

АВТОМАТИЗИРАНА РЕКОНСТРУКЦИЯ ОТ СКАНИРАНО ИЗОБРАЖЕНИЕ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЕН ЧЕРТЕЖ НА ДЕТАЙЛ В АКСОНОМЕТРИЯ

Юлиан Димитров

Минно-геоложки университет
"Св. Иван Рилски"
София 1700, България

РЕЗЮМЕ

Поради нееднозначността на представянето, качествено преобразуване от растерен във векторен формат среща определени трудности. В известните комерсиални програмни продукти за векторизиране на технически изображения се използват само някои семантични свойства на чертежа. Това основно се осъществява при възстановяване на симетричните форми в изображението.

Тук се обсъжда метод за машинно разпознаване на сегменти (отсечки и дъги от окръжност) и основни конструктивни елементи (признаци) в сканирано изображение на детайл в аксонометрия. Формулират се подходящи за машинна реализация условия за реконструкция на изображението.

УВОД

Сканираното изображение на машиностроителен чертеж е растеризирано копие, което съдържа допълнителни отклонения от оригинала, дължащи се на грешки на системата за копиране. Растерните формати на изображенията не са подходящи за използваните методи за обработка и графична работа с копията на машиностроителните чертежи. Необходимо е специално преобразуване на изображението, свързано с разпознаването на елементи на чертежа и в резултат на това, получаване на определен семантичен начин на съхраняване и представяне на графичната информация.

Съществуват много публикации, съдържащи методи и алгоритми за разпознаване, разрешаващи определени конкретни задачи, но те не са адаптирани за машиностроителните чертежи. Реализирането на качествено преобразуване от растерен във векторен формат на изображение, среща определени трудности. От една страна, това произтича от нееднозначността на начините за заместване на растерното представяне с векторно, а от друга, от нерешени въпроси свързани с подчертана контекстна зависимост на елементите на изображението.

Създадени са много методи и алгоритми за разпознаване. Всеки един такъв алгоритъм извършва една част от обработката и той следва да се комбинира с други за едно цялостно решение. Изображението на машиностроителен детайл в аксонометрия е двумерно, но лесно се възприема като тримерно. Установяването на точната форма и положението на обект и построяването на неговата монжова проекция по дадено негово изображение в аксонометрия и някои необходими данни се нарича реконструкция. Необходимите данни и ограниченията за

вида на разглежданите обекти са условията за реконструиране.

Представява интерес машинното разпознаване на сканирано изображение на машиностроителен детайл в аксонометрия. За ефективното разпознаване на отсечки и дъги от окръжности в изображението и максимално доближаване до двумерно векторно представяне, реализирано с чертожен продукт е необходимо да се извърши и реконструкция, включваща:

- Определяне на технологичните признаци, представляващи основни геометрични тела, съставляващи обекта и съпътстващите ги прости геометрични фигури;
- Построяване на монжовата проекция с допълнителни означения за технологичните признаци на обекта.
- Семантично разпознаване на отсечки и дъги от окръжности в контекста на определените технологични признаци.

ЦЕЛ

Да се представи метод за разпознаване на отсечки и дъги от окръжност в аксонометричен чертеж на детайл. Неговото автоматично реконструиране при подходящи ограничения върху сложността на детайла.

РАЗПОЗНАВАНЕ НА ЛИНИЯ В СКАНИРАНО ИЗОБРАЖЕНИЕ НА МОНЖОВА ПРОЕКЦИЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЕН ЧЕРТЕЖ

Линиите са основен графичен елемент в машиностроителния чертеж, изобразен в монжова проекция. Преобладават вертикални и хоризонтални линии.

Повечето от линиите са отсечки и дъги от окръжност. Линиите са означени по точно определен начин в зависимост от вида им (БДС-ISO 128) и имат стандартни:

- форма: отсечка, дъга от окръжност, непрекъсната с чупки линия и непрекъсната вълнообразна линия;
- вид: непрекъсната линия, прекъсната линия, прекъсната линия с точка и прекъсната линия с две точки;
- дебелина и минимално отстояние между успоредни линии – съгласно стандартни изисквания;
- изисквания за начина на изпълнение.

Преобразуването от растерен във векторен формат с програмите, предназначени да обработват сканирани изображения на чертежи, среща определени трудности. Основен проблем при векторизирането, е че отсечките не винаги се разпознават като един сегмент. Разчита се на дебелината на линията и в случай на не добре изразена разлика в дебелините на различните линии се получават грешки. Няма механизъм за контекстно разпознаване и се разчита на намесата на оператора за да се коригират грешките.

Обработване на растерно представената линия

Основната характеристика на растерно изобразената линия, е че тя има определена ширина. За добро визуално възприемане е необходима достатъчно голяма разделителна способност, така че по ширината на линията да се поместват поне няколко пиксела. Съществува и критерий за оптимален избор на разделителната способност, наречен *условие за съвместимост* (Pavlidis, 1986), така че растеризираното представяне да съдържа основните топологични свойства на кривата. Този критерий е формулиран по евристични съображения – смята се, че ако представената растерно крива се възприема добре визуално, то тя притежава всичките си свойства. Стремещт към намаляване на растерната мрежа е свързан с това, че от броя на растерните елементи пряко зависи броя на необходимите операции за обработване на изображението на линията – т.е. зависи сложността на изображението в това представяне. Намаляването на броя на пикселите на линията или представянето по друг начин, чрез подобни основни елементи при запазване на необходимите за преобразуването свойства, увеличава информативността на растерното изображение.

Избор на подходящ метод за разпознаване на отсечка и дъга от окръжност

При избора на метод за разпознаване е необходимо да се отчитат начина на изпълнение на линиите, стандартните свойства на растерно изобразените линии, характера на преобладаващите дефекти в растерното изображение и наличието на взаимно пресичане на линиите. Подходящ е метод, който интерпретира ръчното чертане на линиите като последователно нанасяне на малки отсечки с определена дължина d_e .

Основен вектор наричаме отсечка с дължина d_e със свойството: дължината d_e да е достатъчна, така че при представяне на дъга от окръжност с възможно най-малкия радиус на чертежа чрез последователност от отсечки с

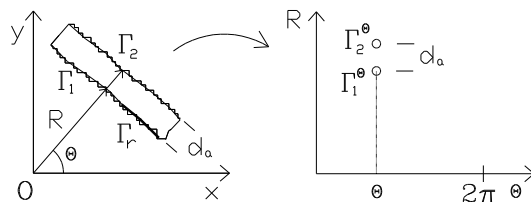
дължина d_e , грешката да не надминава предварително определена стойност.

След прилагане на стандартния метод за оконтурване, така полученият верижен код, се замества с последователност от основни вектори – насочени отсечки посоката, на които се определя от начина на преминаване по контура.

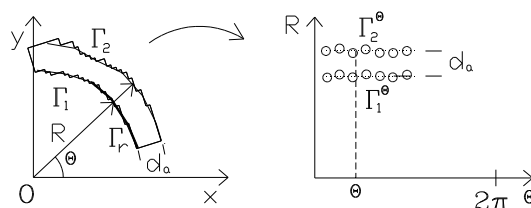
Представянето на контура с отсечки с дължина d_e има предимството, че се преодоляват дефекти като:

- някои редуващи се липсващи или излишни пиксели по контура;
- липсващи малки групи или единични пиксели вътрешни за линията;
- дефекти само по една граница в локална област на линията;
- излишно детайлно представяне на контура, което забавя обработката.

Всеки сегмент (част от отсечка или дъга от окръжност) се представя чрез двойка съвкупности Γ_1 и Γ_2 от основни вектори, апроксимиращи контура (фиг.1, фиг.2). Определя се и $\Gamma_r \subset \Gamma_1 \cup \Gamma_2$ - последователност от основни вектори с достатъчен брой, така че да може да се определи кривината на сегмента и от там дали той е отсечка или на дъга от окръжност. Сегментът се описва векторно като един обект – отсечка или дъга от окръжност. Прилага се метода на Hough (Гочев Г., 1998).



Фигура 1: Изобразяване на отсечка в (θ, R) пространството



Фигура 2: Изобразяване на дъга от окръжност в (θ, R) пространството

РАЗПОЗНАВАНЕ НА ДЪГА ОТ ОКРЪЖНОСТ В СКАНИРАНО ИЗОБРАЖЕНИЕ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЕН ЧЕРТЕЖ В АКСОНОМЕТРИЯ

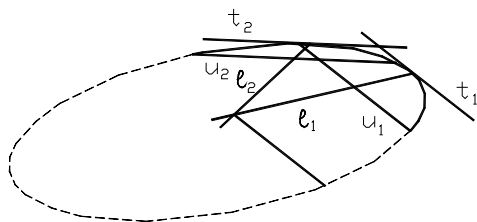
В общия случай окръжността се изобразява като елипса. Разпознаването на дъга от елипса най-общо може да

стане чрез интерполация на пикселите на линията с параметрично описана елипса. С геометрични средства задачата се реализира по-рационално.

Определяне на спрегнатите радиуси на сегмент от елипса и допълването му до елипса

След представяне на сегмента от елипса с основни вектори по Γ_r се определя, че сегментът не е отсечка.

Използва се средната линия между Γ_1 и Γ_2 на сегмента. Когато дъгата е по-малка от 1/2 част от елипсата може да се приложи методът илюстриран на фигура 3. Дъгата се дели на три равни части и по всяка 2/3 част се построява диаметър и допирателна. Използва се, че спрегнатият диаметър е успореден на допирателната. По два диаметъра се определя центъра на елипсата. За допълване на сегмента до елипса се използва, че всяка хорда успоредна на единия диаметър, се разполовява от спрегнатия му диаметър.

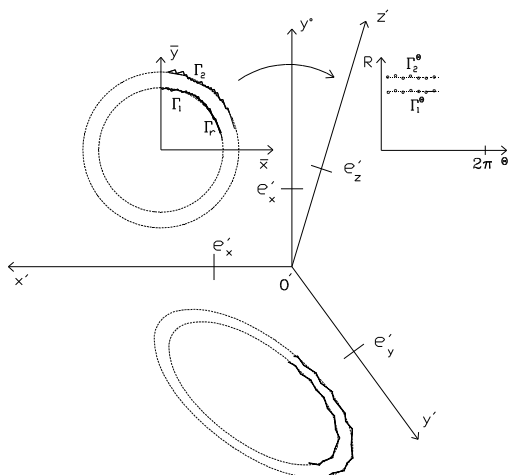


Фигура 3: Построяване на центъра на елипса и нейни спрегнати радиуси по даден сегмент от нея

Реконструкция на окръжност, изобразена в аксонометрия

Трансформирането на елипса в окръжност може да стане по различни начини в зависимост от избраната афинна трансформация. Задачата има стандартно решение, когато окръжността е в координатна равнина. На фиг.4 е илюстрирана трансформация на дъга от елипса от равнина Oxy в окръжност при произволна наклонена аксонометрия с мащабни единици e'_x, e'_y, e'_z . Получената окръжност е подобна на действителната с коефициент на подобие $k = \frac{e}{e_x}$. Тази трансформация се прилага

върху основните вектори и се получават Γ_1 и Γ_2 за окръжността. Тя се разпознава по метода на Hough



Фигура 4: Реконструкция на дъга от окръжност

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОТ СКАНИРАНО ИЗОБРАЖЕНИЕ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЕН ДЕТАЙЛ В АКСОНОМЕТРИЯ

Под реконструкция от сканирано изображение в аксонометрия ще разбираме съпоставянето на пространствените координати и размери на сегментите от отсечки и окръжности, представящи ръбовете на детайла. Крайният резултат ще послужи за по-точно изобразяване на обекта в монжова проекция или аксонометрия. При по-пълно решаване на въпроса за разпознаване от сканирано изображение е необходимо да се използват и означенията за размер. Тук ще се ограничим само до геометричното получаване на размерите, което е достатъчно за целите на изобразяването.

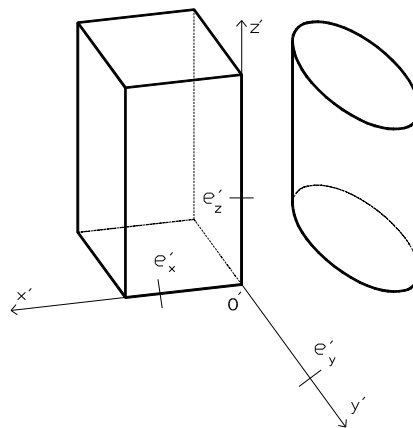
Основни условия за реконструиране

За реконструирането на най-прости тела – права правоъгълна призма и прав кръгов цилиндър с основа в Oxy е достатъчно да се зададат:

- началото на координатната система и размерите на три отсечки, с направления успоредни на координатните оси. Това може да са връх от основата и ръбове на изобразеното тяло (фиг.5);
- ръбовете от основата на тялото трябва да се посочат.

При така зададените условия линиите на телата от фиг.5 могат лесно да се разпознаят и опишат с техните пространствени размери. Използва се, че:

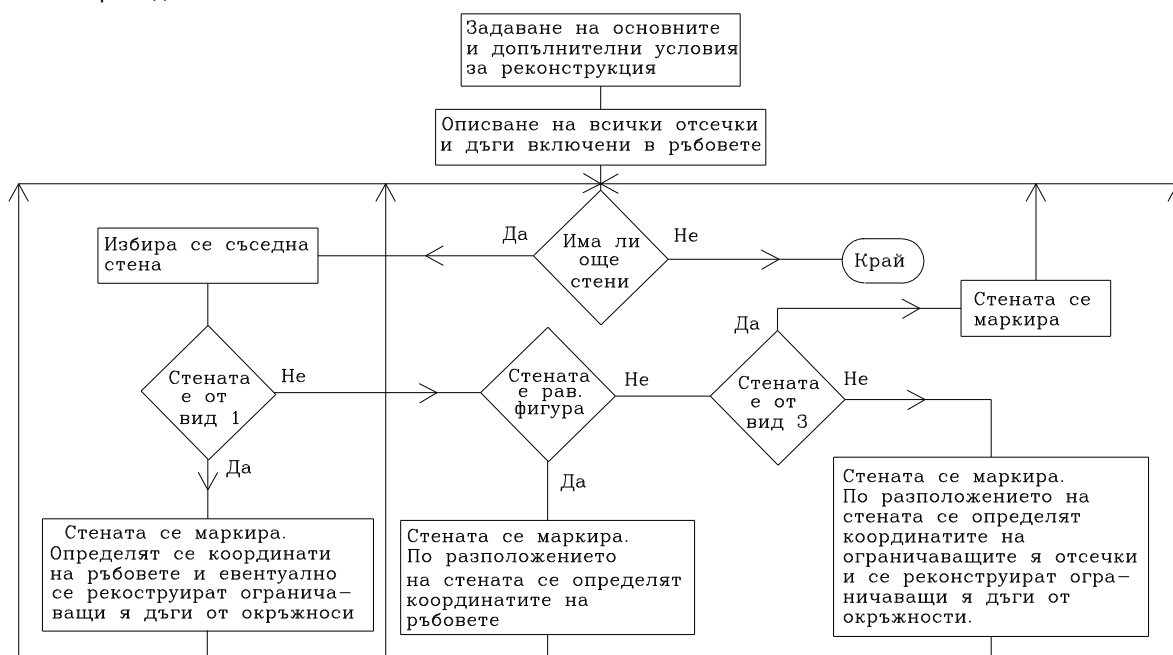
- успоредните и равни отсечки имат равни дължини;
- стените представляващи равнинни фигури, които имат две контурни отсечки, успоредни на координатна равнина са успоредни на тази равнина и имат една постоянна координата за всичките си точки;
- основата на цилиндъра се получава по начина за реконструкция на окръжност от координатна равнина, разгледан по-горе;
- еднаквите елипси, представляват образите на еднакви окръжности от успоредни равнини.



Фигура 5: Призма и цилиндър със зададени основни условия за реконструкция

При зададени основни условия за реконструиране е необходимо, тръгвайки от един долен връх на тялото да могат да се обходят всичките му ръбове и се определят координатите на крайните точки на тези ръбове. Обхождането може да стане едновременно с маркиране на стените на тялото – чрез запълване на стена се определят ръбовете, които я ограничават. Използва се, че тези ръбове лежат в равнина, успоредна на координатна равнина и се определят координатите на крайните им точки.

Стените са три вида:



Фигура 6: Схема на алгоритъма за реконструкция на детайл от сканирано изображение на аксонометричен чертеж

Допълнителни условия за реконструкция

Разглеждаме въпроса за реконструиране на тяло, конструктивно представящо се като сечение, обединение и разлика на прави правоъгълни призми и прави кръгови цилиндри. Такава форма е най-често срещана при детайлите в машиностроителен чертеж. Обикновено при изобразяване в аксонометрия по-голямата част от стените на тялото са успоредни на координатните равнини и тялото е поставено с основата си в Oxy .

Скрита информация

Аксонометричното изображение е нагледно, но може да не съдържа цялата графична информация. Детайлът, изобразен на фиг.7 има скрити стени и части, които не са изобразени. Тази информация може да се допълни само, ако са дадени ортогонални проекции на детайла и евентуално необходимите изгледи и разреза.

Вид 1 – равнинна фигура, успоредна на координатна равнина.

Вид 2 – равнинна фигура или цилиндрична повърхнина, успоредни само на една координатна ос.

Вид 3 – равнинна фигура, не успоредна на координатна ос или не равнинна фигура.

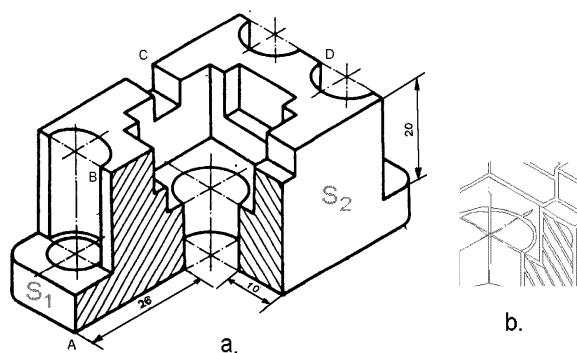
Допълнителните условия се състоят в указване от оператора на стените от вид 3, при което те не участват в алгоритъма, представен на фиг. 6 за поставяне на координати на ръбовете.

За експериментално реализиране е използван, сканиран от хартиено копие чертеж на детайл (фиг.7) с разделителна способност 300 dpi. Основните операции се извършват в паметта на контекстно устройство за визуализиране с 256 цвята.

Реализирани са алгоритмите:

- оконтурване;
- описване на контура с основни вектори;
- разпознаване на отсечка и дъга от окръжност;
- отделяне и разпознаване на щриховани линии;
- отделяне на размерните линии и означенията;
- реконструиране на аксонометричен образ на окръжност от координатна равнина.

РЕАЛИЗАЦИЯ НА МЕТОДА



Фигура 7: а. – сканирано изображение от аксонометричен чертеж на детайл; б. – фрагмент от изображението след оконтурване на ръбовете

Въвежда се параметър за дължина на основния вектор, стандартни дебелини на линиите и допустимо изкривяване на отсечките. Щрихованата част се отделя по дебелина на линиите.

На фиг.7а. са означени с S_1 и S_2 повърхнините от вид 3. Началото на координатната система е в точката А и са избрани за контрол на изчисленията точките В, С и D. Резултатите са дадени в таблица 1.

На фиг.7б. е изобразен фрагмент от изображението след оконтурване. От него непосредствено се наблюдават важни свойства, които се използват при разпознаване на линиите:

- по – малка дебелина на щрихованите линии;
- ясно изразена кривина на дъгите от ръбовете;
- възможността за преодоляване на дефектите, като се апроксимира получения контур и
- много добре изразена свързаност на вътрешния контур на всички ръбове ограничаващи една стена.

Таблица1: Координати на точките А, В, С, и D получени при реализиране на метода

	x	y	z
A	0.00	0.00	0.00
B	8.02	2.23	27.15
C	34.40	17.05	27.15
D	54.84	-2.45	27.15

Обсъденият подход за машинно разпознаване на аксонометричен чертеж на детайл съдържа основните

необходими контекстно зависими обработки. Предлага се рационален метод за разпознаване на обектите в (θ, R) пространството и възстановяване на информацията за основните фигури на изображението.

Формулираната задача за реконструиране на сканирано копие на аксонометрично изображение и избрания подход могат да послужат за автоматизирано извличане на основните конструктивни признаци на детайл и създаване на система за разпознаване с оптимално използване на семантиката на обекта..

ЛИТЕРАТУРА

- Горанов П., 1999. Относно връзката между 2D CAD и системи чрез автоматично разпознаване на признаци, *Автоматика и информатика* 1/2.
- Гочев Г., 1998. Компютърно зрение и невронни мрежи, София.
- Димитров Ю., Ст. Иванов, 2001. Автоматично разпознаване на размерните линии в сканирано копие на машино-строителен чертеж, *Трета научна конференция "Смолян - 2001"*.
- Cheng F., M. Chen, 1989. Recognition of Handwritten Chinese Characters by Modified Hough Transform Techniques, *IEEE Trns. Pattern Anal. Machine Intell.* Vol. II.
- Pavlidis T., 1986. Algorithms for graphics and image processing, *Computer science press*.

AUTOMATIC RECONSTRUCTION FROM SCANNED IMAGE OF MECHANICAL DRAWING IN AXONOMETRY

Julian Dimitrov

University of Mining and Geology
"St. Ivan Rilski"
Sofia 1700, Bulgaria

SUMMARY

Because of ambiguity presentation, the qualitative transformation from raster to vector format meets definite difficulties. In the well-known commercial program products for vectoring of technical images are used only some semantically characteristics of the mechanical drawings. This is realized thoroughly only in the reconstruction of the symmetrical forms of the image.

Here is discussed a method for machine recognition of segments (segments of lines and arcs of circles) and basic constructive elements (features) in scanned image of a mechanical detail in axonometry. Here are enunciated conditions for reconstruction of the image that are suitable for computing realization.

Key words: recognition, vectorization of mechanical drawing, reconstruction, raster image,

INTRODUCTION

The scanned image of mechanical drawing is a rasterized copy, what contains additionally deviation from original, by reason of mistakes of the copying system. The raster formats of the images are not suitable for the used methods for treatment and graphical work with the copies of the mechanical drawings. It is necessary a special transformation of the image, that is connected with recognition of drawings elements and in a result of this, receiving a definite semantic way of preserving and presenting of the graphical information.

There exist many publications that contain methods and algorithms for recognition for decides definite tasks but they are not adapted for mechanical drawings. The realization of a qualitative transformation from raster to vector format of an image meets with some difficulties. From one side this follows from dissimilarity of the ways for replacement of raster presentation with vector, but from another side from unsolved questions that are connected with context dependent of the elements of the image.

There are established many methods and algorithms for recognition. Each one of these algorithms performs a part of the processing and they follow to be combined for a full decision.

The image of a mechanical detail in axonometry is two - dimensional, but it is easily perceived as three - dimensional. The establishment of the exact shape and position of one object and building the it's orthogonal projection on given it's image in axonometry and some necessary data is called reconstruction. The necessary data and restrictions for of the discussed objects are the conditions for reconstruction.

For the effective recognition of segments and arcs of circles in the image and for maximal approach to two - dimensional

vector presentation is necessary to perform and reconstruction that includes:

- Determination of the technological features, that are basic geometrical bodies, constituting the object and concomitant with them simple geometrical figures;
- Building the orthogonal projection with additional denotations for the technological indications of the object;
- Semantically recognition of segments and arcs of circles in the context of the definite technological features.

THE PURPOSE

To present a method for recognition of a lines and arcs in axonometric drawing of detail. It automatic reconstruction on properties restrictions on complexity of detail.

RECOGNITION OF A LINE IN SCANNED IMAGE OF THE ORTHOGONAL PROJECTION OF MECHANICAL DRAWING

The lines are basic graphical elements in mechanical drawing, depicted in orthogonal projection. Vertical and horizontal lines predominate. Most of the lines are segments and arcs of circle. The lines are denoted in an exactly determined way in dependence of their aspect (BDS - ISO 128) and have standard:

- Shape: segment of line, arc of circle, continuous line with great bends and continuous wave line;
- Kind: continuous line, broken line, broken line with dot and broken line with two dots;
- Thickness and minimum elongation between parallel lines
- according to standard requirements;
- Requirements for the way of realization.

The transformation from raster to vector format with the programs used for processing of scanned images of mechanical drawings meets with definite difficulties. A basis problem at vectorization is that the segments was not usual identified as one segment. It is relying for the thickness of the line and some mistakes was obtained in a case of not well - shown difference in thickness of different lines. There is not mechanism for context recognition and depends on operator's intervention to correct mistakes.

Processing of raster presented line

The basis characteristic of a raster represented line, is that it has definite thickness. For good visual perception it is necessary enough large dividing ability, so the width of the line to put in several pixels.

There exists a criterion for optimum choice of the dividing ability, that is called condition for compatibility (Pavlidis - 1988), so that raster representation to contain main topological characteristics of the curve. This criterion is arise out of heuristic considerations - is considered that if raster represented curve is well visual perceived, than it have all its characteristics. The aspiration for decreasing of the raster net is athwart dependent of the number of necessary operations for processing of line's image - i.e. the complexity of the image in this presentation depends from it. The decreasing of the number of pixels of the line or the presentation in another way by similar basis elements in preservation of the necessary characteristics for the transformation increases the informative character of the raster image.

The choice of the proper method for recognition of segment and arc of circle

Method for recognition depend of way for realization of the lines, the standard properties of raster depicted lines, the predominant defects in the raster image and presence the intersection of lines. It is a proper method, which interpret drawing of the lines by hands as consecutive plotting small segments with definite length d_e .

We call *basic vector* a segment of line with length d_e and characteristic: the length d_e to be sufficient, as that in presenting of a arc of circle is possibly the least radius on the drawing with sequence of segments with length d_e , the mistake must not exceed in advance definite value.

After applying of the standard method for contouring the received chain code is replaced by sequence of basic vectors, whose direction depended from direction of transition on the contour.

The presentation of the contour with segments with length d_e has the priority, because it overcomes defects as:

- Some alternating of missing or redundant pixels on the contour;
- Missing small groups or single pixels inside for the line;
- Defects only on one boundary of sectional area of the line;

- Redundant circumstantially presentation of the contour, which delay performance.

Every segment (part of the segment or arc of circle) presented with pair Γ_1 and Γ_2 multitudes of basic vectors approximating the contour (fig.1,fig.2). $\Gamma_r \subset \Gamma_1 \cup \Gamma_2$ is determined (defined) as a sequence of basic vectors with sufficient number, so it be able to determine the curvature of the segment and thence whether it is segment of straight line or arc of circle. The segment describes in vector format as an area - segment of straight line or arc of circle. There is applied the method of Hough (Γ очев Γ ., 1998).

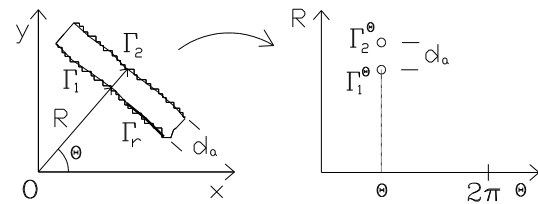


Figure 1: Representation of segment of line in (θ, R) space

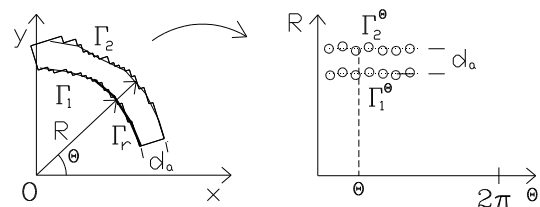


Figure 2: Representation of segment of a circle in (θ, R) space

RECOGNITION OF ARC OF CIRCLE IN SCANNED IMAGE OF MECHANICAL DRAWING IN AXONOMETRY

In the common case the circle depicts as ellipse. The recognition of the arc of ellipse most generally can become with interpolation of the pixels of the line with describing ellipse with parameters. With means of geometry the problem realizes more rational.

The determination of the conjugate radiuses of segment of ellipse and its complements to ellipse

After presentation of the segment of ellipse with basic vectors on Γ_r , determines that the segment is not a part of straight line. Here uses the middle line of the segment between Γ_1 and Γ_2 . When the arc is less of $\frac{1}{2}$ part of ellipse here can applied the method illustrated on figure 3. The arc splits into three equal parts and on each $\frac{2}{3}$ part construct (draw up) diameter and tangent line. Here uses that the conjugate diameter is parallel to the tangent line. The center of ellipse determines according two diameters. For addition of the segment to ellipse uses that each chord parallel to one diameter halves (divides into halves) from its conjugate diameter.

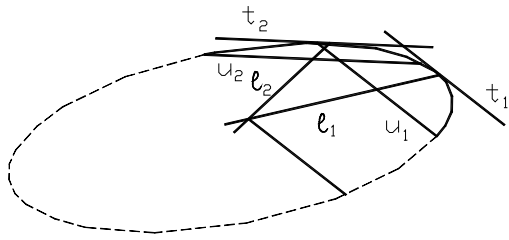


Figure 3: Building of the center of the ellipse and its conjugate radii by given segment of it

Reconstruction of circle, that is depicted in axonometry

The transformation of the ellipse into circle can become in different ways depending on the chosen affinity transformation. The problem has standard decision, when the circle lines in the coordinate plane. On the figure 4 is illustrated a transformation of arc of ellipse from plane Oxy into circle at oblique axonometry with scale units e'_x, e'_y, e'_z . The received circle is similar to the actual with the coefficient of similarity $k = \frac{e}{e_x}$. This transformation applies on the basic vectors and receives Γ_1 and Γ_2 for circle. It is named the method of Hough.

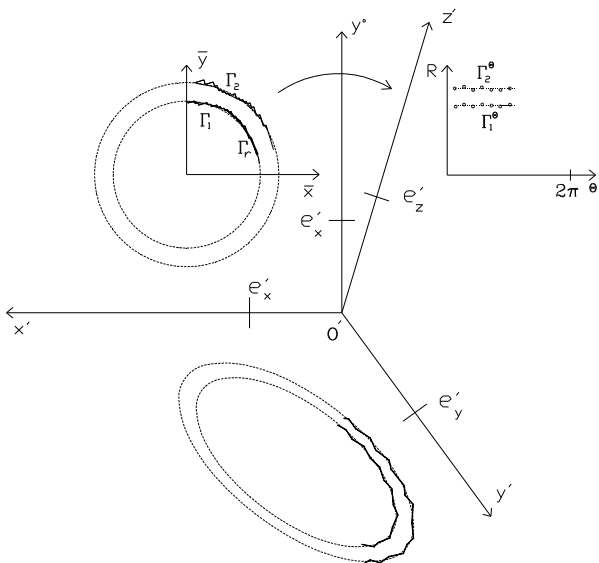


Figure 4: Reconstruction of arc of circle incumbent in co-ordinate plane

RECONSTRUCTION FROM SCANNED IMAGE OF MECHANICAL DETAIL IN ACSONOMETRY

We shall understand under reconstruction of scanned image in axonometry, the detecting of relation of the space coordinates and sizes of the segments of lines and of circles, representing the edges of the detail. The finite result will serves

us for exactly depiction of the object in orthogonal projection or in axonometry.

By more complete decision of the problem for recognition from scanned image is necessary to use symbols for size. Here we will to restrict only to geometrical receiving of the sizes, what is sufficient to the purposes of representation.

Basic conditions for reconstruction

For the reconstruction of most simple body of right rectangular prism and right circular cylinder with base in Oxy is sufficient to give:

- The beginning of the frame of reference and sizes of three segments of lines, with directions that are parallel to the co-ordinates. They can be points of the foundation and edges of the represented body (fig.5);
- The edges of the base of the body must be denoted.

On such given conditions the lines of bodies fig.5 can easily to be recognized and described with their spatial dimensions. Here is used that:

- The parallel and identical segments have equal lengths;
- The sides, which are figures of a plane and have two contours of segments, which are parallel to co-ordinate plane, are parallel to this plane and have one fixed co-ordinate for all their points;
- The foundation of the cylinder is received in the way for reconstruction of a circle in a co-ordinate plane that is up considered;
- The identical ellipses are the images of equal circles from parallel planes.

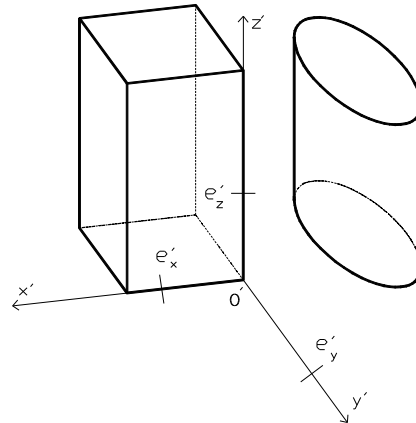


Figure 5: A prism and circular cylinder with given basic conditions for reconstruction

Additional conditions for reconstruction

We consider the question for reconstruction of a body, constructive presented as intersection, union and difference of right rectangular prisms and right circular cylinders. Such a form is most frequently meets in details in mechanical drawings. Usually in representation in axonometry the bigger part of the sides of the body are parallel to the co-ordinate planes and the body is lays with its base on the Oxy .

In the given basic conditions for reconstruction it is necessary, begin with lower point of the body can traced on of all its edges and it are determining co-ordinates of the end

points of the edges. The tracing can perform at the same time with marking the sides of the body with filling on side determine the edges that restricted it. Here uses that the edges lay on planes, which are parallel to the co-ordinate plane and it are determining the co-ordinates of its ending points.

The surfaces are three types:

Type 1 - planar figure, that is parallel to the co-ordinate plane;

Type 2 - planar figure or cylindrical surfaces, that is parallel only to one co-ordinate axis;

Type 3 - planar figure, that is not parallel to co-ordinate axis or not planar figure.

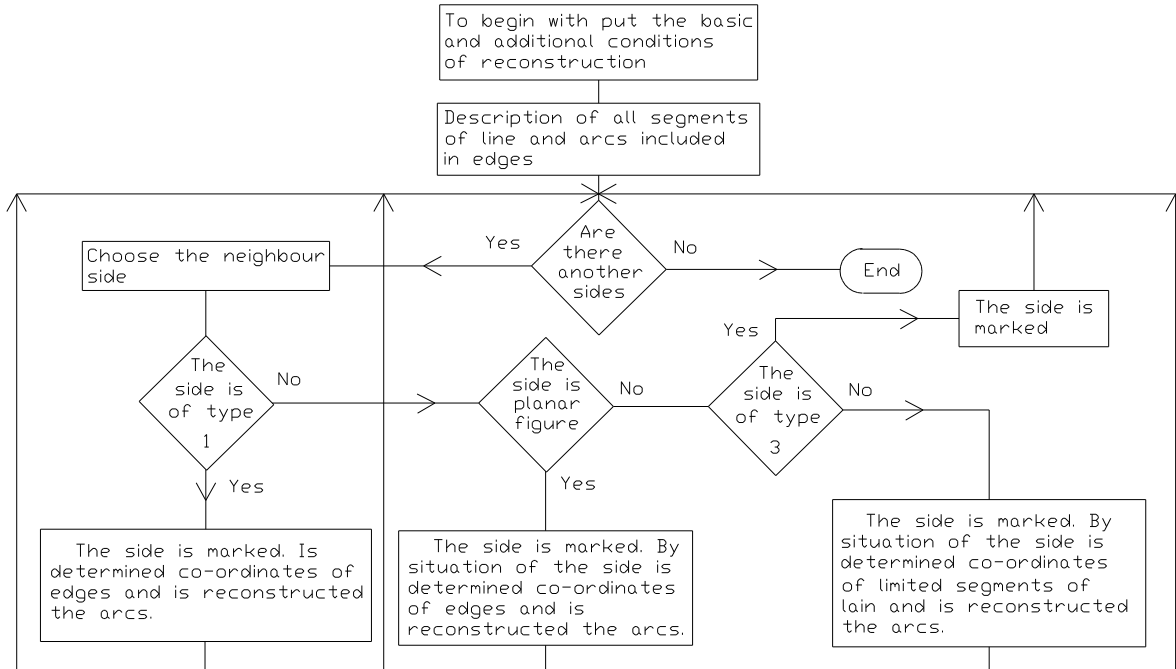


Figure 6: Logical scheme of the method of reconstruction on detail from scanning image of axonometry

Additional conditions consists in leading from the operator the sides from type 3 and they are not participate in algorithm, represented on fig.6 for building the co-ordinates of the edges finite points.

Hidden information

The axonometric image is visual (clear), but it may not contains all graphical information. The detail that is depicted on fig.7 has hidden the sides and parts, which are not depicted. This information may be supplemented only if are given orthogonal projections of the object and eventually the necessary aspects and sections.

THE REALIZATION OF THE METHOD

For experimental realization is used a scanned from paper copy of mechanical drawing of a detail (fig.7) with dividing ability 300 dpi. The basic operations are executed in memory of a context unit for visualization with 256 colors.

The following algorithms are realized:

- Contouring;
- Describing of the contour with basic vectors;
- Recognition of segment of line and arc of circle;
- Separating (allocating) and recognition of the hatch – lines;
- Separating of size (dimension) lines and the symbols;

- Reconstruction of the axonometric image of circle from co-ordinate plane;

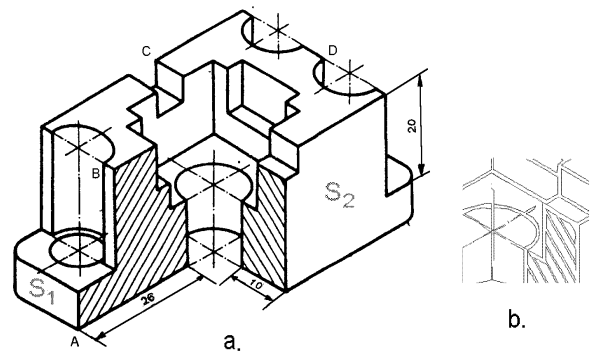


Figure 7: a. – scanned image a detail from mechanical drawing in axonometry; b. – a fragment from image after the tracing the contour of the edges

Here is introduced a parameter for length of basic vector, standard thickness of the lines and admissible curvature (torsion) of the segments. The hatched part determines from the thickness of the lines.

On figure 7 a. the surfaces from type 3 are denoted with s1 and s2. The beginning of the frame of reference is in point A . The points B, C and D are chosen for control of the calculations. The results are given in table 1.

Table1: Co-ordinates of the points A, B, C, and D are obtained at implementation of a method

	x	y	z
A	0.00	0.00	0.00
B	8.02	2.23	27.15
C	34.40	17.05	27.15
D	54.84	-2.45	27.15

On fig.7 b. is depicted a fragment from the image after contouring. From it immediately are observing important characteristics, that are using for recognition of the lines:

- Less thickness of the lines;
- Clearly expressed curvature of the arcs from edges;
- The ability for overcoming defects, as the received contour is approximating
- Very well expressed coherence of the inside contour with all edges restricting one side.

The discussed approach for recognition of an axonometric mechanical drawing of a detail contains the basic necessary context-dependent processing. Here is offered a rational method for recognition of the objects in (θ, R) space and

reconstruction of the information for the basic figures of the image.

The enunciated problem for reconstruction of scanned copy of axonometrical image and the chosen approach can be used for automatically obtaining of the basic constructive features of a detail and creating a system for recognition with optimum using of the semantic of the object.

REFERENCES

- Горанов П., 1999. Относно връзката между 2D CAD и системи чрез автоматично разпознаване на признаци, *Автоматика и информатика* 1/2.
- Гочев Г., 1998. Компютърно зрение и невронни мрежи, София.
- Димитров Ю., Ст. Иванов, 2001. Автоматично разпознаване на размерните линии в сканирано копие на машино-строителен чертеж, *Трета научна конференция "Смолян - 2001"*.
- Cheng F., M. Chen, 1989. Recognition of Handwritten Chinese Characters by Modified Hough Transform Techniques, *IEEE Trns. Pattern Anal. Machine Intell.* Vol. II.
- Pavlidis T., 1986. Algorithms for graphics and image processing, *Computer science press*.

