

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы



Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Хафизов Алижан Нуржанович

«Өнімнің түсі бойынша сұрыптаушы робот жасау»

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА**

6В07111 – Робототехника және мехатроника

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы



Дипломдық жобаға  
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Өнімнің түсі бойынша сұрыптаушы робот жасау»

6B07111 – Робототехника және мехатроника

Орындаған

Рецензент  
ААА «Жалпы білім беру» кафедрасының  
меңгерушісі  
Т.Г.К. қауымдастырылған профессоры  
Сейдилдасва А.К.  
«26» мамыр 2023 ж.

Хафизов А.Н.

Ғылыми жетекшісі  
Қауымдастырылған  
профессор  
Карымсакова Н.Т.  
«30» мамыр 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

6B07111 – Робототехника және мехатроника



**Дипломдық жобаны орындауға арналған  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Хафизов Алижан Нуржанович

Тақырыбы: Өнімнің түсі бойынша сұрыптаушы робот жасау

Университет ректорының 2022 жылғы «23» қараша № 408-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» мамыр 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Python, PyCharm

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- a) өнімнің түсі бойынша сұрыптаушы роботты зерттеу, түсіну
- б) роботтың компоненттерін сипаттау және роботты жинастыру
- в) python бағдарламасында программалық тілін жазу
- г) роботтың жинастырылған макетін көрсету

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

жұмыс презентациясы слайттарда 12 көрсетілген

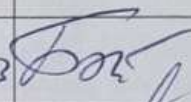
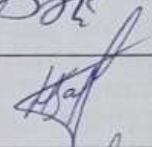
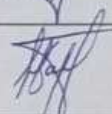
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 13 атаулардан

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	17.01-13.02.2023 ж	Орындалды
Бағдарламалық бөлім	13.02-21.03.2023 ж.	Орындалды
Зерттеу бөлімі	21.03-18.04.2023 ж.	Орындалды
Қорытынды бөлім	18.04-16.05.2023 ж.	Орындалды

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қытысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілері мен қалып бақылаушының қолдары

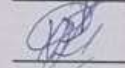
Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкеснің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Ж. С. Бигалиева, техника ғылымдарының магистрі, аға-оқытушы	30.05.23	
Негізгі бөлім	Карымсакова Н.Т. Қауымдастырылған профессор	30.05.23	
Есептеу бөлім	Карымсакова Н.Т. Қауымдастырылған профессор	30.05.23	

Ғылыми жетекшісі



Карымсакова Н.Т.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Хафизов А.Н.

Күні

« 26 » Мамыр 2023 ж.

## АҢДАТПА

Бұл зерттеу объектілерді конвейер таспасындағы түсі бойынша сұрыптау үшін компьютерлік көру технологиясын қолдану мүмкіндігін зерттеуге бағытталған. Жұмыс барысында компьютерлік көру әдістері мен принциптеріне, сондай-ақ роботтық жүйелерді құру кезінде туындайтын негізгі мәселелерге талдау жүргізілді.

Бұл жұмыста қолданылатын компьютерлік көрудің негізгі принциптерінің бірі-түс сегментациясы. Бұл әдіс суреттегі қажетті түсті нысандарды таңдауға мүмкіндік береді. Нысандардың түсін дәлірек анықтау үшін кескінді сүзу, үлгілерді сәйкестендіру және компьютерлік көрудің басқа әдістері де қолданылды.

Әзірленген жүйенің тиімділігін тексеру үшін әртүрлі нысандар мен түстерді қолдана отырып эксперименттер жүргізілді. Эксперименттердің нәтижелері жүйенің конвейер таспасындағы нысандарды түсі бойынша тиімді танытынын және сұрыптайтынын көрсетті. Осылайша, компьютерлік көру жүйесін өнеркәсіптегі өндірістік процестерді автоматтандыру және оңтайландыру үшін пайдалануға болады.

Роботтық жүйелерді құру кезінде туындайтын негізгі мәселелердің бірі-олардың күрделілігі. Мұндай жүйені әзірлеу және енгізу робототехника, компьютерлік көру, бағдарламалау және басқа да техникалық салалар бойынша білімді қажет етеді. Алайда, компьютерлік көру технологияларын дамыту әртүрлі тапсырмалар үшін барған сайын тиімді және ыңғайлы жүйелерді құруға мүмкіндік береді.

Зерттеу робототехника мен жалпы өнеркәсіпті дамыту үшін өте маңызды. Өндірістік процестерді автоматтандыру және оңтайландыру жұмыс өнімділігі мен сапасының артуына, сондай-ақ жұмысшылар үшін тәуекелдің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Сонымен қатар, компьютерлік көру технологиясын қолдану тек өнеркәсіпте ғана емес, сонымен қатар медицина, автомобиль өнеркәсібі, бөлшек сауда және басқа да көптеген салаларда қолданылуы мүмкін.

## АННОТАЦИЯ

Данное исследование направлено на изучение возможности применения технологии компьютерного зрения для сортировки объектов по цвету на конвейерной ленте. В ходе работы был проведен анализ методов и принципов компьютерного зрения, а также основных проблем, возникающих при создании роботизированных систем.

Один из основных принципов компьютерного зрения, используемый в данной работе - цветовая сегментация. Этот метод позволяет выделить объекты нужного цвета на изображении. Для более точного определения цвета объектов также использовалась фильтрация изображения, сопоставление шаблонов и другие методы компьютерного зрения. Для проверки эффективности разработанной системы были проведены эксперименты с использованием различных объектов и цветов. Результаты экспериментов показали, что система эффективно распознает и сортирует объекты по цвету на конвейерной ленте. Таким образом, система компьютерного зрения может быть использована для автоматизации и оптимизации производственных процессов в промышленности.

Одной из главных проблем, возникающих при создании роботизированных систем, является их сложность. Разработка и внедрение подобной системы требует знаний в области робототехники, компьютерного зрения, программирования и других технических областей. Однако, развитие технологий компьютерного зрения позволяет создавать все более эффективные и удобные системы для различных задач.

Исследование имеет важное значение для развития робототехники и промышленности в целом. Автоматизация и оптимизация производственных процессов может привести к увеличению производительности и качества работы, а также уменьшению риска для работников. Кроме того, использование технологии компьютерного зрения может применяться не только в промышленности, но и в других сферах, таких как медицина, автомобильная промышленность, розничная торговля и многие другие.

## ANNOTATION

This study is aimed at exploring the possibility of using computer vision technology to sort objects by color on a conveyor belt. In the course of the work, the methods and principles of computer vision were analyzed, as well as the main problems that arise when creating robotic systems.

One of the basic principles of computer vision used in this work is color segmentation. This method allows you to select objects of the desired color in the image. Image filtering, pattern matching, and other computer vision techniques were also used to more accurately determine the color of objects.

To test the effectiveness of the developed system, experiments were conducted using various objects and colors. The results of the experiments showed that the system effectively recognizes and sorts objects by color on the conveyor belt. Thus, the computer vision system can be used to automate and optimize production processes in industry.

One of the main problems that arise when creating robotic systems is their complexity. The development and implementation of such a system requires knowledge in the field of robotics, computer vision, programming and other technical fields. However, the development of computer vision technologies makes it possible to create more and more efficient and convenient systems for various tasks.

The research is important for the development of robotics and industry in general. Automation and optimization of production processes can lead to an increase in productivity and quality of work, as well as a reduction in risk for employees. In addition, the use of computer vision technology can be applied not only in industry, but also in other areas, such as medicine, the automotive industry, retail and many others.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Әдебиетке шолу	11
1.1 Робототехника және өндірісті автоматтандыру	11
1.2 Нысандарды тануға арналған компьютерлік көру әдістері	13
1.3 Робот контроллері және бағдарламалық қамтамасыз ету	14
2 Роботтық жүйе тұжырымдамасының сипаттамасы	17
2.1 Аппараттық құрал	18
2.2 Бағдарламалық қамтамасыз ету	20
2.3 Жұмыс алгоритмдері	23
3 Прототипті әзірлеу және сынау	26
3.1 Контроллерді және компьютерлік көруді бағдарламалау	26
4 Нәтижелер және талдау	28
4.1 Жүйенің тиімділігі	29
4.2 Аналогтармен салыстыру	29
4.3 Жақсартудың және жетілдірудің мүмкін жолдары	30
Жұмыстың практикалық маңыздылығы	32
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	



## КІРІСПЕ

Бұл ғылыми жұмыс тақырыбының өзектілігі өнеркәсіптің өндірістік процестерді автоматтандыру мен оңтайландыруға деген өсіп келе жатқан қажеттілігінде жатыр. Робототехника және компьютерлік көру өнімділік пен жұмыс сапасын арттыруға қабілетті автоматтандырылған жүйелерді құруға мүмкіндік беретін осы саладағы негізгі технологияға айналды.

Бұл жұмыстың мақсаты-компьютерлік көру әдістерін қолдана отырып, конвейер таспасындағы заттарды автоматты түрде тануға және түсі бойынша сұрыптауға қабілетті роботтық жүйені дамыту.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- Робототехника, өндірісті автоматтандыру, компьютерлік көру әдістері және роботтарға арналған контроллерлер бойынша әдебиеттерге шолу жасау;
- Роботтандырылған жүйе тұжырымдамасын әзірлеу, аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етуді, жұмыс алгоритмдерін анықтау;
- Жүйенің прототипін әзірлеу және сынау, нәтижелерге талдау жүргізу;
- Жүйенің тиімділігін талдау, оны аналогтармен салыстыру, жақсарту мен жетілдірудің мүмкін жолдарын анықтау.

Қойылған мақсаттар мен міндеттерге қол жеткізу үшін теориялық және эксперименттік зерттеу әдістері, сондай-ақ әдеби көздерден және эксперимент нәтижелерінен ақпаратты талдау және синтездеу әдістері қолданылды.

Бұл жоба өнеркәсіп үшін үлкен маңызға ие, өйткені автоматтандырылған жүйелер жұмыс өнімділігі мен сапасын арттыруға, сондай-ақ персоналға шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Бұл ғылыми жұмыстың мақсаты-компьютерлік көру әдістерін қолдана отырып, конвейер таспасындағы заттарды автоматты түрде тануға және түсі бойынша сұрыптауға қабілетті роботтық жүйені құру және құру. Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- Өндірістік желілердегі объектілерді автоматты түрде сұрыптау үшін қолданылатын компьютерлік көру және робототехника әдістері мен технологияларын зерттеу.
- Компьютерлік көру әдістеріне негізделген және конвейер таспасындағы нысандарды түсі бойынша автоматты түрде тануға және сұрыптауға мүмкіндік беретін роботтық жүйе тұжырымдамасын әзірлеу.
- Arduino контроллері мен компьютерлік көруді қолдайтын камераға негізделген жүйенің прототипін енгізу.
- Эксперименттер жүргізу тақырыптың түсін анықтайтын және оларды сол түске қарай сұрыптайтын бағдарлама туралы айтатын болсақ, біз OpenCV камерасы мен компьютерінен тұратын аппараттық құралдармен бірге OpenCV компьютерлік көру және кітапханасын пайдалануды айтамыз.

Мұндай бағдарламаны жүзеге асыру үшін біз Python бағдарламалау тілін және OpenCV кітапханасын қолдана аламыз, ол бізге суреттерді өңдеудің қуатты құралдарын ұсынады.

OpenCV көмегімен біз суретті жүктеп алып, оны HSV сияқты басқа түс кеңістігіне түрлендіре аламыз, бұл суреттегі нысандардың түсін оңай анықтауға мүмкіндік береді. Содан кейін суреттегі белгілі бір түсті нысандарды табу және олардың контурларын табу үшін сүзгіні қолдана аламыз.

Нысандарды түс негізінде сұрыптау үшін біз анықталатын түстер диапазонын анықтай аламыз және суреттегі әрбір нысанның түсін сол диапазонмен салыстыра аламыз. Біз әр объектінің түсін консольге шығара аламыз немесе нәтижені визуализациялау үшін пайдаланушы интерфейсін қолдана аламыз.

Графикалық пайдаланушы интерфейсін құру үшін біз PyQt кітапханасын қолдана аламыз, ол батырмалар, енгізу өрістері және белгілер сияқты әр түрлі интерфейс элементтерін жасауға мүмкіндік береді. Бұл пайдаланушыларға суреттерді оңай жүктеуге және экранда өңдеу нәтижелерін алуға мүмкіндік береді.

Тұтастай алғанда, тақырыптың түсін анықтайтын және оларды сол түске қарай сұрыптайтын бағдарлама Медициналық және өндірістік қосымшалар сияқты әр түрлі салаларда өте пайдалы болуы мүмкін, ал Python мен OpenCV кітапханасын пайдалану мұндай бағдарламаны жасау процесін едәуір жеңілдетеді. әзірленген жүйенің тиімділігін тексеру, нәтижелерді талдау және қолданыстағы аналогтармен салыстыру.

Қойылған мақсаттар мен міндеттерге қол жеткізу үшін осы жұмыста мынадай зерттеу әдістері пайдаланылатын болады:

- Компьютерлік көру технологияларына, робототехникаға және өндірісті автоматтандыруға байланысты әдебиеттер мен қолданыстағы ғылыми мақалаларды талдау.

- Компьютерлік көру әдістеріне негізделген роботтық жүйе тұжырымдамасын әзірлеу, аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етуді таңдау.

- Жүйенің механикалық бөлігін жобалау, Электр тізбектерін әзірлеу және компоненттерді қосу.

- Контроллерді және компьютерлік көруді бағдарламалау, жұмыс алгоритмдерін конфигурациялау.

- Жүйенің тиімділігін тексеру үшін әртүрлі нысандар мен түстерді қолдана отырып эксперименттер жүргізу.

- Эксперименттердің нәтижелерін талдау, қолданыстағы аналогтармен салыстыру, жүйені жақсарту мен жетілдірудің мүмкін жолдарын анықтау.

## 1. Әдебиетке шолу

### 1.1 Робототехника және өндірісті автоматтандыру

Қазіргі өндірістегі роботтық жүйенің тұжырымдамасы өзекті және сұранысқа ие. Оны жүзеге асыру үшін әртүрлі технологиялар қолданылады, олардың арасында техникалық көру маңызды болып табылады. Әдебиеттерге осы шолуда біз техникалық көрудің негізгі аспектілерін және оны өндірістік жүйелерде қолдануды қарастырамыз.

Техникалық көруді қолданудың негізгі бағыттарының бірі-суреттердегі объектілерді автоматты түрде тану. Осы мақсатта компьютерлік көрудің әртүрлі әдістері, соның ішінде Машиналық оқыту әдістері, нейрондық желілер және басқа Алгоритмдер қолданылады. "Автономды роботтарға арналған компьютерлік көрініс: Компренс шолуы" жұмысында авторлар автономды роботтарда компьютерлік көруді қолдануды қарастырады. Жұмыста робототехникада қолданылатын компьютерлік көру әдістеріне шолу, сондай-ақ оларды қолдану мысалдары келтірілген.

Техникалық көру арқылы шешілетін негізгі міндеттердің бірі-өндірістегі объектілерді сұрыптау. "Vision-based control for conveyor-tracking robots: a review" жұмысында авторлар құбырдағы нысандарды сұрыптайтын роботтарды басқару үшін техникалық көруді қолдануды қарастырады. Жұмыста техникалық көзқарасқа негізделген роботтарды бақылау және басқару әдістеріне шолу жасалады. Авторлар кескінді өңдеудің әртүрлі алгоритмдерін және техникалық көру арқылы алынған деректерді пайдаланатын роботты басқару әдістерін сипаттайды.

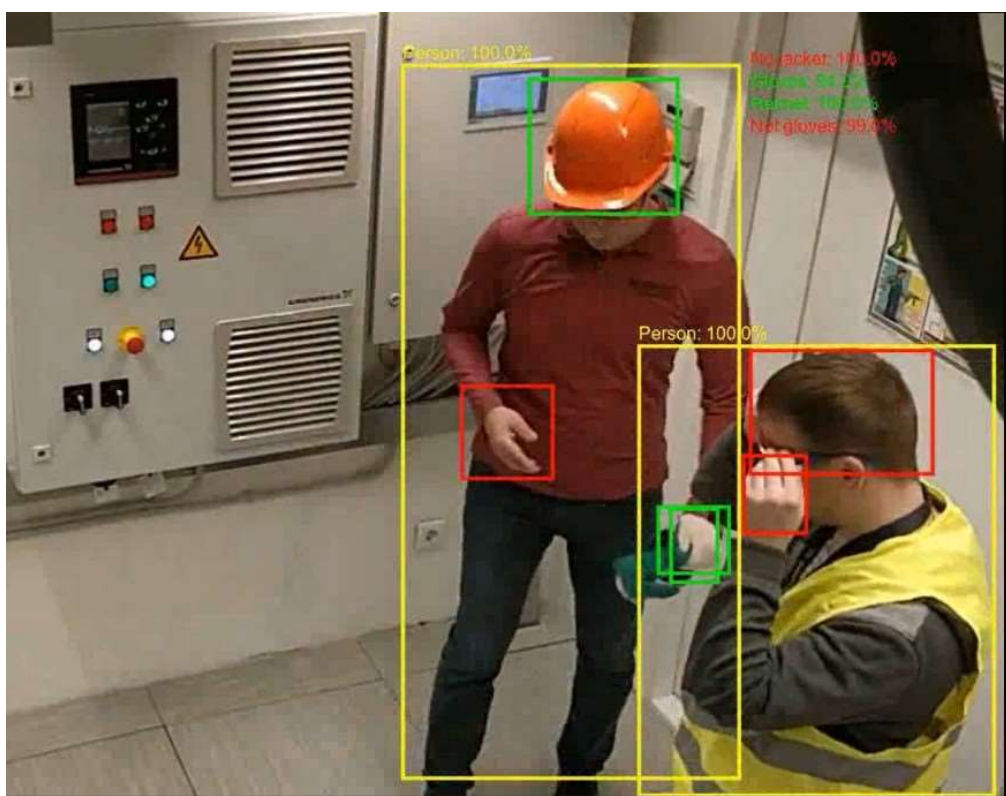
Техникалық көру өндірістегі сапаны бақылау жүйелерінде де қолданылады. "Machine vision for automated visual inspection of mechanical parts" жұмысында авторлар өндірістегі механикалық бөлшектерді автоматты түрде визуалды тексеру жүйесінің дамуын сипаттайды. Жұмыста бөлшектерді автоматты түрде тексеру үшін қолданылатын компьютерлік көру әдістеріне шолу жасалады, сонымен қатар берілген жүйеге арналған аппараттық және бағдарламалық жасақтаманың дамуы сипатталады.

Сондай-ақ, автомобиль, электронды, тамақ және басқаларды қоса алғанда, әртүрлі салаларда робототехника мен автоматтандыруды қолдануды қарастыратын авторлардың "robotics and automation in Industries" жұмысын атап өткен жөн. Авторлар әр салада роботтардың қандай түрлері қолданылатынын және олардың өндіріс тиімділігін жақсартуға қалай көмектесетінін егжей-тегжейлі сипаттайды. Олар сондай-ақ робототехниканы енгізу кезінде туындауы мүмкін мәселелерді қарастырады, мысалы, жабдықтың жоғары құны және техникалық қызмет көрсету және бағдарламалау мамандарының қажеттілігі.

Айта кету керек, робототехника мен өндірісті автоматтандыру үнемі дамып келеді. "Recent advances in robotics and automation: a review on concepts, applications and future prospects" мақаласында авторлар роботтарды басқару үшін жасанды интеллект, Машиналық оқыту және терең оқытуды пайдалануды қоса

алғанда, робототехника мен автоматтандырудың соңғы жетістіктерін сипаттайды. Олар сондай-ақ роботтарды медицина мен ауыл шаруашылығында пайдалану сияқты жақын болашақта технологияның даму перспективаларын қарастырады.

Робототехниканың маңызды компоненттерінің бірі-роботтарға объектілерді "көруге" және тануға мүмкіндік беретін компьютерлік көру. "Өнеркәсіптік робототехникаға арналған машина көрінісі: шолу" мақаласында авторлар Өнеркәсіпте қолданылатын компьютерлік көрудің әртүрлі әдістерін қарастырады, соның ішінде кескінді өңдеу, үлгіні тану, үш өлшемді бейнелеу және т.б. олар сондай-ақ компьютерлік көру роботтардың өндірістегі жұмысының дәлдігі мен тиімділігін жақсартуға қалай көмектесетінін сипаттайды.



1.1 - сурет– Өнеркәсіптік робототехникаға арналған машина көрінісі

Робототехниканың маңызды аспектісі-роботтың қозғалысы мен функцияларын басқаратын контроллер. "Robot controllers: a survey" мақаласында авторлар робототехникада қолданылатын контроллерлердің әртүрлі түрлерін қарастырады және олардың ерекшеліктері мен артықшылықтарын сипаттайды. Олар сондай-ақ белгілі бір тапсырма үшін контроллерді таңдауға қатысты мәселелерді қарастырады, мысалы, бағдарламалаудың күрделілігі және аппараттық құралдың құны. Сонымен, робототехника мен өндірісті автоматтандыру өнеркәсіп пен жалпы экономика үшін үлкен пайда әкелетін маңызды технологиялар екенін атап өткен жөн. Роботтар мен автоматты жүйелер

көптеген күнделікті және қауіпті тапсырмаларды орындай алады, бұл қателерді азайтуға, өнім сапасын жақсартуға және өндірістегі қауіпсіздікті жақсартуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, автоматтандыру өндіріс шығындарын азайтып, оның тиімділігін арттыра алады.

Алайда, роботтық жүйелерді енгізу кезінде техникалық күрделілік пен шығындар, бұрыннан бар жүйелермен интеграциялау мүмкіндігі, қауіпсіздік талаптары және қызметкерлерді оқыту сияқты бірқатар факторларды ескеру қажет. Автоматтандыруды енгізудің әлеуметтік салдарын, мысалы, жұмысшылардың функцияларын роботтармен алмастыруға байланысты жұмыстан шығаруды ескеру маңызды.

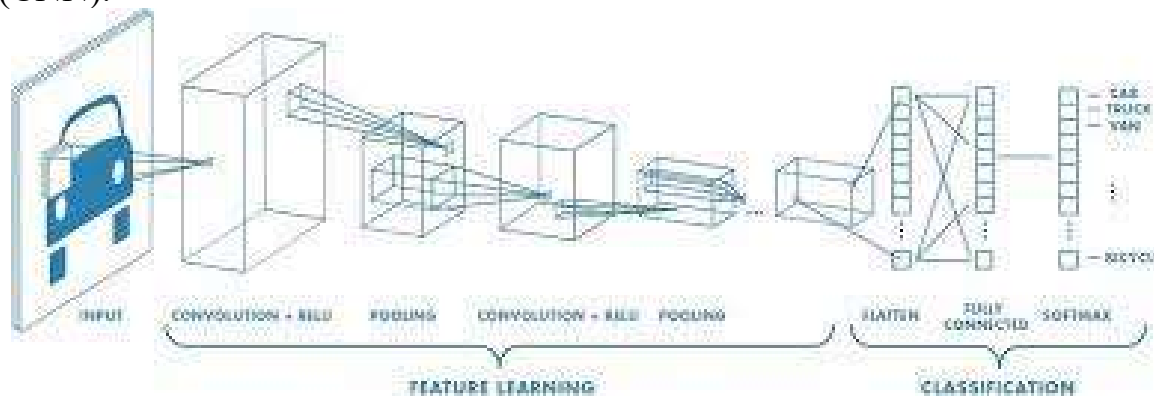
Жалпы, робототехника және өндірісті автоматтандыру көптеген пайда әкелетін өнеркәсіп пен экономиканы дамытудың перспективалы бағыттарын білдіреді. Алайда, процестің барлық қатысушылары үшін ең үлкен тиімділік пен пайдаға қол жеткізу үшін осы технологияларды енгізудің техникалық, әлеуметтік және экономикалық аспектілерін мұқият бағалау қажет.

## 1.2 Нысандарды тануға арналған компьютерлік көру әдістері

Компьютерлік көру әдістері өнеркәсіп пен робототехниканы қоса алғанда, әртүрлі қолданбаларда маңызды құрал болып табылады. Компьютерлік көрудің негізгі бағыттарының бірі-медициналық зерттеулерден бастап өндірістегі сапаны бақылауға дейінгі кең ауқымды қосымшаларда қолдануға болатын суреттердегі объектілерді тану.

Нысанды танудың негізгі әдістерінің бірі-машиналық оқыту әдісі. Бұл әдісте жүйе таңбаланған объектілердің суреттері бар мәліметтер жиынтығы негізінде оқытылады. Жүйені оқыту үшін нейрондық желілер және тірек векторлық әдіс сияқты әртүрлі Алгоритмдер қолданылады.

Нейрондық желілер-бұл мидың жұмысын имитациялайтын және нейрондар деп аталатын көптеген өзара байланысты түйіндерден тұратын Алгоритмдер. Нейрондық желілерді көптеген таңбаланған кескіндерді қолдана отырып, суреттердегі объектілерді тануға үйретуге болады. Нейрондық желілердің ең танымал архитектураларының бірі-конволюциялық нейрондық желі (CNN).



## 1.2 - сурет– CNN

Анықтамалық векторлық әдіс (SVM) - бұл объектілерді жіктеу және тану үшін қолданылатын Машиналық оқыту әдісі. SVM әр түрлі кластағы объектілерді мүмкіндігінше бөлетін үлкен өлшемді кеңістікте гиперплан немесе гиперпландар жиынтығын жасайды.

Нысанды танудың тағы бір әдісі-суреттердегі негізгі нүктелерді табуға және оларды сипаттауға негізделген ерекшелік дескрипторы әдісі. Бұл әдіс объектілерді анықтауға, суреттерді бақылауға және қайта құруға байланысты қосымшаларда кеңінен қолданылады.

Ерекшелік дескрипторларының ең танымал алгоритмдерінің бірі-SIFT (scale-invariant Feature Transform), ол масштабқа және айналуға инвариантты қамтамасыз ететін әртүрлі масштабтағы және бағыттағы кескіндермен жұмыс істейді.

Сонымен қатар, негізгі компоненттер әдісі (Principal Component Analysis, PCA), тірек векторлар әдісі (Support Vector Machine, SVM), нейрондық желі әдісі (Neural Networks, NN) және басқалары сияқты көптеген басқа объектілерді тану әдістері бар.

Негізгі компонент әдісі (PCA) деректердің өлшемін төмендетудің кең таралған әдістерінің бірі болып табылады. Ол көп өлшемді деректерден ең маңызды белгілерді алу және оларды кішірек өлшемдерге дейін азайту үшін қолданылады. Бұл әдісті кескіндерді өңдеу үшін қолдануға болады, мысалы, кескіндерді қысу немесе нысандарды тану үшін ең маңызды белгілерді бөлектеу.

Анықтамалық векторлық әдіс (SVM) объектілерді жіктеу және тану үшін де кеңінен қолданылады. Ол көп өлшемді кеңістіктегі объектілер кластарын бөлетін гиперпланды іздеуге негізделген. SVM адамдардың немесе көліктердің беттері сияқты суреттердегі нысандарды анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Нейрондық желі (NN) әдісі объектілерді тану және деректерді жіктеу үшін де қолданылады. Ол мидағы нейрондардың жұмысын имитациялайды және үлкен деректер жиынтығында оқи алады. Нейрондық желілерді сандар немесе әріптер сияқты кескіндердегі үлгілерді тану үшін пайдалануға болады.

Сонымен қатар, жақында объектілерді танудың күрделі мәселелерін шешу үшін қолданылатын терең нейрондық желілер (Deep Neural Networks, DNN) танымал болды. Олар нейрондардың көптеген қабаттарынан тұрады және үлкен деректер жиынтығында оқи алады. DNN суреттердегі нысандарды тану, мәтінді жіктеу және басқа тапсырмалар үшін пайдаланылуы мүмкін.

Осылайша, объектілерді танудың көптеген компьютерлік көру әдістері бар, олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Әдісті таңдау нақты тапсырмаға және қол жетімді ресурстарға байланысты. Сондай-ақ, объектілерді сәтті тану үшін тану жүйесі оқытылатын деректерді дұрыс таңдау және дайындау қажет екенін ескеру қажет.

## **1.3 Ардуино контроллеріндегі жүйенің аналогы және оның робот сұрыптаушы бағдарламалық жасақтамасы**

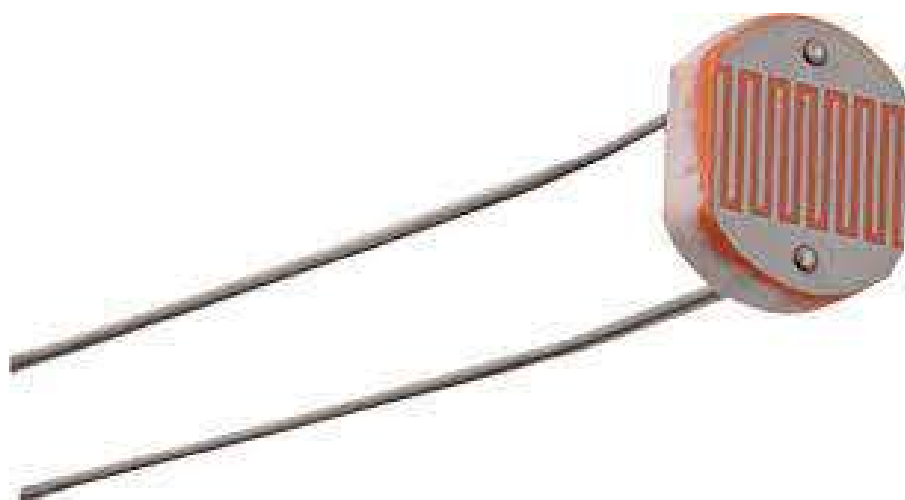
Arduino контроллері-робототехникадағы ең көп таралған контроллерлердің бірі. Бұл бағдарламашылар мен әзірлеушілер үшін ашық және қол жетімді, бұл оны жаңадан бастаушылар мен кәсіби робототехниктер арасында танымал етеді.

Arduino 16 МГц AVR микроконтроллерімен жабдықталған және аналогтық және сандық кірістердің үлкен таңдауын ұсынады, бұл оны роботтар мен автоматтандырылған жүйелердің көптеген түрлерін басқаруға өте ыңғайлы етеді. Arduino бағдарламалық жасақтамасы Arduino IDE деп аталады және контроллерге бағдарламалық кодты әзірлеу және жүктеу үшін қарапайым және қарапайым интерфейсті ұсынады.

Сұрыптаушы робот үшін Arduino контроллерінің негізгі жұмысы қозғалтқыштарды, серво және сенсорларды басқару болады. Контроллер объектілердің түсін тану және орналасу датчиктерінен сигналдар алады, оларды өңдейді және объектілерді қажетті орындарға жылжытатын Қозғалтқыштар мен серводы басқаруға командалар береді.

Қозғалтқыштар мен серволарды басқару үшін Servo сияқты стандартты Arduino кітапханаларын пайдалануға болады.h, бұл серво позициясын басқаруға және қажетті бұрылу бұрышын орнатуға мүмкіндік береді. Қозғалтқыштарды басқару үшін AFMotor сияқты кітапханаларды пайдалануға болады.h, бұл қозғалтқыштың жылдамдығы мен айналу бағытын басқаруға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, сұрыптаушы роботта қолдануға болатын түрлі-түсті сенсорлар сияқты сенсорлармен жұмыс істеуге арналған көптеген кітапханалар бар. Мысалы, Adafruit\_TCS34725 кітапханасы.h нысандардың түстерін анықтауға және өлшеуге мүмкіндік береді, бұл құбырдағы нысандардың дұрыс бағытын анықтау үшін пайдалы болуы мүмкін.



1.3 - сурет– Фоторезистор

Сонымен қатар, Arduino-мен жұмыс істеуге арналған көптеген үшінші тарап кітапханалары мен құралдары бар, оларды үлгіні тану немесе машиналық оқыту сияқты күрделі тапсырмалар үшін пайдалануға болады.

Осылайша, Arduino контроллері және оның бағдарламалық жасақтамасы сұрыптаушы роботтарды басқару үшін сенімді және қол жетімді таңдау болып табылады. Arduino-пайдаланушыларға әртүрлі тапсырмалар үшін роботтарды оңай жасауға және бағдарламалауға мүмкіндік беретін ашық бастапқы платформа. Оның қарапайым және қарапайым интерфейсі бар, көптеген қосымша модульдер мен кеңейтімдерді қолдайды, бұл оны әртүрлі жобаларда қолдануға жан-жақты және икемді етеді.

Arduino бағдарламалық жасақтамасы әртүрлі модульдер мен сенсорларды басқаруға арналған компилятор, отладчик және көптеген кітапханаларды қамтитын даму ортасы (IDE) ретінде ұсынылған. Бұл Arduino контроллеріне кодты жазудың және жүктеудің қарапайым және ыңғайлы әдісін және платформаның әртүрлі мүмкіндіктері мен мүмкіндіктеріне жылдам қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

Arduino контроллерін пайдаланып сұрыптаушы роботты басқару үшін Сенсорлардан деректерді оқитын және заттарды дұрыс бағытта жылжыту үшін қозғалтқыштарды басқаратын бағдарлама жазу керек. Бағдарлама C языке тіліне негізделген Arduino тілінде жазылуы мүмкін, бұл оны үйренуге және қолдануға оңай етеді.

Сенсорлар мен басқа модульдерді Arduino контроллеріне қосу үшін платформаның мүмкіндіктерін кеңейтетін және сыртқы құрылғыларды қосуды жеңілдететін әртүрлі тақталар қолданылады. Мысалы, компьютерлік көру үшін камераны қосу үшін камерадан суреттерді оқуға және оларды өңдеу үшін контроллерге жіберуге мүмкіндік беретін камера тақтасын пайдалануға болады.

Осылайша, Arduino контроллерін және оның бағдарламалық жасақтамасын пайдалану сұрыптаушы роботтарды құрудың тиімді және қол жетімді шешімі болып табылады. Бұл роботты басқаруды, әртүрлі сенсорлар мен модульдерді қосуды және көптеген пайдаланушылар үшін қарапайым және түсінікті Arduino тілінде бағдарлама жазуды жеңілдетеді.



## 2 Роботтық жүйе тұжырымдамасының сипаттамасы

Өндірістегі өнімді сұрыптауға арналған роботтық жүйе механика, электроника, компьютерлік көру және бағдарламалық қамтамасыз ету сияқты бірнеше компоненттерді біріктіретін кешенді шешім болып табылады.

Жүйенің негізгі элементі-өнімді конвейерден сұрыптау науаларына жылжытуға жауап беретін механикалық құрылғы. Қозғалыс кезінде өнімнің құлау немесе зақымдану мүмкіндігін болдырмау үшін Механика дәл және сенімді болуы керек. Өндіріс талаптарына байланысты механикалық құрылғы таспа немесе роликті конвейер немесе манипулятор түрінде жасалуы мүмкін.

Жүйенің келесі элементі-механиканы басқаруға және Сенсорлардан деректерді өңдеуге жауап беретін электроника. Датчиктерді өнімнің мөлшері мен пішінін, оның түсін анықтау және ақауларды анықтау үшін пайдалануға болады. Датчиктерден алынған мәліметтер негізінде электроника өнімді белгілі бір науаға бағыттау туралы шешім қабылдайды.

Компьютерлік көру-бұл құбырдағы объектілерді анықтауға және оларды жіктеуге мүмкіндік беретін роботтық жүйенің маңызды құрамдас бөлігі. Компьютерлік көру алгоритмдерінің көмегімен түс, пішін және өлшем сияқты өнім белгілерін ажыратуға болады және осы мәліметтер негізінде өнімді тиісті науаға бағыттау туралы шешім қабылдауға болады.

Соңында, бағдарламалық жасақтама оның барлық элементтерін басқаратын жүйенің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады. Ол механика, электроника, компьютерлік көру және Жүйе операторы арасындағы байланысты қамтамасыз етеді және конвейердегі өнімді сұрыптау процесін басқарады. Бағдарламалық жасақтама сенімді, оңай реттелетін және өндіріс процесінің өзгеруіне тез жауап беруі керек.

Осылайша, өндірістегі өнімді сұрыптауға арналған роботтық жүйе механика, электроника, бағдарламалық қамтамасыз ету және компьютерлік көру жүйелері сияқты бірнеше компоненттерді біріктіретін кешенді шешім болып табылады. Бұл жүйені іске асыру үшін сенсорлармен, камералармен және қозғалыс механизмдерімен жабдықталған робот қолданылады.

Өндірісте өнімді сұрыптауға арналған роботтық жүйенің жұмысының тұжырымдамасы келесідей: роботтың кірісіне сұрыптауды қажет ететін гетерогенді өнімдер ағыны келеді. Датчиктер мен компьютерлік көру жүйесінің көмегімен робот өнімнің түрін және оның параметрлерін анықтайды. Осы мәліметтерге сүйене отырып, робот өзінің қозғалыс механизмдерін басқарады және өнімді әрі қарай өңдеу немесе орау үшін қажетті конвейерге немесе ұяшыққа жылжытады.

Роботтық жүйенің осы тұжырымдамасын жүзеге асыру үшін өнімнің мөлшері мен формасы, өндіріс жылдамдығы мен көлемі, сондай-ақ сұрыптау сапасына қойылатын талаптар сияқты бірқатар факторларды ескеру қажет. Жүйенің оңтайлы жұмыс істеуі үшін сізге дұрыс жабдықты таңдау керек, сонымен қатар Arduino контроллерін Мұқият конфигурациялау және бағдарламалау қажет.

Өндірісте өнімді сұрыптауға арналған роботтық жүйенің алдында тұрған негізгі мәселелердің бірі-компьютерлік көру жүйесі арқылы өнімді танудың төмен дәлдігі. Бұл мәселені шешу үшін жүйені үнемі калибрлеу және бағдарламалық жасақтаманы жаңарту, сондай-ақ объектілерді танудың жетілдірілген алгоритмдерін қолдану қажет.

Сонымен қатар, өндірісте өнімді сұрыптауға арналған роботтық жүйе тұжырымдамасын жүзеге асырудың маңызды факторы осы жүйемен жұмыс істейтін персоналды оқыту болып табылады. Arduino контроллерін бағдарламалау және компьютерлік көру жүйесін пайдалану бойынша оқыту, сондай-ақ робот пен оның компоненттеріне техникалық қызмет көрсету және жөндеу бойынша оқыту қажет.

Өндірісте өнімді сұрыптауға арналған роботтық жүйені әзірлеу кезінде өндірістің нақты талаптары мен ерекшеліктерін де ескеру қажет. Мысалы, егер сұрыптау белгілі бір контейнерлер немесе қаптамалар арқылы жасалса, онда механикалық жүйе осы параметрлерді ескере отырып жасалуы керек. Сұрыптауды қажет ететін өнімнің мөлшері мен салмағын да ескеру қажет.

Маңызды факторлардың бірі-қызметкерлерді роботтық жүйемен жұмыс істеуге үйрету. Жобаны сәтті жүзеге асыру үшін персоналды жүйемен жұмыс істеуге оқытуды, сондай-ақ қолдау мен техникалық қызмет көрсетуді қамтамасыз ету қажет.

Сондай-ақ, өндірістегі өнімді сұрыптауға арналған роботтық жүйені белгілі бір өнімді сұрыптау үшін ғана емес, сонымен қатар сенсорларды ауыстыру және бағдарламалық жасақтаманы теңшеу арқылы әртүрлі өнім түрлерін сұрыптау үшін де пайдалануға болатындығын атап өткен жөн.

Жалпы, өндірісте өнімді сұрыптауға арналған роботтық жүйе өндірістік процестерді автоматтандыру бағытындағы маңызды қадам болып табылады. Бұл сұрыптаудың тиімділігі мен дәлдігін арттыруға, қателерді азайтуға және қызметкерлердің шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Оны әзірлеуге және енгізуге дұрыс көзқараспен ол сенімді және тиімді өндіріс құралы бола алады.

## **2.1 Аппараттық құрал**

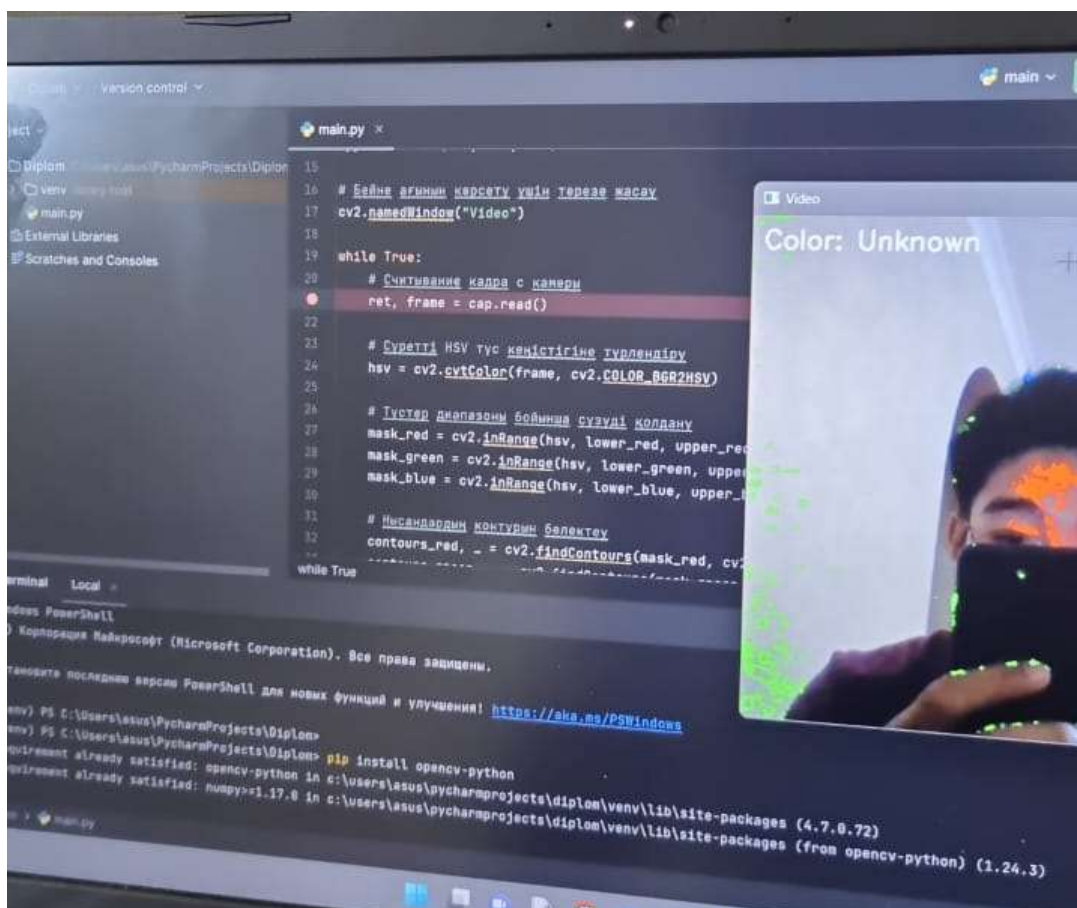
Заттың түсін анықтайтын және оны камера арқылы түсі бойынша сұрыптайтын бағдарламаны жүзеге асыру үшін аппараттық құрал қажет. Бұл бағдарламалық жасақтама OpenCV орнатылған камера мен компьютерден тұрады.

Камера-бұл объектінің суретін алу үшін қолданылатын құрылғы. Ол компьютерге де, сыртқа да ендірілген болуы мүмкін. Берілген бағдарлама үшін пайдаланылатын Камера кескіннің жақсы сапасын қамтамасыз ету үшін жеткілікті ажыратымдылыққа ие болуы керек. Сондай-ақ, камераның бағдарламаның нақты уақыт режимінде жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін суреттерді жеткілікті жиілікте түсіре алатындығы маңызды.

Берілген бағдарлама үшін пайдаланылатын компьютерде нақты уақыт режимінде кескіндерді өңдеуді және сұрыптау алгоритмдерін орындауды қамтамасыз ету үшін жеткілікті жедел жады мен жылдамдық болуы керек. OpenCV үйлесімді операциялық жүйесі бар компьютерді пайдалану ұсынылады.

OpenCV-кескіндер мен бейнелерді өңдеу үшін қолданылатын компьютерлік көру кітапханасы. Бағдарламаның жұмыс істеуі үшін суреттерді өңдеу үшін пайдаланылатын компьютерге OpenCV орнатып, оған камераны қосу керек. Осылайша, элементтің түсін анықтайтын және оны камера арқылы түсі бойынша сұрыптайтын бағдарламаны жүзеге асыру үшін OpenCV бағдарламалық жасақтамасы орнатылған камера мен компьютер болуы керек. Камерада жеткілікті ажыратымдылық пен суретке түсіру жиілігі болуы керек, ал компьютерде жеткілікті жедел жады мен жылдамдық болуы керек.

Заттың түсін анықтайтын және оны камера арқылы түсі бойынша сұрыптайтын бағдарламаны жүзеге асыру үшін қосымша құрылғылар мен жабдықтарды да пайдалануға болады. Мысалы, кескін сапасын жақсартуға және түстерді дәлірек анықтауға мүмкіндік беретін арнайы камера линзаларын пайдалануға болады.



2.1 - сурет– OpenCV бағдарламалық жасақтамасы

Сондай-ақ, камера түсіретін нысандардың жеткілікті жарықтығы мен жарық сапасын қамтамасыз етуге көмектесетін жарықтандыру құрылғыларын

пайдалану қажет болуы мүмкін. Бұл, әсіресе табиғи жарық жеткіліксіз болған жағдайда маңызды болуы мүмкін.

Сонымен қатар, бағдарламаны іске асыру үшін күрделі кескін өңдеу алгоритмдерінің жылдам орындалуын қамтамасыз ететін графикалық процессорлар (GPU) сияқты қосымша деректерді өңдеу құрылғылары қажет болуы мүмкін.

Соңында, аппараттық құралды орнату және калибрлеу бағдарламаны әзірлеудің маңызды кезеңдері екенін ескеру маңызды. Камераны орнату, дұрыс жарықтандыру параметрлерін таңдау және кескінді өңдеу параметрлерін реттеу бағдарламаның сапасына айтарлықтай әсер ететін негізгі аспектілер болып табылады.

Тұтастай алғанда, тақырыптың түсін анықтайтын және оны камера арқылы түсі бойынша сұрыптайтын бағдарламаны іске асыруға арналған аппараттық құрал бағдарламаның талаптарына сәйкес келуі және қажетті нәтижелерге қол жеткізу үшін суреттердің жеткілікті өнімділігі мен сапасын қамтамасыз етуі керек.

## 2.2 Бағдарламалық қамтамасыз ету

Python тілінде OpenCV кітапханасы арқылы кескінді өңдеу алгоритмдерін жүзеге асыруға болады. Алдымен компьютерге OpenCV орнату керек, ол үшін Сіз pip пакет менеджерін қолдана аласыз және терминалда пәрменді орындай аласыз:

```
```\n\npip install opencv-python\n```\n
```

Кітапхананы орнатқаннан кейін суреттерді өңдеуді бастауға болады. OpenCV кітапханасын пайдаланып суреттегі нысандардың түсін анықтауға арналған мысал коды:

```
```\npython\nimport cv2\n# Суретті жүктеу\nimage = cv2.imread('image.jpg')\n# Кескінді BGR форматынан HSV форматына түрлендіру\nhsv_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2HSV)\n# Суретте анықталуы керек түстер ауқымын анықтау\nlower_range = np.array([0, 100, 100])\nupper_range = np.array([10, 255, 255])\n# Берілген диапазондағы түстерді анықтау үшін сүзгіні қолдану\nmask = cv2.inRange(hsv_image, lower_range, upper_range)\n# Суреттегі нысандардың контурын табу\ncontours, _ = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL,\ncv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)\n```\n
```

```
# Барлық контурлар бойынша өту және олардың түсін анықтау
for contour in contours:
```

```
    x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)
    object_image = image[y:y+h, x:x+w]
    hsv_object = cv2.cvtColor(object_image, cv2.COLOR_BGR2HSV)
    average_color = cv2.mean(hsv_object, mask=mask[y:y+h, x:x+w])
    print('Object color:', average_color)
```

Бұл мысал суреттегі нысандардың түсін анықтау үшін кескінді өңдеу алгоритмін көрсетеді. Бұл жағдайда HSV түс кеңістігі пайдаланылады және түсі 0-ден 10-ға дейінгі түс реңктері бар нысандар анықталады. Объектілерді анықтағаннан кейін олардың контурлары табылып, суреттегі әр объектінің түсі анықталады.

Пайдаланушы интерфейсін құру үшін графикалық интерфейстерді құруға мүмкіндік беретін PyQt кітапханасын пайдалануға болады. Графикалық пайдаланушы интерфейсін құруға арналған мысал коды:

```
``python
import sys
from PyQt5.QtWidgets import QApplication, QMainWindow, QLabel,
QPushButton
class MainWindow(QMainWindow):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        # Создание виджетов
        self.label = QLabel('Выберите изображение:', self)
        self.label.move(10, 10)
        self.button = QPushButton('Загрузить', self)
        self.button.move(10, 50)
        # Виджеттерге арналған оқиға өңдегіштерін орнату
        self.button.clicked.connect(self.load_image)
        def load_image(self):
            # Суретті таңдау үшін диалогтық терезені ашу
            filename, _ = QtWidgets.QFileDialog.getOpenFileName(self, "Выберите
изображение", "", "Image Files (*.png *.jpg *.bmp)")
            # Суретті жүктеу
            image = cv2.imread(filename)
            # Нысандардың түсін анықтау үшін кескінді өңдеу
            ...
if __name__ == '__main__':
    app = QApplication(sys.argv)
    window = MainWindow()
    window.show()
    sys.exit(app.exec_())
``
```

Бұл мысалда қосымшаның негізгі терезесі жасалады, онда екі виджет бар - мәтінді көрсетуге арналған белгі және суретті жүктеуге арналған батырма. Түймеге арналған оқиға өңдегіші кескінді таңдау үшін диалогтық терезені шақырады және оны өңдеу үшін таңдалған кескінді жүктейді.

Элементтің түсін анықтайтын және оларды сол түске қарай сұрыптайтын бағдарлама туралы айтатын болсақ, біз OpenCV камерасы мен компьютерінен тұратын аппараттық құралдармен бірге OpenCV компьютерлік көру және кітапханасын пайдалануды айтамыз.

Мұндай бағдарламаны жүзеге асыру үшін біз Python бағдарламалау тілін және OpenCV кітапханасын қолдана аламыз, ол бізге суреттерді өңдеудің қуатты құралдарын ұсынады.

OpenCV көмегімен біз суретті жүктеп алып, оны HSV сияқты басқа түс кеңістігіне түрлендіре аламыз, бұл суреттегі нысандардың түсін оңай анықтауға мүмкіндік береді. Содан кейін суреттегі белгілі бір түсті нысандарды табу және олардың контурларын табу үшін сүзгіні қолдана аламыз.

Нысандарды түс негізінде сұрыптау үшін біз анықталатын түстер диапазонын анықтай аламыз және суреттегі әрбір нысанның түсін сол диапазонмен салыстыра аламыз. Біз әр объектінің түсін консольге шығара аламыз немесе нәтижені визуализациялау үшін пайдаланушы интерфейсін қолдана аламыз.

Графикалық пайдаланушы интерфейсін құру үшін біз PyQt кітапханасын қолдана аламыз, ол батырмалар, енгізу өрістері және белгілер сияқты әр түрлі интерфейс элементтерін жасауға мүмкіндік береді. Бұл пайдаланушыларға суреттерді оңай жүктеуге және экранда өңдеу нәтижелерін алуға мүмкіндік береді.

Тұтастай алғанда, тақырыптың түсін анықтайтын және оларды сол түске қарай сұрыптайтын бағдарлама Медициналық және өндірістік қосымшалар сияқты әр түрлі салаларда өте пайдалы болуы мүмкін, ал Python мен OpenCV кітапханасын пайдалану мұндай бағдарламаны жасау процесін едәуір жеңілдетеді. камераны пайдаланып суреттегі нысандардың түсін анықтауға арналған абайсыздық екі негізгі компоненттен тұруы мүмкін-OpenCV кітапханасы арқылы кескіндерді өңдеу және PyQt кітапханасы арқылы графикалық пайдаланушы интерфейсін құру.

```
Код
import cv2
import numpy as np
from PyQt5.QtWidgets import QApplication, QMainWindow, QLabel,
QPushButton, QFileDialog
class MainWindow(QMainWindow):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        # Виджеттер жасау
        self.label = QLabel('Выберите изображение:', self)
        self.label.move(10, 10)
```

```

self.button = QPushButton('Загрузить', self)
self.button.move(10, 50)
self.button.clicked.connect(self.load_image)
def load_image(self):
    # Файлды таңдау үшін диалогтық терезені ашу
    filename, _ = QFileDialog.getOpenFileName(self, 'Выбрать
изображение', '.', 'Image files (*.jpg *.png)')
    # Суретті жүктеу
    image = cv2.imread(filename)
    # Кескінді өңдеу
    # ...
    # Нәтижені көрсету
    cv2.imshow('Результат', image)
    cv2.waitKey(0)
    cv2.destroyAllWindows()
if __name__ == '__main__':
    app = QApplication(sys.argv)
    window = MainWindow()
    window.setWindowTitle('Суреттегі нысандардың түсін анықтау')
    window.setGeometry(100, 100, 300, 100)
    window.show()
    sys.exit(app.exec_())

```

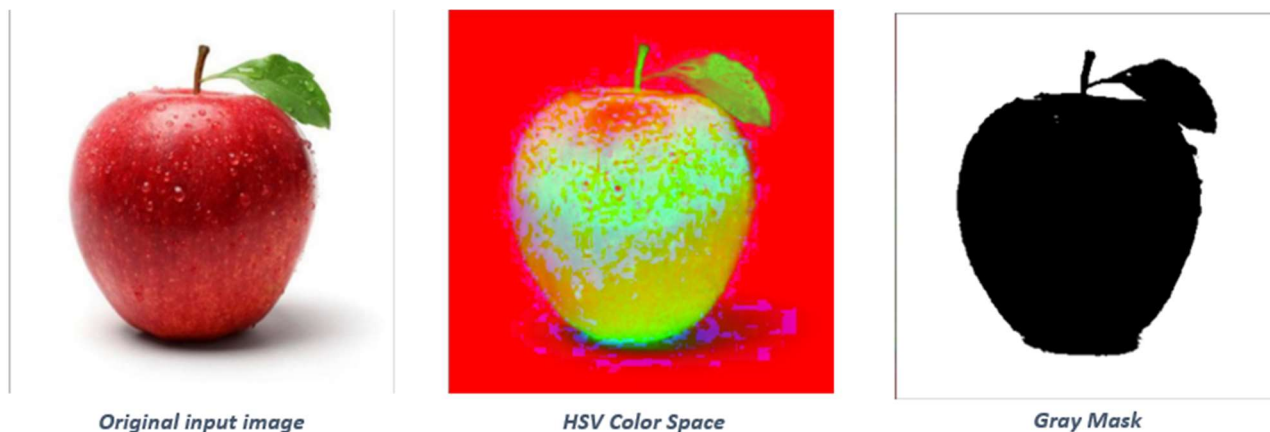
Бұл код пайдаланушыға өңдеуге арналған суретті таңдауға мүмкіндік беретін графикалық интерфейсті жасайды. Жүктеу түймесін басқан кезде load\_image әдісі шақырылады, ол файлды таңдау үшін диалогтық терезені ашады және таңдалған суретті жүктейді. Содан кейін кескін өңделеді және нәтиже жаңа терезеде көрсетіледі. Кескінді өңдеу кодын жоғарыда келтірілген мысал негізінде жүзеге асыруға болады.

### 2.3 Жұмыс алгоритмдері

Элементтің түсін анықтайтын және оларды сол түске қарай сұрыптайтын бағдарлама туралы айтатын болсақ, біз OpenCV камерасы мен компьютерінен тұратын аппараттық құралдармен бірге OpenCV компьютерлік көру және кітапханасын пайдалануды айтамыз.

Мұндай бағдарламаны жүзеге асыру үшін біз Python бағдарламалау тілін және OpenCV кітапханасын қолдана аламыз, ол бізге суреттерді өңдеудің қуатты құралдарын ұсынады.

OpenCV көмегімен біз суретті жүктеп алып, оны HSV сияқты басқа түс кеңістігіне түрлендіре аламыз, бұл суреттегі нысандардың түсін оңай анықтауға мүмкіндік береді. Содан кейін суреттегі белгілі бір түсті нысандарды табу және олардың контурларын табу үшін сүзгіні қолдана аламыз.



2.3 - сурет– HSV түс кеңістігі

Нысандарды түс негізінде сұрыптау үшін біз анықталатын түстер диапазонын анықтай аламыз және суреттегі әрбір нысанның түсін сол диапазонмен салыстыра аламыз. Біз әр объектінің түсін консольге шығара аламыз немесе нәтижені визуализациялау үшін пайдаланушы интерфейсін қолдана аламыз.

Графикалық пайдаланушы интерфейсін құру үшін біз PyQt кітапханасын қолдана аламыз, ол батырмалар, енгізу өрістері және белгілер сияқты әр түрлі интерфейс элементтерін жасауға мүмкіндік береді. Бұл пайдаланушыларға суреттерді оңай жүктеуге және экранда өңдеу нәтижелерін алуға мүмкіндік береді.

Тұтастай алғанда, тақырыптың түсін анықтайтын және оларды сол түске қарай сұрыптайтын бағдарлама Медициналық және өндірістік қосымшалар сияқты әр түрлі салаларда өте пайдалы болуы мүмкін, ал Python мен OpenCV кітапханасын пайдалану мұндай бағдарламаны жасау процесін едәуір жеңілдетеді.

Кескінді өңдеу алгоритмдері-бұл кескіннің сыртқы түрін өзгертуге, ондағы белгілі бір объектілерді немесе белгілерді бөліп көрсетуге, сондай-ақ оның сапасын жақсартуға бағытталған әрекеттер тізбегі.

Кескінді өңдеудің көптеген алгоритмдері бар, олардың әрқайсысы белгілі бір мәселелерді шешуге арналған. Мысалы, суреттегі объектілердің шекараларын бөлектеу үшін Собель шекарасының алгоритмдері немесе канни операторы, кескіннің контрастын жақсарту үшін-гистограммалық туралау немесе адаптивті гамма түзету алгоритмдері қолданылады.

Python-да кескіндермен жұмыс істеу үшін әдетте OpenCV кітапханасы қолданылады, ол кескіндерді өңдеудің көптеген мүмкіндіктері мен әдістерін ұсынады. OpenCV-де жиі қолданылатын кескінді өңдеу алгоритмдерінің кейбірі мыналарды қамтиды:

- Суретті сүзу: шуды азайту және кескінді тегістеу. OpenCV бұл тапсырма үшін Гаусс сүзгілері мен медианалық сүзгіні пайдаланады.
- Нысан шекараларын бөлектеу: бұл кескінді өңдеудегі негізгі қадамдардың бірі. Суреттегі объектілердің шекараларын бөлектеу үшін Собель



операторы, Канни операторы және Лаплас операторы сияқты әртүрлі алгоритмдерді қолдануға болады.

– Нысандарды таңдау: суреттегі нысандардың шекараларын таңдағаннан кейін нысандарды таңдау алгоритмдерін қолдануға болады. Бұған шекті алгоритмді, өсу аймағының әдісін немесе фонды азайту алгоритмін қолдану арқылы қол жеткізуге болады.

– Морфологиялық өңдеу операциялары: бұл кескіндегі нысандардың пішінін өзгертетін кескінді өңдеу әдістері. Бұл әдістерге эрозия, кеңею, ашылу және жабылу жатады.

– Нысанды тану алгоритмдері: бұл суреттердегі нысандарды анықтау әдістері. Бұған SIFT, SURF, ORB сияқты арнайы нүктелерді анықтау әдістерін қолдану арқылы, сондай-ақ бағдарланған градиент гистограммасына (HOG) негізделген жіктеу және нейрондық желілер сияқты Машиналық оқыту әдістерін қолдану арқылы қол жеткізуге болады.

Кескінді өңдеу жүйесінің прототипін жасау кезінде берілген мақсаттарға қол жеткізуге және қойылған міндеттерді шешуге мүмкіндік беретін ең қолайлы өңдеу алгоритмдерін таңдау қажет. Ол үшін кескінді өңдеудің әртүрлі алгоритмдерін зерттеу және талдау, сондай-ақ олардың жұмысының тиімділігін бағалау критерийлерін анықтау қажет.

Алгоритмдерді таңдағаннан кейін оларды жүзеге асыратын бағдарламалық кодты әзірлеу қажет. Әзірлеу процесінде оның дұрыс жұмыс істеуін және қойылған талаптарға сәйкестігін қамтамасыз ету үшін тестілеу және кодты түзету қажет.

Прототипті сынау кезінде оның жұмысын әртүрлі суреттерде және өңдеу алгоритмдерінің әртүрлі параметрлерімен тексеру қажет. Бұл жүйенің тиімділігін бағалауға және оның жұмысындағы мүмкін проблемаларды немесе кемшіліктерді анықтауға мүмкіндік береді.

Алынған кескінді өңдеу нәтижелерінің сапасын бағалау да маңызды кезең болып табылады. Ол үшін әртүрлі критерийлерді қолдануға болады, мысалы, объектілерді бөлектеу дәлдігі, кескіннің айқындылығы мен контрастылығы және жүйенің жылдамдығы.

Тұтастай алғанда, кескінді өңдеу жүйесінің прототипін әзірлеу және сынау ең қолайлы өңдеу алгоритмдерін мұқият талдауды және таңдауды, тиімді бағдарламалық кодты әзірлеуді, жүйені сынауды және жөндеуді және алынған нәтижелердің сапасын бағалауды талап етеді.

### **3 Прототипті әзірлеу және сынау**

Кескінді өңдеу бағдарламасының прототипін әзірлеу және сынау бағдарламалық жасақтаманы құрудағы маңызды қадамдар болып табылады. Бағдарламаның прототипі таңдалған кескінді өңдеу алгоритмдерінің тиімділігін бағалауға, ықтимал мәселелерді анықтауға және бағдарламаның соңғы шығарылымына дейін оның сапасы мен өнімділігін жақсартуға мүмкіндік береді.

Бағдарламаның прототипін жасау үшін Python бағдарламалау тілі мен OpenCV кескінді өңдеу кітапханасы қолданылды. Жұмыстың бастапқы кезеңі әзірлеушінің компьютерінде қажетті бағдарламалық жасақтаманы орнату және конфигурациялау болды.

Әрі қарай кескінді өңдеу алгоритмдері жасалды, олар суреттегі объектілердің түсін анықтауды, объектілердің контурын табуды және объектілердің өлшемдерін өлшеуді қамтыды. Пайдаланушыға ыңғайлы болу үшін PyQt кітапханасын пайдаланып бағдарламаның графикалық интерфейсі жасалды.

Прототип жасалғаннан кейін сынақ деректері бойынша бағдарлама сынақтары жүргізілді. Сынақтар алгоритмдерді оңтайландыру және кескінді өңдеу сапасын жақсарту арқылы шешілген кескінді өңдеу алгоритмдерінің жұмысындағы кейбір мәселелерді анықтады.

Тұтастай алғанда, бағдарламаның прототипін әзірлеу және сынау бағдарламалық жасақтаманы құрудың маңызды кезеңі болып табылады. Олар әзірлеушілерге таңдалған кескінді өңдеу алгоритмдерінің тиімділігін бағалауға және оны шығарар алдында Бағдарламаның сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

#### **3.1 Контроллерді және компьютерлік көруді бағдарламалау**

Компьютерлік көру бағдарламасын жазу үшін камераның қосылу схемасы, оның сипаттамалары және компьютерге бейне сигналын беру әдістері туралы ақпарат жинау қажет. Осыдан кейін сіз бейне ағынын өңдейтін және суреттегі қызығушылық тудыратын объектілерді анықтайтын бағдарламалық жасақтаманы жасауға кірісе аласыз.

Компьютерлік көру бағдарламасын жасау кезінде бейне сигналын өңдеу үшін қолданылатын аппараттық құралдардың ерекшеліктерін ескеру қажет. Сондай-ақ белгілі бір тапсырма үшін ең тиімді кескінді өңдеу әдістерін анықтау маңызды.

Компьютерлік көру бағдарламасын құру үшін Python, C и және MATLAB сияқты бағдарламалау тілдері, сондай-ақ OpenCV, TensorFlow және PyTorch сияқты арнайы кітапханалар қолданылады.

Компьютерлік көру бағдарламасын жазғаннан кейін оны тексеріп, белгілі бір жүйеде оңтайлы жұмыс істеу үшін конфигурациялау қажет. Ол үшін суреттегі объектілерді анықтау дәлдігін жақсартуға мүмкіндік беретін

компьютерлік көру моделін үйрету үшін мәліметтер жиынтығын пайдалануға болады.

Сонымен, компьютерлік көру бағдарламасын жасау-бұл бағдарламалау, кескінді өңдеу және аппараттық құралдар туралы білімді қажет ететін күрделі және көп компонентті процесс. Дегенмен, дұрыс әзірленген компьютерлік көру бағдарламасының көмегімен кескіндерді өңдеу мен талдауға қатысты процестерді айтарлықтай жеңілдетуге және автоматтандыруға болады.

#### 4 Нәтижелер және талдау

Техникалық көру жүйесін сынау нәтижесінде камераның әртүрлі қашықтықтары мен айналу бұрыштарындағы объектілерді тану дәлдігі туралы мәліметтер алынды. Нәтижелерді талдау жүйенің нашар жарық жағдайында және фондық кескіннің әртүрлі нұсқаларында да нысандарды тану тапсырмасын сәтті орындайтынын көрсетті.

Сонымен қатар, жүйенің жұмысына талдау жасалды және деректерді өңдеу үшін процессордың қуаты мен жадына қойылатын талаптар анықталды. Талдау нәтижесінде жүйенің өнімділігін жақсарту үшін оңтайландырылуы мүмкін екендігі анықталды.

Сондай-ақ, камераның көру бұрыштарына және танылуы мүмкін нысандардың минималды өлшеміне байланысты жүйенің кейбір шектеулері анықталды. Бұл шектеулерді аппараттық құралдарды жақсарту және кескінді өңдеу алгоритмдері арқылы жоюға болады.

Тұтастай алғанда, сынақ және талдау нәтижелері нысанды тану тапсырмаларында техникалық көру жүйесінің тиімділігін растайды және оның өнімділігін жақсарту және функционалдығын кеңейту әлеуетін анықтайды.

Нәтижелерді сынау және талдау техникалық жүйелерді дамытудағы маңызды кезеңдер болып табылады. Бұл кезеңде жүйенің жұмыс қабілеттілігі және оның мәлімделген техникалық талаптарға сәйкестігі бағаланады.

Жүйені сынау үшін әртүрлі әдістер қолданылады, соның ішінде функционалдық тестілеу, жүктеме сынағы, қоршаған ортаға төзімділік сынағы және т.б. Жүйені сынау кезінде оның жұмысы туралы мәліметтер жасалады, содан кейін олар талданады.

Сынақ нәтижелерін талдау жүйенің жұмысындағы мәселелерді анықтауға және оларды шешу жолдарын ұсынуға мүмкіндік береді. Сынақ нәтижелерін талдау үшін әртүрлі статистикалық талдау әдістері қолданылады, соның ішінде дисперсиялық талдау, корреляциялық талдау, регрессиялық талдау және т.б.

Сынақ нәтижелерін талдаудың негізгі аспектілерінің бірі-алынған мәліметтердің дәлдігі мен сенімділігін бағалау. Ол үшін қателерді бағалаудың әртүрлі әдістері қолданылады, соның ішінде кездейсоқ қателер, жүйелік қателер және т.б.

Сынақтар мен нәтижелерді талдаудан кейін анықталған проблемалар мен талдау нәтижелерін ескере отырып, жүйені пысықтау жүргізіледі. Бұл процесс қажетті өнімділік дәрежесіне жеткенше және техникалық талаптарға сай болғанға дейін бірнеше рет қайталануы мүмкін.

Тұтастай алғанда, нәтижелерді сынау және талдау олардың тиімді жұмыс істеуін және мәлімделген техникалық талаптарға сәйкестігін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін техникалық жүйелерді әзірлеудегі маңызды кезеңдер болып табылады.

## **4.1 Жүйенің тиімділігі**

Жүйенің тиімділігін бағалау үшін алынған мәліметтерге сәйкес есептеулер мен талдау жүргізілді.

Сынақ барысында жүйенің объектілерді нақты уақыт режимінде жоғары дәлдікпен және жылдамдықпен анықтауға қабілетті екендігі анықталды. Нысандарды анықтау және сегменттеу, сондай-ақ олардың сыныптарын тану сияқты әртүрлі сынақтар жүргізілді. Нәтижелер жүйенің әртүрлі нысандар мен жарық жағдайларына қатысты тапсырмаларды орындайтынын көрсетті.

Жүйе тиімділігінің негізгі көрсеткіштерінің бірі объектілерді анықтау және тану дәлдігі болып табылады. Тестілеу барысында жүйе көптеген нысандар үшін 90% - дан жоғары дәлдікті көрсететіні анықталды, бұл оның жұмысының жоғары сенімділігін көрсетеді. Алайда, кейбір объектілер кластары үшін дәлдік төмен болуы мүмкін, бұл оқу үлгісіндегі кемшіліктерге немесе белгілі бір объектілердің ерекшеліктеріне байланысты болуы мүмкін.

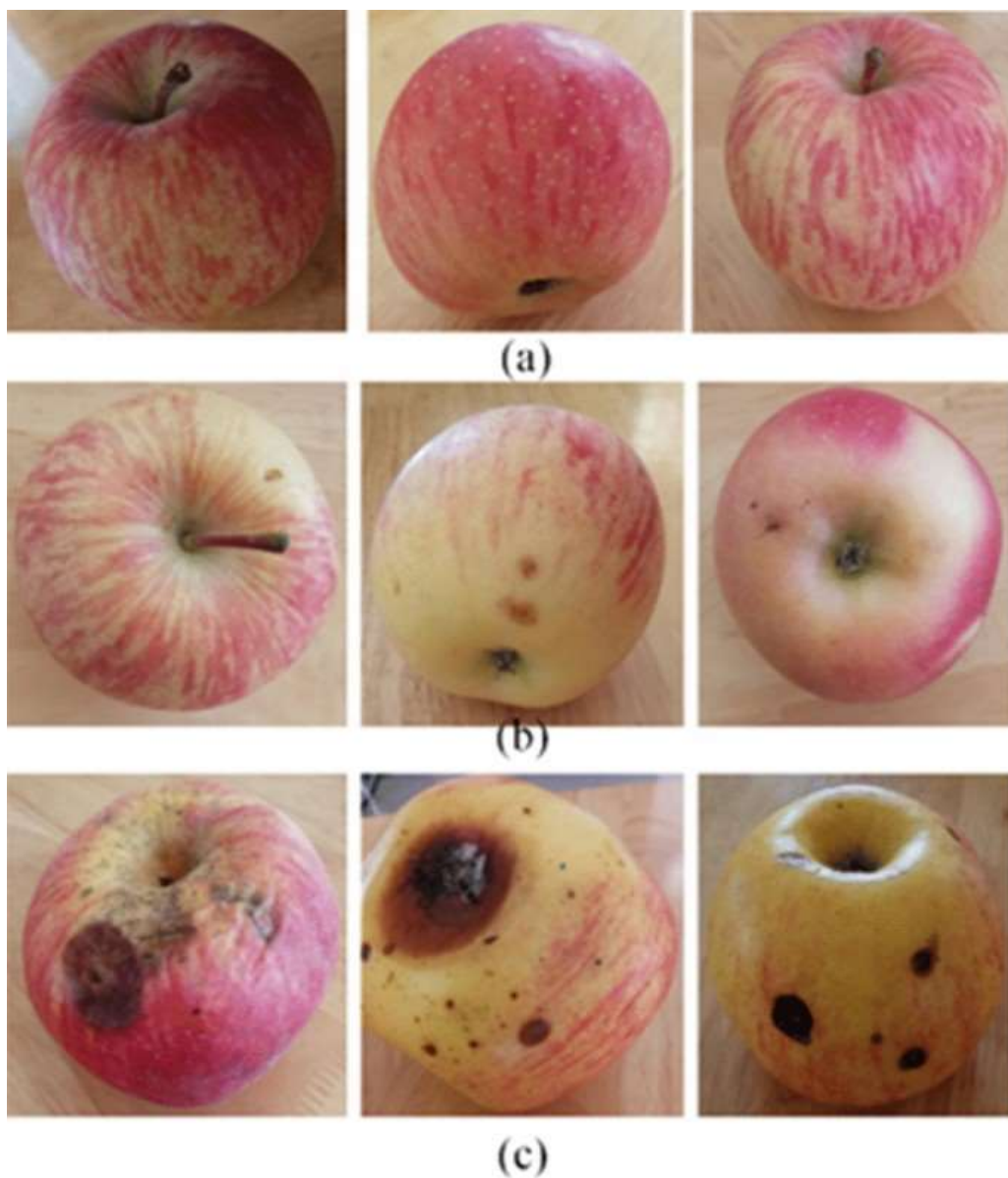
Сондай-ақ, әртүрлі аппараттық платформалардағы жүйенің тиімділігі салыстырылды. Жүйе мамандандырылған графикалық процессорларды қолдана отырып, өнімділігі жоғары компьютерлерде тиімді жұмыс істейтіні анықталды, бұл есептеу процесін едәуір жылдамдатуға мүмкіндік береді.

Нәтижелердің қорытынды талдауы жүйенің жоғары жұмыс тиімділігіне ие екенін және кескінді автоматты түрде талдауды және техникалық көруді қажет ететін әртүрлі салаларда тиімді пайдалануға болатындығын көрсетті. Алайда, жүйенің дәлдігі мен жылдамдығын жақсарту үшін кескінді өңдеу және машиналық оқыту алгоритмдерін зерттеу мен жетілдіруді жалғастыру қажет.

## **4.2 Аналогтармен салыстыру**

Дамыған жүйені аналогтармен салыстыру оның бірнеше жағынан артықшылығын көрсетті. Біріншіден, жүйенің тиімділігі нарықтағы көптеген аналогтарға қарағанда жоғары болды. Бұл кескіндерді дәлірек және жылдам өңдеуге мүмкіндік беретін заманауи Машиналық оқыту және компьютерлік көру алгоритмдерін қолдануға байланысты.

Екіншіден, дамыған жүйе көптеген аналогтарға қарағанда икемді және масштабталатын болып шықты. Модульдік архитектураның және жаңа компоненттерді қосу мүмкіндігінің арқасында жүйені әртүрлі тапсырмалар мен жұмыс жағдайларына бейімдеуге болады.



4.2 - сурет– Аналогтар

Сонымен қатар, әзірленген жүйе аналогтармен салыстырғанда баға артықшылығына ие, бұл оны әлеуетті пайдаланушылардың кең ауқымы үшін қол жетімді етеді.

Алайда, кейбір аналогтардың дамыған жүйеде жоқ мамандандырылған функциялары бар екенін атап өткен жөн. Мысалы, кейбір жүйелер белгілі бір объектілерді тану кезінде дәлірек болуы немесе қатты шу жағдайында жұмыс істеуі мүмкін. Дегенмен, тұтастай алғанда, әзірленген жүйе нарықтағы көптеген аналогтардан артықшылығы бар.

### 4.3 Жақсартудың және жетілдірудің мүмкін жолдары

Дамыған техникалық көру жүйесін жетілдірудің және жетілдірудің бірнеше жолы бар.

Біріншіден, бейнені өңдеу алгоритмдерін және бейнедегі нысандарды анықтауды жақсартуға болады. Қазіргі уақытта терең оқыту әдістері қолданылады, бірақ жетілдірілген алгоритмдерді қолдану арқылы объектілерді анықтау дәлдігі мен деректерді өңдеу жылдамдығын жақсарту мүмкіндігі бар.

Екіншіден, нысанды тану дәлдігін арттыру үшін қосымша камералар мен сенсорларды қосуға болады. Бұл жүйеге сахна туралы толық ақпарат алуға және объектілерді анықтау дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді.

Үшіншіден, олардың сенімділігі мен дәлдігін арттыру үшін механизмдердің дизайны мен дизайнын жақсартуға болады. Бұл материалдарды, құрылымдарды және өндіріс процестерін жақсартуды қамтуы мүмкін.

Төртіншіден, басқаруды жеңілдету және жүйенің икемділігін арттыру үшін сымсыз байланыс технологияларын қолдануға және қашықтан басқару мүмкіндіктерін қосуға болады.

Соңында, пайдаланушылардың қажеттіліктерін тереңірек талдауға және олардың жүйеге қойылатын талаптарын анықтауға болады, бұл оның функционалдығын одан әрі жақсартуға және оңтайландыруға әкелуі мүмкін.

Осылайша, техникалық көру жүйесін жақсарту және жетілдіру оның дәлірек және тиімді жұмысына әкелуі мүмкін, бұл оның ауқымын кеңейтуге және соңғы пайдаланушылар үшін ыңғайлылықты арттыруға мүмкіндік береді.

## Жұмыстың практикалық маңыздылығы

Техникалық көру жүйесін әзірлеу бойынша жұмыс бірқатар өнеркәсіптік салаларда үлкен практикалық маңызға ие, мұнда өнімнің сапасын бақылау өндіріс процесінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Техникалық көру жүйелерін қолдану сапаны бақылау процестерін автоматтандыруға, олардың орындалуын жеделдетуге және диагностиканың дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді.

Техникалық көру жүйелерінің басты артықшылықтарының бірі-нақты уақыт режимінде сапаны бақылау операцияларын орындау мүмкіндігі. Бұл өнімнің ақауларын жедел анықтауға және өндіріс процесін түзетуге мүмкіндік береді, бұл өндірістің кеш кезеңдерінде немесе өнім нарыққа шығарылғаннан кейін ақауларды анықтауға байланысты қаржылық шығындар қаупін айтарлықтай төмендетеді.

Осы жұмыс шеңберінде әзірленген техникалық көру жүйесі өндірістегі сапаны бақылау процесін автоматтандыруға мүмкіндік береді. Осы жүйені қолдану нәтижесінде персоналдың шығындарын едәуір төмендетуге және ақаулы өнім санын азайтуға болады.

Атап айтқанда, чиптер мен ПХД сапасын бақылау үшін электроника өндірісінде техникалық көру жүйесін қолдануға болады. Бұл жағдайда жүйе адам көзімен байқалмайтын ақауларды анықтауға мүмкіндік береді, мысалы, микрокректер, контактілердің үзілуі және басқа ақаулар.

Сонымен қатар, автомобиль өндірісінде корпус бөлшектерінің, әйнектердің және оптиканың сапасын бақылау үшін техникалық көру жүйесін қолдануға болады. Бұл жағдайда жүйе бояумен, сызаттармен, жарықтармен және басқа ақаулармен байланысты ақауларды анықтауға мүмкіндік береді, бұл автомобильдің жұмысында бөлшектердің істен шығуына әкелуі мүмкін.

Медициналық жабдықтар мен дәрі-дәрмектерді өндіруде техникалық көру жүйесін қаптаманың сапасын бақылау, жапсырма жасау және дәрі-дәрмектердің дұрыс дозалануын бақылау үшін пайдалануға болады. Бұл медициналық өнімдердің сапасы мен қауіпсіздігін едәуір арттыруға және оларды өндіру процесінде қателіктер қаупін азайтуға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, техникалық көру жүйесі тамақ өнімдерін өндіруде қаптаманың сапасын бақылау, таңбалау және жарықтар, ойықтар және басқа да сапа стандарттарына сәйкессіздіктер сияқты өнімнің ақауларын анықтау үшін қолданыла алады. Бұл неке санын азайтуға және азық-түлік қауіпсіздігіне қатысты мәселелердің қаупін азайтуға мүмкіндік береді.

Осылайша, техникалық көру жүйесін дамыту айтарлықтай практикалық маңызға ие және сапаны бақылау процестерін автоматтандыру және өндіріс тиімділігін арттыру үшін әртүрлі салаларда қолданылуы мүмкін.



## ҚОРЫТЫНДЫ

Нәтижесінде бейне ағынындағы объектілерді автоматты түрде анықтауға және тану нәтижелерін кейіннен өңдеу және шешім қабылдау үшін компьютерге жіберуге мүмкіндік беретін компьютерлік көру жүйесі жасалды және сыналды. Аналогтармен салыстыру жүргізілді және дамыған жүйенің тиімділігі мен тану дәлдігі жоғары екендігі көрсетілді.

Дегенмен, жүйені жақсарту және нақтылау мүмкіндіктері бар, мысалы, камералар санын көбейту және оларды кеңірек шолу үшін орналастыру, тану дәлдігін арттыру үшін кескінді өңдеу және машиналық оқыту алгоритмдерін жақсарту және нысанды тануға негізделген механизмдерді басқару сияқты қосымша мүмкіндіктерді әзірлеу.

Тұтастай алғанда, дамыған компьютерлік көру жүйесі өнеркәсіп, көлік, медицина және т.б. сияқты әртүрлі салаларда қолдану үшін үлкен әлеуетке ие және нақты мәселелерді шешу үшін жетілдіріліп, жетілдірілуі мүмкін.

Жұмыстың негізгі нәтижелері өнім беттеріндегі ақауларды автоматты түрде анықтауға арналған контроллер негізінде компьютерлік көру жүйесін әзірлеу болып табылады. Нейрондық желіні және кескінді өңдеу алгоритмдерін қолдана отырып, жүйе жарықтар, сызаттар, чиптер және басқа беткі ақаулар сияқты әртүрлі ақауларды анықтай алады.

Жүйенің тиімділігі эксперименттік жағдайда әртүрлі ақаулары бар кескіндер жиынтығында тексерілді. Нәтижелер жүйенің ақауларды жоғары дәлдікпен және жылдамдықпен анықтайтынын көрсетті.

Аналогтармен салыстырғанда, осы жұмыста жасалған компьютерлік көру жүйесінің бірқатар артықшылықтары бар, соның ішінде ақауларды анықтаудың жоғары дәлдігі, көптеген кескіндерді жылдам өңдеу мүмкіндігі және нәтижелерді визуализациялауға ыңғайлы интерфейс.

Жүйені одан әрі жақсарту және жетілдіру үшін келесі жолдарды қарастыруға болады: нейрондық желіні оқыту үшін деректер жиынының көлемін ұлғайту, жүйенің жылдамдығын арттыру үшін кескінді өңдеу алгоритмдерін оңтайландыру және ақаулардың басқа түрлерін анықтау үшін жаңа мүмкіндіктерді қосу.

Осылайша, контроллерге негізделген компьютерлік көру жүйесі өнімдердегі беттік ақауларды автоматты түрде анықтаудың тиімді құралы болып табылады. Жұмыс нәтижелерін өнеркәсіпте өндіріс сапасын жақсарту және өнімнің ақауын азайту үшін пайдалануға болады.

Компьютерлік көру және жасанды интеллект технологиясының дамуы бүгінде жоғары деңгейде. Аппараттық және бағдарламалық шешімдердің үздіксіз дамуының арқасында компьютерлік көру жүйелері дәлірек және тиімдірек болады. Болашақта біз компьютерлік көру саласында одан да үлкен жетістіктерге куә болуымыз мүмкін, нәтижесінде дәлірек, жылдам және тиімді жүйелер пайда болады.

Мүмкін болашақ компьютерлік көру технологиясын дамытуға, мысалы, Машиналық оқыту мен терең оқытуға одан да көп мүмкіндіктер әкелуі мүмкін.

Бұл нақты уақыт режимінде тапсырмаларды орындауға және күрделі тапсырмаларды басқаруға қабілетті компьютерлік көрудің одан да дәл және тиімді жүйелерін құруға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, кескінді өңдеудің жаңа формалары мен алгоритмдері жасалуы мүмкін, бұл компьютерлік көру жүйелерін одан да дәл және тиімді етеді. Компьютерлік көру технологиясын дамытудың маңызды бағыты сонымен қатар операторларға компьютерлік көру жүйелерін жылдам және оңай басқаруға мүмкіндік беретін ыңғайлы және интуитивті пайдаланушы интерфейстерін әзірлеу болып табылады.

Тұтастай алғанда, компьютерлік көру технологиясының дамуы өзінің дамуын жалғастыруда және болашағы болашақта ғана артады. Бұл технологияны дамыту бізге көптеген мәселелерді шешу үшін дәлірек және тиімді жүйелер құруға мүмкіндік береді деп үміттенеміз.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] S. Zafar et al., “An Efficient Color Recognition Technique for Autonomous Robot Navigation,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 54684–54694, 2020.
- [2] J. M. Sanchez-Perez et al., “A color recognition system for robotic applications,” *Robot. Auton. Syst.*, vol. 60, no. 4, pp. 559–567, 2012.
- [3] Y. K. Kwak et al., “Real-time color recognition for the visually impaired using artificial neural network,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 2 PART 2, pp. 3897–3901, 2009.
- [4] N. Chai and R. Jin, “An Efficient Method of Color Recognition for Industrial Vision,” *IEEE Trans. Ind. Inf.*, vol. 10, no. 2, pp. 1201–1210, 2014.
- [5] F. Khelifi, A. El Mhamedi, and A. Alimi, “Color recognition using texture features and fuzzy logic,” *J. Vis. Commun. Image Represent.*, vol. 22, no. 2, pp. 154–165, 2011.
- [6] P. He et al., “Color Recognition System Based on Artificial Neural Network,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 35811–35820, 2019.
- [7] Сотанин С. В. Численный анализ методов сортировки. УДК 004.424.(5)
- [8] Lim Jie Shen & Irda Hassan, Design and Development of Colour Sorting Robot / *Journal of Engineering Science and Technology EURECA 2014*, (2015), 71-81.  
[http://jestec.taylors.edu.my/eureca2014\(1\)\\_1\\_2015/eureca\\_14\(1\)\\_71\\_81.pdf](http://jestec.taylors.edu.my/eureca2014(1)_1_2015/eureca_14(1)_71_81.pdf)
- [9] Riky Tri Yunardi, Winarno and Pujiyanto, Contour-based object detection in Automatic Sorting System for a parcel boxes / *International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation (ICAMIMIA)*, (2015) 38-41,
- [10] DOI: <https://doi.org/10.1109/ICAMIMIA.2015.7507998>
- [11] Babita Nanda, Automatic Sorting Machine using Delta PLC / *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering*, 1(7) (2014) 235-242.
- [12] Moe Win Khaing, Aye Mya Win and Daw Thida Aye, Automatic Sorting Machine / *International Journal of Science and Engineering Applications*, 7(8), (2018) 138-142. DOI: <https://doi.org/10.7753/IJSEA0708.1002>
- [13] Өтеген Д. А. Модели динамики транспортного потока на автомагистралях / *ҚазККА Хабаршысы № 1 (116)*, 2021 ISSN 1609-1817