

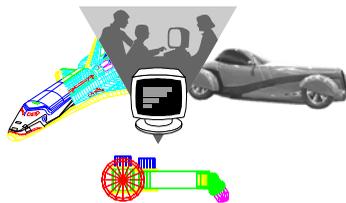
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მაგისტრატურის დეპარტამენტი,
მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგიური პროცესების
ოპტიმიზაციის ლაბორატორია,
CAD/CAM-ის ჯგუფი

ParametricCAD'97

მოსხენებათა კრებული

(სამეცნიერო კონფერენციის მოხსენებათა
კრებული, 3-4 ივლისი, 1008 წელი)



თბილისი 1008 წელი

CAD/CAM-ის ჯგუფში დამუშავებული სახარატო ოპერაციების პროექტირების ინტეგრირებული სისტემის მიმოხილვა

დოც. ა. შარმაზანაშვილი

წარმოების საკონსტრუქტორო და ტექნოლოგიური მომზადების ეფექტურობა მნიშვნელოვანწილადაა დამოკიდებული საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური პროექტირების პროცესის ინტეგრაციაზე.

ცნობილია, რომ საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური პროექტირება წარმოადგენს მრავალეტაპიან პროცესს. ამ იერარქიაში ინტეგრაციის ყველაზე დაბალი დონე - ოპერაციული ტექნოლოგიის დონეა, რომელზეც ხორციელდება ოპერაციის პროექტირებისა და პროგრამირების ამოცანების გადაწყვეტა:

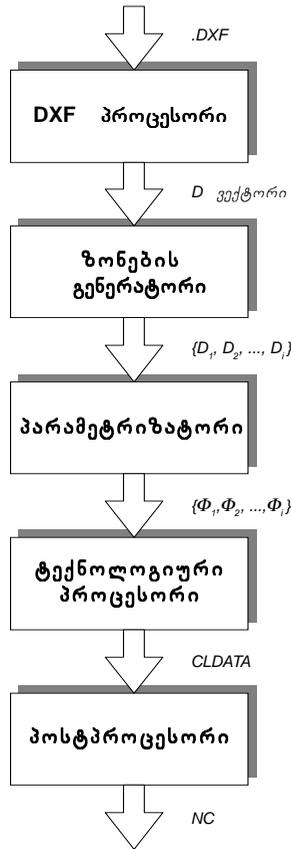
- საკონსტრუქტორო ნახაზიდან დეტალის ოპერაციული ნახაზის მიღება
- ოპერაციულ ნახაზზე მექანიკური დამუშავების ზონების გამოყოფა და ოპერაციის გეგმის სინთეზი
- ინსტრუმენტის გადაადგილების ტრაექტორიისა და ჭრის რეჟიმების სინთეზი
- მმართველი პროგრამების პოსტპროცესირება.

ოპერაციული ტექნოლოგიის დონეზე პროექტირების პროცესის ინტეგრაცია საშუალებას იძლევა:

1. ამაღლდეს საპროექტო გადაწყვეტების საიმედოობა, შემცირდეს მმართველი პროგრამების გამართვის ხანგრძლიობა და გამორიცხულ იქნას უხეში შეცდომები საწარმოო პროცესის ტექნოლოგიურ უზრუნველყოფაში.
2. შემცირდეს დრო ოპერაციული ტექნოლოგიის პროექტირებაზე და შემცირდეს შესაბამის სამუშაოთა მოცულობა.
3. გაიზარდოს საპროექტო გადაწყვეტილებების ხარისხი მათი ოპტიმიზაციის ხარჯზე.

№381 ლაბორატორიასთან არსებულ CAD/CAM-ის ჯგუფში წლების განმავლობაში მიმდინარეობდა სამუშაოები პროექტირების აღნიშნული ეტაპების ინტეგრაციაზე და შესაბამისი გამჭვლი პროექტირების არხის შექმნაზე. ამ მიმართულებით ჩატარებულმა საკვლევ-სამეცნიერო სამუშაოებმა ასახვა ჰპოვეს 6 სამაგისტრო და 1 საკანდიდატო დისერტაციებში. შეიქმნა სახარატო ოპერაციების ავტომატიზებული პროექტირების ინტეგრირებული სისტემა **Para/CAM**. პროექტირების ძირითად მეთოდოლოგიად მიღებულ იქნა პარამეტრიზებული დაპროექტების კონცეფცია.

ოპერაციული ტექნოლოგიის ზემოთ აღწერილი ამოცანების გადაწყვეტა ხორციელდება 5 ავტონომიურ ბლოკში (ნახ.1).



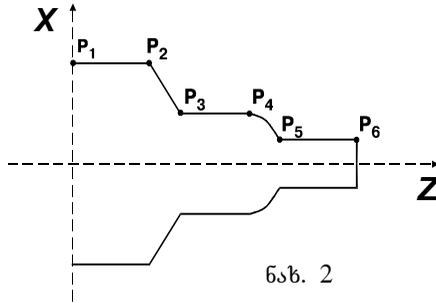
ნახ. 1

DXF პროცესორი

ბლოკის დანიშნულებაა ინტერფეისის დამყარება ავტომატიზებული კონსტრუირების სისტემასთან და საკონსტრუქტორო ნახაზიდან ოპერაციული ნახაზის პროცესირება. საკონსტრუქტორო ნახაზის წაკითხვა ხორციელდება *DXF* ფორმატში. აღნიშნული ფორმატი, რომელიც დამუშავებულია ფირმა *AutoDESK*-ის მიერ, დღეისათვის ყველაზე პოპულარულ სტანდარტს წარმოადგენს ვექტორული სახით ჩაწერილი გრაფიკული გამოსახულებების კოდირებისათვის. *DXF* ფორმატში დეტალის კონტური აღწერილია ცალკეული ელემენტარული ზედაპირებით და

განსაზღვრულია თითოეული ზედაპირის გეომეტრიული თვისებები. ბლოკის გამოსასვლელზე ოპერაციული ნახაზი მიიღება ე.წ. **D** ვექტორის სახით (ნახ.2), რომელშიც დეტალის კონტური აღწერილია საყრდენი წერტილების თანმიმდევრობით და მათი კოორდინატებით მიღებულ სისტემაში.

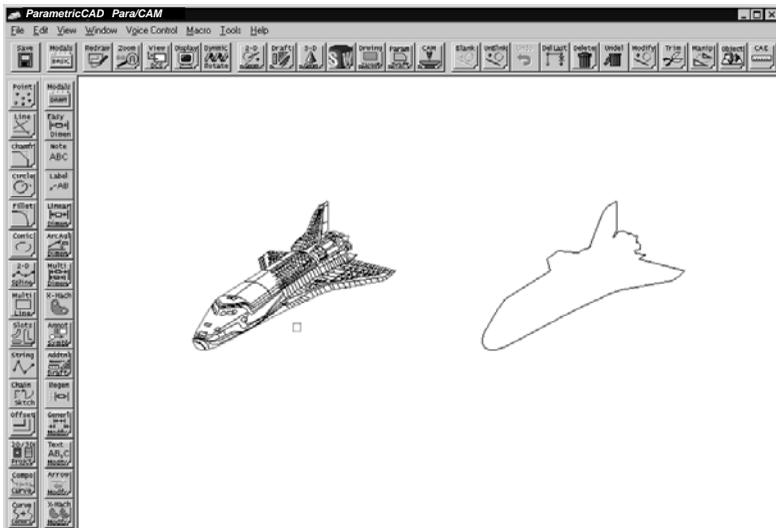
$$D = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_{11}\}$$



აღნიშნული ამოცანის შესრულება ბლოკში, მიმდინარეობს 4 ეტაპად:

1. *DXF* ფაილის წაკითხვა
2. კონტურის გამოყოფა
3. ზედაპირების შეუღლება
4. კოორდინატთა სისტემის შერჩევა და **D** ვექტორის გენერაცია.

კონტურის გამოყოფა ხორციელდება ინტერაქტიულ რეჟიმში მომხმარებელთან (სურ.3). ამოცანის შესრულების დროს შესაძლებელია



სურ. 3

რედაქტირების ფუნქციების - *Zoom, Select, Delete*-ს გამოყენება.

ზედაპირების შეუღლების შემოწმება ხდება ავტომატურად და საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია ასევე ავტომატურად, განხორციელდეს შეუღლება.

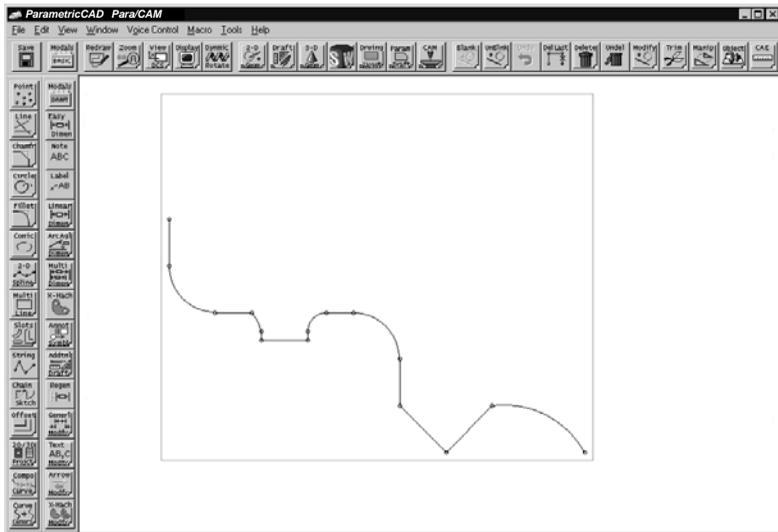
კოორდინატთა სისტემისა და **D** ვექტორის გენერაციის პროცედურაც ავტომატურია, რომელიც სრულდება მომხმარებლის მიერ კოორდინატთა სათავის შერჩევის შემდეგ.

ზონების გენერატორი

ბლოკის დანიშნულებაა დეტალის ოპერაციული ნახაზის **D** ვექტორიდან ცალკეული ზონების შესაბამისი დეტალის ფრაგმენტების **D₁, D₂, ..., D_i** გამოყოფა. პროცედურა მთლიანად ავტომატურია და ხორციელდება მხოლოდ ცილინდრული ტიპის ნამზადებისათვის (სურ. 4,5).

პარამეტრიზატორი

ბლოკის დანიშნულებაა ვექტორული სახით აღწერილი ზონის წარმოდგენა პარამეტრიზებულ ფორმაში. აღნიშნული პროცედურა ხორციელდება მონაცემთა ბაზიდან შესაბამისი პრიმიტივების იდენტიფიკაციით. პრიმიტივები მონაცემთა ბაზაში წარმოდგენილი არიან ე.წ. **D'**



სურ. 4

ტექნოლოგიური პროცესორი

ბლოკის დანიშნულებაა ინსტრუმენტის გადაადგილების ტრაექტორიის სინთეზი და ტექნოლოგიური ოპერაციის პარამეტრული ოპტიმიზაცია. აღნიშნული გადაწყვეტილებების მიღება ხორციელდება წინასწარ მომზადებული და აპრობირებული ტიპური გადაწყვეტების საფუძველზე. თითოეული გადაწყვეტა იმავდროულად დაკავშირებულია კონკრეტულ პარამეტრულად აღწერილ ზონასთან $\{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_k\}$ და ინსტრუმენტთან, რომლის შერჩევაც ინტერაქტიულ რეჟიმში სრულდება. ტიპური გადაწყვეტები ცოდნის ბაზაში გაფორმებულია ტექნოლოგიური პროგრამების სახით, რომელთა შედგენისთვისაც დამუშავებულია ობიექტზე ორიენტირებული იდეოლოგია. ამ მიმართულებით დამუშავდა ობიექტების სამი კლასი - გეომეტრიული, ინსტრუმენტის გადაადგილების და პარამეტრული ოპტიმიზაციის.

გეომეტრიული ობიექტების დანიშნულებაა პარამეტრების მოცემული რიცხვითი მნიშვნელობებისათვის კონტურის გეომეტრიული გარდაქმნა. გადაადგილების ობიექტები, გარდაქმნილი კონტურისათვის ავტომატურად აფორმირებენ ტრაექტორიის საყრდენ წერტილებს. პარამეტრული ოპტიმიზაციის ობიექტები ფუნქციონირებენ ოპტიმიზაციის სტრატეგიების მიხედვით, რომელთა განსაზღვრა წარმოებს ოპერაციის სტრუქტურული სინთეზის დროს. პარამეტრული ოპტიმიზაციის სტრატეგია დამუშავებულია ტეილორის ემპირიული დამოკიდებულებისათვის და ამდენად თითოეული მათგანი წარმოადგენს ორი სასაზღვრო პირობის ერთობლიობას, რომელთა ერთობლივი ამოსნა იძლევა ჭრის რეჟიმების (ჭრის სიჩქარე, მიწოდების სიჩქარე) ოპტიმალურ მნიშვნელობებს. სინთეზირებული ტრაექტორია და ჭრის რეჟიმების ოპტიმალური პარამეტრები ფორმდება სპეციალური *CLDATA* პროგრამის სახით.

პოსტპროცესორი

ბლოკის დანიშნულებაა *CLDATA* პროგრამიდან კონკრეტული რკმ ჩარხისათვის მმართველი პროგრამის მიღება და ასევე საჭიროების შემთხვევაში უკუ პროცესის განხორციელება. პროცედურა მთლიანად ავტომატურია. ბლოკს გააჩნია ინვარიანტული პოსტპროცესირების შესაძლებლობა. ამასთან ადაპტაცია ხორციელდება როგორც გამოსასვლელ, ასევე შესასვლელ ფორმატებზე ანუ ბლოკი ინვარიანტულია როგორც სხვადასხვა ტიპის რკმ ჩარხების მიმართ, ასევე სხვადასხვა ფორმატის *CLDATA*-ების მიმართაც. აღნიშნული თავისებურება ბლოკის ავტონომიურად გამოყენების საშუალებას იძლევა, როგორც შემათანხმებელი კვანძისა სხვადასხვა ავტომატიზებული დაპროექტების სისტემებსა და რკმ ჩარხებს შორის.

ამრიგად, აღწერილი სახარატო ოპერაციების ავტომატიზებული პროექტორების ინტეგრირებული სისტემა შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, როგორც შემდეგი სახის პროდუქციული სისტემა:

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma = \{\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5\} \\ \gamma_1: DXF \rightarrow D \\ \gamma_2: D \rightarrow \{D_1, D_2, \dots, D_i\} \\ \gamma_3: \{D_1, D_2, \dots, D_i\} \rightarrow \{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_i\} \\ \gamma_4: \{P_1, P_2, \dots, P_i\} \rightarrow CLDATA \\ \gamma_5: CLDATA \rightarrow NC \end{array} \right.$$

აღნიშნული პროდუქციების რეალიზაცია, როგორც უკვე აღინიშნა, ხორციელდება ნაწილის, ინტერაქტიულ რეჟიმში მომხმარებელთან, ხოლო ზოგის კი ავტომატურად. ქვემოთ ცხრილში, ნაჩვენებია ამოცანების განაწილება ოპერატორსა და კომპიუტერს შორის შესაბამისი პროდუქციების რეალიზაციისას.

მომხმარებელი	პროდუქცია	კომპიუტერი
<ul style="list-style-type: none"> ■ კონტურის ამორჩევა ■ რედაქტირება ■ კოორდინატთა ხითავის შერჩევა 	γ_1	<ul style="list-style-type: none"> ■ შეუღლება ■ კოორდინატების გადაყვანა ■ D ვექტორის გენერაცია
	γ_2	■ ზინებად დაყოფა
<ul style="list-style-type: none"> ■ განზოგადოებული პრიმიტივის ამორჩევა 	γ_3	<ul style="list-style-type: none"> ■ ფორმალური პრიმიტივის განსაზღვრა ■ ზონის პარამეტრისაზაცია
<ul style="list-style-type: none"> ■ ოპერაციის გეგმა ■ ინსტრუმენტის შერჩევა ■ ტიპური გადაწყვეტის ამორჩევა ■ ობტმისაზაციის სტრატეგია 	γ_4	<ul style="list-style-type: none"> ■ გადაადგილების ტრანსფორმის გენერაცია ■ პარამეტრული ობტმისაზაცია ■ CLDATA პროგრამა
	γ_5	■ მმართველი პროგრამის გენერაცია