



Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Имангазина Гүлайым Есболқызы

«Робот көмегімен объектілерді анықтауға арналған алгоритмдік және бағдарламалық адаптивті көру жүйесі»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2020



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ**

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі

техника ғылым кандидаты



Қ.А. Ожикенов

«23» мамыр 2020 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Робот көмегімен объектілерді анықтауға арналған алгоритмдік және бағдарламалық адаптивті көру жүйесі»

5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындаған

Имангазина.Г.Е

Ғылыми жетекшісі

физика-математика ғылымдарының  
кандидаты



Бақтыбаев М.Қ.

« 23 » мамыр 2020 ж.

Алматы 2020



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 – Аспап жасау

**БЕКІТЕМІН**

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі  
техника ғылым кандидаты



Қ.А. Ожикенов  
«23» қаңтар 2020ж.

### ТАПСЫРМА

#### дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушыға Имангазина Гүлайым Есболқызы

Тақырыбы: «Робот көмегімен объектілерді анықтауға арналған алгоритмдік және бағдарламалық адаптивті көру жүйесі»

*Университет ректорының бұйрығымен* бекітілген №726-б «27» қаңтар 2020 ж.  
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» мамыр 2020 г.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: робототехникалық кешендерде бірінғай алгоритмдік және бағдарламадлық адаптивті көру жүйесімен қамтамасыз ету. Негізгі бағдарламалау тілі-Python.

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Өнеркәсіптік робототехникалық кешендерде техникалық көру жүйелерін пайдаланудың өзектілігі;*
- б) Қозғалмалы объект үшін адаптивті алгоритм жүйесін құру ;*
- в) Объектілерді анықтау үшін бағдарламалық көру жүйесін құру;*
- г) Деректер базасын қалыптастыру кезеңі ;*
- д) Күрделі фон негізінде жұмыс істеу процессін зерттеу ;*

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):  
*ұсынылған 10 слайд жұмыс презентациясы*

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 20 әдебиеттер тізімі

**Дипломдық жобаны дайындау  
КЕСТЕСІ**

| Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі | Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері | Ескертпелер |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Теориялық бөлім                              | 22.01 – 15.02.2020 ж.             | Орындалды   |
| Есептеу бөлімі                               | 22.01 – 15.02.2020 ж.             | Орындалды   |
| Бағдарламалық бөлім                          | 15.03 – 20.04.2020 ж.             | Орындалды   |
| Зерттеу бөлімі                               | 15.03 – 20.04.2020 ж.             | Орындалды   |
| Қорытынды бөлім                              | 15.03 – 20.04.2020 ж.             | Орындалды   |

Аяқталған дипломдық жобаға және оған қытысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының

**ҚОЛТАҢБАЛАРЫ**

| Бөлімдердің атауы | Ғылыми жетекшілер, кеңесшілер, (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол қойылған күні | Қол                                                                                   |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Қалып бақылаушы   | Ж.С.Бигалиева, техника ғылымдары магистрі, лектор                       | 23.05.2020 ж.     |  |



Ғылыми жетекшісі

Бақтыбаев М.Қ.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Имангазина.Г.Е.

Күні «23» мамыр 2020 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста әртүрлі жағдайларда жылжымалы объектілерді бақылауды жүргізу үшін бейімделген ТКЖ алгоритмдік және бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеумен байланысты мәселелер қаралды. Мұндай жүйенің басты артықшылығы оның толық дербестігі болып табылады. Жүйе өз жұмысы кезінде оператор-адамның қатысуын талап етпейді. Өнеркәсіптік роботтар мен өндірісті автоматтандырудың басқа да жүйелері объектілермен мақсатты түрде өзара іс-қимыл жасауы және өндірістік желілерді қоршаған кеңістікте тыныш қозғалуы үшін, олар қоршаған ортаны көру және талдау мүмкіндігі болуы тиіс. Бұл процесске компьютерлік көру жүйесі көмектесе алады. Компьютерлік көру жүйесі одан әрі шешім қабылдау үшін көрнекі ақпаратты талдауды қамтиды. Бұл фокуста орналасқан объектіге қатысты қандай да бір әрекетті қабылдауға көмектеседі. Технологияны пайдаланудың ең қарапайым мысалы: конвейерлік таспада немесе пошта арқылы жіберер алдында өнімнің күйін тексеру.

## АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассмотрены вопросы, связанные с разработкой алгоритмического и программного обеспечения СТЗ, адаптированного для проведения контроля передвижных объектов в различных ситуациях. Главным преимуществом такой системы является ее полная самостоятельность. Система не требует присутствия человека-оператора во время своей работы. Для целенаправленного взаимодействия промышленных роботов и других систем автоматизации производства с объектами и тихого передвижения производственных сетей в окружающем пространстве, они должны иметь возможность видеть и анализировать окружающую среду. Компьютерная система зрения может помочь этому процессу. Компьютерная система просмотра включает в себя анализ визуальной информации для принятия дальнейших решений. Это помогает принимать какие-либо действия по отношению к объекту, расположенному в фокусе. Самый простой пример использования технологии: проверить состояние продукта перед отправкой на конвейерной ленте или по почте.

## ABSTRACT

The thesis deals with issues related to the development of algorithmic and software TCS, adapted for monitoring mobile objects in various situations. The main advantage of such a system is its complete independence. The system does not require the presence of a human operator during its operation. For targeted interaction of industrial robots and other production automation systems with objects and quiet movement of production networks in the surrounding space, they must be able to see and analyze the environment. A computer vision system can help this process. The computer viewing system includes the analysis of visual information for making further decisions. This helps you take any actions in relation to the object in focus. The simplest example of using the technology is to check the condition of the product before sending it on a conveyor belt or by mail.

## МАЗМҰНЫ

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Кіріспе                                                                                        | 9  |
| 1. Өнеркәсіптік робототехникалық кешендерде техникалық көру жүйелерін пайдаланудың өзектілігі. | 11 |
| 1.1 Техникалық көрудің негізгі функционалдық аспектілері                                       | 11 |
| 1.2 Түрлі салаларда техникалық көруді қолдану мысалдары                                        | 12 |
| 1.3 Белгілер мен таңбаларды оқу және тану                                                      | 13 |
| 2 Техникалық көруді интеграцияла                                                               | 14 |
| 2.1 Өндірісте ТКЖ-ні пайдаланудың дайын шешімдері                                              | 14 |
| 2.1.1 Стерео сенсор KUKA _3D Perception                                                        | 15 |
| 2.2 Өнеркәсіптік робототехникалық кешен үшін техникалық көру жүйесін әзірлеу міндетін қою      | 16 |
| 2.3 Қолданылатын жабдықтар                                                                     | 19 |
| 3 Алгоритмдік қамтамасыз ету                                                                   | 20 |
| 3.1 Алгоритмдік қамтамасыз ету                                                                 | 21 |
| 3.1.1 Деректер базасын қалыптастыру кезеңі                                                     | 21 |
| 3.1.2 Фазаны құру                                                                              | 21 |
| 3.1.3 Фильтрация процессі                                                                      | 22 |
| 4 Бағдарламалау құралдарын таңдау                                                              | 23 |
| 4.1 Бағдарламалау тілі- Python                                                                 | 25 |
| 4.2 OpenCV библиотекасы                                                                        | 26 |
| ҚОРЫТЫНДЫ                                                                                      |    |
| ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ                                                                |    |
| ҚОСЫМША                                                                                        |    |
| А Қосымшасы                                                                                    |    |
| Ә Қосымшасы                                                                                    |    |
| Б Қосымшасы                                                                                    |    |



## КІРІСПЕ

Робототехника халық шаруашылығы дамытудың басым бағыттарының бірі болып табылады. Жыл сайын робототехникалық жүйелерді қолдану кеңеюде. Олардың көмегімен адамдарды шаршататын, біртектес, ауыр еңбектің көптеген түрлерінен босататын технологиялық процестер, сондай-ақ адам денсаулығына зиянды жағдайлардағы жұмыстар игеріледі. Өнеркәсіптік және арнайы роботтардың гаммасы өте үлкен: қашықтықтан басқарылатын манипуляторлардан бастап өз жұмысы кезінде оператор-адамның қатысуын талап етпейтін адаптивті робототехникалық кешендерге дейін

Адаптивті роботтар жүйенің ең күрделі класына жатады. Адаптивті роботтың негізгі элементтерінің бірі-көзілдірік жүйесі. Манипуляциялау объектісінің қасиеттері мен сыртқы ортаның параметрлері туралы ақпараттың 80-нен 90% - ға дейін, робот техникалық көру арқылы алады. ТКЖ (техникалық көру жүйесі) шешетін міндеттер спектрі өте кең: бөлшектің жұмыс орнында болуын бақылаудан бастап қолжазба мәтінін автоматты түрде тануға дейін. ТКЖ алдына қойылған тапсырманың күрделілігін арттыра отырып, суреттерді өңдеуге жұмсалатын уақыт да өседі. Бұл жылжымалы объектіні күрделі фонда табу міндеті жатады. Жылжымалы объектілерді анықтау міндеті күзет жүйелерінде пайдаланылатын роботтар үшін, темір жолдар мен тас жолдағы және т.б. трафикті бақылау үшін өзекті болып табылады. Бұл есептерде әртүрлі, қиылысатын траекториялармен қозғалатын адамдар мен машиналар бақылау объектілері болып табылады. Объектілердің саны жұмыс процесінде өзгереді, қозғалыс стационарлық емес табиғи орта аясында жүреді: тербелмелі ағаштар, шөптер және т. б.

Шосседегі көлікті бақылау міндеттерінде барлық машиналарды немесе жылдамдығы берілген диапазоннан асатын машиналарды бақылау қажет. Сонымен қатар, робот тас жолдың әр түрлі учаскелерін бақылау үшін өзінің бақылау орнын өзгерте алады. Темір жол көлігін бақылау кезінде қосымша міндеттер туындауы мүмкін, мысалы құрамның қозғалысы процесінде вагондардың нөмірлерін бақылау. Осы міндеттердің барлығы ашық кеңістікте шешіледі. Бұл ретте жұмыс объектілері, әдетте, аз контраст және қоршаған табиғи ортаға, мысалы, қорғау жүйелерімен байланысты міндеттерде де бүркемеленуі мүмкін. Сонымен қатар, ашық кеңістіктегі жұмыс ауа райының өзгеруіне, тәулік уақытына, роботтың бақылау орнының немесе шолу секторының ауысуына және т. б. байланысты жарықтандыру мен шудың тұрақсыздығымен байланысты. Осының бәрі детерминирленген сыртқы орта жағдайында жұмыс істеуге қабілетті, күрделі формадағы нақты объектілермен жүйені әзірлеу қажеттілігіне әкеледі. Өкінішке орай, қазіргі уақытта мұндай жүйелерді әзірлеу өзгермелі сыртқы жағдайларға бейімделу алгоритмдерінің болмауымен тежеліп отыр. Сондықтан күрделі фон жағдайында жылжымалы

объектілерді анықтау үшін ТКЖ-ны әзірлеу робототехниканы дамытудың ағымдағы кезеңіндегі өзекті міндеттердің бірі болып табылады.

Бұл жұмыста машинамен көру технологиясы сұрыптау роботын басқару жүйесіне енгізілді. Технология USB камераларының арқасында бұйымның екі өлшемді суретін алудан тұрады. Одан әрі бейнені компьютерлік өңдеу және талдау жүргізіледі, оның барысында объектінің берілген белгілерден : пішіні, геометриялық өлшемдері, жазулардың болуы, түсі, таңбалануы және т.б қандай да бір сыныпқа жататындығы анықталады. Сұрыптау міндеті бейнелерді тану міндетіне ұқсас және координаталарды өлшеу және объектілерді бағдарлауды білдіреді. Салыстырмалы түрде қарапайым нысаны бар объектілер бұл жағдайда тікбұрышты, тіркелетін бейненің контурымен бірдей сипатталады. Мұндай объектілердің бағдары мен координаттарын сипаттайтын параметрлерді бағалау және тану есептерін шешу үшін сурет контурын талдауға негізделген алгоритмдер қолданылады.

Қазіргі уақытта жағдайды анықтаудың әр түрлі шешімдері бар, мысалы, құрылымдалған жарықты талдау негізінде, уақыт пролеттік принциптер негізінде, ерекше сурет нүктелерін бөлумен стереоскопиялық шешімдер ұсынылған. Бірақ негізгі танымалдылықты бұрынғысынша сандық бейнекамералар негізінде классикалық шешімдер пайдаланады, өйткені олар шағын салымдарға координаталарды анықтау жүйесінің жеңіл реттелетін нұсқасын және жоғары сенімділік пен орнату қарапайымдылығымен объектінің класын алуға мүмкіндік береді .

# 1 Өнеркәсіптік робототехникалық кешендерде техникалық көру жүйелерін пайдаланудың өзектілігі

## 1.1 Техникалық көрудің негізгі функционалдық аспектілері

Техникалық (машиналық) көру - бұл өнеркәсіпте немесе өндірісте компьютерлік көруді қолдану саласы. Компьютерлік көру компьютерлерге көруге мүмкіндік беретін әдістердің жалпы жиынтығы болып табылады. Техникалық көру әдістері бастапқыда спектрдің көрінетін бөлігі үшін әзірленген болса да, дәл сол өңдеу технологиялары инфрақызыл жарық немесе рентген сәулелері сияқты спектрдің басқа бөліктерінде алынған бейнелерге қолданылуы мүмкін.

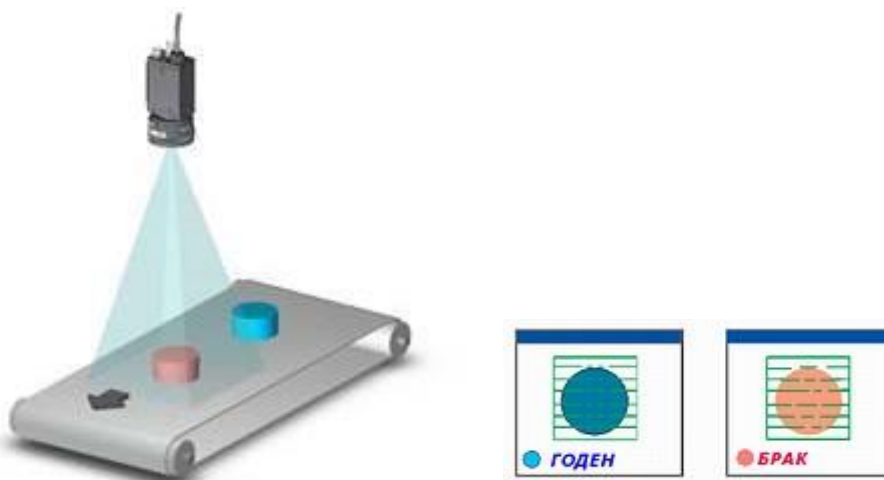
Осы салаларда техникалық көруді қолдану өнімді тексерумен айналысатын құрастыру желілерінде жұмыс істейтін адамдарды орындау сапасы туралы қорытынды жасай отырып ауыстыруға көмектеседі. ТКЖ сандық камераларды пайдаланады, қазіргі уақытта зияткерлік камералар, сондай-ақ алынған суретті өңдеумен айналысатын бағдарламалық жасақтама қарастырылған. Көп жағдайларда, ТКЖ-де толық және дәл талдауды орындау үшін әр түрлі өңдеу әдістерінің тізбекті үйлесімі қолданылады. Мысалы, штрихкодты оқитын жүйе, сондай-ақ бетті сызаттар немесе басқа да зақымданулардың болуына тексерумен айналысады және өңделетін компоненттердің ұзындығы мен енін өлшей алады [1].

ТКЖ конвейер таспасында түрлі объектілерді есептеу, штрих-кодтарды, сериялық нөмірлерді оқу немесе түрлі үстіңгі ақауларды іздеу сияқты шағын және арнайы бағыттағы міндеттерді орындауға міндеттелген. Техникалық көру көзбен шолып бақылау жүйесінен пайдалану тиімділігі: 24 сағаттық жұмыс режимі және қайталанатын өлшеулердің жоғары дәлдігі есебінен өндірістік айналымды ұлғайту мүмкіндігін береді. Сонымен қатар, адамдардың орнына осы жүйені пайдаланудың артықшылығы: шаршау, немқұрайлылық сияқты әртүрлі адам факторларының болмауы болып табылады. Бірақ адамдар жаңа ақауларды тану үшін аса сезімтал қабылдауға және үлкен бейімделуге ие. Жүйе адамдар сияқты "көрмейді". Камералар адамның көру жүйесіне тең емес, өйткені әрбір адам өзінің болжамдары мен тәжірбиесіне сүйенуі мүмкін, ал техникалық көру жүйелері алынған бейнені зерттеу жолымен "көреді" [2]. Суреттер жеке пикселдерге бөлінеді, алдын-ала өңделеді және жүйе ортақ базаның көмегімен немесе бейнелерді тану арқылы қорытынды жасауға тырысады. Техникалық көрудің кейбір алгоритмдері мен әдістері адамның көру қабылдауына сәйкес келуі үшін жасалған болса да, көптеген әдістер алынған суреттерді өңдеу және олардың қасиеттерін анықтау үшін жасалған. Қазіргі таңда жұмыстың өзектілігі адам секілді жұмыс жасайтындай алгоритм құру және алынған ақпараттарды өңдей білу мәселесі қаралады.

## 1.2 Түрлі салаларда техникалық көруді қолдану мысалдары

Бүгінгі күні ТКЖ манипуляциялық роботтармен жұмыс істеу кезінде пайдалы жүк координаталарының орналасуын анықтау құрылғысы ретінде үлкен танымалдыққа ие болады. Техникалық көру әдісі өнімді сұрыптау және іріктеу әрекеттерінде адамды ауыстыруға мүмкіндік береді (1.1 сурет). "Адами фактор" көрсетіледі, өнімнің сапасын айтарлықтай жетілдіруге, өнімділікті арттыруға және ақауды қысқартуға кепілдік беріледі.

Технология CCD/CMOS арқасында бұйымның (объектінің, дайындаманың, бөлшектің) затының суретін алу-камерамен бірге оптикалық компоненттер және жарықтандыру аспаптары бар. Арнайы бағдарламалық камтамасыз етуді қолдау, компьютерлік талдау және бейнені өңдеу орындалады, одан әрі өнімнің қандай да бір класқа тиістілігі, өнімнің жарамдылығы/жарамсыздығы туралы қорытынды автоматты түрде жасалады немесе адамның қабылдауы үшін ыңғайлы нысанда бұйымды зерттеу қорытындылары туралы есеп жасалады [3].



### 1.1 Сурет – Бейнекамераның көмегімен конвейерде автоматты сұрыптау

Өнеркәсіптік бейнекамераларды қолдаумен сұрыптау барысында автоматты түрде келесі белгілер қалыптасады: азық-түлік орамасының тұтастығы, өнім орамасын жинақтау, қажетті жазулар мен таңбалаудың болуы, заттаңбаларды жапсырудың дәлдігі. Сұрыптау барысында мынадай белгілер қалыптасады: өнімнің қандайда бір сыныпқа қатынасы белгіленген қасиеттермен (пішіні, түсі, геометриялық өлшемдері, таңбалаудың, жазулардың болуы және т. б.)

Артықшылықтары:

- өнімнің әрбір бірлігін дұрыс құрастыруды жүз пайыздық бақылауға кепілдік беріледі;

- техникалық көру нақты уақыт режимінде сұрыптау және іріктеу механизмдерін басқарады;

- қолда бар өндірістік желілерге, АБЖ ТП және MES біріктіру.

Қосымша мүмкіндіктер: бір жүйені қолдаумен сапаны бірнеше белгілер бойынша бақылауды жүзеге асыру ықтималдығы: сыртқы зақымданулардың болмауы, таңбалаудың болуы және қаптаманың дәлдігі, бұйымның құрастырылуын тексеру, таңбалаудың болуы және қаптаманың дәлдігі.

Қолдану саласы: фармацевтика өнеркәсібінде сұрыптау, тамақ өнеркәсібінде сұрыптау және т. б.

### 1.3 Белгілер мен таңбаларды оқу және тану

ТКЖ және бейне берушілер өндірістік үдерісте өнімді есепке алуды автоматтандыру және сәйкестендіру міндеттеріндегі анағұрлым нәтижелі құралдардың бірі болып саналады (1.2 сурет).

Қандай да бір саланың мамандануына байланысты, кез келген технологиялық процедураның алдында немесе одан кейін өнеркәсіптік заманауи бейнекамералардың көмегімен оқылатын ақпаратты дерекқорға енгізе отырып, өнімнің бұйым түріне нақты қатыстылығы жүргізілуі мүмкін.

Технология: ТКЖ сәйкестендіру кезінде әр түрлі өлшемдегі сандық әріптік және символдық деректерді, логотиптерді, 1-d және 2-d штрих кодтарды, тауарлық белгілерді немесе осы компоненттердің кез келген комбинациясын оқи және ажырата алады [4].



### 1.2 Сурет – 2D кодын автоматты оқу және сандық таңбалау

Бұл кластың жүйелерінде сәйкестендіру деректерін енгізу құрылғылары ретінде лазерлік сканерлер мен ПЗС-камералар қолданылады. Арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету сәйкестендіру жазбасының түрі мен

параметрлеріне, сондай-ақ тапсырыс беруші бұйымының бетінің сапасына бейімделеді.

Артықшылықтары:

- сәйкестендірудің жүз пайыз сенімділігі;
- танылатын таңбалаудың түріне және оны салу әдісіне сәйкес шектеу жоқ дерлік;
- қолданылатын қаріптер конфигурациясына шектеулер жоқ
- ластанған немесе бүлінген жазудың бір бөлігін анықтау ықтималдығы;
- қарапайым қайта баптау басқа түрі мен конфигурациясын ажыратуға мүмкіндік береді;
- бағдарламалық және аппараттық қамтамасыз етуді жаңарту мүмкіндігі;
- жүйелер жоғары деңгейдегі өндірісті жоспарлау және есепке алу жүйелері үшін (ERP /MRP) шынайы мәліметтерді қамтамасыз етуге кепілдік береді.

Қосымша мүмкіндіктер:

Өнімнің таңбалануы мен сапасын есептеуді синхронды бақылауды ұйымдастыру. Таңбалауды верификациялау мақсатында АТҚ және бейнедатқыштарды қолдану мүмкіндігі.

Қолдану саласы: кодтауды/таңбалауды/ заттаңбаларды бақылау, тамақ индустриясындағы қаптаманы бақылау, этикеткалардағы, пластикалық карталардағы стандартизацияланған кодты анықтау, /фармацевтикада өндіріс күнін/ жарамдылық мерзімін бақылау және т.б [5].

## 2 Өнеркәсіптік роботты басқару жүйесіне техникалық көруді интеграциялау.

### 2.1 Өндірісте ТКЖ-ні пайдаланудың дайын шешімдері.

#### 2.1.1 Стереосенсор KUKA \_3D Perception

3D-стереокамера жүйесі бар Сенсор 3D-қабылдауды нақты уақыт режимінде жүзеге асыруға мүмкіндік береді және кеңістікте 3D өлшеу мен позициялауды қамтамасыз етеді. Осылайша, кеңістіктегі бағдарлау және техникалық көру шындыққа айналады (2.1 сурет).



## 2.1 Сурет – Стерео сенсор KUKA\_3D Perception

Стерео сенсор KUKA\_3D Perception нақты уақыт режимінде құрылымсыз айналаны дәл таниды және кеңістікте әртүрлі кинематикасы бар объектілерді дәл көрсетеді. Бұл әлемдегі алғашқы 3D сенсоры. Бұл прогрессивті шешімнің нәтижесі: робот өз орнын миллиметрге дейінгі дәлдікпен кеңістікте бекіте алады және есептерді одан да жылдам әрі тиімді шеше алады.

Kuka\_3d Perception интеграцияланған технологиясының арқасында бұл бейнелерді тікелей сенсорда өңдейді және миллиметрге дейінгі дәлдікпен нысанның ағымдағы жағдайын белгілейді. Нүктелердің массивтері өте оңай. 3D сенсоры табиғи жарық жағдайында да, жеткіліксіз жарық жағдайында да өз ортасын тани алады. Тіпті жылдам жылжу кезінде сенімді дәлдік қамтамасыз етіледі. Интеграцияланған графикалық карта тереңдік кескіндерін тікелей сенсорда өңдеуге мүмкіндік береді. Сыртқы есептеулер қажет емес — мобильді робототехникалық жүйелер үшін өте қолайлы. Жоғары өнімді аппараттық қамтамасыз ету роботталған ортада қолдану үшін әзірленген, 50 °C дейінгі температураға есептелген және IP 54 қорғаныс класына сәйкес келеді — параллельді кинематиктер үшін жақсы шарт.

Kuka\_3D Perception веб-шолғыш арқылы ыңғайлы интерфейсті оңай орнатуға болады. 3D сенсоры стандартты интерфейстер арқылы, стандартты суреттерді өңдеу кітапханаларына және ROS сияқты басқа да бағдарламалық орталарға қосылуы мүмкін.

Ол әр түрлі базалық қашықтықтары бар екі орындауында бар: 65 мм немесе 160 мм. Олар жақын немесе алыс диапазонда пайдалану үшін тереңдік кескіндерін есептеуге мүмкіндік береді. Сурет көрінісі бір түсті немесе түсті болуы мүмкін.

### 2.1.2 FANUC система iRVision.

iRVision-plug & play технологиясы бойынша Fanuc визуалды анықтау жүйесі. Ол R-30iB контроллерімен толық біріктірілген, тез орнатылады, пайдалану қарапайымдылығымен және жоғары икемділігімен ерекшеленеді. Екі

немесе үш өлшемді бөлшектерді тану жүйесінің арқасында ол кез келген формадағы және өлшемдегі еркін орналасқан бұйымдардың орналасқан жерін анықтай алады. Ол сондай-ақ штрих кодтарды оқи алады, түсі бойынша сұрыптауды, бөлшектерді икемді беруді, жоғары жылдамдықты визуалды сызықты бақылау (iRPickTool) және қораптарды/панельдерді алуды орындай алады. IRVision жүйесі өнімділікті арттыруда негізгі рөл атқарады және технологиялық жабдықтың қажеттілігін жояды (2.2 сурет).



2.2 Сурет - Система iRVision

Бұл технологияны қолданатын шешімдердің бірі-FANUC 3D Area Sensor. Жоғары жылдамдықты кеңістіктік кедергі сенсоры FANUC 3D Area Sensor робот контроллерімен толық интеграцияланған және техникалық көру технологиясын пайдалана отырып, кеңістіктік карталарды жылдам жасау үшін қызмет етеді [6]. Ол роботқа шаңмен, тотықпен, маймен жабылған болса да, 8-ден 12 секундқа дейін циклдің ұзақтығына жетіп, жеке бөлшектерді сәйкестендіруге және алуға мүмкіндік береді немесе егер пакеттер туралы сөз анық танылатын сипаттамалар болмаса да Сенсор ДК арқылы оңай реттеледі.

## 2.2 Өнеркәсіптік робототехникалық кешен үшін техникалық көру жүйесін әзірлеу міндетін қою

Бүгінгі күні ТКЖ манипуляциялық роботтармен жұмыс істеу кезінде пайдалы жүк координаталарының орналасуын анықтау құрылғысы ретінде үлкен танымалдыққа ие болады. Мұндай жүйелердің қарапайым өкілдері құрылғы мен құрылғының Декарт координаттарын, сондай-ақ манипуляциялық роботтың жұмыс кеңістігінің бір жазықтығында орналасқан пайдалы жүктердің ағынын анықтауға мүмкіндік береді, бұл жазықтықтың параметрлері алдын ала белгілі болуы тиіс. Күрделі шешімдер жұмыс кеңістігіндегі үш координатасын анықтауға мүмкіндік береді. Кешенді шешімдер барлық алты координатаны

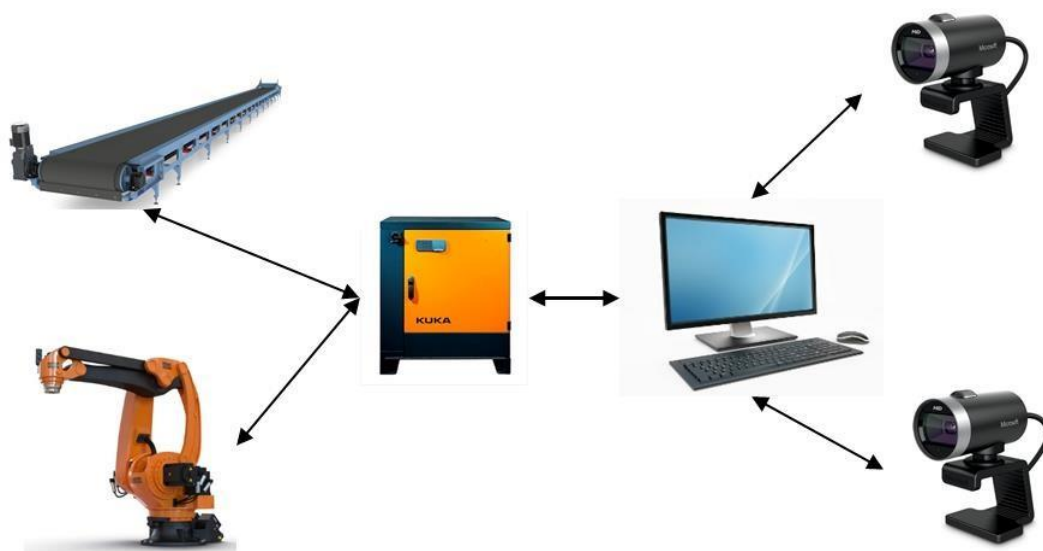


анықтауға мүмкіндік береді  $x, y, z, \varphi, \theta, \psi$ , бірақ мұндай шешімдер ерекше қызмет көрсетуді талап етеді, сондықтан олардың қолданылу саласы өте шектеулі; бұдан басқа, көптеген технологиялық процестерде пайдалы жүктердің координаталарының толық жиынтығын анықтау қажеттілігі жоқ, сондықтан мұндай жүйелер үшін құны мен пайдаланылатын функционал ақталмаған болады [7].

Сонымен қатар, жұмыс орнының ауыстыруына кететін шығындарсыз мүмкіндік береді, себебі қалыпты анықтау жүйесі айтарлықтай бөлікте бағдарламалық деңгейде теңшелетін болады. Әдетте, ТКЖ құрамына кіретін бір камера үлкен алаңның жұмыс кеңістігі туралы деректерді алу үшін жеткілікті. Технологиялық процесс өзгерген жағдайда, осы камераны жаңа жағдайларда пайдалы жүктердің жағдайын анықтау үшін оның конструкциясына немесе электр схемасына қажетсіз араласуға болады. Роботтехникалық кешендерге тән ТКЖ-ның функционалдық міндеттері шартты түрде олардың салыстырмалы күрделілік деңгейіне қарай бөлінеді. Қарапайым міндеттерге мыналарды жатқызуға болады: қандай да бір объектінің болуын анықтау, оған дейінгі қашықтықты өлшеу, оның сызықтық және бұрыштық орын ауыстыруларын, жылдамдықты есептеу; объектінің геометриялық параметрлерін өлшеу (сызықтық және бұрыштық өлшемдер, аудан), физикалық объектіден сәуле шығару сипаттамалары, кадрдағы объектілер санын анықтайды.

Неғұрлым күрделі есептерді манипуляторға реттелмеген объектілерді басып алу үшін қажетті ақпаратты беретін жүйе орындайды. Бұл міндеттерге мыналар жатады: жалғыз немесе бірнеше орналасқан жері бөлек болуы мүмкін, басқа объектілермен жабылуы мүмкін, мүдделі объектіні іздеу үшін жұмыс кеңістігін шолу. Бұл ретте бақыланатын объектілер тек пішімен және өлшемімен ғана емес, түсімен, текстурасымен және т. б. ерекшеленуі мүмкін, қозғалыста болады немесе сол жерде қалады.

Бұл жұмыста ТКЖ-ны сұрыптау роботын басқару жүйесіне енгізу шешілді. (2.3 сурет ) сұрыптау екі белгі бойынша жүзеге асырылады: бұйымның түсі және QR бұйымға желімделген код.



### 2.3 Сурет- Сұрыптау роботын басқару жүйесінің функционалдық схемасы

Осы жүйедегі техникалық көрудің негізгі міндеттері:

- Конвейер таспасындағы бұйымның жағдайын анықтау. Конвейер тұрақты биіктікте болғандықтан, тек екі координатты анықтау қажет.
- Конвейер таспасында бұйымның бағдарын анықтау. Манипулятордың оны сұрыптауды жүзеге асыру кезінде туралауы үшін ол қай бұралған.
- Өнімнің түсін анықтау – көрнекілік үшін олар үш болады: қызыл, көк және жасыл
- QR кодын тану.

Бұл жұмыста техникалық көрудің жоғарыда көрсетілген мақсаттарынан көрініп тұрғандай, техникалық көрудің функционалдық міндеттерін қарапайым деп жатқызуға болады.

Сұрыптау міндетін қою алдыңғы белгісіздік жағдайында бейнелерді тану проблемасын қоюмен дерлік ұқсас болады, ал заттардың орналасуы мен бағдарын анықтау кедергі аясында тіркелетін заттардың суреттерін бағалау ретінде бағалануы мүмкін [8]. Бейнелердің параметрлерін бағалау және объектілердің бейнелерін тану үшін суреттерді автоматты талдау мен өндеуді қамтамасыз ететін нәтижелі алгоритмдер мен бағдарламаларды жасау Өнеркәсіптік роботехникалық кешендерде ТКЖ-ны жақсартудың маңызды бағыты болып саналады.

ТКЖ-де суреттерді өндеу әдістеріне мынадай талаптар қойылады :

- Берілген өлшемдер бойынша жоғары тиімділікті қамтамасыз ету.
- Нақты уақыт режимінде ақпаратты өндеуге арналған уақыт бойынша ең аз шығындар;
- Есептеу ресурстарына ең аз шығындар.

Сондықтан қойылған параметрлерді бағалау және тану міндеттерін шешу үшін суреттердің тіркелетін контурларын талдауға негізделген Алгоритмдер

пайдаланылады. ТКЖ-де тіркелетін заттардың суреттерін сипаттау әдісін жеңілдету үшін мынадай жорамалдар қабылданды: заттар берілген объектінің контуры осы нысанды сипаттай алатын салыстырмалы және элементарлық формаға ие.

### 2.3 Қолданылатын жабдықтар

Сұрыптау роботын басқару жүйесі әзірленді. Бұл жүйе келесі компоненттерді қамтиды:

2.4 суретте көрсетілген Манипулятор (KR 40 PA палетизациясы үшін роботталған ұяшық);



2.4 Сурет – KR 40PA

KR 40 PA палетизация үшін ең кішкентай және жеңіл робот [9]. Жоғары жылдамдық пен дәлдік деңгейіне жетеді, поляризацияға байланысты тапсырмалар үшін арнайы әзірленген - еуроподдондарды төсеу үшін өте қолайлы. KR 40 PA тауарларды рекордтық мерзімде таңдайды және орайды. Ол салмағы 40 килограммға дейінгі өнімдерді паллетиризациялай алады және 1,8 м дейін қатарлаудың таза биіктігіне жетеді; өте кішкентай кеңістікте барлығы. Цикл уақыты оның аз массасының арқасында айтарлықтай қысқарады.

- 2.5 суретте көрсетілген KUKA KR C4 басқару жүйесі



2.5 Сурет – KUKA KR C4

KUKA KR C4 басқару жүйесі бүгінгі және ертеңгі күні өндірісті автоматтандыру үшін инновациялық болып табылады. Ол интеграцияға, техникалық қызмет көрсетуге және күтуге арналған шығындарды қысқартуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кең таралған ашық өнеркәсіптік стандарттардың арқасында жүйелердің тиімділігі мен икемділігі артады. KR C4 тұжырымдамасы революциялық болып саналады. Robot/Motion оған алғаш рет органикалық және интерактивті ПЛК, ЧПУ және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін басқару жүйелерімен қосылған. Барлық аспектілер бойынша KR C4 базасындағы автоматтандыру шешімінің spline жылжуын жаңа бағдарламалау және кіріктірілген формулярлар арқылы роботты қарапайым және икемді бағдарламалау арқасында теңдесі жоқ болып табылады. Сонымен қатар, KR C4 зияткерлік, икемді пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

KR C4 Robot Control, PLC Control, Motion Control (мысалы, KUKA.Cnc) және Safety Control. Барлық басқару жүйелері бір дерекқор мен инфрақұрылымға ие. Бұл автоматтандыруды жеңілдетуге және оны тиімді етуге мүмкіндік береді.

- 2.6 суретте (Microsoft Lifecam Cinema);



2.6 Сурет – Microsoft Lifecam Cinema

LifeCam Cinema веб-камера 720 пиксель рұқсаты бар кең форматты HD видео ұсынады. Камера бейненің одан да анық болуы үшін автоматты түрде кескін айқындығын арттырады, дәлме-дәл шыны линза жарық жеткіліксіз болған кезде де кескін сапасын арттырады.

- Өнеркәсіптік конвейер;
- Дербес компьютер.

### 3 Алгоритмдік және бағдарламалық қамтамасыз ету

#### 3.1 Алгоритмдік қамтамасыз ету

Біздің жағдайда жүйенің бейімделуі келесі:

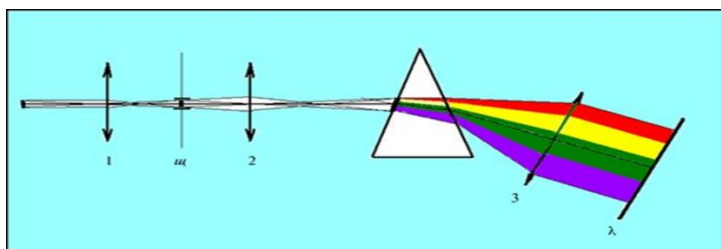
- жұмыс сахнасының ағымдағы жарықтандырылуына бейімдеу;
- бөгеуіл жағдайға бейімделу;
- объектінің қозғалыс жылдамдығы мен сипатына бейімделу.

##### 3.1.1 Деректер базасын қалыптастыру кезеңі

Бірінші кезең - ДБ қалыптастыру кезеңі-жүйе кітапханасында орналасқан бейнені сүзудің түрлі процедураларын бағалауға арналған. Бұл кезең  $z^{\wedge}$  тапсырыстарды қызмет көрсетуге дайындау алгоритмі, бейненің сипаттамаларын қалыптастыру алгоритмі және ДБ қалыптастыратын негізгі алгоритмі арқылы жүзеге асырылады. Оның жұмысының нәтижесі сүзгілердің ДҚ болып табылады-екінші кезеңге арналған бастапқы ақпарат

##### 3.1.2 Фазаны құру

Екінші кезең - СМО - ның екінші фазасын инициализациялау кезеңі-көптеген тиімді процедураларды (адаптивті сүзгіге арналған бастапқы ақпарат) қалыптастырады.Бұл кезеңде алынған информацияның қателігі, кедергілері қарастырылады.



Сурет 3.1-Жарықтың таралу сұлбасы

### 3.1.3 Фильтрация процесі

Үшінші кезең-адаптивті сүзу процесі, жүйенің жұмыс режимі-СМЖ үшінші фазасының кіруіне түсетін өтінімдер ағынын өзгертеді.

Бұл кезең тапсырыстарды қызмет көрсетуге дайындау алгоритмі, бейнелеу сипаттамаларын қалыптастыру алгоритмі және адаптивті сүзудің негізгі алгоритмі арқылы жүзеге асырылады. Бірінші кезеңде бірнеше ДБ құрылуы мүмкін әр түрлі жағдайларда РПК жұмысы үшін (далада, орманда, қалада және т.б.). Бұл инициализация кезеңінде қазіргі уақытта рта жұмыс істеуге тура келетін шарттарға сәйкес келетін нақты ДБ таңдау қажет.

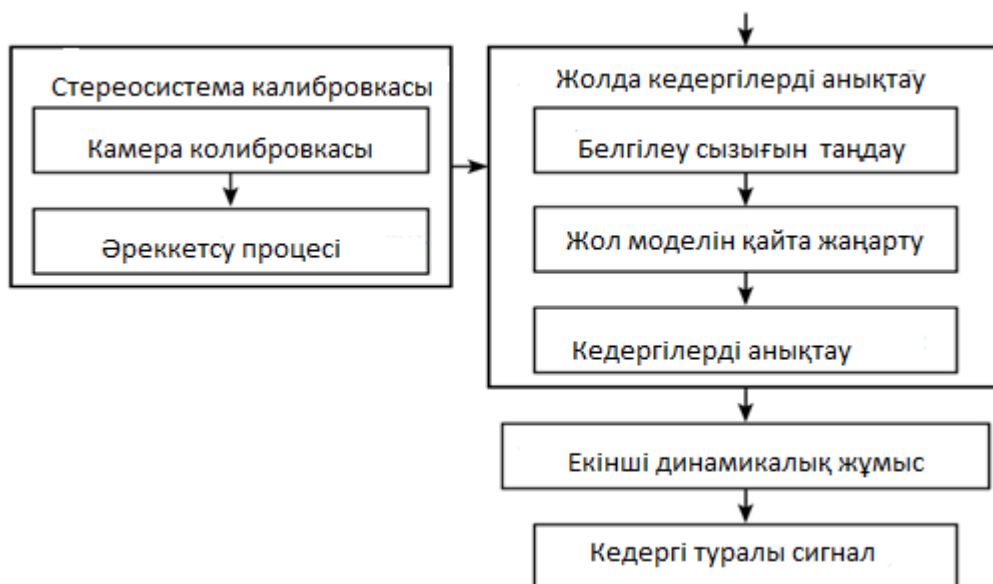
Алынған нәтиже кеңейту блогына түседі-суретті қысу. Бұл блок кіші бейнелерді шегергеннен және бинаризациядан кейін пайда болатын объектілердің іздерін жою үшін арналған. Бақылау объектілерінің қарама-қарсы немесе біркелкі емес бояуы (әдетте, объектінің ізі бірнеше ұсақ дақтарға ыдырайды, бұл сүзу процесінде оның толық жойылуына әкелуі мүмкін). Сипатталған блокта суретті кеңейтудің және қысудың стандартты процедуралары қолданылады [10]. Өту саны оператормен жүйені баптау кезеңінде реттеледі. Кеңейту кезінде қуыстар толтырылады және объект ізінің бөлінген бөліктері бір даққа құйылады. Қысу бөгеуілдер ауданының өсуін болдырмау үшін суреттегі барлық дақтарды олардың бастапқы өлшемдеріне қайтарады (әйтпесе оларды бейнеден жою қиын болады).

Осыдан кейін, егер реттеу кезеңінде оператор объектінің ықтимал өлшемдерінің ауқымын (пикселдегі ең аз және ең көп ауданы) берсе.

Осы ауқымға түспейтін дақтар жойылады. Бұл процедурада толығырақ тоқтау керек [11]. Оның негізгі мақсаты-бақылау объектісінен гөрі үлкен бөгеуілдерді жою, өйткені олар адаптивті сүзгінің жұмысына кедергі келтіруі мүмкін. Осы міндетті орындау үшін сипатталған рәсім келесі қадамдарды жасайды:

- кодтау әдісі арқылы бейнені сегменттеуді орындайды серияның ұзындығы (КДС);
- дақтардың суретінде отырған алаңдардың есебін орындайды;
- ауданы берілген ауқымға түспейтін дақтарды жояды.

Айта кету керек, бірқатар міндеттер бар, онда алаң объектіні алдын ала бағалауға болмайды немесе кедергі алаңын кепілдендіреді объектінің ауданы аз. Бұл жағдайда баптау кезінде қарастырылған сипатталған дақтарды жою рәсімін қалауыңыз бойынша өшіру мүмкіндігі оператор. Сонымен қатар, бұл рәсім ДБ сүзгілердің сипаттамаларын құру кезінде түсіріледі.



3.2 Сурет – Кедергіні анықтау алгоритімінің структурасы

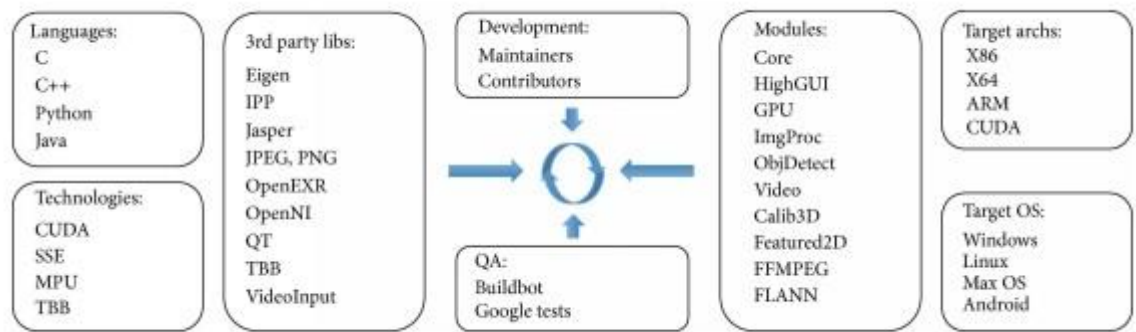
Осы Әдістеменің мақсаты ТКЖ-ның жұмыс істеу процесін оңтайландыру болып табылады. Жүйенің ерекшелігі-параллель және бір-біріне қарамастан жұмыс істейтін үш фазаның жұмысын оңтайландыру қажет. Әрбір фазаның жұмыс уақыты қызмет көрсетуге келіп түскен өтінімге байланысты және алдыңғы фазада осы өтінімді өңдеу уақытына байланысты емес. Мысалы, көптеген кедергілер бар суретбақылау объектілері аз, СМО-ның 2-ші фазасында ұзақ өңделетін болады [12]. 3-ші фазада өңдеу уақыты өте тез өтеді. Және керісінше, кезінде аз мөлшерде бөгеуіл сүзгілеу пайдаланылмайды, сол уақытта объектілердің көп саны ретінде СМО-ның 3-ші фазасында оларды ұзақ уақыт өңдеуді қажет етеді. Бұл әдістің көмегімен СТС алгоритмдері параметрлерінің тиімді мәндерін алу және өтінімдердің кезектерінің толып кетуінен ақпаратты жоғалтпай жүйенің максималды өнімділігін қамтамасыз ету мүмкін болады.

## 4 Бағдарламалау құралдарын таңдау

### 4.1 Язык программирования Python

Python (орыс тілінде питон атауы кең таралған) — әзірлеушінің өнімділігін және кодтың оқылуын арттыруға бағытталған жалпы мақсаттағы жоғары деңгейлі бағдарламалау тілі. Python ядросының синтаксисі ең аз. Сонымен қатар стандартты кітапхана пайдалы функциялардың үлкен көлемін қамтиды. Компьютерлік көруді іске асыру үшін ең көп таралған бағдарламалық қамтамасыз етудің бірі OpenCV болып табылады. OpenCV-компьютерлік көру

алгоритмдерінің кітапханасы, ашық коды бар жалпы мақсаттағы сандық алгоритмдер мен бейнелерді өңдеу [13]. Сондай-ақ, Python, Java, Ruby, Matlab, Lua және басқа тілдерге арналған нұсқалар бар. Ол 1998 жылдан бастап, алдымен Intel компаниясында, содан кейін қауымдастықтың белсенді қатысуымен Itseez-да әзірленеді. Кітапхана ашық лицензия бойынша таратылады, бұл ашық коды бар ашық жобаларда да, жабық, коммерциялық жобаларда да еркін және тегін пайдалануға болатынын білдіреді. Кітапхананы толығымен жобаға көшірудің қажеті жоқ, код бөліктерін пайдалануға болады. Лицензияның жалғыз талабы-ілеспе материалдарда OpenCV лицензия көшірмесінің болуы. Либералды лицензияға байланысты кітапхана көптеген компаниялармен, ұйымдармен, университеттермен, мысалы, Nvidia, Willow Garage, Intel, Google, Stanford University. NVidia және WillowGarage компаниялары оның дамуын ішінара қаржыландырады. Жобаның көп өлшемді архитектурасы 3.3 суретте көрсетілген. Кітапхана 16 модульден тұрады, 1000 жуық Алгоритмдер жүзеге асырылды. Негізгі операциялық жүйелер: MS Windows, Linux, Mac, Android, iOS. Мысалы, Kinect (OpenNI) құрылғысымен жұмыс істеу, параллельді бағдарламаларды (TBB) әзірлеу және т. б. үшін бөгде кітапханаларды пайдалану мүмкіндігі бар.



4.1 Сурет - OpenCV архитектурасы

Кітапхананың негізгі модульдерін 4 топқа (бөлімдерге) жатқызуға болады.):

- Базалық функцияны іске асыратын Core, HighGUI модульдері (базалық құрылымдар, математикалық функциялар, кездейсоқ сандар генераторлары, сызықтық алгебра, Фурье тез түрлендіру, суреттер мен бейнелерді енгізу/шығару, XML, YAML форматтарында енгізу/шығару және т. б.) [14].



## 4.2 OpenCV библиотекасы

- Imgproc, Features2D бейнелерді өңдеуге арналған модульдер (сүзу, геометриялық түрлендіру, түсті кеңістіктерді түрлендіру, сегменттеу, ерекше нүктелер мен қабырғаларды анықтау, контурлық талдау және т.б.).

- Video, ObjDetect, Calib3D модульдері (камераны калибрлеу, қозғалысты талдау және объектілерді бақылау, кеңістіктегі жағдайды есептеу, тереңдік картасын құру, объектілерді анықтау, оптикалық ағын).

- Машинамен оқыту алгоритмдерін іске асыратын mL модулі (жақын көршілер әдісі, наив байесовский классификатор, шешімдер ағаштары, бустинг, шешімдер ағаштарының градиенттік бустингі, кездейсоқ орман, тірек векторлар машинасы, нейрондық желілер және т. б.). 4.2 суретте компьютерлік көрудің қандай да бір міндеттерін шешуге арналған типтік қосымшаның жалпы сұлбасы көрсетілген.



### 4.2 Сурет - OpenCV бағдарламасының жалпы құрылымдық сұлбасы

Барлығы өз сурет күші басталады (highgui модулі). Желілік камера арқылы файл немесе бейне айналасында сурет оқылады.

Бұдан әрі алдын ала өңдеу (ImgProc модулі) жүзеге асырылады, мысалы, шуды жою, жарықтықты теңестіру, контраст, бликаларды, көлеңкелерді бөлу және жою. Мысалы, әр түрлі жарықтандыруда бір объект әртүрлі көрінеді. Жарқын жарықта қозғалысын бақылау қажет қызыл машина ашық қызғылт сары болады. Бұлтты ауа райында машина қызыл-қызғылт болады. Бұл жағдайда суреттегі түстерді туралау керек. Алдын ала өңдеу қарапайым және күрделі технологияны жасай алмайды [15].

Келесі кезең – ерекшеліктері (ImgProc модульдері, Features2D). Мысалы, объектіні бақылау тапсырмасында бұл оңай бақылауға болатын объектіде

арнайы нүктелерді іздеу мүмкін; детектеу тапсырмалары үшін (т.н.). әрбір пиксельдің сипаттамасын есептеу. Бұдан әрі бізді қызықтыратын объектілерді анықтау, маңызды бөліктерді бөлу, суреттерді сегменттеу (ImgProc, ObjDetect модульдері) жүреді. Егер, мысалы, камера қозғалмайтын болса, сурет қозғалмалы болса, фонды азайту алгоритмдерін пайдалануға болады.

Содан кейін, нысанның 3d-де орналасуын есептеу, 3d құрылымын қайта құру, құрылымын талдау, тіркеу және т.б. (Calib3D, Contrib, Video, Stitching, Videostab, ML модульдері) сияқты негізгі міндет шешіледі. Мысалы, А сурет жапсырмаларында-әр түрлі кадрлардың бөліктерін салыстыру, дұрыс пішімдеуді анықтау. Тапсырмада бейнебақылау-объектінің траекториясын қалпына келтіру және т. б. Соңында нақты шешімдерді тану және қабылдау жүреді (mL модулі). Мысалы, бейнебақылау жүйесінде: кадрдағы қажетсіз нысан табылды ма немесе жоқ па. Мәтінді анықтау тапсырмасында-мәтіннің не екенін және т.б. анықтайды.

Түс кеңістігі-түс координаттарын пайдалануға негізделген түс көрінісі үлгісі. Түс кеңістігі кез келген түс белгілі бір координаттары бар нүктемен ұсынылатындай етіп құрылады.

Көбінесе сандық суреттерді сақтау үшін RGB түсті кеңістігі пайдаланылады. Онда үш осьтің (арналардың) әрқайсысына өз түсі беріледі: қызыл, жасыл және көк. Әрбір арнаға 8 бит ақпарат бөлінеді, сәйкесінше, әрбір осьте түс қарқындылығы 0-ден 255-ке дейінгі диапазондағы мәндерді қабылдай алады. RGB сандық кеңістіктегі барлық түстер үш негізгі түстерді араластыру арқылы алынады.

Өкінішке орай, RGB ақпаратты талдау үшін әрқашан жақсы емес. Эксперимент көрсеткендей, түстердің геометриялық жақындығы адам бір-біріне деген қандай да бір түстердің жақындығын қалай қабылдайтынынан алыс.

Бірақ басқа түсті кеңістік бар. Біздің контексте HSV кеңістігі өте қызықты. Онда бар:

- жарық мөлшерін білдіретін Value осі • Оған RGB-ге қарағанда бөлек арна бөлінген, онда бұл мәнді әр жолы есептеу керек. Шын мәнінде, бұл жұмыс істеуге болатын суреттің кара-ақ нұсқасы;

- реңк осі бұрыш түрінде көрінеді және негізгі тонға жауап береді;

- Saturation осі (ортасынан шетіне дейінгі қашықтық) түстің қанықтығы байланысты.

HSV түстерді қалай елестетуге әлдеқайда жақын. Егер адамға қараңғыда қызыл және жасыл нысанды көрсетсе, ол түстерді ажырата алмайды. HSV-да бірдей. V осі бойынша төмен болса, реңктер арасындағы айырмашылық соғұрлым аз болады, өйткені қанығу мәндерінің ауқымы төмендейді.

Нысанды бөлудің ең көп таралған жолы — бұл түс.

Түс-бұл дененің белгілі спектрлік құрамы мен қарқындылығының көрінетін сәулеленуін бейнелейтін немесе түсіретін қасиеті. Барлық жерде және барлық жерде бізді Түсті индикаторлар қоршайды. Бағдаршамдар, жол белгілерінің АҚ және сары сызықтары, өнімдердің корпоративтік түстері, жол көрсеткіштері және әр түрлі индикаторлар. Мысалы, көзі нашар көретін адамдар үшін дүкендердің есіктеріне сары шеңберлерді желімдейді(сары-олар көрген соңғы түс), мысалы, шыны есігі бар шыны витринаны шатастырмау үшін.

Сондай-ақ жаяу жүргіншілер өткелдерінің баспалдақтарында сары жолақтар пайда болады. Жиектің сары бояуымен жабылады. Бұл түс ең жарқын және көру қабілеті нашар адамдардың бірі қалада бағдарлану оңай. Түс бойынша іздеудің маңызды мәселелерінің бірі-көптеген факторлардың әсері. Мысалы, жарықтандыру. Сондай — ақ, көзге көрінетін түс-сәулеленетін жарық пен беттің өзара іс-қимылының нәтижесі екенін ұмытуға болмайды. Яғни, егер ақ парак қызыл шамды жарықпен жарықтандырса, онда Парак қызыл болып көрінеді.

Осы түспен келесі нысанды іздеу үшін түстерді таңдау түс кеңістігінде кейбір мақсатты аймақты таңдау міндетіне кіреді. Ізделетін объект осы мақсатты аймақтан түсетін нүктелерге сәйкес келетін түстерге ие болуы тиіс деп болжанады. Мұнда екі жағдай болуы мүмкін:

- \* мақсатты аймақ түс кеңістігінде алдын ала бөлінеді;

- \* мақсатты аймақ пайдаланушының нұсқауларымен анықталады, мысалы, адамның табиғи тілінің түс терминдерімен сипатталады: "көк", "қызыл", "ашық сары", "қара-жасыл" және т. б •

Екінші жағдай адаммен қарым-қатынас кезінде туындайды, мысалы, роботқа "қызыл кружка алып кел"деген фраза түрінде команда береді. Басқа мысал-объектінің түсі немесе оның түс композициясының ерекшеліктері көрсетілген бейнелер базасы бойынша іздеу.

Табиғи тілдің түстік терминдері мен түстік кеңістіктің аймақтары арасында сәйкестіктерді құру міндеті бұрыннан белгілі.

Бұл міндетті шешудің көптеген әдістері бар.

Н шкаласындағы бір нүкте  $S$  және  $V$  мәндерімен екі өлшемді аймақты анықтайды (қанықтығы мен мәні). Бірақ бұл аймақтың барлық нүктелері емес. Мысалы, қызыл тонға арналған  $h$  мәні таңдалса, онда  $S = 0$  және кез келген  $V$  сұр градациясына қатысты реңктерді аламыз, ал кіші  $V$  және кез келген  $S$  кезінде біз қара түске жақын өте қара реңктерді аламыз. Сондықтан осы екі өлшемді аймақта берілген  $H$  мақсатты аймақ  $V > V_{\min}$  және  $S > S_{\min}$ , мұнда  $V_{\min}$ ,  $S_{\min}$  – кейбір константтар.

Егер тек бір  $h$  мәнімен шектелсе, онда мақсатты аймақ екі өлшемді аймақ болады, және түс реңінің кез келген, тіпті аздаған өзгерістері осы аймақтан тыс шығарылады. Сондықтан жалпы жағдайда адам  $h$  шкаласындағы мақсатты диапазонды таңдайды, ол екі мәнді көрсетеді:  $H_{\min}$  және  $H_{\max}$ .

Сонымен қатар, әрбір  $H$  үшін  $[H_{\min}, H_{\max}]$  диапазонында жоғарыда аталғандарға ұқсас екі өлшемді аймақ қалыптасады. Осылайша, мақсатты аймақ ретінде HSV кеңістігінде үш өлшемді аймақ қалыптасады. Және бұл аймақ  $h$  шкаласы бойынша тек екі мәнді таңдаумен анықталады, атап айтқанда  $H_{\min}$  және  $H_{\max}$ .



Сурет 4.3- HSV моделі  $h$  түсті тондар шкаласы

Неге  $H_{\min}$  және  $H_{\max}$  мәндерін таңдау шешілді, ал бір  $h$  мәні емес, бұл мәннен ауытқулардың кейбір диапазонын автоматты түрде анықтайтын? Мысалы, жасыл түс ретінде қабылданатын тондар диапазоны, сары түс ретінде қабылданатын тондар диапазонының кеңдігі. Сонымен қатар, түрлі адамдар үшін осы диапазондардың ұзындығы түс терминдерін түсінудің жеке ерекшеліктеріне байланысты әр түрлі болады. Бұл параметрлерді анықтау үшін кадрдағы белгілі бір түс бөлуге көмектесетін бағдарлама жазылған.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста күрделі фон негізінде жылжымалы объектілерді бақылауды жүргізу үшін бейімделген ТКЖ алгоритмдік және бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеумен байланысты мәселелер қаралды. Мұндай жүйенің басты артықшылығы оның толық дербестігі болып табылады. Жүйе өз жұмысы кезінде оператор-адамның қатысуын талап етпейді, бұл соңғысын сыртқы орта тарапынан жағымсыз әсерлерден қорғауға мүмкіндік береді.

Жұмыстың қорытындысы келесі негізгі нәтижелер болып табылады:

- Нақты аппараттық қамтамасыз ету үшін әзірленген алгоритмді күйге келтіру мақсатында бейнеаппарат платасын зерттеу әдістемесі.

- Бейнеаппаратты алдын ала өндеудің адаптивті алгоритмдерін әзірлеу, ол ТКЖ жұмыс процесінде әрбір келіп түсетін бейне үшін сүзгілердің ең тиімді кезектілігін таңдауға мүмкіндік береді, бұл әдеттегі әдістермен салыстырғанда сүзу сапасын 30-40% - ға жақсартады. Жүйенің жұмыс жағдайларына қарай сүзгілердің жұмыс сапасын объективті бағалау әдістемесі.

- Бақылау объектілерін табудың тұрақтылығын 3-4 есе арттыруға мүмкіндік беретін күрделі фон жағдайында жылжымалы объектілерді анықтау алгоритмін әзірлеу: сыртқы жағдайларға ТКЖ бейімдеу алгоритмдерін пайдалану кезінде бірінші түрдегі қателердің ықтималдығы  $P_1 = 7\%$  құрайды, екінші түрдегі қателердің ықтималдығы -  $P_2 = 4\%$ ; осы алгоритмдерді пайдаланбай- $P_1 = 23\%$ ,  $P_2 = 16\%$  сәйкесінше.

- Жүйенің құрамында әзірленген алгоритмдердің параллель жұмыс істеуін қамтамасыз ететін жаппай қызмет көрсетудің 3 фазалық жүйесі түріндегі ТКЖ моделі жүйенің жұмысын оңтайландыру әдістемесі әзірленетін болады, оның көмегімен ТКЖ-ның жұмыс істеуінің тиімді параметрлері алынған: жүйеге бейнелердің түсу жиілігі, өтінімдердің кезектерін сақтау үшін буферлердің ұзындығы, жүйенің фазалары тоқтап қалуының барынша рұқсат етілген уақыты қаралды.

Теориялық және эксперименттік зерттеулердің алынған нәтижелері жылжымалы объектілерді табумен байланысты міндеттердің кең шеңбері үшін пайдаланылуы мүмкін: конвейерде қозғалатын бөлшектермен операциялар кезінде роботты басқару үшін, күзет жүйелеріндегі дербес блок ретінде немесе темір жолдар мен тас жолдағы, сондай-ақ бірқатар әскери міндеттерде трафикті бақылау жүйелерінде. Бұл АҚҚ жалған іске қосылу санын азайтуға және экстремалды (күрделі фон) жағдайларда оның жұмысының тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді.

## Қысқартулар және терминдер

ТКЖ-Техникалық көру жүйесі

ДБ- Дербес компьютер

СМО- Системаның мүмкіндік ортасы

АҚҚ-Ақпараттық құрал қорректорі

ERP /MRP- Enterprise Requirement Planning/ Material Resource Planning.

Кәсіпорын ресурстарын жоспарлау

CCD/CMOS- Complementary metal-oxide-semiconductor . Транзисторлардағы  
комплементарлық логика

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алпатов Б. А. Оценивание параметров движущегося объекта в последовательности изменяющихся двумерных изображений // Автометрия. 1991. - № 3. - С. 21-24.
2. Алпатов Б. А. Оценивание параметров движущегося фрагмента изображения // Техника средств связи. Сер. Техника телевидения. 1991. - № 2. - С. 48-51.
3. Алпатов Б. А. Оптимальное оценивание параметров движения объекта в последовательности изображений // Автометрия. 1994. - № 2. - С. 32-37.
4. Анисимов Б. В., Курганов В. Д., Злобин В. К. Распознавание и цифровая обработка изображений. М.: Высшая школа, 1983. - 295 с.
5. Аоки М. Оптимизация стохастических систем: Пер. с англ. М.: Наука, 1971.-424с.
6. Баклицкий В. К. Применение метода фильтрации Калмана к синтезу корреляционно-экстремальных систем // Изв. ВУЗов. Радиоэлектроника. -1982.- №3.-С. 53-58.
7. Бейтс Р., Мак-Донелли. Восстановление и реконструкция изображений. -М.: Мир,1989. -336 с.
8. Бочков С. О., Субботин Д. М. Язык программирования Си для персонального компьютера. М.: Радио и связь, 1990. - 384 с.
9. Брайсон А., Ю-ши Хо. Прикладная теория оптимального управления. - М.: Мир, 1972.-544с.
10. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. М.: Главиздат, 1953. - 608 с.
11. П.Брябрин В. М. Программное обеспечение персональных ЭВМ. М.: Наука, 1989.-272 с.
12. Бусленко Н. П. Математическое моделирование производственных процессов на цифровых вычислительных машинах. М.: Наука, 1964. - 362с.
13. <https://repl.it/languages/python3>
14. Быстрые алгоритмы цифровой обработки изображений /Под ред. Г. С. Хуанга. М.: Радио и связь, 1984. -220 с.
15. Васильев В. И. Распознающие системы: Справочник. Киев: Наукова думка, 1983.-422 с.
16. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М.: Физматгиз, 1962. - 564 с.
17. Воскобойников Ю. И., Иванов М. С., Кисленко Н. П., Мосейчук О. Н. Эффективные алгоритмы вычисления и обработки полей скоростей по изображениям частиц в потоке // Автометрия. 1996. - № 3. - С. 34-45.
18. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. М.: Физматгиз, 1961. -406 с.
19. Дейч А. М. Методы идентификации динамических объектов. М.: Энергия, 1979.-240 с.
20. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. М.: Мир, 1976.-511 с.

```

import numpy as np
if __name__ ==
'__main__':
    def nothing(*arg):    pass
    cv2.namedWindow( "result" ) # создаем главное
окно cv2.namedWindow( "settings" ) # создаем окно
настроек

cap = cv2.VideoCapture(1)
# создаем 6 бегунков для настройки начального и конечного цвета
фильтра cv2.createTrackbar('h1', 'settings', 0, 255, nothing)
cv2.createTrackbar('s1', 'settings', 0, 255, nothing)
cv2.createTrackbar('v1', 'settings', 0, 255, nothing)
cv2.createTrackbar('h2', 'settings', 255, 255, nothing)
cv2.createTrackbar('s2', 'settings', 255, 255, nothing)
cv2.createTrackbar('v2', 'settings', 255, 255, nothing) crange = [0,0,0,
0,0,0]
while True:    flag, image =
cap.read()
img=image[320:450, 0:640]
    #боковая камера
    #img=image[120:290, 70:590]
#img=image[0:480,0:640]
    hsv = cv2.cvtColor(img,
cv2.COLOR_BGR2HSV )
    # считываем значения бегунков
    h1 = cv2.getTrackbarPos('h1', 'settings')    s1
= cv2.getTrackbarPos('s1', 'settings')    v1 =
cv2.getTrackbarPos('v1', 'settings')    h2 =
cv2.getTrackbarPos('h2', 'settings')    s2 =
cv2.getTrackbarPos('s2', 'settings')    v2 =
cv2.getTrackbarPos('v2', 'settings')
    # формируем начальный и конечный цвет
фильтра    h_min = np.array((h1, s1, v1), np.uint8)
h_max = np.array((h2, s2, v2), np.uint8)

    # накладываем фильтр на кадр в модели HSV
thresh = cv2.inRange(hsv, h_min, h_max)
    #edges = cv2.Canny(thresh,100,200)

```



```

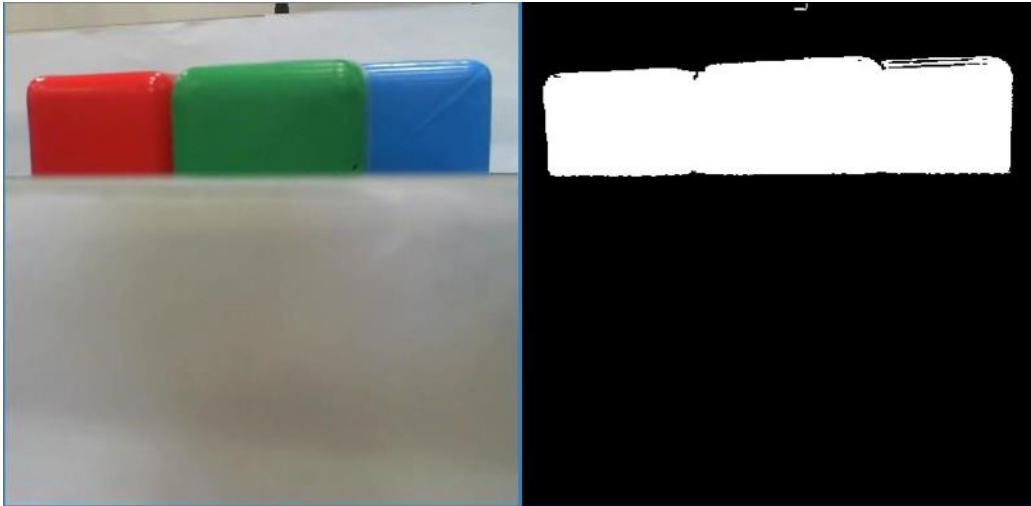
cv2.imshow('result',thresh)
cv2.imshow('original',image)

```

```

cv2.imshow('result1', img)
ch = cv2.waitKey(5)
if ch == 27:    break

```



#листбумаги

```

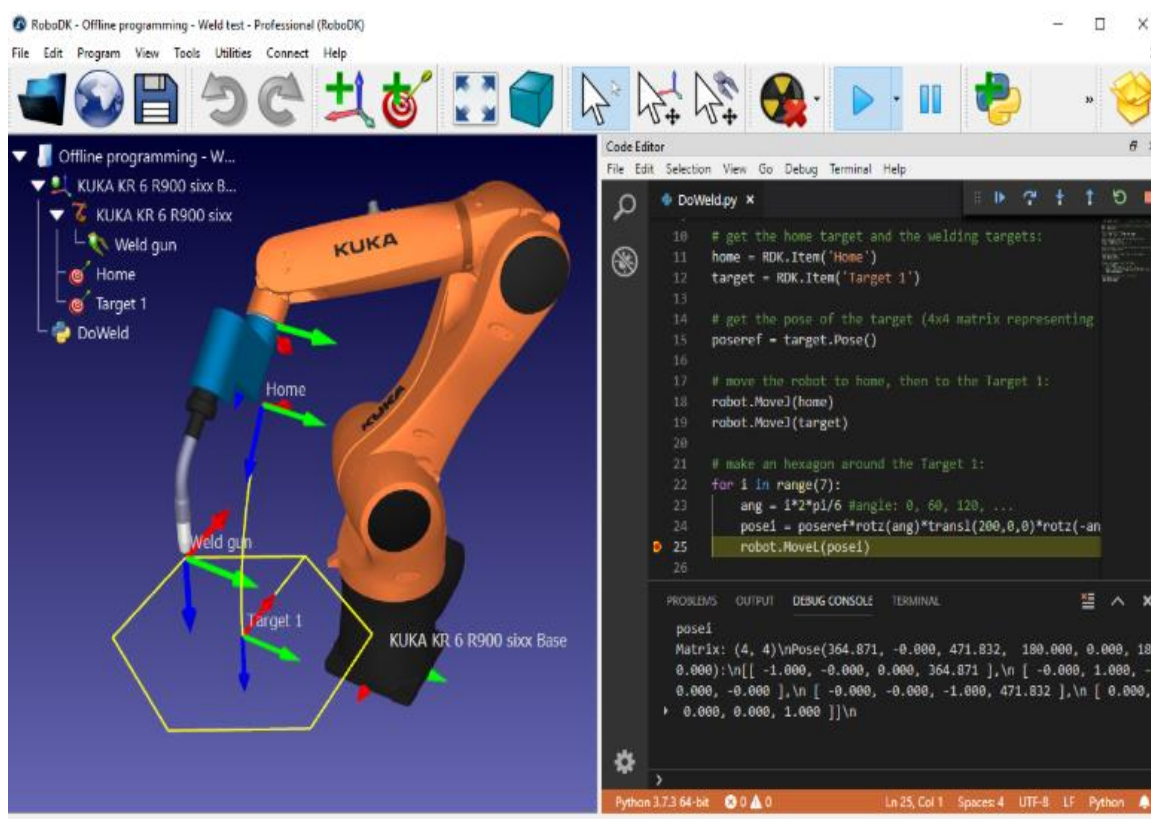
cap1 = cv2.VideoCapture(2) color_blue = (255,0,0)
color_yellow = (0,255,255) min_val, max_val =
232.75, 257.25 lower_paper = np.array([0,66,0])
upper_paper = np.array([255,255,229]) lower_conv
= np.array([0,0,0]) upper_conv = np.array([0,0,0])
def contour(image,mincolor,maxcolor,title):
    hsv = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2HSV)    thresh=
cv2.inRange(hsv, mincolor, maxcolor)    blur =
cv2.blur(thresh,(5,5))
    _, contours, hierarchy = cv2.findContours( blur.copy(),
cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_NONE)    c = max(contours,
key=cv2.contourArea)
    rect = cv2.minAreaRect(c) # пытаемся вписать прямоугольник    box =
cv2.boxPoints(rect) # поиск четырех вершин прямоугольника    box =
np.int0(box) # округление координат
cv2.drawContours(image,[box],0,(255,0,0),2)    imgray = cv2.cvtColor(image,
cv2.COLOR_BGR2GRAY)    mask = np.zeros(imgray.shape,np.uint8)
cv2.drawContours(mask,[c],0,255,-1)    mean_val = cv2.mean(image,mask =
mask)    M = cv2.moments(c)    cx = int(M['m10']/M['m00'])    cy =
int(M['m01']/M['m00'])    cv2.imshow(title, image)    return cx,mean_val

```

```

ret,image = cap.read()  img=image[120:290, 70:590]
#cv2.imshow('test', img)
X,mean_val=contour(img,lower_paper,upper_paper,'camera1')
    if min_val <= X <= max_val:
        cv2.putText(img, "Hello world!", (X,155),
            cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1, color_yellow, 2)
            if mean_val[2]>120:          lower_conv =
np.array([0,93,45])          upper_conv =
np.array([5,255,255])          elif mean_val[0]>120:
        lower_conv = np.array([89,122,44])          upper_conv =
np.array([140,255,255])
            elif mean_val[1]>90:
        lower_conv = np.array([51,87,7])          upper_conv =
np.array([72,255,255])
        _img1 = cap1.read()          frame=img1[320:450, 0:640]
        Y,_=contour(frame,lower_conv,upper_conv,'camera2')
        #print(X,Y)
        k = cv2.waitKey(5) & 0xFF          if k == 27:          break

```



```

from robolink import * # RoboDK's API
from robodk import *   # Math toolbox for robots

# Start the RoboDK API:
RDK = Robolink()

# Get the robot item by name:
robot = RDK.Item('Fanuc LR Mate 200iD', ITEM_TYPE_ROBOT)

# Get the reference target by name:
target = RDK.Item('Target 1')
target_pose = target.Pose()
xyz_ref = target_pose.Pos()

# Move the robot to the reference point:
robot.MoveJ(target)

# Draw a hexagon around the reference target:
for i in range(7):
    ang = i*2*pi/6 #ang = 0, 60, 120, ..., 360

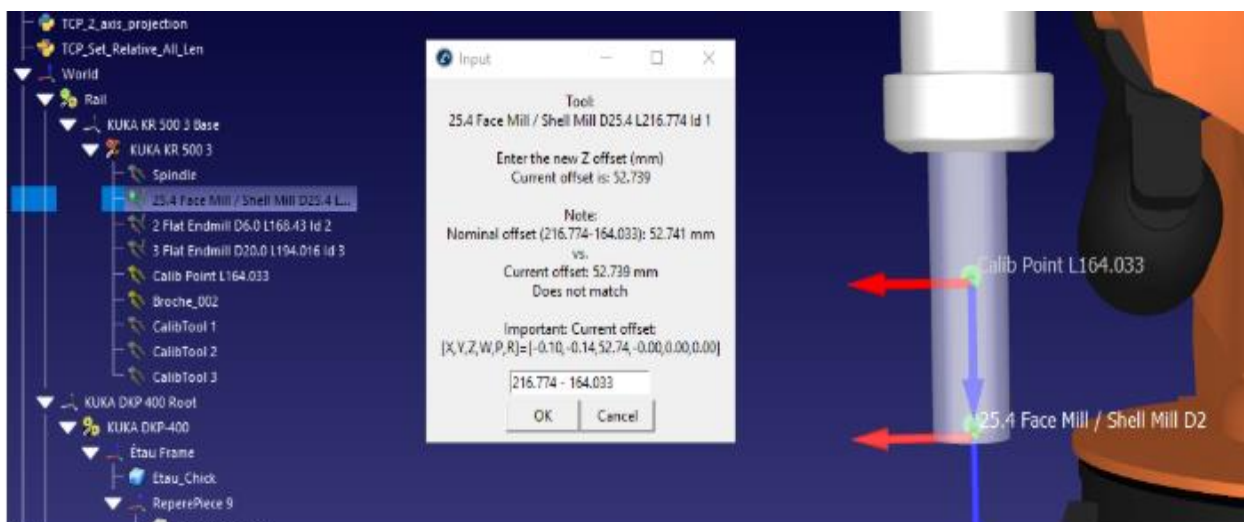
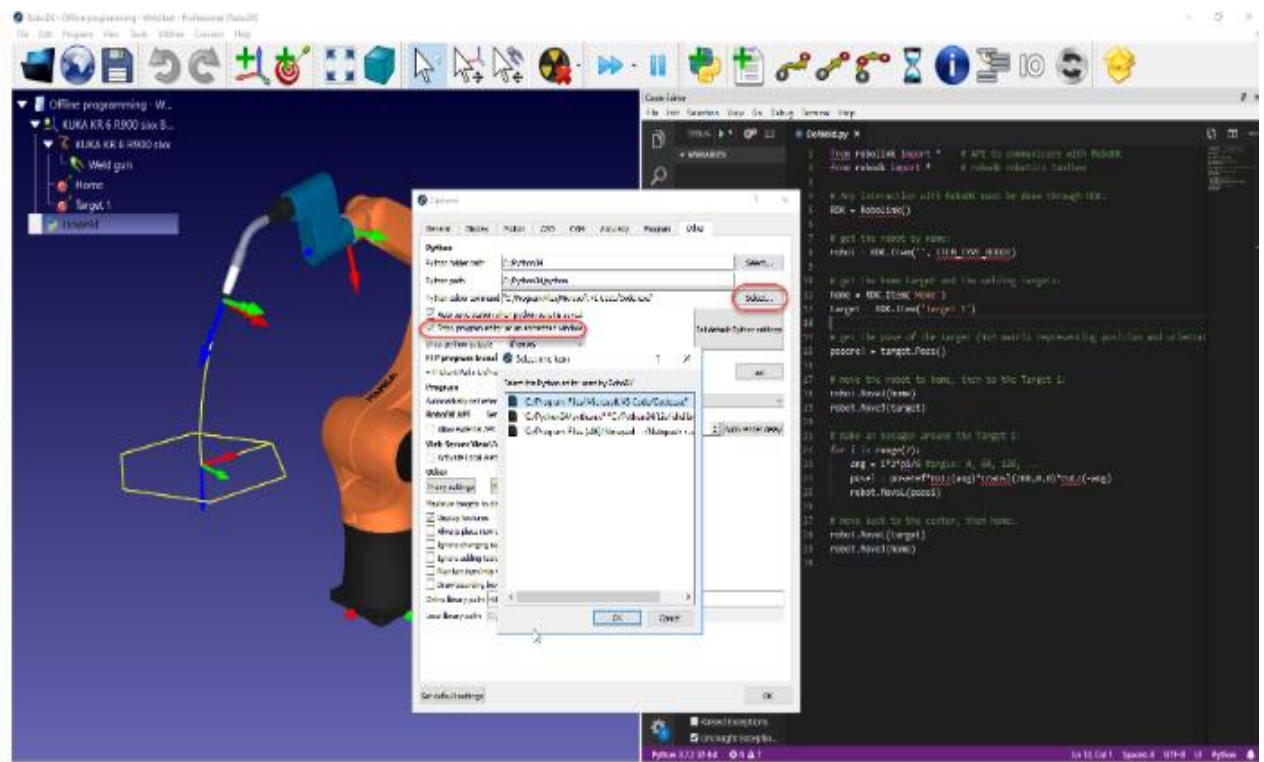
    # Calculate the new position around the reference:
    x = xyz_ref[0] + R*cos(ang) # new X coordinate
    y = xyz_ref[1] + R*sin(ang) # new Y coordinate
    z = xyz_ref[2]              # new Z coordinate
    target_pos.setPos([x,y,z])

    # Move to the new target:
    robot.MoveL(target_pos)

# Trigger a program call at the end of the movement
robot.RunCode('Program_Done')

# Move back to the reference target:
robot.MoveL(target)

```



```
from robolink import * # RoboDK API
from robodk import * # Robot toolbox
```

# Name of the reference tool (name in the RoboDK tree)

# The name must contain the length in mm

```
TOOL_NAME_REF = 'Calib Point L164.033'
```

*# Get the nominal tool length based on the tool name and the L keyword*

```
def get_len_tool(toolname):
    toolnamelist = toolname.split(" ")
    for w in toolnamelist:
        if w.startswith("L"):
            try:
                len_tcp_definition = float(w[1:])
                return len_tcp_definition
            except:
                print("Unable to convert word: " + str(w))
                continue
```

```
    print("Warning! Unknown length")
```

```
    return None
```

*# Start the API*

```
RDK = Robolink()
```

*# Retrieve the reference tool and make sure it exists*

```
tcpref1 = RDK.Item(TOOL_NAME_REF, ITEM_TYPE_TOOL)
```

```
if not tcpref1.Valid():
```

```
    raise Exception('The reference TCP does not exist')
```

*# Get the reference length*

```
len_ref = get_len_tool(tcpref1.Name())
```

```
if len_ref is None:
```

```
    print("Reference length not specified, 0 assumed")
```

```
    len_ref = 0
```

*# Retrieve the pose of both tools*

```
pose1 = tcpref1.PoseTool()
```

*# Iterate through all tools*

```
for tcpref2 in tcpref1.Parent().Childs():
```

```
    if tcpref2.Type() != ITEM_TYPE_TOOL:
```

```
        # Not a tool item, skip
```

```
        continue
```

```
    if tcpref1 == tcpref2:
```

```
        # this is the same tool, skip
```

```
        continue
```

