DOI: 10.17117/na.2016.11.02.131

<http://ucom.ru/doc/na.2016.11.02.131.pdf>

Поступила (Received): 30.11.2016

Казьмирук И.Ю., Кирсанов М.Н. Анализ работы модифицированного фильтра Собеля с маской 5 x 5

Kazmiruk I.Yu., Kirsanov M.N.
Analysis of the modified Sobel filter with a mask of 5 x 5

Проведен численный эксперимент по выделению контура изображения с различными масками фильтров. Предлагается увеличенная маска с наклонным расположением элементов. Сравнивается скорость и качество работы фильтра. Показано, что маска увеличенного размера работает заметно медленней, однако полученное изображение имеет более насыщенные тона. В программе использованы операторы системы Maple

Ключевые слова: изображение, маска, фильтр, контур, Maple

Numerical experiments on the outline of the image with different masks filters are done. Offers increased size of mask with the inclined arrangement of the elements. Compares the speed and quality of the filter. It is shown that the mask of increased size runs a little slower, but the resulting image has more saturated colors. The program used by operators of the system Maple

Key words: image, mask, filter, contour, Maple

Казьмирук Игорь Юрьевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Kazmiruk Igor Yurievich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Кирсанов Михаил Николаевич

Доктор физико-математических наук, профессор
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Kirsanov Mikhail Nikolaevich

Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor
National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

*Работа выполнена при поддержке гранта
РФФИ № 16-01-00429.*

В системах управления при распознавании объектов (особенно быстро передвигающихся) имеют большое значение алгоритмы выделения контура изображения или части изображения. Контур объекта содержит достаточную информацию не только о самом объекте, но и его ориентации в пространстве, а характер изменения контура при перемещении объекта может дать данные о его скорости и предсказать (на небольшом интервале времени) его положение. Самым известным, вероятно, является фильтр Собеля, основанный на дискретном

дифференцировании изображения с помощью специальной матрицы – маски. Известны работы по улучшению работы алгоритма [1-4] и практике его применения в различных практических проблемах и задачах. Наиболее успешной были работы Щарра [5], предложившего свою матрицу-маску, отличающуюся от маски Собеля иным (но подобным) заполнением матрицы маски. В настоящей работе предлагается измененный фильтр и на основе программы [6] исследуется качество и скорость его работы.

Рассмотрим сначала работу фильтра [1] с "наклоненными" матрицами

$$\begin{pmatrix} -d & -2d & 0 \\ -2d & 0 & 2d \\ 0 & 2d & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 2d & d \\ -2d & 0 & 2d \\ -d & -2d & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

В отличие от классического фильтра эти матрицы не взаимно транспонированные. Параметр d является управляющим и как правило подбирается экспериментально на основе предварительного анализа контрастности обрабатываемого изображения.

Алгоритм фильтра реализован в системе компьютерной математики Maple [6]. Используется специальный пакет этой системы ImageTools, предназначенный для обработки изображений. Кроме этого потребуется также пакет линейной алгебры **LinearAlgebra** [7] для работы с матрицами. Принято: белый цвет пикселя соответствует интенсивности 1, черный – 0. Изображение (рис. 1) считывается из файла и одновременно переводится в черно-белое (рис. 2) операторами **RGBtoGray(Read("img.jpg"))**, затем по алгоритму Собеля с измененной маской получается контур (рис. 3).

Рис. 1. Исходное изображение

Рис. 2. Исходное изображение, преобразованное в черно-белое с помощью встроенной функции Maple RGBtoGray

Рис. 3. Контур, полученный с помощью модифицированного фильтра [1] с маской (1) при $d=4/5$

Время обработки измеряется оператором **time** системы Maple и равно в данном случае 48.985 мкс.

Рассмотрим матрицы маски фильтра увеличенного размера

$$\begin{pmatrix} -d & -2d & -3d & -4d & 0 \\ -2d & -2d & -3d & 0 & 4d \\ -3d & -3d & 0 & 3d & 3d \\ -4d & 0 & 3d & 2d & 2d \\ 0 & 4d & 3d & 2d & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 4d & 3d & 2d & d \\ -4d & 0 & 3d & 2d & 2d \\ -3d & -3d & 0 & 3d & 3d \\ -2d & -2d & -3d & 0 & 4d \\ -d & -2d & -3d & -4d & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Регулирующий параметр d подбирается экспериментально. Приведем основной фрагмент программы алгоритма Собеля в системе Maple:

```
> for i from 3 to h-2 do
> for j from 3 to w-2 do
> A:=SubMatrix(IMG,[i-2,i-1,i,i+1,i+2],[j-2,j-1,j,j+1,j+2]):
> X:=add(add(A[k,m]*G1[k,m],k=1..5),m=1..5);
> Y:=add(add(A[k,m]*G2[k,m],k=1..5),m=1..5);
> img[i,j]:=sqrt(X^2+Y^2): if img[i,j]>1 then img[i,j]:=1: fi:
> od:
> od:
```

Здесь обработка начинается с отступом на 3 пикселя от краев, и циклы работают по всей длине w и высоте h изображения; **IMG** – матрица изображения, **G1**, **G2** – маски. Значения размеров изображения (в пикселях) возвращают операторы **Width** и **Height**.

Результат работы фильтра заметно отличается от фильтра с матрицей 3 x 3 (рис. 4). Изображение получается более насыщенным, выявляются детали изображения, упущенные ранее. Однако при этом заметно растет время обработки. С увеличением самого изображения это становится еще более заметным. Альтернативный Собелю фильтр (пороговый) [1] работает многократно быстрее, но информация, которую он выдает предельно минимальна – контуру имеет как правило толщину не более пикселя, а изображение полностью лишено полутонов (интенсивность пикселей либо 1, либо 0). В тех же случаях, когда помимо самого контура требуется еще и упрощенная информация об изображении (полутона, тени) предлагаемый фильтр 5 x 5 имеет явные преимущества.

Рис. 4. Контур, полученный с помощью модифицированного фильтра [1] с маской (2) при $d=1/10$. Время обработки 93.055

Список используемых источников:

1. 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.
2. Демин А.Ю., Дорофеев В.А. Распараллеливание алгоритма выделения границ объектов на основе структурно-графического представления // Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 323. № 5. С. 159–164.
3. Kittler J. On the accuracy of the Sobel edge detector. *Image and Vision Computing*. 1983. V. 1. Issue 1. P. 37–42.
4. Topal C., Akinlar C. Edge drawing: a combined real-time edge and segment detector. *Journal of Visual Communication and Image Representation*. 2012. V. 23. No. 6. Pp. 862–872.
5. Оператор Собеля // Википедия. Дата обновления: 26.08.2014.
URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=53441014>
6. Кирсанов М. Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
7. Кирсанов М.Н., Кузнецова О.С. Алгебра и геометрия. Сборник задач и решений с применением системы Maple: учеб. пособие. М.: Инфра-М. 272 с.

© 2016, Казьмирук И.Ю., Кирсанов М.Н.
Анализ работы модифицированного фильтра
Собеля с маской 5 x 5

© 2016, Kazmiruk I.Yu., Kirsanov M.N.
Analysis of the modified Sobel filter with a mask of 5 x
5