თვლიანი რობოტების კინემატიკური სქემების დამუშავება

ვლადიმერ კეკენაძე, ინდირა ნატრიაშვილი, მიხეილ კაკოჩაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განიხილება თვლიანი რობოტების კინემატიკური სქემები, თვლიანი რობოტების კონსტრუქციები, პლატფორმა, რობოტის გადაადგილება ჰორიზონტალური სიბრტყის გასწვრივ. კონტაქტი თვალსა და საყრდენ სიბრტყეს შორის, თანაფარდობა თვლიანი რობოტის გეომეტრიულ კავშირებს შორის. კონსტრუქცია, რომელიც აღჭურვილია ორი ან მეტი მობრუნებადი სიმეტრიული მოდულით, მათი კოორდინაცია და სიჩქარის მყისიერი ცენტრის პირობა.

საკვანძო სიტყვები: თვლიანი რობოტი. პლატფორმა. კინემატიკური სქემა. კონსტრუქცია. მყისიერი სიჩქარის ცენტრი.

1. შესავალი

თანამედროვე მობილური რობოტები რთული პროგრამული ტექნიკური კომპლექსებია, რომლებიც განკუთვნილია სხვადასხვა სირთულის ამოცანის გადასაწყვეტად. მსგავსი რობოტების უახლეს მოდიფიკაციებს გააჩნია განვითარებული სავალი ნაწილის კონსტრუქცია, გამომთვლელი ტექნიკის ბორბლური მოწყობილობა, მარშრუტის დაკვირვების ნავიგაციური სისტემა და მგრძნობიარობის ამაღლების მოწყობილობა. ისინი ხასიათდება განვითარებული ურთიერთობით გარე ობიექტებთან გაფართოებული შესაძლებლობებით, რთული განუსაზღვრელი მაღალი ფუნქციონალური მოქნილობით. ასეთ სისტემებში გეომეტრიული კავშირების გარდა მონაწილეობს კინემატიკური კავშირები, ანუ კავშირები, რომლებიც ზღუდავენ სისტემის და სხეულების სიჩქარის მნიშვნელობას. ეს შეზღუდვები შეიძლება არ იყოს გეომეტრიული. საბოლოო ჯამში, ბორბლური რობოტის მდგომარეობის აღწერიდან გამომდინარე, ცვლადები რომელთაგანაც ყველა არ არის დამოუკიდებელი, ეს იწვევს თვლიანი რობოტის ტექნიკური სისტემების ანალიზსა და სინთეზში ძირითად პრობლემებს და ართულებს მართვის სტანდარტული მეთოდების გამოყენებას.

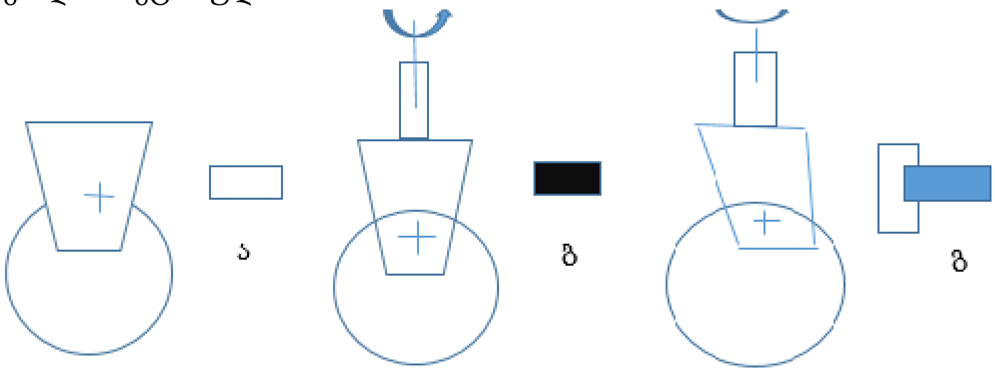
მართვის თეორიის თვალსაზრისით არაგოლონომური კავშირების არსებობა აფერხებს პლანირებისა და მართვის სტანდარტული ალგორითმების გამოყენებას, რომლებიც შემუშავებულია, მაგალითად, მანიპულაციური რობოტებისათვის. ასეთი სისტემების სტაბილიზების ამოცანა არატრივიალურია, ხოლო არაგოლონომური სისტემები ვერ იქნება სტაბილიზირებული.

2. თვლიანი რობოტების კინემატიკური სქემები

თვლიანი რობოტი არის თვითმავალი თვლიანი მანქანა ავტომატური მართვით. რობოტის კონსტრუქციის ძირითადი ელემენტებია: სავალი მოწყობილობები, სანფორმაციო სისტემა და მართვის სისტემა.

რობოტის სავალი ნაწილი შედგება მოძრავი საფუძვლის (კორპუსი, პლატფორმა) და თვლიანი მოდულებისაგან, რომლებიც უზრუნველყოფს მოთხოვნილ მიმართულებასა და სიჩქარეს რობოტის სიბრტყესთან გადაადგილებისას. თვლიანი რობოტი, თავის მხრივ,

შედგება თვლების, საკიდისა და ამძრავი მექანიზმისაგან, რომელსაც აქვს მუდმივი დენის ძრავი, ჩაყენებული რედუქტორი, მუხრუჭი და ა.შ. პრაქტიკაში გამოყენებული თვლიანი მოდელების კონსტრუქციები, გამოყენებული საკიდის ტიპისაგან დამოკიდებულებით, შეიძლება დაყოფილ იქნას უძრავ (ფიქსირებულ), მობრუნებად სიმეტრიული (საჭინი) და მობრუნებად ასიმეტრიული



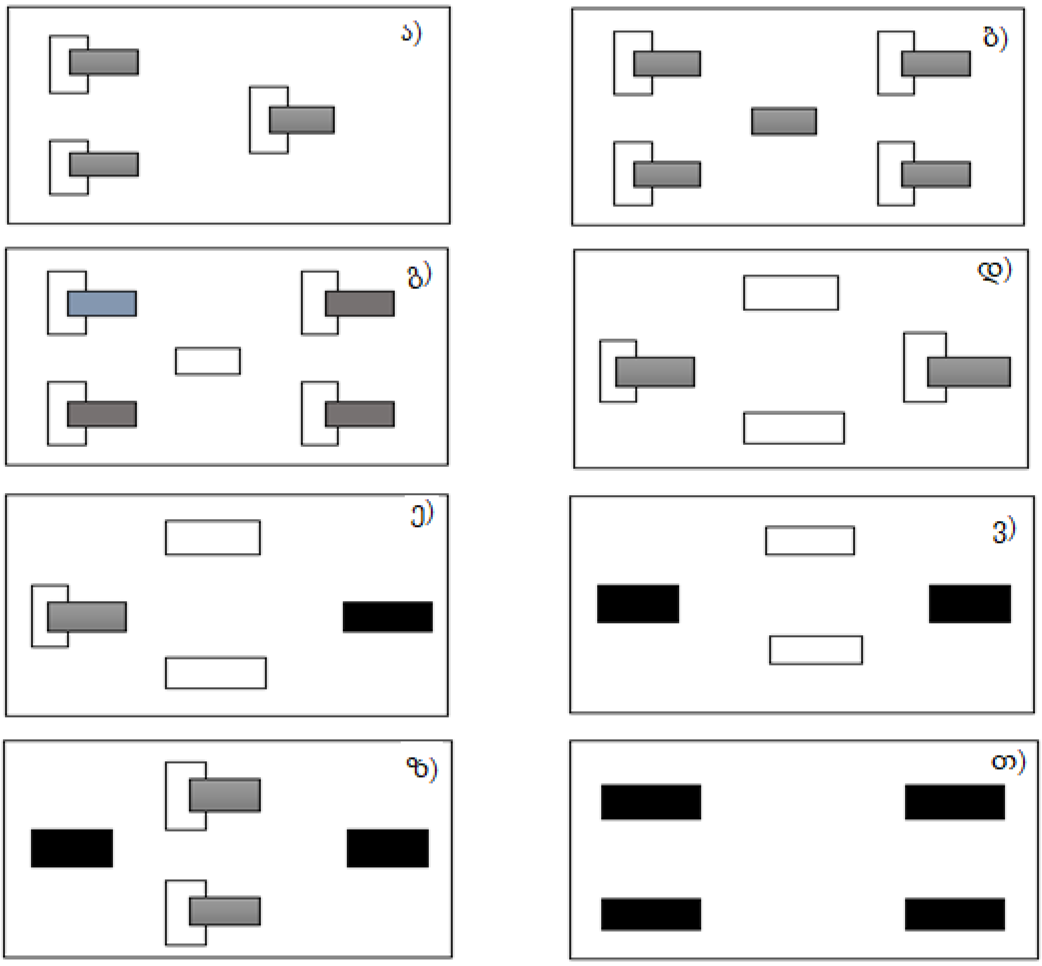
ნახ.1. თვლიანი მოდულების კონსტრუქციები

არამობრუნებადი თვლიანი მოდული (ნახ.1-ა) არის მოდული, რომლის თვალი ჩანგლის საშუალებით უძრავად მაგრდება ჩარჩოზე. ასეთი ტიპის მოდული არ შეიძლება იყოს საჭინი, მაგრამ შეიძლება იყოს ამძრავით, ე.ი. მისი დანიშნულებაა გრძივი მოძრავი ძალის შექმნა. მობრუნებადი სიმეტრიული თვლიანი მოდული (ნახ.1-ბ) მაგრდება ჩარჩოზე ისეთნაირად, რომ მან შეძლოს მობრუნება ვერტიკალური ღერძის მიმართ. გამომდინარე აქედან, ასეთი კონსტრუქციის მოდულს აქვს ამძრავი, რომელიც უზრუნველყოფს მის მობრუნებას ვერტიკალური ღერძის მიმართ, მობრუნებადი ასიმეტრიული თვლიანი მოდულის კონსტრუქციის თავისებურება (ნახ.1-გ) არის ის, რომ ჰორიზონტალურ ღერძზე ჩანგლით ბორბლის დამაგრებას შორის არსებობს ექსცენტრისტეტი. თუ მოცემული კონსტრუქციის მოდელი არ არის საჭინი, მაშინ მისი მობრუნება ვერტიკალური ღერძის გარშემო ხორციელდება მინიმალური ძალის გამოყენებით. ამ შემთხვევაში მას აგრეთვე უწოდებენ ფლუტერულს ან თვით გასწორებადს.

არამობრუნებადი, სიმეტრიული და მობრუნებად ასიმერიული თვლიანი მოდულების ერთობლიობა ქმნის რობოტის კინემატიკურ სქემას (ნახ.2 ა-თ)

თვლიანი რობოტების კინემატიკური სქემების მრავალსახეობა აისახება მათი გამოყენების მთელი რიგი თავისებურებებით. ასეთ თავისებურებებს მიეკუთვნება, კერძოდ, მათ შორის ის, რომ აუცილებლად ჰქონდეს მაქსიმალური მანევრირება მინიმალური სირთულის კონსტრუქციის რობოტს.

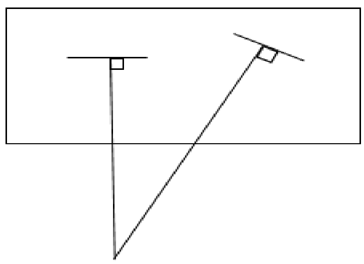
რთულ გარემო პირობებში თვლიანი რობოტების აქტიური ქცევა მიიღწევა ახალი უფრო რთული კინემატიკური სქემების გამოყენებით და აგრეთვე გაზომვების, მგრძნობიარობის და მართვის სისტემების განვითარებით. აუცილებელ პირობებში არავირტუალური სატრასპორტო ამოცანების შესრულებისა და თვლიანი რობოტების მანევრირების გაზრდისა წარმოადგენს კინემატიკური სქემის სიჭარბე, რომლის მიღწევა შესაძლებელია აქტიური თვლიანი მოდულების გაზრდით და მათი რაციონალური განლაგებით რობოტის ფუძეზე.



ნახ.2 კინემატიკური სქემები

დროის ყოველ მომენტში მყარი სხეულის ბრტყელპარალელური მოძრაობა ემთხვევა ან წანაცვლებით ან მბრუნავ მოძრაობებს ზოგიერთი წერტილების მიმართ, რომლებსაც ეწოდება *სიჩქარის მყისიერი ცენტრი* (სმც). წრფე, რომელიც გადის სიჩქარის მყისიერ ცენტრზე და მოცემული სხეულის ნებისმიერ წერტილზე, პერპენდიკულარულია ამ წერტილის წრფივი სიჩქარის ვექტორის. მყისიერი სიჩქარის ცენტრის მდგომარეობა განისაზღვრება როგორც წრფეების გადაკვეთის წერტილი, რომლებიც გადის თვლის ცენტრზე და პერპენდიკულარი არის ან მათი გრძივი ღერძების (ნახ.3).

თუ თვლები განლაგებულია ისე, რომ წრფეები არ გადაიკვეთება ერთ წერტილში, მაშინ მყისიერი სიჩქარის ცენტრი არ არსებობს. გამომდინარე, აქედან სიბრტყეებზე მოძრაობა ასეთ შემთხვევაში შეუძლებელია. თუ რობოტის კინემატიკურ სქემას აქვს ორი არამობრუნებადი თვალი, რომელთა ჰორიზონტალური ღერძები არ ემთხვევა, მაშინ რობოტს შეუძლია განახორციელოს მოძრაობა მხოლოდ ფიქსირებული მყისიერი სიჩქარის ცენტრის მიმართ.



ნახ.3. რობოტის მყისიერი სიჩქარის ცენტრი

ასეთი კონსტრუქცია არის გადაგვარებული პრაქტი-კული თვალსაზრით.

მოვიყვანოთ მე-2 ნახაზზე მოცემული კინემატიკური სქემების შედარებითი ანალიზი. რობოტის კინემატიკური სქემისთვის, რომელიც მარაგდება მხოლოდ მობრუნებადი ასიმეტრიული თვლიანი მოდულებით (ნახ.2.ა), პლატფორმის მყისიერი სიჩქარის ცენტრი შეიძლება იყოს ნებისმიერ წერტილში რობოტის გადაადგილების სიბრტყეში, დროის ნებისმიერ მომენტში. გამომდინარე აქედან, რობოტის მოძრაობის მიმართულების შეცვლისათვის არაა საჭირო თვლის წინასწარი ორიენტირების შეცვლა.

კინემატიკური სქემებისათვის, რომლებსაც გააჩნია რამდენიმე მობრუნებადი ასიმეტრიული მოდული და ერთი მობრუნებადი სიმეტრიული მოდული (ნახ.2.ბ) პლატფორმის მყისიერი სიჩქარის ცენტრის მდგომარეობა დროის ყოველ მომენტში, შეიძლება იყოს ნებისმიერ წერტილში, რომელიც მდებარეობს (იმყოფება) მობრუნებადი სიმეტრიული მოდულის განივ ღერძში. გამომდინარე აქედან, მის გადასაადგილებლად პლატფორმის მიმართ აუცილებელია მოცემული მოდულის თვლების წინასწარ ორიენტაციის შეცვლა.

ერთი არამობუნებადი მოდულის და მობრუნებადი ასიმეტრიული მოდულების კინმატიკის თავისებურებაა (ნახ.2.გ) ის, რომ პლატფორმის მყისიერი სიჩქარის ცენტრი ყოველთვის იმყოფება არამობრუნებადი თვლის ღერძზე. თუ სქემაში შედის ორი ან მეტი არამობრუნებადი მოდული (ნახ.2-დ), მაშინ მათი ჰორიზონტალური ღერძები უნდა ემთხვეოდეს, სხვა შემთხვევაში კინემატიკური სქემა იქნება პრაქტიკულად გამოუყენებადი.

კინემატიკურ სქემაში, რომელიც შედგება ორი თანაღერძული არამობრუნებადი თვლის, ერთი მობრუნებადი თვლის და ერთი მობრუნებადი სიმეტრიული მოდელისაგან (ნახ.2-ე), პლატფორმის მყისიერი სიჩქარის ცენტრი დროის ყოველ მომენტში, ეკუთვნის წერტილს, რომელიც არის წერტილი ფიქსირებული თვლის და მობრუნებადი სიმეტრიული მოდულის განივი ღერძების თანაკვეთისა. ასეთი რობოტის მანევრირება ხორციელდება მობრუნებადი თვლის ორიენტირების შეცვლის ხარჯზე. მობრუნებადი თვლის ორიენტაციის ცვლილება მიიღწევა სიჩქარის ცენტრის გადაადგილებით არამობრუნებადი თვლის ღერძის გასწვრივ ე.ი. სიჩქარის ცენტრი არ შეიძლება იმყოფებოდეს პლატფორმის ნებისმიერ წერტილში, მისი შესაძლო მდგომარეობის სიმრავლე ქმნის წრფეს. თუ მოცემული სქემის შემადგენლობაში შედის ორი ან მეტი მობრუნებადი სიმეტრიული მოდული (ნახ.2-ვ), მაშინ უნდა ხდებოდეს მათი კოორდინაცია იმ მიზნით რომ უზრუნველყოფილი იქნას პლატფორმის მყისიერი სიჩქარის ცენტრის არსებობა, ე.ი. წრფეები რომლებიც გადიან თითოეული თვლის ცენტრებზე პერპენდიკულარულია მისი ბრუნვის სიბრტყის, უნდა იკვეთებოდეს ერთ წერტილში.

კინემატიკურ სქემაში, რომელი.ც შედგება მობრუნებადი ასიმეტრიული და სიმეტრიული მოდულებისაგან (ნახ.2-ზ), პლატფორმის სიჩქარის მყისიერი ცენტრის მდებარეობა, დროის ყოველ მომენტში არის წერტილში, რომელიც მიიღება (წარმოადგენს) მობრუნებადი სიმეტრიული მოდულების ჰორიზონტალური ღერძების თანაკვეთით და შეიძლება შეცვლილი იყოს ამ უკანასკნელის ორიენტაციის შეცვლით. გამომდინარე აქედან, სიჩქარის ცენტრი შეიძლება იმყოფებოდეს პლატფორმის ნებისმიერ წერტილში. თუ კინემატიკურ სქემაში გვაქვს ორზე მეტი მობრუნებადი სიმეტრიული მოდული (ნახ.2-თ), მაშინ უნდა მოხდეს მათი კოორდინაცია იმ მიზნით, რომ უზრუნველყოფილ იქნას სიჩქარის მყისიერი ცენტრის არსებობის პირობები.

მაშასადამე, თვლიანი რობოტების ყველა განხილული კინემატიკური სქემა აკმაყოფილებს შემდეგ მდგომარეობებს:

- თუ კონსტრუქცია აღჭურვილია ერთზე მეტი არამობრუნებადი თვლიანი ბორბლით, მაშინ მათი თვლების ჰორიზონტალური ღერძები ემთხვევა;
- თუ მობრუნებადი სიმეტრიული თვლიანი მოდულის თვლის ცენტრი არ ძევს არამობრუნებადი მოდულის ჰორიზონტალურ ღერძზე;
- თუ კონსტრუქცია აღჭურვილია ორი ან მეტი მობრუნებადი სიმეტრიული მოდულით, მაშინ უნდა ხდებოდეს მათი კოორდინაცია იმ მიზნით, რომ უზრუნველყოფილ იქნას სიჩქარის მყისიერი ცენტრის არსებობის პირობა.

კინემატიკური სქემები, რომლებიც აკმაყოფილბს ჩამოთვლილ პირობებს, განიხილება როგორც არაგადაგვარებული. შეგვიძლია აღვნიშნოთ, რომ ასიმეტრიული თვლიანი მოდელების არსებობა არ ახდენს ზეგავლენას რობოტის მანევრირებაზე, მაშინ როცა არამობრუნებადი თვლიანი მოდულის არსებობა იწვევს მის შემცირებას. თვლიანი რობოტის შემდგომი მოდელირება და კვლევა განვახორციელოთ შემდეგი მოდელების გავალისწინებით:

- პლატფორმა და თვალი წარმოადგენს აბსოლუტურად მყარს, რობოტი გადაადგილდება ჰორიზონტალური სიბრტყის გასწვრივ:
- თითოეული თვალი რჩება ვერტიკალურად და ბრუნავს თავისი ჰორიზონტალური ღერძის მიმართ მობრუნების გარეშე, კონტაქტი თვალსა და საყრდენ სიბრტყეს შორის არის წერტილოვანი:
- თვლიანი მოდულების რაოდენობა, რომლებიც შედის რობოტის კონსტრუქციაში ტოლია N;
- განსახილველი რობოტის კინემატიკური სქემა არის არაგადაგვარებადი და შედგება Nn არამობრუნებადი, Nc მობრუნებადი სიმეტრიული, Na მობრუნებადი ასიმეტრიული თვლიანი მოდულებისაგან.

3. რობოტის კოოდინატთა სისტემის და გეომეტრიის ფორმირება

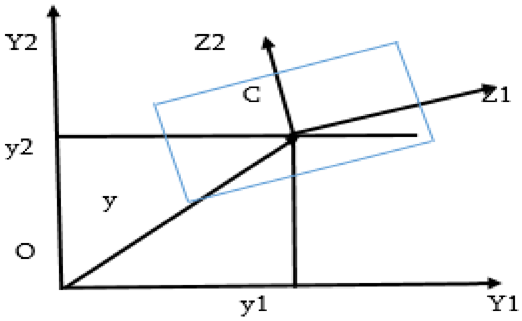
მოძრავი რობოტის პლატფორმა (ფუძე) განიხილება როგორც მყარი სხეული დეკარტის კოორდინატთა სისტემაში $y = R^2$. მისი მდებარეობა სიბრტყეზე (ნახ.4) ცალსახად განისაზღვრება y=coI(y_1,y_2) ვექტორით c (მასის ცენტრი ან პლატფორმის პოლუსი) წერტილის კოორდინატებით o$y_1$$y_2$ კოორდინატთა სისტემაში და α კუთხით cz_1 ღერძის ორიენტაციის რობოტის c$z_1$$z_2$ კოორდინატთა სისტემა დაკავშირებული პლატფორმასთან.

სისტემისა და ძალოვან მომენტური ცვლადების ანალიზისათვის z კოორდინატთა სისტემაში, რომელიც დაკავშირებულია მოძრავ პლატორმასთან, განვიხილოთ ორთოგონალური მატრიცა

$$\mathrm{T}(\alpha)=\begin{bmatrix}\tau_1^T(\alpha)\\ \tau_2^T(\alpha)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\cos(\alpha) & \sin(\alpha)\\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha)\end{bmatrix}$$

მატრიცა შედგენილია ერთეულოვანი ურთიერთმართობული $\tau_{1,}(\alpha)\tau_2(\alpha)$ ვექტორე-ბით, რომლებიც წარმოადგენს რობოტის მოძრაობის ბაზას. გამომდინარე აქედან

$$\mathrm{T}(\alpha)T^{\alpha}\,(\alpha) = I_2.$$



ნახ.4. მოძრავი რობოტი აბსოლიტურ კოორდინატთა სისტემაში

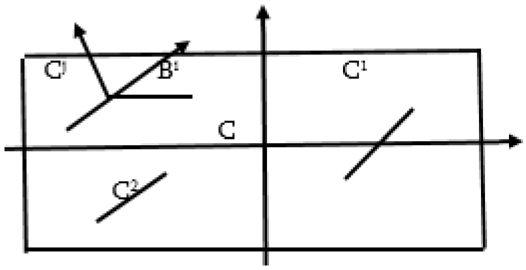
ორთოგონალური $T(\alpha)$ მატრიცა აგრეთვე აკმაყოფილებს დიფერენციალურ განტოლებას

$$T(\alpha) = \dot{\alpha}\mathrm{E}\dot{T}(\alpha) \qquad (1)$$

სადაც α ირიბსიმეტრიული მატრიცაა:

$$\mathrm{E}=\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

თითოეული j-იური თვლიანი მოდულის მდგომარეობა cz_1z_2 კოორდინატთა სისტემაში ხასიათდება (განისაზღვრება) დამაგრების ცენტრის მდგომარეობით z^j=coI(z_1^j, z_2^j) (c^j *წერტილში*) და თვლის გრძივი ღერძის ორიენტაციის β^j კუთხით (ნახ.5)



ნახ.5. თვლიანი მოდულის განლაგება რობოტის კოორდინატთა სისტემაში

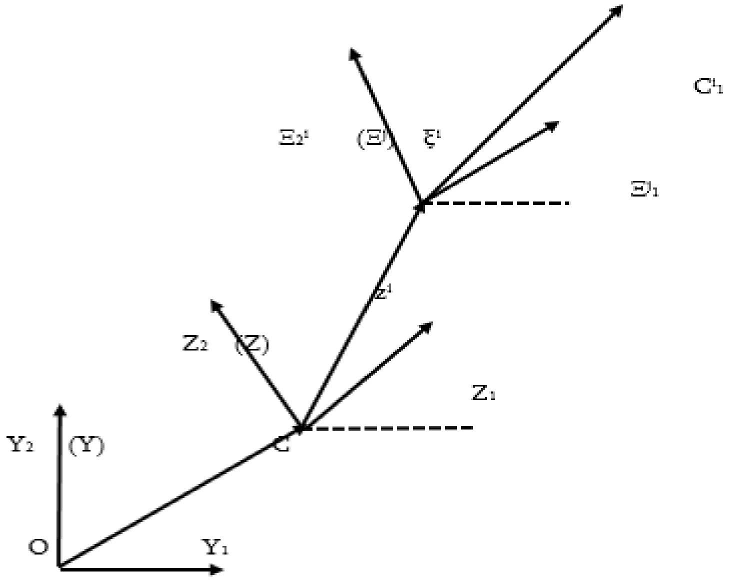
თვლის მდგომარეობის დასახასიათებლდ ყოველი j-იური თვლიანი მოდული დაკავშირებულია $C^j\ \Sigma_1^j\Sigma_2^j$ კოორდინატთა სისტემასთან სათავით C^j წერტილში და ორინტაციის β^J კუთხით cz_1 z_2 სისტემასთან შეფარდებით ერთეულოვანი ურთიერთ-ორთოგონალური $\tau_1(\beta^j),\tau_2(\beta^j)$ ვექტორები და თვლის კოორდინატთა სისტემა $C^j\ \Sigma_1^j\Sigma_2^j$ ქმნის ორთოგონალურ მატრიცას

$$\mathrm{T}(\beta)=\begin{bmatrix} \tau_1^T(\beta^J) \\ \tau_2^T(\beta^J) \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \cos(\beta^J) & \sin(\beta^J) \\ -\sin(\beta^J) & \cos(\beta^J) \end{bmatrix}$$

რომელიც აკმაყოფილებს დიფერენციალურ განტოლებას

$$\dot{T}(\beta^J)=\dot{\beta}^J\mathrm{E}\mathrm{T}(\beta^J) \qquad (1.2)$$

თვლის ცენტრის c_0^j მდგომარეობა $C^j\ \Sigma_1^j \Sigma_2^j$ კოორდინატთა სისტემაში აღიწერება მუდმივი $\xi^j = \mathrm{coI}(\xi_1^j, \xi_2^j)$ ვექტორით, ურთიერთკავშირი შემოღებულ y,z,Σ^j კოორდინატთა სისტემებს შორის ნაჩვენებია მე-6 ნახაზზე.



ნახ.6. oy_1y_2; cz_1z_2 ; $C^j\ \Sigma_1^j \Sigma_2^j$ კოორდინატთა სისტემებს შორის ურთიერთკავშირი

ვთქვათ c_0^j-არის რაიმე წერტილი უძრავი $C^j\ \Sigma_1^j \Sigma_2^j$ სისტემაში. მაშინ, თუ $\xi^j = \mathrm{coI}(\xi_1^j, \xi_2^j)$ არის c_0^j წერტილის კოორდინატი თვლის კოორდინატთა $C^j\ \Sigma_1^j \Sigma_2^j$ სისტემაში $z^j=\mathrm{coI}(z_1^j,\ z_2^j)$ -არის C^j წერტილის კოორდინატი რობოტის კოორდინატთა $C^j\, z_1z_2$ სისტემაში, მაშინ c_0^j წერტილის მდგომარეობა oy_1y_2 კოორდინატთა აბსოლუტურ სისტემაში აღიწერება y^j ვექტორით, რომელიც განისაზღვრება შემდეგნაირად.

$$y^j = y + T^T(\alpha) z^j + T^T(\alpha+\beta^j)\, \xi^j, \tag{3}$$

სადაც $y=\mathrm{coI}(y_1,y_2)$ არის c წერტილის კოორდინინატი oy_1y_2 აბსოლუტურ სისტემაში.

სიჩქარისა $\dot{y}^j$ და აჩქარების $\ddot{y}^j$ ვექტორებისათვის c_0^j წერტილები მოცემულია აბსოლუტურ კოორდინატთა სისტემებში დიფერენცირებული დროის მიხედვით (3), (1), (2) თვისებების გათვალისწინებით, მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებებს:

$$\dot{y}^j = \dot{y} + \dot{\alpha}\ T^T(\alpha) E^T z^j + (\dot{\alpha}+\dot{\beta}^j)\, T^T(\alpha+\beta^j)\ E^T \xi^j, \tag{4}$$

$$\ddot{y}^j = \ddot{y} + \ddot{\alpha}\ T^T(\alpha) E^T z^j + (\ddot{\alpha}+\ddot{\beta}^j)\,)\ T^T(\alpha+\beta^j)\ E^T \xi^j - \dot{\alpha}^2 T^T(\alpha) z^j - (\dot{\alpha}+\dot{\beta}^j)^2\, T^T(\alpha+\beta^j)\ \xi^j \tag{5}$$

(3) თანაფარდობა აღწერს თვლიანი რობოტის გეომეტრიულ კავშირებს, (4) და (5) თანაფარდობები საშუალებას იძლევა რობოტის თვლის ცენტრის c_0^j სიჩქარეები $\dot{y}^j$ და $\ddot{y}^j$ გამოვსახოთ ალგორითმის ცენტრის სიჩქარეების $\dot{y}$, $\dot{\alpha}$ და აჩქარებების $\ddot{y}$,$\ddot{\alpha}$ და კუთხური $\dot{\beta}^j$ სიჩქარისა და აჩქარების $\ddot{\beta}^j$ საშუალებით.

4. დასკვნა

თვლიანი რობოტი არის თვითმავალი თვლიანი მანქანა ავტომატური მართვით. რობოტის კონსტრუქციის ძირითადი ელემენტია სავალი მოწყობილობები, საინფორმაციო და მართვის სისტემები. თვლიანი რობოტების ყველა განხილული კინემატიკური სქემა აკმაყოფილებს შემდეგ მდგომარეობებს: თუ კონსტრუქცია აღჭურვილია ერთზე მეტი არამობრუნებადი თვლიანი ბორბლით, მაშინ მათი თვლების ჰორიზონტალური ღერძები ემთხვევა; თვლის ცენტრი მობრუნებადი სიმეტრიული თვლიანი მოდულის არ ძევს არამობრუნებადი მოდულის ჰორიზონტალურ ღერძზე; თუ კონსტრუქცია აღჭურვილია ორი ან მეტი მობრუნებადი სიმეტრიული მოდულით, მაშინ უნდა ხდებოდეს მათი კოორდინაცია იმ მიზნით, რომ უზრუნველყოფილ იქნას სიჩქარის მყისიერი ცენტრის არსებობის პირობა.

ლიტერატურა - References – Литература:

1. Буданов В.М, Девянин Е.А. (2003). О движении колесных роботов. ПММ. т.67. вып.2. с.244-255

2. Бурдаков С.Ф., Мирошник И.В., Стелъмяков Р.Е (2001). Системы управления движением колесных роботов. -СПБ, ж. Наука

3. Гелиг А.Х., Леонов Г.А., Якубович В.А (1978). Устойчивостъ нелинейных систем с неединственным состоянием равновесия. -МЖ Наука,

4. Голован А.А,, Гришин А.А., Жихарев С.Д., Ленский А.В. (). Алгоритмы решения задачи навигации мобильных роботов. Докл. Науч. школы-конференции “Эмобилные роботы и мехатронные системы”.

DEVELOPING THE CINEMATIC SCHEMES OF THE ROBOT

Kekenadze Vladimer Natriashvili Indira,

Kakofashvili Mikheil

Georgian Technical University

Summary

The theme is about Cinematic schemes of the robots, designs of robot, platforms, movement of robots along the horizontal plane are considered. The relationship between the eyes and the flat plane, the ratio between the robot's geometric connections. The structure is equipped with two or more rotating symmetric modules, their coordination and promptness of the instant speed instant.

РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ КОЛЕСНЫХ РОБОТОТОВ

Кекенадзе В., Натриашвили И., Какофашвили М.

Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассматриваются кинематические схемы колесных роботов, конструкции робота, платформы, движение роботов по горизонтальной плоскости. Контакт между глазами и опорной плоскостью, соотношение между геометрическими связями робота. Конструкция оснащена двумя и более вращающимися симметричными модулями, их координаци и условие мгновенного момента скорости.