

УДК 519.8

ЗАДАЧА ОТСЕЧЕНИЯ И ПРОИЗВОЛЬНОЕ ВЫПУКЛОЕ ОКНО

А. Г. Смольянов, Е. Г. Смольянова

В статье предлагается подход к решению задачи отсечения в случае плоского выпуклого окна. Подход основан на определенной классификации вершин произвольной плоской фигуры относительно выпуклого окна. Такая классификация позволяет во многих случаях избежать ненужных вычислений, связанных, в частности, с определением координат точек пересечения сторон произвольной фигуры со сторонами выпуклого окна.

Ключевые слова: задача отсечения, выпуклое окно, компьютерная программа.

CLIPPING PROBLEM AND PLANAR CONVEX POLYGON

A. G. Smol'yanov, E. G. Smol'yanova

The paper provides the clipping algorithm for planar convex polygon problem. The algorithm is based on the classification of the vertices of an arbitrary planar figure relative to a convex polygon. In many cases this classification allows to avoid unnecessary calculations such as calculating of coordinates for points of the intersection of arbitrary figure sides with polygon sides.

Keywords: clipping problem, convex polygon, computer program.

Задача о выпуклом окне известна, и подходы к ее решению упоминаются во многих публикациях [1; 3–5]. Если использовать идею с кодами, которые вычисляются для случая «правильного» четырехугольного окна [2], то задача о выпуклом окне окажется про-

сто обобщением задачи с треугольным окном.

Для определения принадлежности некоторой точки (x_0, y_0) внутренней области треугольника с вершинами $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$ и $C(x_3, y_3)$ воспользуемся следующим кодом:

```
function Znak(xx1,yy1,xx2,yy2,x,y: real): integer;
var f: real;
begin
  f:=(yy2-yy1)*x+(xx1-xx2)*y +(xx2*yy1-xx1*yy2);
  if abs(f) < 1e-6 then Znak := 0
    else if f < 0 then Znak := -1 else Znak := 1
end;
```

© Смольянов А. Г., Смольянова Е. Г., 2014

Построим код для некоторой точки относительно заданного треугольника (точка (x_0, y_0) плоскости относительно $(m=3)$):

```
function KOD (x0,y0: real) : string;
var i : integer;
    v : string;
begin
    v := '';
    for i := 1 to m-1 do
        case Znak (fig [i]. x, fig [i]. y, fig [i+1]. x, fig [i+1]. y, x0, y0) of
            -1: v := v+'-';
            0: v := v+'0';
            1: v := v+'+'
        end;
        case Znak (fig [1]. x, fig [1]. y, fig [m]. x, fig [m]. y, x0, y0) of
            -1: v := v+'-';
            0: v := v+'0';
            1: v := v+'+'
        end;
        result := v
    end;
```

Визуализируем некоторую точку (x_0, y_0) на плоскости относительно заданного треугольного окна. Символьное представление кода показано на рис. 1. Обозначим такой код через КОД (x_0, y_0) . Заметим, что на основе этого

кода возможно построение его числового аналога. Полученный код далее можно использовать для определения принадлежности некоторой точки плоскости внутренней области заданного треугольника.

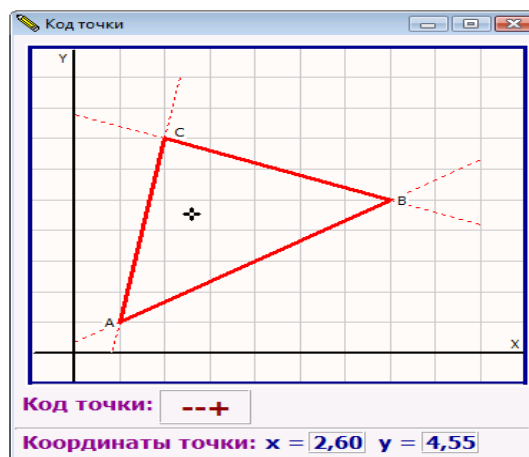


Рис. 1. Символьный код точки

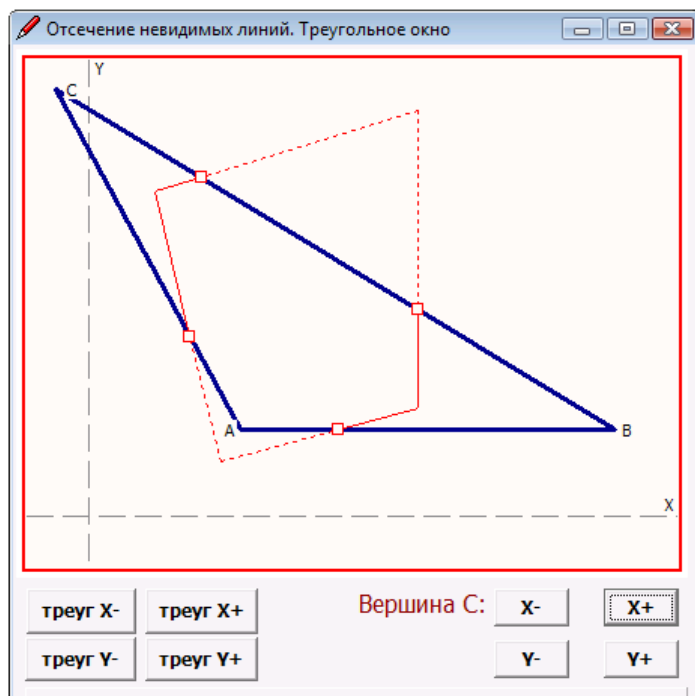


Рис. 2. Результат работы компьютерной программы, треугольное окно

С целью выявления и устранения возможных ошибок в создаваемой программе необходимо проделать следующие действия: вывести только видимые части сторон произвольной

плоской фигуры относительно треугольного окна (рис. 3); вывести только невидимые части сторон произвольной плоской фигуры относительно треугольного окна (рис. 4).

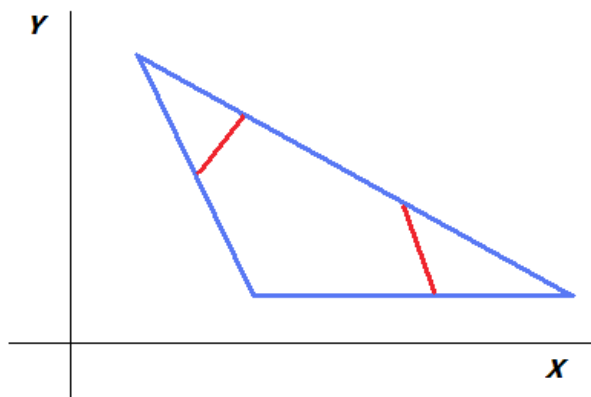


Рис. 3. Отображение видимых линий

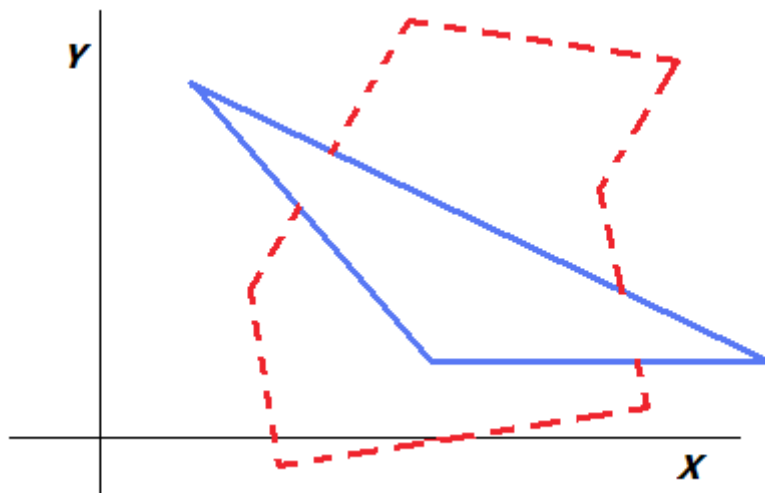


Рис. 4. Отображение невидимых линий

С точки зрения алгоритмизации, в рамках данной задачи нет проблем с переходом от треугольного окна к произвольному выпуклому окну. При рассмотрении произвольного выпуклому окна выделим ряд ситуаций, показанных на рис. 5–8. На первом из них не-

которая вершина выпуклого окна лежит на прямой, образованной одной из сторон $(x_1, y_1)-(x_2, y_2)$ произвольной фигуры. Назовем эти случаи ситуациями «одного нуля». Для их обработки достаточно проанализировать коды $\text{КОД}(x_1, y_1)$ и $\text{КОД}(x_2, y_2)$.

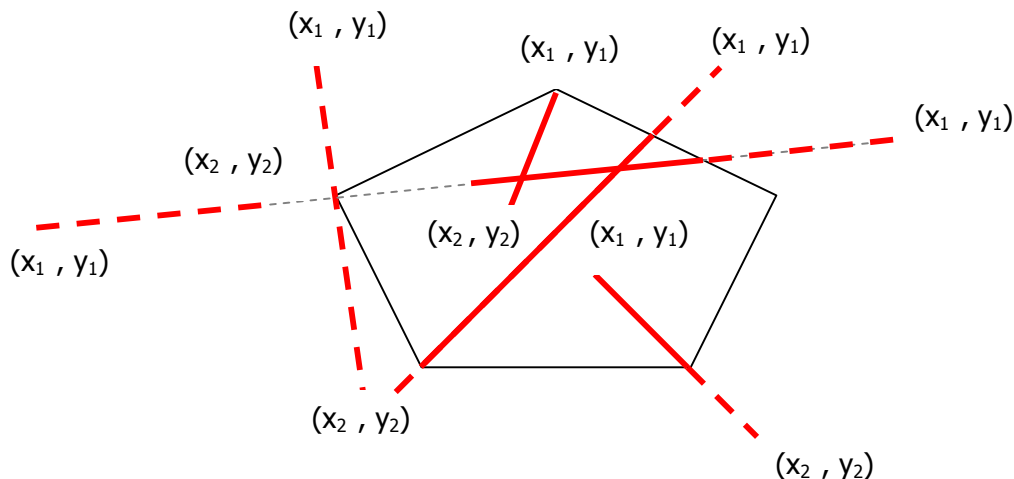


Рис. 5. Ситуации «одного нуля»

На рис. 6 показаны случаи 1–4, когда на прямой линии, определяемой стороной $(x_1, y_1)-(x_2, y_2)$ произвольной фигуры, лежат две соседние вершины заданного выпуклого окна. По аналогии эти случаи назовем ситуациями

«двух соседних нулей». Для выявления этих ситуаций достаточно обращения к функции $ZNAK(x_1, y_1, x_2, y_2, F_x, F_y)$, где (F_x, F_y) – одна из двух соседних вершин заданного выпуклого окна, лежащих на указанной прямой.

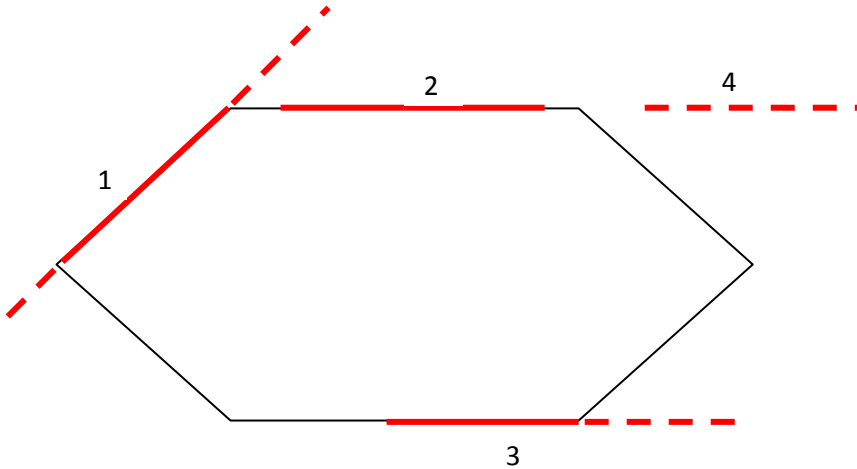


Рис. 6. Ситуации «двух соседних нулей»

На рис. 7 показаны случаи 1–4, когда на прямой линии, определяемой стороной $(x_1, y_1)-(x_2, y_2)$ произвольной фигуры, лежат две не соседние вершины заданного выпуклого окна. Эти случаи назовем ситуациями «двух несоседних

нулей». Для выявления этих ситуаций вновь достаточно обращения к функции $ZNAK(x_1, y_1, x_2, y_2, F_x, F_y)$, где (F_x, F_y) – одна из двух несоседних вершин заданного выпуклого окна, лежащих на указанной прямой.

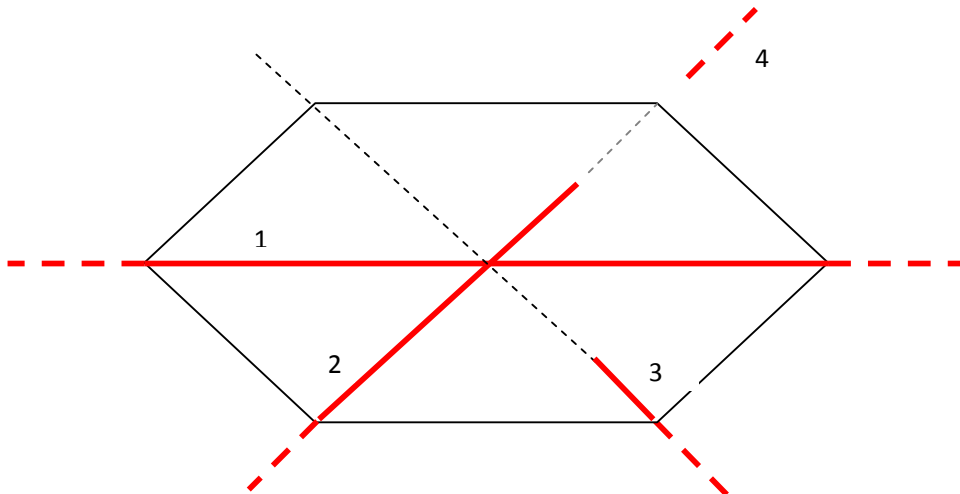


Рис. 7. Ситуации «двух несоседних нулей»

Рис. 8 иллюстрирует случаи 1–5, когда на прямой линии, определяемой стороной $(x_1, y_1)-(x_2, y_2)$ произвольной фигуры, не лежат вершины заданного выпуклого окна. Эти случаи объединим в ситуации «ноль нулей».

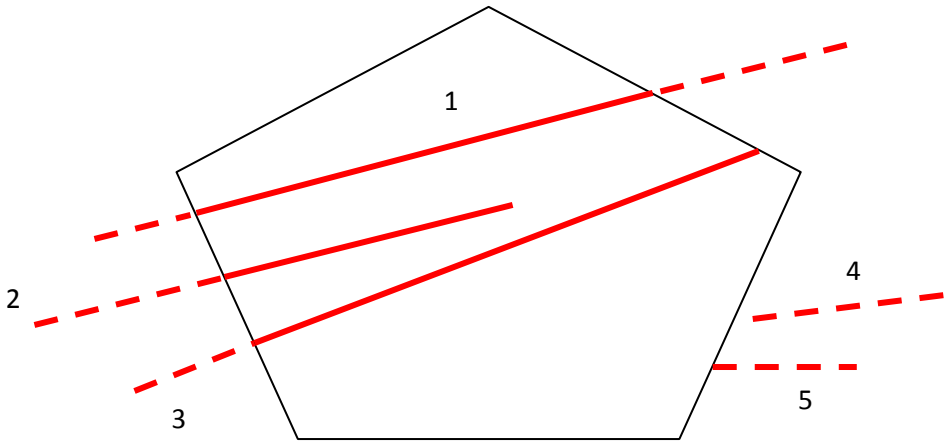


Рис. 8. Ситуации «ноль нулей»

В итоге получаются четыре независимые алгоритмические ветви. Результат работы программы в случае произвольного выпуклого окна представлен на рис. 9.

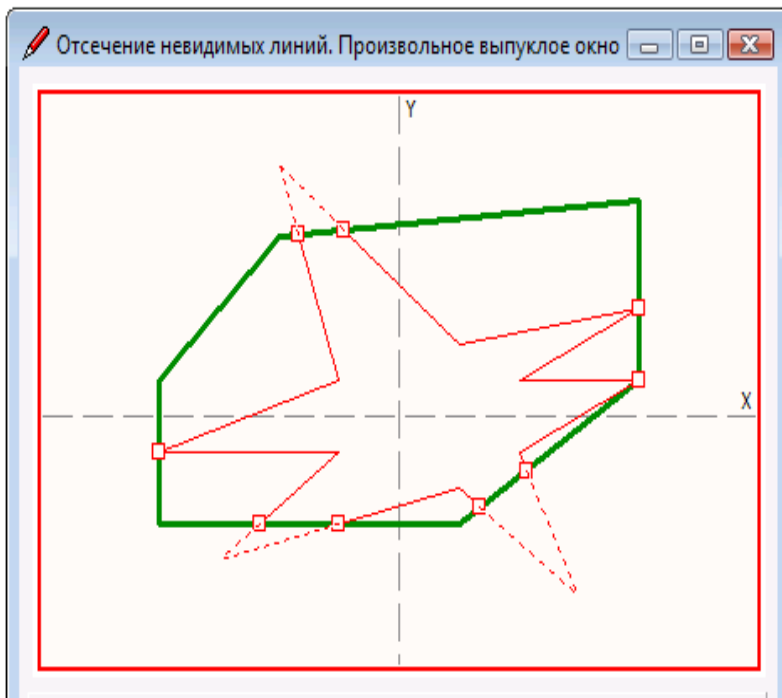


Рис. 8. Произвольное выпуклое окно

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. AlgoList – алгоритмы, методы, исходники. Графика. Отсечение многоугольника [Электронный ресурс]. – URL: http://algotlist.manual.ru/graphics/clip_poly.php (дата обращения 18.11.2013).
2. **Аммерал, Л.** Принципы программирования в машинной графике / Л. Аммерал ; пер. с англ. – Москва : СолСистем, 1992. – 224 с.: ил.
3. **Куликов, А.** Алгоритмические основы современной компьютерной графики. Лекция 5 : Отсечение (клиппирование) геометрических примитивов / А. Куликов, Т. Овчинникова [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/lecture/1077?page=3> (дата обращения 18.11.2013).
4. Компьютерная графика. Лекция №7 : Отсечение многоугольника [Электронный ресурс]. – URL: http://ermak.cs.nstu.ru/kg_rivs/graf07.html (дата обращения 18.11.2013).
5. **Роджерс, Д.** Алгоритмические основы машинной графики / Д. Роджерс ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1989. – 512 с.

Поступила 04.12.2013 г.

Об авторах:

Смолянов Андрей Григорьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой фундаментальной информатики факультета математики и информационных технологий ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия), ivt@math.mrsu.ru

Смолянова Елена Григорьевна, доцент кафедры математического анализа факультета математики и информационных технологий ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия), janovaeg@mail.ru

Для цитирования: Смолянов, А. Г. Задача отсечения и произвольное выпуклое окно / А. Г. Смолянов, Е. Г. Смолянова // Вестник Мордовского университета. – 2014. – № 1. – С. 132–138.

REFERENCES

1. AlgoList – algoritmy, metody, iskhodniki. Grafika. Otsecheniye mnogougolnika [AlgoList – algorithms, methods, source code. Graphics. Polygon clipping]. Available at: http://algotlist.manual.ru/graphics/clip_poly.php
2. Ammeral L. Printsipy programmirovaniya v mashinnoy grafike [Programming principles for computer graphics]. Moscow, Sol Sistem Publ. 1992, 224 p.
3. Kulikov A., Ovchinnikova T. Algoritmicheskiye osnovy sovremennoy kompyuternoy grafiki. Lektsiya 5: Otsecheniye (klippirovaniye) geometricheskikh primitivov. Natsionalny Otkryty Universitet «INTUIT» [Algorithmical bases of a present-day computer graphics. Lecture 5: geometrical primitives clipping. National open university “Intuit”]. Available at: <http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/lecture/1077?page=3>
4. Kompyuternaya grafika. Lektsiya №7. : Otsecheniye mnogougolnika [Computer Graphics course. Lecture №. 7. : Polygon Clipping]. Available at: http://ermak.cs.nstu.ru/kg_rivs/graf07.htm
5. Rodzhers D. Algoritmicheskiye osnovy mashinnoy grafiki [Algorithmical bases of computer graphics]. Moscow, Mir Publ., 1989, 512 p.

About the authors:

Smol'yanov Andrey Grigoryevich, Associate Professor (docent), head of Fundamental Informatics chair of Mathematics and Information Technology Department of Ogarev Mordovia State University (Saransk, Russia), Kandidat Nauk (PhD) degree holder in Physical-Mathematical sciences, ivt@math.mrsu.ru

Smol'yanova Elena Grigoryevna, Associate Professor (docent) of Mathematical Analysis chair of Mathematics and Information Technology Department of Ogarev Mordovia State University (Saransk, Russia), janovaeg@mail.ru

For citation: Smol'yanov A. G., Smol'yanova E. G. Zadacha otsecheniya i proizvol'noe vypukloe okno [Clipping Problem And Planar Convex Polygon]. *Vestnik Mordovskogo Universiteta* – Mordovia University Bulletin. 2014, no. 1, pp. 132 – 138.