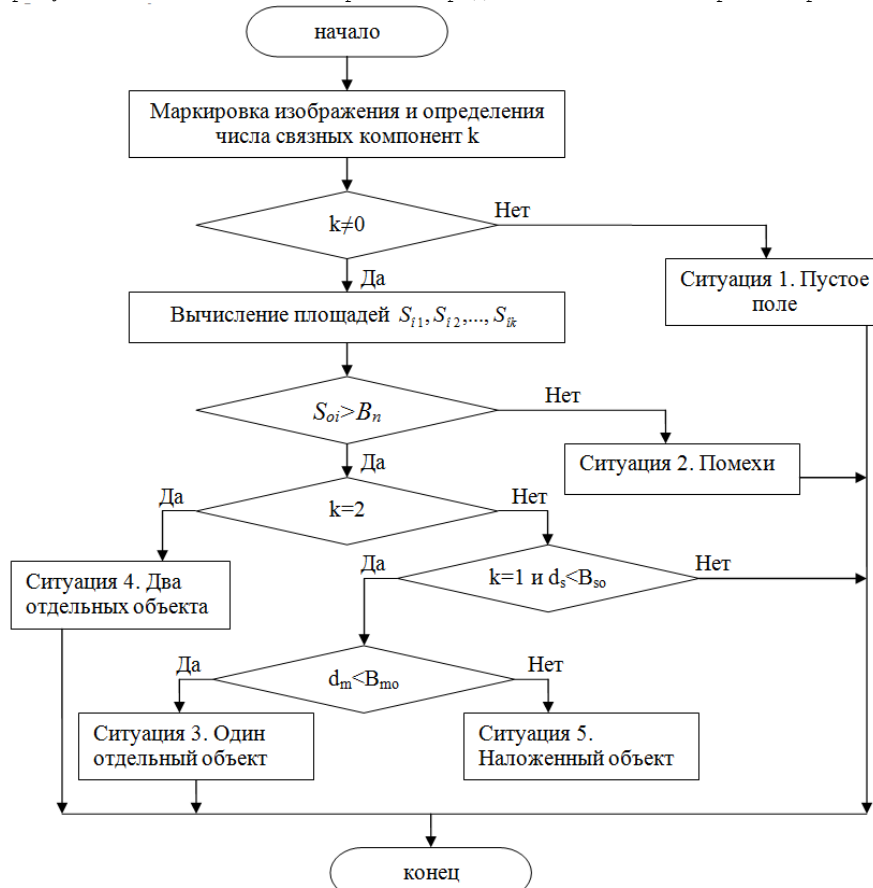


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма определения типа поля зрения (измененная)
Исследования проводились на той же выборке, что и в предыдущих экспериментах. Результаты показаны на графике (рисунок 4).



Рисунок 4 – Результаты повторного эксперимента
Полученные результаты показали, что в случае введения дополнительного признака (центрального момента) для идентификации ситуаций количество ошибок сократилось с 11% до 0,1%, что является приемлемым результатом для работы СТЗ.

Заключение

На основе предложенного алгоритма было создано программное приложение, которое позволяет определить тип поля зрения СТЗ. В качестве основных признаков были использованы количество связанных компонент и площади объектов. Дополнительным признаком является центральный момент, который применяется только для разрешения спорных ситуаций между наложенными и отдельными объектами.

Алгоритм исследовался на изображениях реальных объектов. Его достоинствами являются простота реализации, точность работы и высокое быстродействие, которое дает возможность использовать его в системах, работающих в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер с англ. – М.: Мир, 1982, 788 с.
2. С.С. Садыков, С.В. Савичева, А.С. Веденин. Экспериментальное исследование алгоритма идентификации наложенных объектов на основе алгоритмов трансформации контура и α -функции. Алгоритмы, методы и системы обработки данных [Электронный ресурс]: Электронный научный журнал /под ред. С.С. Садыкова, Д.Е. Андрианова; Вып. 1(19).- Электрон. журн. – Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2012. С. 22.
3. С.С. Садыков, С.В. Савичева, В.А. Комков. Сравнение алгоритмов распознавания наложенных объектов на основе α -функции и на основе особых участков. Алгоритмы, методы и системы обработки данных [Электронный ресурс]: Электронный научный журнал /под ред. С.С. Садыкова, Д.Е. Андрианова; Вып. 1(19).- Электрон. журн.- Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2012. С. 23.