



ISSN 0201-7164

საქართველოს მეცნიერების აკადემია

შრომები

№ 1 (417)

თბილისი

1998

ISSN 0201-7164

სამართველმს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

შ რ მ ე ე ბ ი
TRANSACTIONS
Т Р У Д Ы
№ 1 (417)

თბილისი — TBILISI — ТБИЛИСИ
1998

ავტომატიკა

№ 658.512.011.56

ა.შარმაზანაშვილი, ა.ამამთაურიშვილი

დეტალის გეომეტრიის გარდაქმნა სახეთა გამოცნობის ვითრდით

როგორც ცნობილია, მექანიკური დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზებული დაპროექტებისას თავდაპირველად ხორციელდება საკონსტრუქტორო ნახაზის სახით მოცემული დეტალის საწყისი აღწერილობის დამუშავება.

დაპროექტების ამ ეტაპზე ხდება სხვადასხვა ამოცანების გადაწყვეტა:

დეტალის კლასიფიკაცია და მიკუთვნება ამა თუ იმ კომპლექსური დეტალისათვის; საკონსტრუქტორო ნახაზიდან დეტალის ოპერაციული კონტურების გამოყოფა და რედაქტირება; მექანიკური დამუშავების ზონების გამოყოფა და სხვ.

ტრადიციულად ამ ამოცანების შესასრულებლად გამოიყენება სპეციალური ენები, რომელთა საშუალებითაც ხდება დეტალის საწყისი ინფორმაციის აღწერა. ასეთი ენების ტიპური წარმომადგენელია ЯОД (Язык описания детали), რომელშიც გამოიყენება მთავარი და წარმოებული სიტყვები, მოდიფიკატორები, იდენტიფიკატორები, პარამეტრები; ხოლო დეტალის ფორმალიზებული აღწერა შეიცავს დეტალის საერთო მონაცემებს, ინფორმაციას დეტალის ბაზურ სტრუქტურულ ელემენტებსა და დეტალის ელემენტებს შორის ფორმანარმოქმნელ და ზომით კავშირებზე.

ЯОД-ის ტიპის ენები უდევთ საფუძვლად ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზებული დაპროექტების (ტპ ადს) ისეთ სისტემებს, როგორებიცაა: Peps[1], СПРУТ, ИСКРА და სხვ.

მსგავსი სტრუქტურები აქვთ დეტალის საკონსტრუქტორო ნახაზის აღწერის საერთაშორისო სტანდარტს IGES და ფირმა Autodesk-ის მიერ შემუშავებულ სტანდარტს DXF, რომელთა საფუძველზეც აგებულია უმრავლესობა ტპ ადს-ების ინტერფეისები.

აღნიშნული საშუალებებით დეტალის საწყისი აღწერილობების გარდაქმნა წარმოადგენს ყველაზე შრომატევად და რთულ ამოცანას ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზებული დაპროექტებისას, მოითხოვს დამპროექტებლის მაღალ კვალიფიკაციას, ხოლო მიღებული გადაწყვეტილებები დაბალი საიმედოობით ხასიათდება. ამ ეტაპის პროცედურების მნიშვნელოვანი გამარტივება და დაპროექტების, როგორც პროცესის, საიმედოობის ამაღლება შესაძლებელია დეტალის საწყისი აღწერილობის გარდაქმნის განხორციელებით წინასწარ განსაზღვრული საკონსტრუქტორო პრიმიტივების საშუ-

აღებთ. ამასთან, საკონსტრუქტორო პრიმიტივების კონკრეტული სახე დამოკიდებულია დეტალის საწყისი აღწერილობის გარდაქმნის მიზნებზე. თუ საჭიროა დეტალის კლასიფიცირება, მაშინ საკონსტრუქტორო პრიმიტივები უნდა შეიცავდეს კომპლექსური დეტალის კონტურს; ხოლო მექანიკური დაშუშავების ზონების გამოყოფისათვის — დეტალის კონტურის ცალკეულ ფრაგმენტებს, ანუ საკონსტრუქტორო პრიმიტივებს და ა.შ.

საკონსტრუქტორო პრიმიტივების გამოყენება დეტალის საწყისი აღწერილობის გარდაქმნისათვის ცვლის ამ ეტაპის შესაბამისი პროცედურების შინაარსს, რომლებიც საკონსტრუქტორო პრიმიტივებით დაიყვანება დეტალის კონტურის აღწერის პროცედურებამდე. აღნიშნული ამოცანა შეიძლება ფორმალიზებულ იქნეს, როგორც სახეთა გამოცნობის ამოცანა, სადაც დეტალის კონტური წარმოადგენს უცნობ ობიექტს, ანუ გამოსაცნობ სახეს, ხოლო საკონსტრუქტორო პრიმიტივები — ცნობილ სახეებს, ანუ ეტალონებს.

ცნობილია [2], რომ სახეთა გამოცნობა შეიძლება განესაზღვროთ როგორც პროცესი, რომელიც ოთხი ძირითადი ეტაპისაგან შედგება:

- 1) უცნობი სახეების საწყისი მონაცემებიდან არსებითი თვისებების გამოყოფა;
- 2) ამ თვისებების საფუძველზე ეტალონთა სიმრავლის დადგენა;
- 3) უცნობი სახის მიკუთვნება ეტალონთა სიმრავლიდან ერთ-ერთთან;
- 4) ეტალონით უცნობი სახის გამოსახვა.

პირველ ეტაპზე ხდება საწყისი მონაცემების ანალიზი და, კონკრეტული ამოცანიდან გამომდინარე, დგინდება ისეთი თვისებები, რომლებიც ახასიათებენ უცნობ სახეს საერთო მასიდან.

დეტალის საკონსტრუქტორო ნახაზი შედგება დეტალის ძირითადი კონტურის დამატებითი ელემენტების, წრფივი და კუთხური ზომების, შტრიხების, ცალკეული ზედაპირების სიზუსტისა და ხარისხის აღმნიშვნელი სიდიდეებისაგან და სხვ.

საწყისი მონაცემების ამ სიმრავლიდან ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზებული დაპროექტებისას, აუცილებელია, ისეთი ნიშნების გამოყოფა, რომლებიც ახასიათებენ დეტალის კონტურის გეომეტრიულ კანონზომიერებებს და ცალკეული ზედაპირების მიმართ წაყენებული ხარისხის მოთხოვნებს.

ამრიგად, საკონსტრუქტორო პრიმიტივებმა, ანუ ეტალონებმა უნდა გამოხატოს დეტალის შემდეგი ძირითადი თვისებები:

- 1) კონტურის სტრუქტურა, ანუ ის, თუ რა ტიპის ელემენტარული ზედაპირისგან შედგება დეტალის კონტური;
- 2) ელემენტარული ზედაპირების ურთიერთგანლაგება სივრცეში;
- 3) ცალკეული ზედაპირების სიზუსტე და ხარისხი.

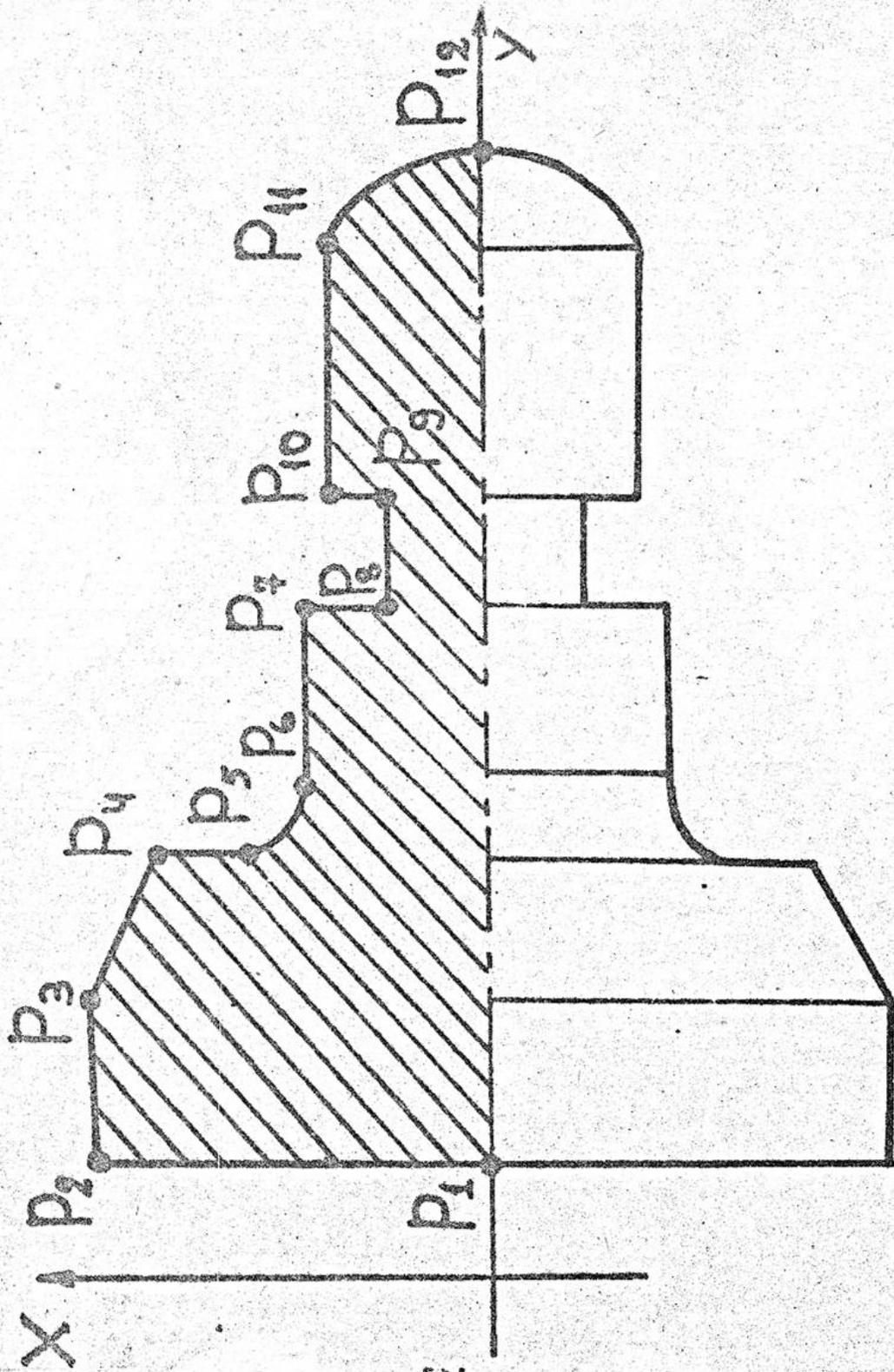
დეტალის კონტური შედგება ელემენტარული ზედაპირებისაგან, რომლებიც წარმოადგენენ წრფის მონაკვეთებს, ელიფსის ან წრეწირის რკალებს. მათი ურთიერთდაკავ

შირების ნერტილებში წარმოიქმნება ე.წ. საყრდენი ნერტილები, რომლებიც სივრცეში განსაზღვრულია შესაბამისი კოორდინატების საშუალებით. მაგალითად, ბრუნვითი ტანის დეტალებისთვის საყრდენი ნერტილები ნაჩვენებია 1-ლ ნახ-ზე. საყრდენ ნერტილთა თანამიმდევრობა ქმნის დეტალის აღწერას კოორდინატთა სისტემაში. მაშასადამე, დეტალის კონტურის ყოველ კონკრეტულ აღწერას შეესაბამება ცხადი სახით წარმოდგენილი ვექტორი, რომლის კომპონენტებს შეადგენენ საყრდენი ნერტილების კოორდინატების შესაბამისი რძცხვითი მნიშვნელობები.

$$\bar{D} = \begin{pmatrix} P_1 (x_1, y_1) \\ P_2 (x_2, y_2) \\ \dots \\ P_n (x_n, y_n) \end{pmatrix},$$

სადაც $P_1, P_2, \dots, P_n \in P$ დეტალის კონტურის საყრდენი ნერტილებია; $X_1, X_2, \dots, X_n \in X$ - საყრდენი ნერტილის კოორდინატები x ღერძის გასწვრივ; $Y_1, Y_2, \dots, Y_n \in Y$ - საყრდენი ნერტილის კოორდინატები y ღერძის გასწვრივ.

საკონსტრუქტორო პრიმიტივები შეესაბამება დეტალის კონტურის (ან მისი ცალკეული ფრაგმენტების) გარკვეულ კლასებს. რადგანაც საკონსტრუქტორო პრიმიტივებმა უნდა გამოხატოს დეტალის კონტურის (ან მისი ფრაგმენტის) შესაბამისი გეომეტრიული თვისებები, ხოლო ეს თვისებები, თავის მხრივ, როგორც უკვე ითქვა, გამოხატულია ვექტორების სახით, ამიტომ, ბუნებრივია, საკონსტრუქტორო პრიმიტივებში გეომეტრიული თვისებები აღწერილი უნდა იქნეს ასევე ვექტორის სახით. ამ ვექტორის გამოსახვა ცხადი სახით, ანუ ისევე როგორც აღწერილია დეტალის კონტური, საკონსტრუქტორო პრიმიტივების გამოყოფისას მიგვიყვანს ცნობილ კლასის წევრთა ჩამოთვლის ან კლასტერიზაციის პრინციპებამდე. ამ პრინციპების რეალიზაცია ჩვენ შემთხვევაში მიზანშეწონილი არ არის, ვინაიდან იგი ერთი კლასის ეტალონთა დიდ სიმრავლეს გამოიწვევს. რადგან დეტალის კონტური (ან მისი ცალკეული ფრაგმენტი), როგორც ნესი, გეომეტრიულ თვისებებურებათა დიდი სიმრავლით ხასიათდება. ამიტომ, ჩვენ შემთხვევაში, მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ თვისებათა საერთოობის პრინციპი, რომელშიც თითოეული ეტალონთა კლასის შესაბამისი ობიექტის თვისება განსაზღვრულია არაცხადი, ფორმალური სახით. მაშასადამე, საკონსტრუქტორო პრიმიტივებში შესაბამისი ვექტორები აღწერილი უნდა იქნეს არაცხადი სახით, რაც იმას ნიშნავს, რომ შესაბამისი საყრდენი ნერტილები სივრცეში განსაზღვრული უნდა იყოს არა შესაბამისი კოორდინატების რიცხვითი მნიშვნელობებით, არამედ მათი გამოსათვლელი ფორმალური პარამეტრებით, ე.ი. საკონსტრუქტორო პრიმიტივის ვექტორის კომპონენტებს უნდა შეადგენდნენ ფორმალური პარამეტრები:



$$\bar{D}/ = \left\| \begin{array}{c} P'_1(\Phi_{1-1}, \dots, \Phi_{1-i}) \\ P'_2(\Phi_{2-1}, \dots, \Phi_{2-i}) \\ \dots \\ P'_n(\Phi_{n-1}, \dots, \Phi_{n-k}) \end{array} \right\| ,$$

ხოლო $P'_1, P'_2, \dots, P'_n \in P/$ - საკონსტრუქტორო პრიმიტივის საყრდენი ნერტილებია; სადაც $\varphi'_1, \dots, \varphi'_i, \dots, \varphi'_k, \dots, \varphi'_1, \dots, \varphi'_k, \dots \in \Phi$

- საკონსტრუქტორო პრიმიტივის ფორმალური პარამეტრებია.

თავის მხრივ, ფორმალურმა პარამეტრებმა უნდა უზრუნველყოს საკონსტრუქტორო პრიმიტივებში შემავალი ყველა საყრდენი ნერტილის განსაზღვრა სივრცეში. ეს პარამეტრები პირობითად შეიძლება დავეყოს ორ კლასად: პარამეტრები, რომლებიც განსაზღვრავენ ზომებს საკუთრივ საკონსტრუქტორო პრიმიტივების საყრდენ ხაზებსა და საყრდენ ნერტილებს შორის და ე.წ. კავშირის პარამეტრები, რომლებიც განსაზღვრავენ ზომებს საკონსტრუქტორო პრიმიტივის საყრდენ ხაზს ან ნერტილსა და სხვა საკონსტრუქტორო პრიმიტივის საყრდენ ხაზს ან ნერტილს შორის, ან კოორდინატთა სათავეს შორის;

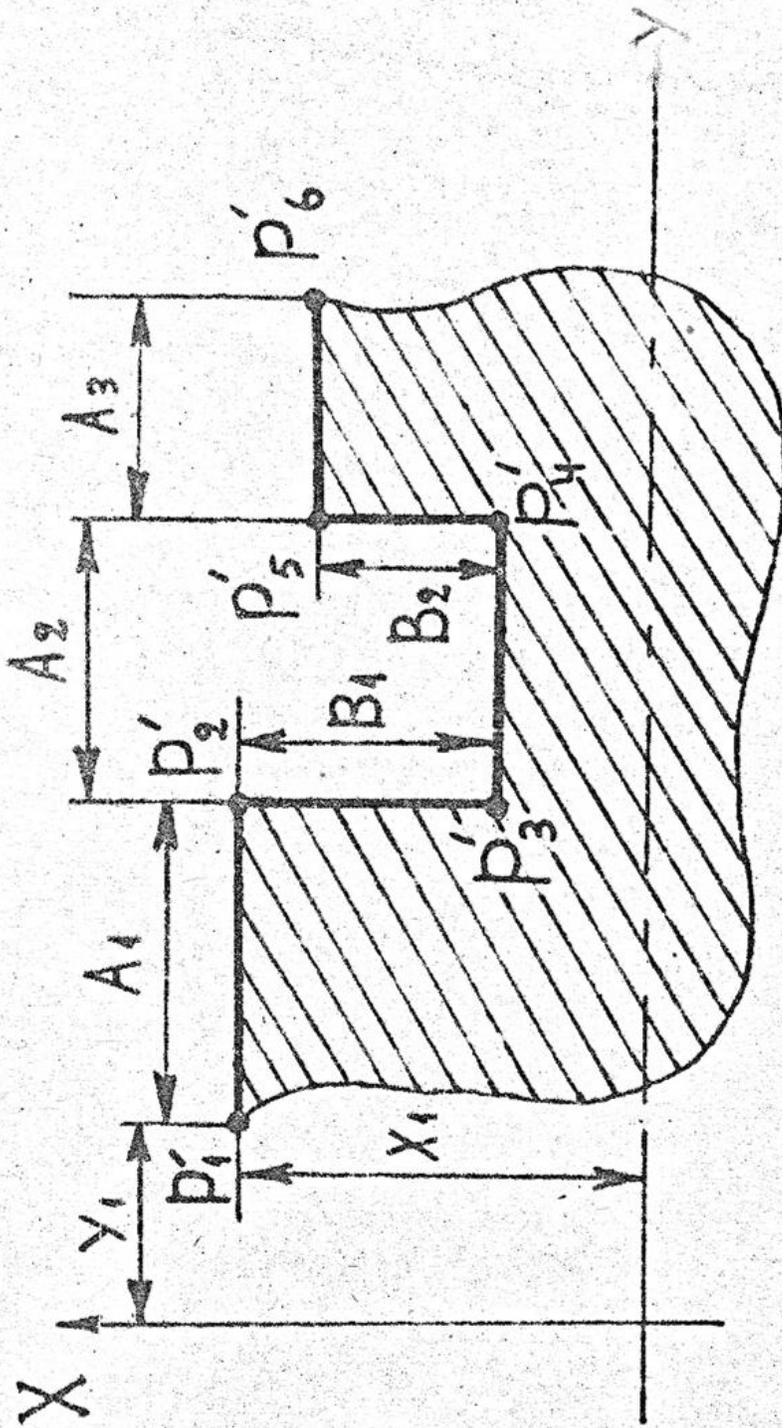
ასევე ფორმალური პარამეტრებითაა საკონსტრუქტორო პრიმიტივებში აღწერილი ზედაპირის სიზუსტისა და ხარისხის განმსაზღვრელი სიდიდეები.

მე-2 ნახ-ზე მოცემულია ბრუნვითი ტანის დეტალის ზედაპირებისაგან შედგენილი საკონსტრუქტორო პრიმიტივი. საკონსტრუქტორო პრიმიტივი შედგება ექვსი საყრდენი ნერტილისაგან $P'_1, P'_2, P'_3, P'_4, P'_5, P'_6 \in P/$, რომლებიც სივრცეში აღწერილია შემდეგი ფორმალური პარამეტრებით $\{X_1, Y_1, A_1, A_2, A_3, B_1, B_2\}$, სადაც X_1, Y_1 ამავე დროს კავშირის პარამეტრებიცაა.

შესაბამის $\bar{D}/$ ვექტორს მოყვანილი საკონსტრუქტორო პრიმიტივისათვის ექნება სახე

$$\bar{D}/ = \left\| \begin{array}{c} P'_1(X_1, Y_1) \\ P'_2(X_1, Y_1, A_1) \\ P'_3(X_1, Y_1, A_1, B_1) \\ P'_4(X_1, Y_1, A_1, A_2, B_1) \\ P'_5(X_1, Y_1, A_1, A_2, B_1, B_2) \\ P'_6(X_1, Y_1, A_1, A_2, A_3, B_1, B_2) \end{array} \right\|$$

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, სახეთა გამოცნობის ამოცანა ჩვენ შემთხვევაში იქნის შემდეგ შინაარსს. დეტალის კონტურის (ან მისი ფრაგმენტის) ვექტორი უნდა



55b. 2

მიკუთვნოს გარკვეულ კლასს და მოხდეს შესაბამისი საკონსტრუქტორო პრიმიტივის ვექტორის ცხადი სახით განსაზღვრა, ანუ განხორციელდეს დეტალის კონტურის შესაბამისი \bar{D} ვექტორიდან $\bar{D} //$ ვექტორის მიღება, რომელიც განსაზღვრულია შესაბამისი ფორმალური პარამეტრების რიცხვით მნიშვნელობათა სიმრავლეზე

$$\bar{D} // = \begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ B_1 \\ \vdots \end{pmatrix}$$

რადგან $\bar{D} /$ ვექტორი განსაზღვრულია საყრდენ ნერტილთა შესაბამის კოორდინატთა სიმრავლეზე, ხოლო $\bar{D} //$ —საკონსტრუქტორო პრიმიტივების ფორმალურ პარამეტრთა სიმრავლეზე. მაშასადამე, სახეობა გამოცნობის ამოცანა ჩვენ შემთხვევაში შეიძლება ჩამოყალიბდეს როგორც დეტალის კონტურის \bar{D} ცხადი ვექტორული აღწერიდან $\bar{D} //$ პარამეტრიზებული აღწერის მიღება, რაც ჩაინერება შემდეგი პროდუქციის სახით:

$$\Gamma: \bar{D} \rightarrow \bar{D} //$$

პრაქტიკაში, უფრო ხშირად, საკონსტრუქტორო პრიმიტივი შეესაბამება არა მთლიან დეტალს, არამედ გამოხატავს მისი ცალკეული ფრაგმენტის გეომეტრიულ კანონზომიერებებს. ბუნებრივია, რომ ამ შემთხვევაში აუცილებელია საკონსტრუქტორო პრიმიტივების სიმრავლის არსებობა $m_1, m_2, \dots, m_n \in M$ და შესაბამისი $\bar{d}_1, \bar{d}_2, \dots, \bar{d}_n \in \bar{D}$ ვექტორების ფორმირება. მაშინ უნდა განხორციელდეს \bar{D} ვექტორის შესაბამისი ცალკეული ვექტორების $\bar{d}_1, \bar{d}_2, \dots, \bar{d}_n \in \bar{D}$ აღწერა მოცემული საკონსტრუქტორო პრიმიტივების საშუალებით, ანუ პროდუქცია (1) მიიღებს სახეს

$$\begin{cases} \gamma : \bar{d}_1 \rightarrow \bar{d}_1'' \\ \gamma : \bar{d}_2 \rightarrow \bar{d}_2'' \\ \vdots \\ \gamma : \bar{d}_k \rightarrow \bar{d}_k'' \end{cases}$$

შეიძლება არსებობდეს დასმული ამოცანის რამოდენიმე გადაწყვეტა:

1. მოცემულია \bar{D} ვექტორი, მისი შესაბამისი ცალკეული $\{\bar{d}_1, \bar{d}_2, \dots, \bar{d}_j\} \in \bar{D}$ ვექტორები და საკონსტრუქტორო პრიმიტივების $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ სიმრავლე.

აგრეთვე განსაზღვრულია კავშირები

$$\begin{pmatrix} \bar{d}_1 \rightarrow m_1 \\ \bar{d}_2 \rightarrow m_2 \\ \vdots \\ \bar{d}_j \rightarrow m_i \end{pmatrix}$$

ექსპერტული სისტემით განისაზღვრება $\{m_1, m_2, \dots, m_j\}$ საკონსტრუქტორო პრიმიტივების შესაბამისი ფორმალური პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობები.

2. მოცემულია \bar{D} ვექტორი, მისი შესაბამისი ცალკეული $\{\bar{d}_1, \bar{d}_2, \dots, \bar{d}_j\} \in \bar{D}$ ვექტორები და საკონსტრუქტორო პრიმიტივების $M = \{m_1, m_2, \dots, m_i\}$ სიმრავლე. ექსპერტული სისტემით განისაზღვრება კავშირები

$$\left\| \begin{array}{l} \bar{d}_1 \rightarrow m_1 \\ \bar{d}_2 \rightarrow m_2 \\ \vdots \\ \bar{d}_j \rightarrow m_i \end{array} \right\|$$

და $\{m_1, m_2, \dots, m_i\}$ საკონსტრუქტორო პრიმიტივების შესაბამისი ფორმალური პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობები.

3. მოცემულია \bar{D} ვექტორი და საკონსტრუქტორო პრიმიტივების $M = \{m_1, m_2, \dots, m_j\}$ სიმრავლე.

ექსპერტული სისტემის მიერ განისაზღვრება $\{\bar{d}_1, \bar{d}_2, \dots, \bar{d}_j\} \in \bar{D}$ ვექტორები, კავშირები

$$\left\| \begin{array}{l} \bar{d}_1 \rightarrow m_1 \\ \bar{d}_2 \rightarrow m_2 \\ \vdots \\ \bar{d}_j \rightarrow m_i \end{array} \right\|$$

და $\{m_1, m_2, \dots, m_j\}$ საკონსტრუქტორო პრიმიტივების შესაბამისი ფორმალური პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობები.

მე-2 და მე-3 რიგის ამოცანებში ექსპერტული სისტემის მიერ კავშირის

$$\left\| \begin{array}{l} \bar{d}_1 \rightarrow m_1 \\ \bar{d}_2 \rightarrow m_2 \\ \vdots \\ \bar{d}_j \rightarrow m_i \end{array} \right\|$$

ამოცანის გადაწყვეტა მოითხოვს გადაწყვეტილების მიღების რთული მათემატიკური მოდელების დაშუალებას. აგრეთვე, ექსპერტულ სისტემებში ცოდნის წარმოდგენის სისტემის და კანონზომიერი დასკვნების შეთოდის დაშუალებას, რომელიც დაფუძნებულია სახეთა გამოცნობის ზემოთ აღნიშნულ მეთოდებზე.

საერთო დასკვნები

1. ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზებული დაპროექტებისას დეტალის

ანყისი აღწერილობის გარდაქმნის პროცედურები დაყვანილია სახეთა გამოცნობის მოცანამდე.

2. სახეთა გამოცნობის ამოცანის რეალიზაცია უნდა განხორციელდეს თვისებათა აერთობის პრინციპით. შესაბამისად, საკონსტრუქტორო პრიმიტივებში დეტალის ეომეტრიული კანონზომიერებები უნდა აღინეროს არაცხადი, ფორმალური სახით, ერთოდ კი ვექტორით, რომლის კომპონენტებსაც შეადგენს საკონსტრუქტორო პრიმიტივის სივრცეში განსასაზღვრი ფორმალური პარამეტრები.

3. სახეთა გამოცნობა დასმული ამოცანისათვის წარმოდგენილია როგორც (1) ან (2) პროდუქციის რეალიზაცია, რაც ნიშნავს დეტალის კონტურის ცხადი ვექტორული აღწერიდან პარამეტრიზებული აღწერის მიღებას.

4. განსაზღვრულია შესაბამისი ექსპერტული სისტემის სამი სხვადასხვა რეალიზაცია.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Разработка УП с помощью микро - ЭВМ //Precis. Toolmaker.-1987.-5.-N3.-148-160.

2. Дж.Ту, Р. Гонсалес. Принципы распознавания образов. 1978.

ავტომატიკა და მართვა
ტექნიკურ სისტემებში

რედაქციაში შემოვიდა
19.06.1997

უაქ 681.3:621.396

დ.ვეფხვაძე

ორმხრივ ნაბაჟდ ფირფიტაზე შრიდან შრეზე გადასასვლელი ნახვრეტების რიცხვის მინიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტის ერთი მეთოდის შესახებ

ელექტრონული გამომთვლელი აპარატურის ორმხრივი ნაბეჭდი ფირფიტებისათვის (ონვ) არსებული ტრასირების ალგორითმების უმრავლესობას საფუძვლად უდევს ის პრინციპი, რომ ონვ-ის ერთ შრეზე ხდება ყველა ვერტიკალური წრფივი სეგმენტის განლაგება, ხოლო მეორე შრეზე - ყველა ჰორიზონტალური წრფივი სეგმენტისა, რაც, თავის მხრივ, განაპირობებს ონვ-ზე შრიდან შრეზე გადასასვლელი ნახვრეტების (შშგნ) საკმაოდ დიდი რიცხვის წარმოშობას და ამის შესაბამისად, იწვევს მათი დამზადების ტექნოლოგიურობის გაურესებას, საიმედოობის შემცირებას და თვითღირებულების ამაღლებას. აქედან გამომდინარე, ამჟამად, ონვ-ების ავტომატიზებული დაპროექტების სისტემებში (აღს) მწვავედ დგას ამოც. ნა შშგნ-ების რიცხვის მინიმიზაციისა და მისი