

VYUŽITIE GRAFOV PRE URČENIE OBRYSU Z VEKTOROVÉHO ZÁZNAMU PRI GENEROVANÍ 3D MODELU ROTAČNEJ SÚČIASTKY

GRAPHS USING TO DETERMINE OUTLINE FROM THE VECTOR RECORD FOR 3D ROTATIONAL PARTS MODEL GENERATION

Michal ELIÁŠ¹, Ján PALAJ², Martin ĎURČI³

Autori: Ing. Michal Eliáš, Ing. Ján Palaj, Ing. Martin Ďurči
Pracovisko: ¹Katedra aplikovanej informatiky MTF STU,
²Cromwell, s.r.o.,
³Počítače a Programovanie, s.r.o
Adresa: ¹Paulínska 16, 917 24 Trnava
²Lamačská cesta 22, 841 03 Bratislava
³Kuzmányho 22, 010 01 Žilina
Telefón: 0335447734, 0904 377 571, 0907 554 698
E-mail: michal.elias@stuba.sk, durci@pap.sk, jan.palaj@cromwell.sk

Abstract

Príspevok sa zaoberá aplikáciou metódy využívajúcou teóriu grafov pre automatické vyhľadanie obrysu rotačnej súčiastky, potrebného pre generovanie 3D modelu z jeho 2D výkresu.

The contribution deals with the application of method based on the graph theory for automated rotational part outline finding, needed for 3D model generation from its 2D drawing.

Key words

CAD, CAM, graf, hrana, obrys, škica, uzol

CAD, CAM, graph, edge, outline, sketch, vertex

Úvod

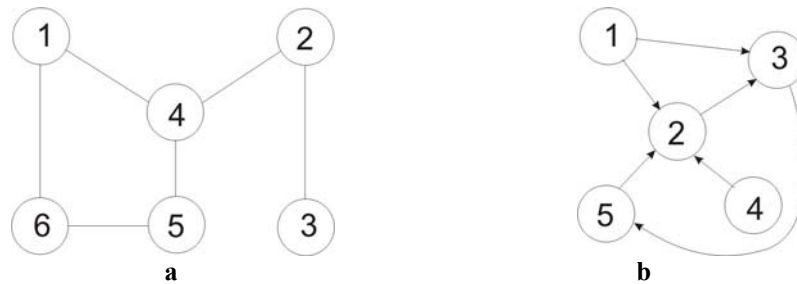
V súčasnej dobe technická dokumentácia úzko súvisí s CAD/CAM systémami. Technický výkres výrobku je výstupom z CAD systému a je generovaný z modelu výrobku vytvoreného vo fáze jeho návrhu. Riadiaci program pre NC stroj je výstupom z CAD/CAM systému a generovaný je tiež z údajov reprezentujúcich model výrobku. Model výrobku je teda základom pre zhotovenie technickej dokumentácie pomocou počítača a predstavuje univerzálnejší záznam ako technický výkres. Moderné CAD/CAM systémy založené na 3D objemovom modelovaní majú podobnú filozofiu vytvárania súčiastok:

- určenie operácie s materiálom (pridávanie, odoberanie),
- určenie metódy vytvorenia nového prvku (ťahanie, rotovanie),
- nakreslenie 2D náčrtu vytváraného prvku,
- dopĺňanie ďalších tvarových prvkov (features).

Postupnosť týchto operácií je závislá na konkrétnom CAD systéme.

2D náčrt (skica angl. sketch) je súčasťou práce s CAD systémom. Pomocou náčrtu a operácie uskutočnenej nad ním je definovaný každý základný 3D tvarový resp. konštrukčný prvok. Kombináciou viacerých základných prvkov je možné modelovať zložitejšie tvary. V tomto príspevku je prezentované riešenie čiastkového problému pre generovanie 3D modelu súčiastky z jeho technického výkresu a síce automatické vyhľadanie profilu súčiastky z jej 2D reprezentácie. Podstatou prezentovanej metódy je využitie princípu teórie grafov.

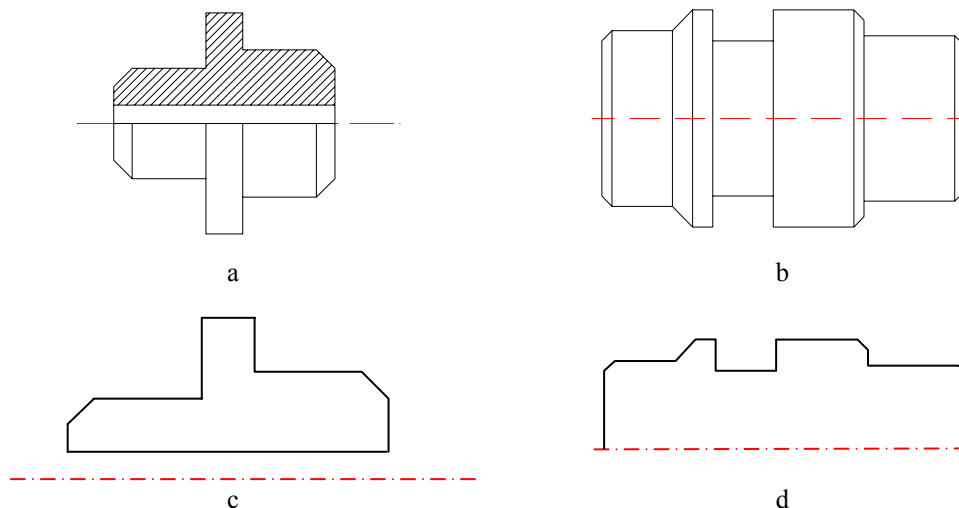
Pojem graf má v matematike niekoľko významov. Grafom je napr. parabola (graf funkcie $y = x^2$), množstvo vyťaženej suroviny za časový úsek môžeme vizualizovať pomocou grafu, ale grafom je aj útvar nakreslený v rovine, ktorý pozostáva z množiny bodov, nazývaných vrcholy alebo uzly (U) a spojnic, nazývaných hrany (H), spájajúcich jednotlivé uzly (obr. 1 a).



Obr. 1. Príklady grafov

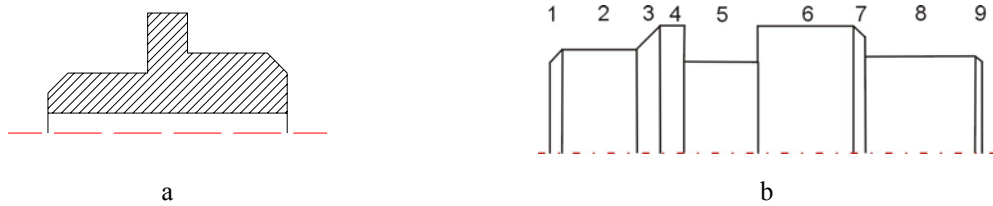
Ak je hranám priradený aj smer (v obrázku znázornený šípkou), hovoríme o orientovanom grafe (obr. 1 b).

Pri tvorbe 3D modelu rotačnej súčiastky prekresľovaním z technického výkresu (obr. 2 a, b) sa stačí zameriavať iba na jednu polrovinu a na základe rozhodnutia, či daná súčiastka má súosovú dieru alebo nie, vytvárať v skicári CAD systému obrys dotýkajúci sa osi rotácie (obr. 2 d), alebo vytvárať uzavretý obrys v určitej vzdialenosti od osi rotácie (obr. 2 c).



Obr. 2. Rotačne symetrické súčiastky (a , b) a ich obrysy naskicované v skicári CAD systéme (c, d) pred vytvorením 3D modelu

Algoritmus, ktorého úlohou je automaticky nájsť obrys rotačnej súčiastky, preto v prvom kroku odstráni informácie z nepotrebnnej polroviny (obr. 3).



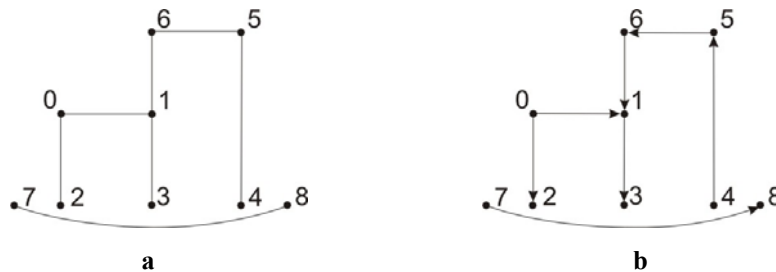
Obr. 3. Rotačná súčiastka zobrazená v polovičnom reze

Výsledkom tejto operácie môže byť nekonvexná a k-násobná oblasť. Ak by sme chceli vygenerovať 3D model z takto definovanej súčiastky môže sa stať, že CAD systém nájde niekoľko oblastí, ktoré budú končiť na osi a nebude vedieť, na ktorú oblasť má aplikovať metódu vytvorenia objemového prvku pomocou rotácie (obr. 3 b).

Na riešenie problému hľadania cesty, v našom prípade najdlhšej, resp. uzavretej cesty (cyklu), možno použiť grafy. Aby sme získali graf, potrebujeme vo výkrese súčiastky zdefinovať uzly a hrany.

Obrys súčiastky zaznamenaný vektorovo je tvorený primitívnymi prvkami - hranami a vrcholmi. Hranou môže byť úsečka alebo oblúk. V rovine (X, Y) je úsečka definovaná začiatočným (Z) a koncovým (K) bodom a oblúk stredom (S), polomerom (R) a súradnicami začiatočného (Z) a koncového (K) bodu oblúka. Keďže každá úsečka je spojnicou začiatočného a koncového bodu, považujeme ich za hrany nášho grafu. Za uzly sú považované vrcholy obrysu.

Týmto spôsobom môžeme transformovať zápis v technickom výkrese na graf (obr. 4).



Obr. 4. Rotačná súčiastka reprezentovaná ako graf

Najjednoduchšou dátovou reprezentáciou grafu je reprezentácia pomocou dvojrozmerného poľa. Ak riadok označuje začiatočný uzol hrany a stĺpec koncový uzol hrany grafu, potom dvojrozmerné pole reprezentuje orientovaný graf (obr. 4 b). Väčšina algoritmov ako Roy – Warshallov algoritmus, Floyd – Warshallov algoritmus, Dijkstrov algoritmus a. i. pracujú s orientovanými grafmi a ich úlohou je zistiť, či existuje cyklus, resp. nájsť najkratšiu cestu.

Takáto reprezentácia však nie je vhodná pre nájdenie najdlhšej existujúcej cesty v grafe. Vhodnejšie je využitie neorientovaného grafu čím vznikne symetrické dvojrozmerné pole (obr. 5 a).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0		X	X						
1	X			X			X		
2	X								
3		X							
4						X			
5				X		X			
6		X			X				
7								X	
8									X

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0		X	X						
1				X					
2									
3									
4						X			
5							X		
6		X							
7									X
8									

Obr. 5. Zapis grafu pomocou dvojrozmerného poľa

Princíp navrhovaného algoritmu je v postupnom prehľadávaní jednotlivých stĺpcov v dvojrozmernom poli vrcholov. V stĺpci sa hľadá cesta do nového vrcholu. V poli označenom ako X, sa zavolá procedúra prehľadávania riadku. Program skočí do daného riadku a prehľadáva postupne všetky stĺpce (okrem stĺpca, z ktorého sme na daný riadok skočili) v danom riadku.

Procedúra najprv kontroluje či daný vrchol (teda riadok) už bol prehľadávaný. Ak áno a tento vrchol nie je zároveň aj prvým vrcholom uloženým v zozname, vráti sa do predchádzajúceho vrcholu (stĺpca). Ak tento vrchol je zároveň aj prvým vrcholom v zozname, algoritmus našiel uzavretú cestu a prehľadávanie sa ukončí.

V prípade že v danom vrchole sa nachádzame prvý krát, vrchol sa označí ako preskúmaný (zapiše sa poradové číslo riadku do zoznamu vrcholov). Ak modifikovaná cesta je dlhšia ako momentálne najdlhšia cesta, cesta sa uloží ako nový výsledok algoritmu. V hľadaní cesty do ďalšieho vrcholu sa však pokračuje, až kým nebudú preskúmané všetky stĺpce daného riadku. Ak cesta do ďalšieho vrcholu neexistuje, algoritmus sa vráti do predchádzajúceho vrcholu (stĺpca, z ktorého sa algoritmus do daného riadku dostal) a tu pokračuje hľadaním ďalšieho vrcholu.

V prípade nájdenia nového vrcholu sa volá procedúra pre prehľadávanie stĺpcov (*princíp prehľadávania stĺpcov je rovnaký ako prehľadávania riadkov*).

Takýmto spôsobom sa prehľadajú všetky stĺpce dvojrozmerného poľa. Nájdená najdlhšia cesta je výsledkom algoritmu a prechod medzi nájdenými vrcholmi tvorí cestu, po ktorej je potrebné prejsť, aby sme získali požadovaný obrys súčiastky (napr. 2 – 0 – 1 – 6 – 5 – 4 pre obr. 4 a) potrebný pre tvorbu 3D modelu alebo uzavretý cyklus (obr. 2 c).

Pri existencii veľkého množstva archívnej konštrukčnej dokumentácie je určite na mieste zaoberať sa myšlienkou jej automatizovaného prevodu na číslkové 3D modely. Ušetril by sa čas potrebný na „prekresľovanie“ do CAD systému, náklady na CAD operátorov (konštruktérov) uskutočňujúcich prekresľovanie a tento čas by sa mohol využiť na samotný vývoj a modifikáciu pôvodného riešenia. Komplexné zvládnutie uvedenej problematiky by umožnilo priamo transformovať archivovanú výkresovú konštrukčnú dokumentáciu do formy počítačových 3D modelov a tieto následne používať ako knižnicu konštrukčných riešení a prvkov. Aj keď konštrukčná dokumentácia ako napr. technický výkres je vo svojej podstate formálny a štandardný záznam, vzhľadom k jej rozmanitosti a tvarovej zložitosti konštrukčných prvkov nemožno problém transformácie technického výkresu súčiastky na 3D číslkový model považovať za úlohu triviálnu. Reálne archivované papierové technické výkresy obsahujú okrem toho aj celý rad šumov, ktoré je potrebné identifikovať a odfiltrovať.

Prácu konštruktéra nebude možné úplne nahradiť programom, avšak rutinné činnosti, ku ktorým patrí aj generovanie 3D modelu rekonštrukciou z 2D záznamu, môžeme

automatizovať pomocou počítača a tak zefektívniť tieto činnosti. Cieľom opisovaného algoritmu je prispieť k riešeniu procesu generovania 3D modelu z už existujúcej 2D výkresovej dokumentácie a tak umožniť archivovať 3D model a realizovať požadované zmeny a úpravy priamo na modeli.

Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektu **VEGA 1/0282/08: *Generovanie 3D modelu rekonštrukciou z ortogonálnych pohľadov technického výkresu súčiastky pre použitie v CAD systéme a vizualizáciu.***

Zoznam bibliografických odkazov:

- [1] WRÓBLEVSKI, P. *Algoritmy datové struktury a programovací techniky*. Computer Press, 2004.
- [2] SEDLÁČEK, J. *Úvod do teorie grafů*. 3.vyd. Praha: Vydavatelství Československé akademie věd, 1981.
- [3] VASKÝ, J. A KOL. *CAD/CAM systémy*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2003.