**საპროექტო წინადადების განაცხადი**

გუნდის წევრები:

ნიკოლოზ ხარშილაძე

ალექსანდრე რაზმაძე

1. **პროექტის იდეის მოკლე მიმოხილვა (project idea and background)**

(რა არის თქვენი საპროექტო წინადადება? მიმოიხილეთ პროექტის იდეა და ის ამოცანა/პრობლემა, რომლის გადაჭრასაც შეეცდებით.)



ჩვენი მიზანი არის, რომ გავაკეთოთ star-wars-ში bb-8-ის მსგავსი რობოტი. ეს რობოტი არის მრგვალი სფერო, რომელსაც შეუძლია ნებისმიერი მიმართულებით სიარული და ამის მიუხედავად ზემოთ აქვს თავი, რომელიც ყოველთვის რობოტის ზემოთ რჩება. ამის გარდა, გვინდა რომ რობოტი იყოს ჭკვიანი, შეეძლოს თვითონ გაირკვიოს გზა, დაინახოს ხალხი და ა.შ.

1. **დასმული ამოცანა და მისი მნიშვნელობა, პროექტის გამოყენება (problem, scope and application)**

(განიხილეთ როგორ პასუხობს პროექტის იდეა დასმულ ამოცანას/პრობლემას, რა კონკრეტული გამოყენება ექნება პროექტს? რატომ არის დასმული ამოცანა მნიშვნელოვანი? რატომ არის პროექტის იდეა ინოვაციური?)

შემოთავაზებული რობოტის პროექტი პასუხობს დინამიური და ვიზუალურად მიმზიდველი რობოტული სისტემის შექმნის გამოწვევას, რომელიც აერთიანებს კომპლექსურ მექანიკურ მოძრაობას, მართვის თანამედროვე სისტემებს და ინტერაქტიულ შესაძლებლობებს, როგორც გარემო დაბრკოლებებთან, ისე კონკრეტულ ობიექტებთან. ეს საკითხი მნიშვნელოვანია, რადგან იგი აერთიანებს რობოტიკის ძირითად პრინციპებს, მათ შორის ბალანსის დაჭერას, მოძრაობის კონტროლსა და მანქანურ ხედვას ერთ კომპაქტურ დიზაინში. სტაბილური მბრუნავი სფერული სხეულის შექმნა და მაგნიტურად მიმაგრებული თავის სტაბილური მოძრაობა არის გამოწვევა, რომელიც მოგვცემს მექანიკური სისტემებში მუშაობის გამოცდილებასა და მექატრონიკის უფრო კარგად შესწავლის შესაძლებლობას.

ამ პროექტის გამოყენების სფეროები მრავალფეროვანია და არ შემოიფარგლება მხოლოდ ცნობილი პერსონაჟის რეპლიკის შექმნით. BB-8 რობოტს იქნება კარგი პლათფორმა რობოტიკის, მართვის სისტემების და მანქანური ხედვის სწავლისათვის. PID-კონტროლირებადი გორვის მექანიზმი, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)-მაპინგი და მანქანური ხედვის შესაძლებლობები მას აქცევს შესანიშნავ სადემონსტრაციო ინსტრუმენტად დინამიური სისტემებისა და კომპიუტერული ხედვის რთული კონცეფციების გასაგებად. გარდა ამისა, პროექტს აქვს პოტენციური გამოყენება მეთვალყურეობისთვის და ადგილების შესწავლისთვის, რადგან რობოტს შეუძლია ავტონომიურად იაროს.

ეს პროექტი ინოვაციურია, რადგან, იმის მიუხედავად, რომ ინდივიდუალურად არაფერი არაა ამ პროექტში ახალი, ამ ყველაფრის გაერთიანება ბევრს არ უცდია. ეს პროექტი აერთიანებს კომპლექსურ სფერულ გადაადგილების სისტემას პრაქტიკულ მანქანურ ხედვასთან და მართვის ალგორითმებთან კომპაქტურ დიზაინში.

1. **საქმის მდგომარეობა (state of the art)**

(განიხილეთ თქვენი პროექტის მიმართულების საქმის მდგომარეობა. როგორ პასუხობს უკვე არსებული ტექნოლოგია თქვენ მიერ დასმულ ამოცანას? რა მსგავსი ტიპის პროდუქცია არსებობს? რა არის მათი ნაკლი? რა ლიტერატურა ეხმაურება ამოცანას? თეორიული ამოცანის შემთხვევაში მიმოიხილეთ შესაბამისი ლიტერატურა. მიუთითეთ წყაროები. საქმის არსებულ მდქომარეობასთან მიმართ რა არის თქვენი პროექტის სიახლე?)

ზოგადად კომპანიონი რობოტების რაოდენობამ ბოლო წლებში ძალიან იმატა. კონკრეტულად ballbot-ების გაკეთების რამდენიმე გზაც არსებობს. ყველაზე პოპულარული რობოტი არის Sphero-ს BB-8-ის რობოტი. როგორც სათამაშო, ის თავის ფუნქციას მშვენივრად ასრულებს. მომხმარებელს შეუძლია განდმოიწეროს აპლიკაცია ტელეფონზე და მისი საშუალებით ატაროს რობოტი. ბატარია დაახლოებით ერთი საათი ძლებს და კარგადაც დადის. თუმცა ამით შემოიფარგლება მისი შესაძლებლობები. მას უბრალოდ წინ უყენია ერთი სენსორი, რათა არ შეეჯახოს კედლებს, ხოლო ისე შემთხვევითი პატერნით დადის, თვითონ გზის გაკვლევა არ შეუძლია. ინერციის აკრეფვის შემთხვევაში თავით წინ ვარდება. ყველაფერი არის წინასწარ გაწერილი. ერთი სიტყვით, უბრალოდ სიარული შეუძლია.

ზემოთ ნახსენები ბოლბოტის შიდა მექანიზმი შეიცავს ერთგვარ პატარა მანქანას, რომლის ბორბლების ტრიალი ატრიალებს ბურთს და მასე იძვრის მთლიანი რობოტი. ამის გარდა არსებობს სხვა გზა. მაგალითად Mark Rober-ის კონტროლირებადი ბოულინგის ბურთი (ამ პროექტის ერთ-ერთი მთავარი ინსპირაცია), რომელიც იყენებს შემდეგ მექანიზმს - ბოულინგის ბურთის შიგნით არის მძიმე ქანქარა, რომელიც ამაგრია სერვოზე, და იმის მიხედვით, თუ საით დავატრიალებთ სერვოს, შეგვიძლია მაქეთ შევცვალოთ სიმძიმის ცენტრი. ჩვენ ამ მექანიზმს არ გამოვიყენებთ, რადგან სატარებლად დიდი სიმძმის გასაძლებისთვის გარე ნაჭუჭი ძალიან მყარი უნდა იყოს და რობოტის სიჩქარეც ნაკლებo.

ამის გარდა, იუთუბზეც გაუკეთებიათ ხალხს პროექტად მსგავსი რობოტი, მაგრამ ჭკვიან რობოტს ვერსად წავაწყდით.

1. **პროდუქტი (product/deliverable)**

(რაც შეიძლება დეტალურად აღწერეთ თქვენი პროდუქცი, მისი ვიზუალი, ფუნქციონალი, არქიტექტურა. რა ტექნოლოგია იქნება გამოყენებული პროექტის შესაქმნელად?)

პროექტი წარმოადგენს BB-8 რობოტის ფუნქციონალის რეპლიკასა თანამედროვე რობოტიკის რამდენიმე მნიშვნელოვან ასპექტს. რობოტის ძირითადი სხეული არის სფერული ფორმის, დიამეტრით დაახლოებით 30-40 სმ, რომელიც იქნება მსუბუქი მაგრამ გამძლე. სფეროს შიგნით განთავსებულია ორი DC ძრავა, სპიდომეტრი და აქსელერომეტრი, რომლებიც უზრუნველყოფენ მის დაბალანსებულ მოძრაობას PID კონტროლის ალგორითმის გამოყენებით. ზემოთ ნახსენებ ორ სენსორს აგრეთვე გამოვიყენებთ SLAM-ის გასამართად, რათა რობოტმა იცოდეს განვლილი მანძილი და გარშემო ლიდარით აღებული ანათვალები სწორად აღიქვას. რობოტის თავი მაგნიტურად არის დამაგრებული სხეულზე და შეიცავს კამერას, რომელიც გამოიყენება გარემოს აღქმისა და ნავიგაციისთვის, აგრეთვე LIDAR-ს. რობოტს ექნება ძრავიც, რათა თავმა თავისუფლად იმოძრავოს 360 გრადუსით. თავი იქნება დასტაბილურებული, რათა ყოველთვის იყოს მიწის პალარელური ლიდარის ანათვალები. სფეროს შიგნით არის ორ ბორბლიანი მანქანა. მას აქვს მძიმე წონა დამაგრებული შუაში, რათა მთავარი ღერძი იყოს დასტაბილურებული. ღერძის ბოლოში იქნება ძლიერი მაგნიტი, რომელიც დაიჭერს რობოტის თავს.

სისტემის "ტვინი" არის Raspberry Pi მიკროკომპიუტერი, რომელიც ამუშავებს მანქანური ხედვის ალგორითმებს და SLAM სისტემას. კამერიდან მიღებული მონაცემების დამუშავება ხდება OpenCV ბიბლიოთეკის გამოყენებით, რაც საშუალებას აძლევს რობოტს ამოიცნოს ობიექტები და დააკვირდეს გარემოს ცვლილებებს. SLAM ალგორითმი, რომელიც იყენებს ROS2 (Robot Operating System) პლატფორმას, ქმნის და ანახლებს გარემოს რუკას რეალურ დროში, რაც უზრუნველყოფს რობოტის ავტონომიურ ნავიგაციას.

ვიზუალურად პროექტი იქნება Star Wars-ის რობოტის სახის, თუმცა ჩვენივე ბრენდირებასაც შევმატებთ.

1. **პროდუქტის შეფასების საზომები (evaluation metrics)**

(განიხილეთ რა კონკრეტული მიზნების მიღწევა ჩაითვლება პროექტის წარმატებულად შესრულებლად და როგორ მოხდება მათი გაზომვა. თუ რომელიმე მიზანს შესაბამისი რაოდენობრივი საზომი არ გააჩნია, როგორ მოხდება მისი შეფასების კვანტიფიკაცია?)

ამ პროექტისთვის გვაქვს 3 მთავარი მიზანი და პროექტის წარმატება ამ მიზნების შესრულების პროპორციული იქნება. პირველი არის ამ მექანიკური ნაწილის ამუშავება. ეს მოიცავს როგორც სიარულს, აგრეთვე სტაბილურად მოძრაობას, კამერისა და ლიდარის კარგი ანათვალების ასაღებად. ჩვენ უნდა შეგვეძლოს, რომ პულტით ვმართოთ რობოტი კარგად, ისე რომ ამ უკანასკნელს შეეძლოს ნებისმიერი მიმართულებით სიარული. ამ ტასკში აგრეთვე მოცულია PID სისტემის გამართვაც, რადგან ბურთს ექნება საკმაო ინერცია და მისი კონტროლისთვის აუცილებელი იქნება ამის გამართვა. მეორე, ესაა SLAM სისტემის გამართვა. ჩვენ გამოვიყენებთ ROS2-ს ზემოთ ნახსენები ყველაფრის შესაფუთად და შემდგომ თვითლოკაციისთვის. რობოტს შეეძლება გარემოს აღწერა და საკუთარი თავის პოვნა ამ გარემოში, შემდგომ კი ჩვენ გვინდა, რომ რობოტს ვუთხრათ ამ გარემოში ერთი წერტილიდან მეორეში მივიდეს და ეს მან შეძლოს. მესამე არის მანქანური ხედვა. ჩვენ რობოტს ვეტყვით, რომ ან ვინმეს გაყვეს, ან ვინმე იპოვოს და ის ამას შეასრულებს. ვიმედოვნებთ, რომ პროექტის ბოლოს სამივე ნაწილი შესრულებული იქნება.

1. **მეთოდოლოგია (methodology)**

(მიმოიხილეთ პროექტზე მუშაობის ზოგადი მიდგომა, განიხილეთ რა საინჟინრო თეორია, მათემატიკური ანალიზური, რიცხვითი და გამოთვლითი სიმულაციები, ჰარდვეართან მუშაობის მეთოდები ან ლაბორატორიული სამუშაო (ექსპერიმენტები) დაგჭირდებათ დასახული სამუშაოს შესასრულებლად.

პროექტზე მუშაობის დროს, ჩვენ გამოვიყენებთ მიდგომებს, რომელებიც მოიცავს როგორც თეორიულ, ისე პრაქტიკულ სამუშაოებს. რობოტის მექანიკური დიზაინის ინსპირაცია იქნება არაერთი უკვე გაკეთებული პროექტი რომელიც მოიძებნება ონლაინ, ვინაიდან როდესაც ცდილობენ BB-8 აწყობას, ყველა მექანიკურ დიზაინზე კონცენტრირდება და არა იმ დამატებით ფუნქციონალზე, რომელსაც ჩვენ გამოვიყენებთ. მექანიკური ნაწილის ასაწყობად ძირითადად გამოვიყენებთ გამოყენებულ იქნება ხე, წებო და რკინა.

მოძრაობის სტაბილიზაციისთვის გამოიყენებთ PID კონტროლს, რომელიც დაგვეხმარება რობოტის მოძრაობის ოპტიმიზაციაში. ამ პროცესში განვახორციელებთ რიცხვით სიმულაციებს MATLAB ან/და Python-ში.

რობოტის ავტონომიური მოძრაობის უზრუნველსაყოფად, გამოიყენება SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) სისტემები ROS2 გარემოში. SLAM-ის გამოყენება მოხდება რობოტის ადგილმდებარეობისა და რუკის შესაქმნელად. დამატებით, გამოყენებული იქნება მანქანური ხედვა (OpenCV) ობიექტების ამოცნობისთვის.

ლაბორატორიული ტესტირებები ჩატარდება ყველა სისტემის ფუნქციონალობის დასამოწმებლად. თითოეულ სისტემას განვიხილავთ როგორც ცალკეულ, ისე მთლიანი რობოტის კომპონენტებს, რათა დავრწმუნდეთ მათ სტაბილურ მუშაობაში და ჩავატაროთ საჭირო ოპტიმიზაციები.

1. **სამუშაოს დანაწევრება და განაწილება (work breakdown)**

(განტის სქემის (Gannt chart) გამოყენებით აჩვენეთ დანაწევრებული და დროში გაწერილი სამუშაო, ძირითადი სამუშაოები და მათი შესრულების ვადები. თუ გუნდში ორი ადამიანია, როგორც ერთობლივად, ისე თითოეული წევრის მიერ შესრულებული სამუშაო უნდა იყოს მითითებული.

განტის სქემის შემდეგ განიხილეთ რატომ შეარჩიეთ სამუშაოს განაწილების აღწერილი თანმიმდევრობა? რატომ არის ის ოპტიმალური? რა სამუშაოების გადანაცვლებაა შესაძლებელი საჭიროების შემთხვევაში?)

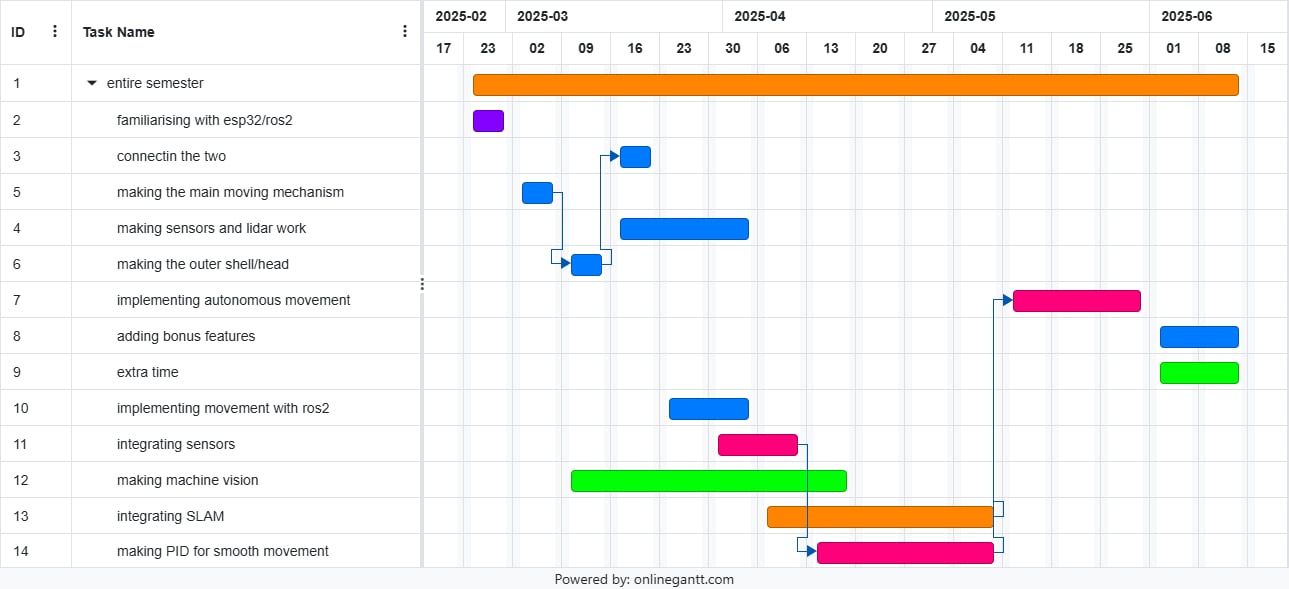
სამუშაოს მსვლელობა იქნება ისეთი, რაც შესაძლებლობას მოგვცემს პროექტის თითოეულ ქვე-ამოცანას ცალ-ცალკე შევეჭიდოთ, გადავჭრათ და შემდეგად მიღებული ამონახსნების გაერთიანებით შევქმნათ მუშა ფუნქციონალი.

პირველ რიგში შევისწავლით Raspberry Pi-ს და ROS2 პლატფორმებს, რადგან ესენი იქნება რობოტის ფუნდამენტი. ამის შემდეგ დავიწყებთ მექანიკური ნაწილის დიზაინსა და აწყობასაც: ჯერ ძირითად სამოძრაო შიდა მექანიზმს გავაკეთებთ და შემდგომ გარე სფერო კორპუსს და ბოლოს თავს.

თავიდან რობოტის მოძრაობას განვახორციელებთ ROS2-ის საშუალებით. აწყობის პროცესის პარალერულად შევისწავლით იმ machine vision-ს, SLAM-სა და PID კონტროლსაც, რომელსაც მოგვიანებით დავაინტეგრირებთ რობოტთან.

ყველა ამ ნაწილის გაერთიანების შემდეგ BB-8-ს ავტონომიურ მოძრაობაზე ვიმუშავებთ და დარჩენილი დროის განმავლობაში რობოტს დამატებით ბონუს ფუნქციონალსაც დავამატებთ. მაგალითად ეს შეიძლება იყოს სახის ამოცნობა, კონკრეტულ ადამიანს რომ დაყვებოდეს, ან რაიმე მითითებულ ობიექტთან მიახლოება შეეძლოს და ა.შ.

ქვემოთ მოცემული განტის სქემა ჩვენი მუშაობის გეგმას ვიზუალურად ასახავს.



1. **საჭირო რესურსები (needed resources)**

(ჩამოწერეთ პროექტის შესრულებისთვის საჭირო რესურსების სია. სია უნდა მოიცავდეს პროექტის ყველა ნაწილს/კომპონენტს, ინსტრუმენტს, დანადგარის/პრინტერის გამოყენების საჭიროებას და ნებისმიერ რაიმეს, რაც პროექტის შესრულებისთვის გადჭირდებათ. ასევე მიუთითეთ კომპონენტების შესაძენი ბმულები).

გამოსაწერი რესურსების დასახელება, რაოდენობა და ბმული შეიყვანეთ მოცემულ ცხრილში.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| დასახელება | რაოდენობა | ბმული |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. **რისკები და ალტერნატიური გეგმა (risks and alternative plan)**

(სრულყოფილად შესრულებულ საპროექტო წინადადებაში მითითებული უნდა იყოს რისკები, რომლებმაც შესაძლოა რისკის ქვეშ დააყენოს ან/და მნიშვნლოვნად დააყოვნოს პროექტის ან მისი განხორციელებისთვის საჭირო რომელიმე სამუშაოს შესრულება. მიუთითეთ ასეთი რისკები თქვენი პროექტისთვის და ალტერნატიული გეგმა/სტრატეგია შეფერხების შემთხვევაში.)

ჩვენი პროექტისთვის რამდენიმე ძირითადი რისკი არსებობს, რომელთაგან თითოეული შეიძლება გავლენას ახდენდეს სამუშაოს დროულად და სრულყოფილად შესრულებაზე:

1. დროის მართვის სირთულეები:  
   ზუსტად ვერ განვსაზღვრავთ რომელი ეტაპი რა დროის წაიღებს, ვინაიდან შესაძლოა უამრავ როგორც მოსალოდნელ, ისე მოულოდნელ დაბრკოლებას წავაწყდეთ, როგორც ჯუნიორ პროექტზე მუშაობისას.
   * ალტერნატივა: სამუშაოს დანაწევრება და კონკრეტული შუალედური ვადების დაწესება დაგვეხმარება პროექტის დროულად შესრულებაში. საჭიროების შემთხვევაში, ნაკლებად პრიორიტეტული ბონუს ფუნქციონალი შეიძლება დროებით გამოვტოვოთ.
2. მექანიკური ნაწილი:  
   ამ ეტაპის წარუმატებლობამ შესაძლოა მთელი პროექტი დააყოვნოს, თუმცა მივიჩნევთ, ეს ნაწილი ყველაზე ნაკლებ რისკიანია, ვინაიდან არაერთი პროტოტიპი დიზაინი არსებობს, რომლის გაუმჯობესების ხარჯზეც ჩვენს ვარიანტს ავაწყობთ.
3. აპარატურული პრობლემები:  
   დაზიანებული ან არასწორად ფუნქციონირებადი კომპონენტების გამოყენება (მაგ., სენსორები, ძრავები, LIDAR, ESP32, Raspberry Pi) პროექტს სერიოზულად შეაფერხებს.
   * ალტერნატივა: სამუშაო პროცესში ადრეული და მუდმივი ტესტირება დაგვეხმარება ასეთი პრობლემის სასტარტო ეტაპზე გამოვლენასა და სწრაფ მოგვარებაში. მაგალითად, ძრავებსა და სენსორებს დავტესტავთ უბრალო ბორბლიან კონსტრუქციაზე, LIDAR-საც გავმართავთ და ვნახავთ როგორც მუშაოვს. Raspberry Pi-საც ცალკეულად ავითვისებთ და ა.შ. ასევე, ალტერნატიულად დავამატებთ სათადარიგო კომპონენტებს ბიუჯეტში.
4. მოძრაობის ალგორითმის და PID კონტროლის მორგება:  
   PID კონტროლის პარამეტრების არასწორი შერჩევა შეიძლება გამოიწვიოს არასტაბილური მოძრაობა.
   * ალტერნატივა: საჭიროების შემთხვევაში გამოვიყენებთ მზად არსებული PID ბიბლიოთეკებს, ხოლო ჩვენი ალგორითმი ეტაპობრივად შევასწორებთ ექსპერიმენტებით.
5. SLAM-ის და Machine Vision-ის ინტეგრაციის სირთულე:  
   SLAM-ის ან Machine Vision-ის დამუშავებას შეიძლება დიდი დრო დასჭირდეს.
   * ალტერნატივა: თუ SLAM ან Machine Vision დროში შეფერხებას გამოიწვევს, მათ მარტივ ალგორითმებს დავნერგავთ, რათა ძირითადი ფუნქციონირება არ შეფერხდეს.

ამ ალტერნატიული გეგმების დახმარებით შევძლებთ პროექტის წარმატებით დასრულებას, მიუხედავად პოტენციური საფრთხეებისა.

1. **წინარე სამუშაო (preliminary work)**

(განიხილეთ პროექტის წინარე სამუშაოები, რომლებიც ამ დროისთვის გაქვთ შესრულებული.)

მიუხედავად იმისა, რომ პროექტისათვის საჭირო თემებისა და მატერიალების დიდი ნაწილი ჯერჯერობით სრულყოფილად არ აგვითვისებია, ამ ეტაპისთვისგვაქვს იმდენი ინფორმაცია მათზე, რომ სათანადო გეგმა დავსახოთ. ჩვენი პროექტისთვის უკვე შესრულებულია რამდენიმე მნიშვნელოვანი წინარე სამუშაო, რომლებიც საფუძვლად დაედება მის წარმატებით განხორციელებას.

1. ინფორმაციის მოძიება:  
   პროექტის მოთხოვნებიდან გამომდინარე, შევისწავლეთ და შევაგროვეთ ინფორმაცია, რომელიც დაგვეხმარება რობოტის ფუნქციონირების საფუძვლების გაგებაში. მათ შორის:
   * PID კონტროლი: გავეცანით PID ალგორითმის პრინციპებს და მიგვაჩნია, რომ მისი ეფექტური გამოყენება რობოტის სტაბილური მოძრაობისთვის აუცილებელია.
   * ROS2: მოვიძიეთ ინფორმაცია ROS2-ის ფუნქციონირებისა და მისი ინტეგრაციის შესახებ რობოტების მართვის სისტემებში.
   * LIDAR: მის ჩვენი კურსელებიც დაგვეხმარებია, რომლებიც აქტიურად მუშაობენ ამ თემაზე ჯუნიორ პროექტისთვის.
2. მექანიკური კორპუსის დიზაინი:  
   გავაანალიზეთ სხვა მრავალი დიზაინის ნიმუში, რათა ავაგოთ სტაბილური და გამძლე მექანიკური კორპუსი, რომელიც მოერგება ჩვენი პროექტის მოთხოვნებს.
3. ტექნოლოგიური პლატფორმის შერჩევა:  
   დავგეგმეთ პროექტის ძირითადი ხელსაწყოები და ნაწილები, რომლებიც ჩვენი სამუშაოს ფუნდამენტს წარმოადგენს:
   * ტვინი: გამოვიყენებთ Raspberry Pi-სა და ESP32-ს რობოტის ინტელექტუალური და მართვის ნაწილებისთვის.
   * სენსორები და კამერები: მოვიძიეთ საჭირო ინფორმაცია, თუ როგორ უნდა გამოვიყენოთ სენსორები და კამერები რობოტის გარემოს აღქმისა და მართვისთვის.
   * მექანიკური ნაწილები: გავიგეთ, რომელი ტიპის ნაწილებია ყველაზე ეფექტური და ხელმისაწვდომი კორპუსის აწყობისთვის.
4. საბაზისო ბიუჯეტისა და რესურსების განსაზღვრა:  
   შევაფასეთ პროექტის ყველა ძირითადი კომპონენტის ღირებულება, რაც მოგვცემს საშუალებას, ბიუჯეტში ვიმუშაოთ და საჭიროების შემთხვევაში სათადარიგო ნაწილებიც შევიძინოთ.
5. სწავლების სტრატეგია:  
   შევადგინეთ სია, თუ რა ცოდნა და უნარები უნდა ავითვისოთ, რათა შევძლოთ პროექტის განხორციელება (მაგ., Machine Vision, LIDAR-ისა და ROS2-ის გამოყენება, PID კონტროლის დასაწყისი, და სხვა).

ამ ეტაპზე, წინარე სამუშაოებმა მნიშვნელოვანი საფუძველი ჩაუყარა ჩვენი პროექტის წარმატებით განვითარებას. ყველა ინფორმაცია, რომელიც შევაგროვეთ, დაგვეხმარება როგორც მექანიკური, ასევე პროგრამული და აპარატურული ასპექტების რეალიზაციაში.

**პროექტის ხელმძღვანელი:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

საპროექტო წინადადება დამტკიცებულია □

პროექტის ხელმძღვანელის/ლექტორის ხელმოწერა: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_