

## Контурният анализ – възможности за извличане на информация от машиностроителни чертежи

Красимир Каменов

**Contour analysis - possibilities to extract information from engineering drawings:** The paper describes the theoretical basis of contour analysis and aspects of its practical application to extract text and geometric information from engineering drawings. Purpose of the paper is the analysis of the positive and negative aspects of the implementation of algorithms for contour analysis and possibilities for their improvement.

**Keywords:** contour analysis, engineering drawing.

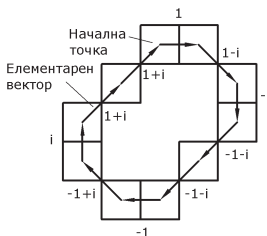
### ВЪВЕДЕНИЕ

Контурният анализ е един от методите, използван при разпознаването на графични документи. Докладът описва част от теоретичните основи на контурния анализ и аспектите на практическото му приложение за извличане на геометрична и текстова информация от машиностроителни чертежи. Разглеждат се примери на разпознаване на елементи от графичните символи, използвани за означаване на грапаовстта на повърхнините и геометричните им допуски. Цел на доклада е анализът на положителните и отрицателни страни на алгоритмите за реализиране на контурния анализ и възможностите за тяхното усъвършенстване.

### КОНТУРЕН АНАЛИЗ (КА) – КРАТКО ОПИСАНИЕ

КА позволява да се опишат, съхранят, сравнят и намерят обектите по външните си очертания- контури. Предполага се, че контурът съдържа необходимата информация за формата на обекта. Вътрешните точки на обекта не подлежат на внимание. Това ограничава областта на приложение на алгоритъма, но прегледа само на контурите позволява да се премине от двумерно изображение към пространство на контурите и по този начин да се постигне по-ниска алгоритмична сложност. КА дава възможност за ефективно решаване на основните проблеми на разпознаване на образи - трансляция, ротация и мащабиране на обекта. Методите на КА са нечувствителни към тези трансформации.

Контурът се дефинира като граница на обект, представена от точки(пиксели), отделяща обекта от околната среда. В КА контурът е кодиран с последователност, състояща се от комплексни числа. Началната точка на контура е фиксирана. Контурът е обходен по посока на часовниковата стрелка и всеки вектор на отместване е представен чрез комплексно число  $a+ib$ , където  $a$  – точково отместване по  $x$ , а  $b$  – отместване по  $y$  оста. Отместването се отчита спрямо предходната точка (Фиг. 1).



Фиг. 1.

Контурите са винаги затворени и не могат да се пресичат самостоятелно със себе си си. Това позволява да се определи недвусмислено начина на затваряне на

контура (в рамките на една посока - по или обратно на часовниковата стрелка). Последният вектор на контура винаги води до началната точка. Всеки вектор на контура ще наречем елементарен вектор (ЕВ), а последователността от комплексни числа- вектор-контур(ВК). По този начин, вектор-контур  $\Gamma$  с дължина  $k$  може да бъде определен като:

$$\Gamma = \{\gamma(0), \gamma(1), \dots, \gamma(k-1)\}$$

В контурния анализ се предпочита кодиране с комплексни числа, поради преимуществата при работата със скаларно произведение на комплексни числа.

### СВОЙСТВА НА КОНТУРИТЕ

1. Сумата от елементарните вектори по затворен контур е равна на нула, тъй като последният ЕВ затваря контура в началната точка.
2. ВК не зависи от транслацията и ротацията на изображението, защото контурът е зададен спрямо начална точка, която се явява координатно начало на относителна координатна система.
3. Изместването на началната точка не променя последователността от вектори, първият ЕВ винаги започва от началната точка.
4. Мащабирането на векторния контур може да се разглежда като умножаване на всеки ЕВ по зададен мащабен фактор.

### НОРМАЛИЗИРАНО СКАЛАРНО ПРОИЗВЕДЕНИЕ





Нормализирано скаларно произведение (НСП) е

$$\eta = \frac{(\Gamma, N)}{\|\Gamma\| \|N\|}$$

където  $\|\Gamma\|$  и  $\|N\|$  са нормите на контурите, изчислени по

$$\|\Gamma\| = \left( \sum_{n=0}^{k-1} |\gamma(n)|^2 \right)^{\frac{1}{2}}.$$

НСП в множеството на комплексните числа също е комплексно число.

	НСП	НСП
	1	1
	i	1
	-1	1
	-i	1

Фиг. 2

На Фиг. 2 са показани свойствата на НСП и нормата на НСП за два контура. Вижда се, че нормата на НСП е винаги единица при еднакви контури, независимо от ротацията им. По стойността на НСП може да се съди за ъгъла на завъртане между сравняваните контури. Следователно е удобно да се използва нормата на НСП за установяване подобие на контури – при еднаквост стойността му е 1, а при различие е по-малка от нула.

### Корелационни функции на контурите

Откриването на еднаквост на два контура с използване на нормата на НСП изисква сравняването на контури да са със съвпадаща начална точка. Ако контурите са еднакви, но началните им точки не съвпадат, тогава нормата на НСП на такива контури няма да бъде равна на единица. Дефиницията за интеркорелационната функция (ИКФ) на два контура е














$$\tau(m) = (\Gamma, N^{(m)}), m = 0, 1, \dots, k-1$$

Стойностите на тази функция показва колко са подобни  $\Gamma$  and  $N$  при изместване на началната точка  $N$  на  $m$  позиции. Ако разгледаме стойностите на максимум на нормата на ИКФ

$$\tau_{(\max)} = \max \left( \frac{\tau(m)}{\|\Gamma\| \|N\|} \right), m = 0, 1, \dots, k-1$$

ще установим, че  $\tau_{\max}$  е мярка за подобие на два контура, независимо от трансформацията, ротацията и изместването на началната им точка. Така  $|\tau_{\max}|$  показва нивото на подобие на контурите и достига единица при еднаквите контури, а аргументът  $\arg(\tau_{\max})$  дава ъгъла на ротация между двата контура един спрямо друг. От съществено практическо значение е така също и още една функция-автокорелационната функция (АКФ). Тя представлява ИКФ за която  $N=\Gamma$  и фактически е скалярно произведение на контура със себе си при различни начални точки.

### ПРИМЕРИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ

Разпознати символи	Неразпознати символи
 	  
 	
 	
 	
 	

Фиг. 3

На базата на представените по-горе теоретични аспекти на корелационния анализ на вектор-контурите е разработена експериментална програмна система за разпознаване на графични символи от машиностроителни чертежи. Целта на експеримента е да се установи приложимостта на контурния анализ върху специфични символи от технически чертежи. Сканираните документи са със сравнително добро качество. Интерес представляваха само определен набор от условни означения, използвани в чертежи на детайли. Безпогрешно бяха разпознати знаците за означаване грапавостта на повърхнините, параметрите на грапавостта и числените стойности. При геометричните допуски резултатите са показани на Фиг. 3. Причина за неразпознатите символи е липсата на характерен външен контур, който да послужи за идентификация от програмата.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Методът на контурния анализ е подходящ за разпознаване на символи от технически чертежи, но като всеки друг известен досега метод има и някои ограничения, които затрудняват самостоятелната му употреба за тази цел и налагат допълнителна обработка за постигане на окончателни максимално добри и ефективни резултати. Първото ограничение е невъзможността да разпознава прекриващи се и допиращи се контури, а второто е затруднена обработка на прекъснати обекти, в зависимост от големината на прекъсването. Предимство на метода е много бързото разпознаване на символи, които имат контрастни очертания и не са прекъснати от дефекти в изображението. Премахването или намаляването на влиянието на факторите, затрудняващи работата на метода чрез подобряване на реализиращите го алгоритми, биха довели до значителното разширяване на областта за практическо приложение.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Фурман, Я. и др. Введение в контурный анализ- приложения в обработке изображений и сигналов. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003.

#### **За контакти:**

Гл.ас. Красимир Каменов, Катедра "Машинознание, машинни елементи и инженерна графика", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 461, e-mail: [kkamenov@ru.acad.bg](mailto:kkamenov@ru.acad.bg)

**Докладът е рецензиран.**