

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО ФИЛЬТРА ПОМЕХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Аннотация: Предлагается алгоритм устранения помех изображения при выделении контуров с использованием средств компьютерной математики Maple и свойств интерполяционного многочлена Лагранжа.

Ключевые слова: зрение, компьютер, помехи, распознавание, контур, фигуры.

Shirokov A.S. «NIU MEI»

THE APPLICATION OF INTERPOLATING FILTER OF INTERFERENCE TO SOLVE THE PROBLEM OF DISTRIBUTING THE CONTOURS IN THE SYSTEMS OF COMPUTER VISION

Annotation: An algorithm is proposed for eliminating image noise during contour extraction using Maple computer math tools and Lagrange interpolation polynomial properties.

Keywords: vision, computer, interference, recognition, contour, figures.

Одной из важнейших составляющих современных задач в системах компьютерного зрения является проблема распознавания изображений различных объектов. Для решения этой задачи используют выделение контуров объектов, например, с помощью фильтра Собеля [1–6].

Принцип работы фильтра Собеля заключается в дискретном дифференцировании функции распределения интенсивностей пикселей, находящихся под специальными масками A_1 и A_2 , которые являются взаимно транспонируемыми матрицами [7, 8].

Но, несмотря на современное развитие техники, в процессе получения изображения возможно образование различных дефектов или помех. В задаче выделения контуров это может приводить к существенным искажениям границ объектов, добавлению новых контуров. В связи с этим возникает необходимость устранения возникших помех в исходном изображении.

Рассмотрим, например, шумы в виде тонких линий толщиной в один пиксель (рис. 1). Непосредственное применение фильтра Собеля дает лишние контуры (рис. 2).

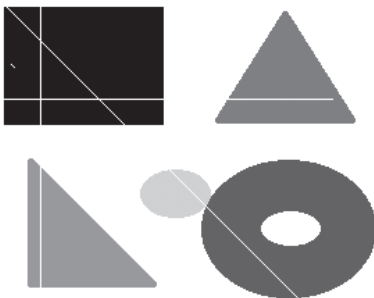


Рис. 1. Исходное изображение с помехами

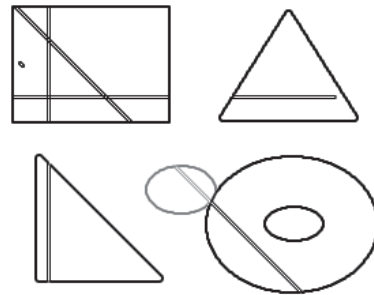


Рис. 2. Изображение, полученное после применения фильтра Собеля с лишними контурами, порожденными помехами

Полагаем, что при выделении контуров в большей степени значение имеет не конкретный цвет фигур, а их различие. Это обстоятельство позволяет нам перевести цветное изображение в черно-белое. Исходя из цветовой гаммы измененного изображения у всех пикселей интенсивность будет варьироваться в интервале от 0 (черный цвет) до 1 (белый цвет). Данным действием мы уменьшаем занимаемый изображением объем памяти, сохраняя при этом различие цветов. Это позволит нам отличить одни объекты от других даже при наличии общих точек соприкосновения.

Для фильтрации помех вначале проводим сканирование по горизонтали. Определяем наличие помехи последовательным набором из трех пикселей, в котором средний имеет значение 1, а два других отличное от него значение. Похожее, достаточно удачное условие нахождения помехи применяется в пороговом фильтре [9]. Далее исправляем значение среднего пикселя на правильное, используя интерполяционный многочлен Лагранжа [10, 11]:

$L(x) = \sum_{i=0}^n f(x_i) l_i(x)$, где n — степень полинома $L(x)$;
 $f(x_i)$ — значение интерполирующей функции $f(x)$ в точке x_i ;
 $l_i(x)$ — базисные полиномы, определяемые по формуле

$$l_i(x) = \prod_{j=0, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j}. \quad (1)$$

Действие данного многочлена позволяет определить приближенную математическую функцию, описывающую распределение значений ряда, и найти ранее неизвестное значение в заданной точке.

Аналогичное сканирование проводим по вертикали.

В системе компьютерной математики Maple [12,13] используемый алгоритм поиска и устранения помех при сканировании по горизонтали выглядит следующим образом:

```
>for i from 2 to h-1 do
> for j to w do
> if img1[i-1,j]<>1 and img1[i,j]=1 and img1[i+1,j]<>1 then # производим поиск и выделение помехи
> img1[i,j]:=0: # меняем цвет пикселя помехи на черный, чтобы в дальнейшем «высветлить» до необходимого значения интенсивности
> n1:=min(i-1,3): n2:=min(h-i,3):
> for k from i-n1 to i+n2 do # реализуем подсчет правильного значения поврежденного пикселя через интерполяционный многочлен Лагранжа
> L[k]:=1:
> for r from i-n1 to i+n2 do
> if r<>k and r<>i then
> L[k]:=L[k]*(i-r)/(k-r): # базисный полином (1); для удобства восприятия в программе l[k] заменено на L[k]
> fi:
> od:
> L[i]:=0: #для отсутствия ошибки в решении обнуляем базисный полином пикселя помехи
> img1[i,j]:= img1[i,j]+img1[k,j]*L[k]:
> od:

```

> fi:
> od:
>od:

где w и h ширина и высота исходного изображения соответственно, которые дают операторы:

`w:=Width(img0); h:=Height(img0);`



Рис. 3. Результаты фильтрации помех в исходных изображениях

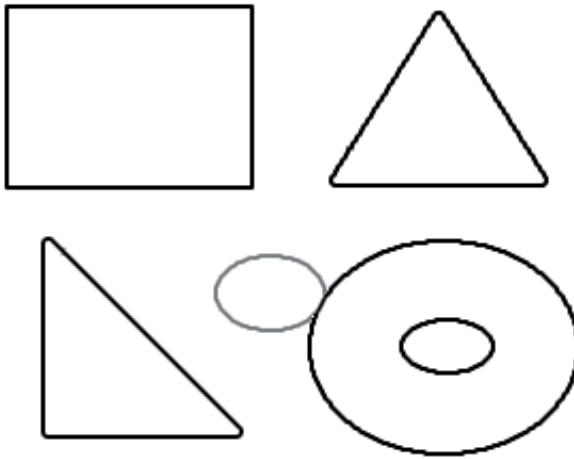


Рис. 4. Контуры, полученные после фильтрации помех

n_1, n_2 — регулируемые параметры скорости и точности исправления цвета помехи.

В ряде случаев результат сканирования с высокой или низкой точностью не имеет различий для решения поставленной задачи. При этом важно заметить, что в области большого количества помех интерполяционный фильтр с увеличением параметров точности n_1, n_2 , проигрывает в реальной точности исправления, по сравнению с меньшим значением указанных параметров. При определении контуров в основном хватает ограничения точности максимально в 6 ($n_1 + n_2$) пикселей.

Стоит отметить, что небольшой модификацией условия выбора параметров n_1, n_2 и области действия фильтра (пределы параметров i и j) можно добиться оптимального алгоритма для решения конкретной задачи. Это позволяет использовать интерполяционный фильтр для решения большого числа задач компьютерного зрения.

Одной из важных особенностей интерполяционного фильтра является высокая точность определения цвета исправляемых помех. Данное свойство позволяет корректно определять границу раздела нескольких объектов с общим соединением контуров и восстанавливать картины с переходом одного оттенка цвета в другой. Это позволяет расширить область ис-

пользования данного фильтра от задачи устранения помех для выделения контуров до восстановления повреждённых изображений к их первоначальному виду.

Предложенный алгоритм может быть использован как в робототехнике, так и в системах абилитации для незрячих.

Литература

1. *Kirsanov M.* Algorithm of noise filtering in the problem of extracting the image contour for the system of artificial vision of robots // Постулат. 2018. № 7 (33). – С. 15.
2. *Kanopoulos N., Vasanthavada N., Baker R.L.* Проектирование фильтра обнаружения краев изображения с использованием оператора Собеля // IEEE Journal of solid-state circuits. 1988. – Т. 23. – №. 2. – С. 358–367.
3. *Wang Z. et al.* Image segmentation of overlapping leaves based on Chan-Vese model and Sobel operator // Information processing in agriculture. 2018. – Т. 5. – №. 1. – С. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.09.005>.
4. *Кирсанов М.Н.* Модификация и анализ фильтров выделения контуров изображений // Вестник государственного университета морского и речного флота им. Адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 5 (33). – С. 201–206.
5. *Груничев А.В., Демкин Д.В., Кирсанов М.Н.* Детектирование границ объекта методом пороговой фильтрации карты насыщенности цветного изображения // Инновационные информационные технологии. 2013. – Т. 2. – № 2. – С. 183–187.
6. *Park R.H.* Комплекснозначные маски признаков путем направленной фильтрации 3×3 compass feature masks // Pattern analysis and applications. 2002. – Т. 5. – №. 4. – С. 363–368.
7. *Кадымов В.А., Кирсанов М.Н.* Математическая модель и схема реализации тактильного зрения для незрячих // Человек. Общество. Инклюзия. 4(32) 2017. – С. 125–130.
8. *Кадымов В.А., Кирсанов М.Н.* Построение системы искусственного зрения для незрячих // В сборнике: Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСП-2017) II Всероссийская конференция. 2018. – С. 59–65.
9. *Кирсанов М.Н.* Пороговый фильтр выделения контура изображения в системах искусственного зрения // В сборнике: Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСП-2017) II Всероссийская конференция. 2018. – С. 66–69.
10. *Вержбицкий В.М.* Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения). – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2005.
11. *Ващенко Г.В.* Вычислительная математика. Основы алгебраической и тригонометрической интерполяции // Современные проблемы науки и образования. – 2009. №. 1. – С. 54–55.
12. *Кирсанов М.Н.* Maple и MapleT. Решение задач механики. – СПб.: Лань, 2012. – 512 с.
13. *Голоскоков Д.П.* Практический курс математической физики в системе Maple. – СПб.: ПаркКом, 2010. – 644 с.