

emeri la zabal zazu



Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO

INDUSTRIA INGENIARITZA TEKNIKOKO ATALA

SECCIÓN INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

--

Sinadura
DATA

Sinadura
DATA

AURKIBIDEA

1. TESTUINGURUA.....	2
2. AURREKARIAK.....	14
3. HELBURUA.....	16
4. ONURAK.....	18
5. ESPEZIFIKAZIOAK.....	19
6. ALTERNATIBEN ANALISIA	22
7. DISEINUAREN LABURPENA.....	29
8. AURREKONTUAREN LABURPENA	40
9. PLANGINTZA	41
10. ARRISKUEN ANALISIA.....	43
11. ONDORIOAK	45
12. BIBLIOGRAFIA	46

1. TESTUINGURUA

Orain dela urte asko ezinezkoa zirudien begiak egiten zuen lana era automatikoan kamera batek egin zezakenik. Hala ere, orokorrean teknologiaren aurrerakuntzari esker ikusmen artifizialak asko hobetu du urteetan zehar. Ikusmen artifiziala, teknologia berria dela esan dezakegu, izan ere, bere sarrera industrian ez da orain dela denbora askotakoa izan, 80. hamarkadan hasi baitziren teknologia hau erabiltzen. Hau, elektronikaren iraultzaren ondorioz eman zen, bideo kamera eta mikroprozesadorei esker. Hori horrela, teknologiak kamera eta ordenagailu hobetoak eta indartsuagoak sortzen hasi ziren ikusmena egokiagoa izan zedin.

Gizakiak egindako ikuskapenak askotan ezin dute industria modernoko baldintza batzuk bete, produkzioaren abiadura, produktuen kalitatea eta produkzio kosteari buruzkoak adibidez. Gizakiak nekatu egiten dira eta akatsak egiten dituzte eta gainera ikuskapenetan zehar aplikatzen diren irizpideak subjektiboak dira. Baita ere, batzuetan ingurumen baldintzagatik ezinezkoak dira, gizakiarentzat, ikuskapenak egitea. Guzti honen ondorioz sortzen da ikusmen artifizialeko kontzeptua, izan ere, ikusmen artifizialeko sistemak neurketak doitasun konstante batekin eta ekoizpen prozesua berak jarritako denboran aritu daitezke.

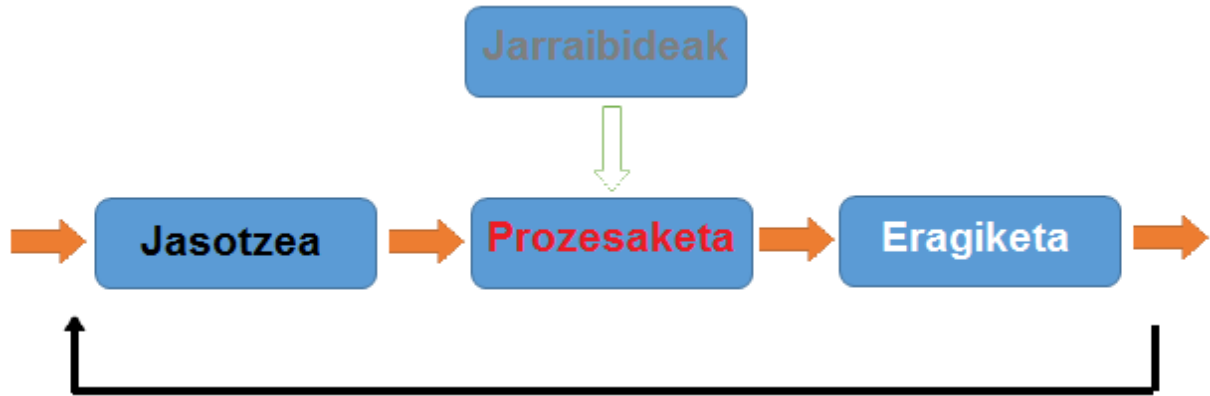
Ikusmen artifiziala, inteligentzia artifizialaren adarretako bat da. Bere helburu nagusia aurretik esan bezala, gizakion ikusmenak egiten dituen prozesuak matematikoki modulatzeko eta ordenagailuen bidez kapazitate hauek simulatzeko dituen programak sortzea izango da. Ikusmen artifizialak modu automatikoan ingurunearen propietate eta egitura detektatu ditzake 3 dimentsiotan bi dimentsioko irudietatik abiatuz. Irudi hauek, koloregabeak edo koloredunak izan daitezke, eta kamera batek edo batek baino gehiagok har ditzake.

Gizakiok ahalegin handirik gabe objektu ugari detektatu ditzakegu irudi batetan, objektu hori, irudian, zertxobait aldatuta badago ere, adibidez tamaina aldatuta edo eskala edo mugituta edo biratuta badago, gizakiok detektatu dezakegu. Baina ikusmen artifizialeko sistementzako erronka bat da.

Taula baten gizakion begiaren eta ikusmen artifizialaren arteko konparatibo bat:

<i>Begiaren Ikusmena VS Ikusmen artifiziala</i>		
<i>GAITASUNA</i>	<i>IKUSMEN ARTIFIZIALA</i>	<i>GIZAKI BEGIA</i>
<i>Distantzia</i>	Gaitasun murriztua	Gaitasun egokia
<i>Orientazioa</i>	2 dimentsioetarako egokia	Gaitasun egokia
<i>Mugimendua</i>	Murriztua, detektatu beharreko objektuari lotua	Gaitasun egokia
<i>Ertzen detekzioa</i>	Kontraste askotako irudia behar du	Gaitasun handiak
<i>Irudiaren interpretazioa</i>	Gaitasun murriztua	Gaitasun oso garatua
<i>Itzalak irudian</i>	Gaitasun oso murriztua	Gaitasun oso garatua
<i>2 dimentsioko balorazioa</i>	Gaitasun oso ona	Gaitasun oso garatua
<i>3 dimentsioko balorazioa</i>	Gaitasun murriztua	Gaitasun oso garatua
<i>Erresoluzioa</i>	Pixelen neurriaren mugaketa	Gaitasun altuko erresoluzioa
<i>Prozesaketa denbora</i>	Segundo bat baino gutxiago irudiko	Denbora errealean
<i>Sentsibilitatea</i>	Egokia	Oso egokia
<i>Koloreen bereizketa</i>	Kontraste altuko irudietara murriztua	Bereizketa oso garatua

Ikusten den bezala giza begiak irabazten du alderaketa egiterako orduan, hala ere, ikusmen artifizialak bere erabilerara asko hurreratzen den teknologia bat da. Non ondoren teknologia honek dituen zatiak adieraziko diren:



- **Jasotzea:** Sistemak analizatu nahi den objektuaren irudi bisuala jasoko du. Oso garrantzitsua da jasotzea egokia izan dadin argitasun eta kameraren elementu optikoen aukeraketa egokia.
- **Jarraibideak:** softwareak egingo dituen operaketak irudiaren jasotzea hobetuz izan dadin. Jarraibide hauek normalean irudiaren prozesaketa denboraren luzatzea eragingo dute.
- **Prozesaketa:** Zati honetan sistemak jasotako irudiaren tratamendua egingo du emandako jarraibideen arabera. Hemen emango den denboran sistemak beharrezkoak diren neurketa eta inspekzioak egingo ditu.
- **Eragiketa:** Prozesu honetan sistemak erantzun bat emango du eta beharrezkoak diren aginduak bidaliko dizkio kanpo elementuei.

Ondoren ikusmen artifizialeko sistemak eduki beharrezko elementuak ageriko dira:

- **Iluminazio sistema**

Aspektu garrantzitsuenetako bat da iluminazio sistema, izan ere, kamerak objektuetan erreflexatutako argia hartzen dute ondorengo analisisa egiteko ondorioz, argitasun uniforme eta

inguruarekiko independentea izan beharko du. Gainera, nahi ditugun ezaugarriak lortzea errazagoa izan dadin lagundu beharra dauka.

Argitasunean ematen diren aldakuntzak sistemak objektuetako aldakuntza bezala hauteman ditzake. Beharrezkoa da argitasun egonkor bat edukitzea non detektatu nahi ditugun objektuak nabarmenduko dituen eta itzal eta erreflexuak ekidingo diren.

Guzti horren ondorioz, argitasunaren helburuak: kontrastearen optimizazioa, inguruarekiko argitasunaren aldakuntzak kontrolatzea eta ondorengo prozesuen erraztea. Horretarako merkatuan hainbat baliabide edukiko ditugu:

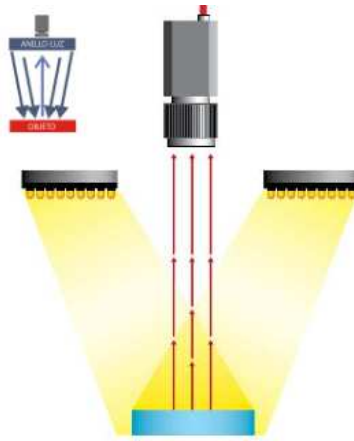
- Halogenoak: Oso argitsua dira baina denborarekin degradatzen dira eta asko berotzen dira.
- Goritasun lanpara: Ekonomikoak baina asko berotzen dira eta denborarekin degradatzen dira.
- Fluoreszente: Tamaina eta forma askotakoak baina keinadak ematen dituzte.
- LED: Iraunkortasun handia, kolore desberdinetan topa daitezke eta kontsumo baxua daukate.
- Etb.

Teknika desberdinak daude argitasunean objektuaren zein zati analizatu nahi denaren arabera. Ondoren azalduko dira garrantzitsuenak:

➤ Argitasun frontala:

Kamera argitasunaren norabide berean kokatzen da. Honekin, objektuen itzalak ekiditen dira, testurak leuntzen dira, objektuak eduki ditzakeen inperfekzioak gutxitzen dira. Kamerak objektuaren argia zuzenean jasotzen du. Argitasun tipo hau eraztun moduko argiekin ematen da.

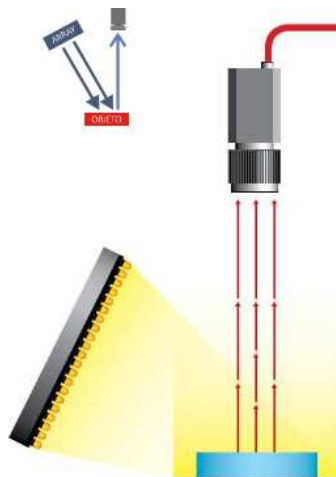
Argitasun mota honek itzalak ezabatzen ditu eta kamera objektuarekiko distantzia luzean erabili daiteke. Beste alde batetik, erreflexu handia sortzen da objektuaren materiala oso islatzailea baldin bada.



➤ Saihetseko argitasuna:

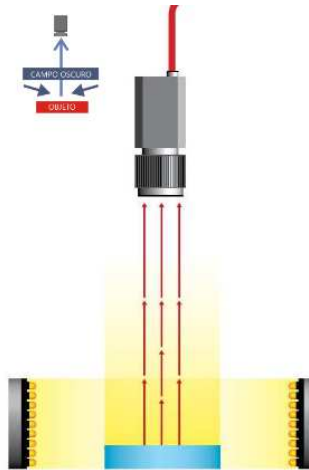
Kamera objektuari begira kokatzen da eta argiaren norabidea ordea objektuari saihets kokatzen da. Argitasunaren inklinazio angelua beharrezko nabarmendu nahi den gainazalaren araberakoa izango da.

Argitasun mota honek gainazalaren erliebeak egoki ikusteko erabiltzen da. Beste alde batetik, angelua oso txikia baldin bada horizontalekin itzalak sortuko ditu erliebe denetan.



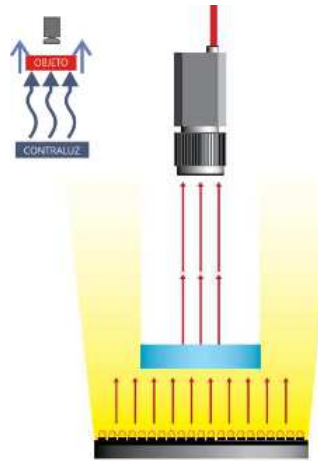
➤ Eremu iluneko argitasuna (DARK FIELD)

Argia saihetsetik bidaliko da oso angelu txikiarekin eraztun motan norabide guztietan, objektuaren akats guztietan errebotatuz. Gainazaleko zehetasunak nabarmentzen ditu kontraste txikiarekin. Baina beste alde batetik, ez da egokia izango argia xurgatzen duten gainazaletan.



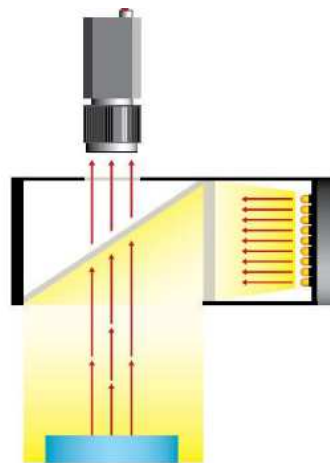
➤ Kontrastearen araberako argitasuna

Argia objektuaren atzeko aldetik bidaltzen da, objektua argia bidaltzailearen eta kameraren artean geratuz. Argitasuna uniformea izan beharko da objektu guztian. Kamerak objektuaren silueta jasotzen du neurketa zehatzak egiteko gai da argitasunaren ondorioz sortzen diren itzal guztiak desagertzen baitira. Hala ere, objektuaren gainazaleko zehetasunak ezin dira ikusi.



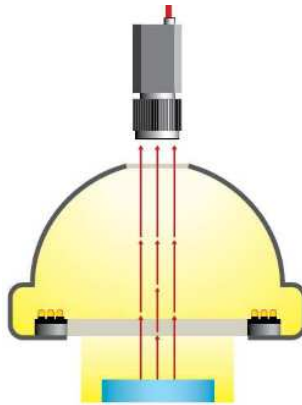
➤ Argitasun axial difusoa

Argia saihetsetik bidaltzen da non 90°-tan isladatzen da sasi gardena den ispilu baten laguntzarekin. Behin argi honek ispiluan isladatzen denean argia kameraren norabide berean isladatuko da objektuan, argi homogeneo difuso bat sortuz. Teknika honekin material oso isladakorren gainazaleko kodigoak neurtzea ahalbidetzen da. Baina, ezin dira objektuen erliebeak lortu.



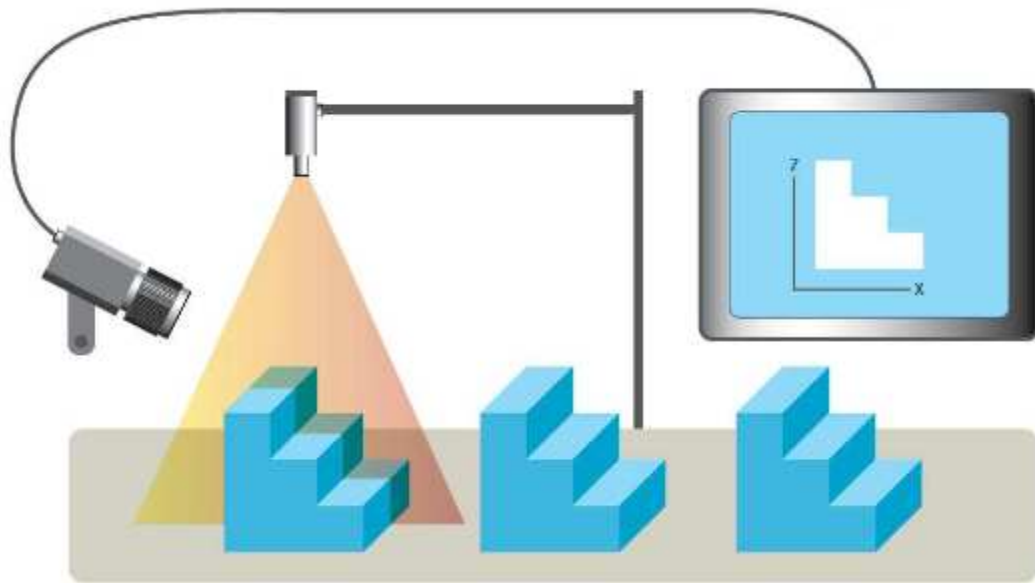
➤ Kupula erako argitasun difusoa

Argia kupula esferiko baten barruan bidalia izango da azkenean norabide guztietako argi difuso konstante bat sortuz non itzalak, erreflexuak, testurak etb desagertuko diren. Hala ere, kostu handiko teknika bat izango da.



➤ Laser bidezko argitasuna

Teknika hau objektuaren hirugarren dimentsioa ezagutzeko erabiltzen da. Teknika honetan argia angelu ezagun batetara ezartzen da eta kamera ordea argiaren arabera sakontasuna neurtu daitekeen edozein tokitan. Hiru dimentsiotako neurketa bat egiteko, argi linea bat bidaltzen da. argi horretan dauden aldakuntzak objektuaren alturako aldakuntza bezala interpretatzen da. Gainera, kanpoko argiak ez du eraginik izango teknika honetan. Beste alde batetik, oso teknika garestia da eta erabiltzen diren lenteak zirkularrak baldin badira laserrak ez dauka intentsitate berdina patroian zehar.



- **Kameraren lentea**

Kameraren lentea aukeratzeko orduan hainbat parametro eduki beharko dira kontutan: kameraren sensorearen tamaina, kameraren eta objektuaren arteko distantzia eta objektuaren tamaina. Iragazki optikoen erabilerak analizatu beharreko elementuak nabarmendu ditzake behar dugun arrakasta lortuz. Lente egoki baten aukeraketak soluzio optimoa lortzea lor dezake. Hala ere, kameraren lentea aukeratu baino lehen hainbat kontzeptu bereganatu beharko dira.

- Foku distantzia

Foku distantzia lentearen eta sensore elementuaren arteko distantzia mm-tan adierazten du. Kameraren objektiboek foku distantzia finko edo mugikorra eduki ditzake. Foku distantzia aldatuz gero, objektuarekiko hurbiltasun edo urruntzea lortzen da.

- Foku edo fokuratze

Normalean ikusmen artifizialean erabiltzen diren sistemak foku distantzia aldakorra edukitzen dute, foku edo fokuratze deituak. Oso garrantzitsua da analizatu nahi den objektua ondo enfokatuta egotea.

➤ Sakontasun eremua

Objektuak enfokatuta agertuko diren distantzia izango da. Diafragmaren irekitze gutxiagorekin, sakontasun eremua handiagoa izango da.

➤ Diafragmaren irekitzea

Diafragma objektiboaren zati bat da non kamerara sartuko den argi kantitatea kontrolatzen duen. Giza begiaren irisak bezalako lana egingo du, irekitzen eta zarratzen argi gehiago edo gutxiago sartzea onartuz.

Kontzeptu guzti hauek jakin ostean lentea aukeratzeko ordua iristen da:

$$f = \frac{b+D}{B} * c$$

non,

b= Sentsorearen tamaina

B= Objektuaren zabalera

f= Foku distantzia

D= Objektuarekiko distantzia

c= Sentsorearen tamainaren
konbertsio faktorea

• Kamera

Hauen funtzioa objektuaren ezaugarriak lortu eta datu hauek prozesatzeko bidali irudi digital baten bidez non irudi hori interpretatu, gorde edo bistaratu egingo den. Sentsore mota, tamaina eta erresoluzioa eskuratu nahi den objektuaren arabera aukeratu da.

➤ Kamera analogikoak

Kamera hauek irteera bezala bideo seinale analogiko bat daukate, hau sinkronizazio seinaleekin batera lagunduta irten daitezke. Bideo ko seinaleak mugaketa batzuk dituzte, alde batetik, banda zabalera eta bestetik kableak zor dezakeen zarata analogikoa.



➤ Kamera digitalak

Kamera hauek argiarekiko sentsibleak diren sentsoreak dituzte eta bere barneko elementuak elementu elektronikoak dira non irudiaren kalitatea handiagoa den eta jarduera egokiago bat ematen duten.



Kamera hauek erabiltzen dituzten sentsoreak bi motetakoak dira gehienbat CCD eta CMOS motakoak:

- CCD sentsoreak:

Gaur egun erabiltzen diren sentsore gehienak CCD motakoak dira. Hauek milioika diodorekin sortuak daude non fotoiak hartzen dituzte eta seinale elektrikoan bilakatu. Pixel kantitatea sentsoreak dauzkan diodo kantitatearekin erlazionatuta dago non informazioa irudi digital batean bilakatzen duen analogiko digital bihurgailu baten laguntzaz.

- CMOS sentsoreak:

Kasu honetan diodo bakoitza independentea da eta pixel bakoitzaren digitalizazioa barnean ematen da transistore baten laguntzarekin, ondorioz ez da beharrezkoa izango kanpo txip baten laguntza.

Industrian aplikatutako ikusmen artifizialak hainbat arlo barne hartzen ditu, hala nola, informatika, optika, ingeniarietza mekanikoa eta automatizazio industrialak. Ikusmen artifizial akademikoak ez bezala, industrialak irudi digitalen harrapaketa gain sarrera/irteerako gailuak eta fabrikaziorako erabil daitezkeen robot besoak. Ikusmen artifizialeko sistema hauek inspektzioak egiteko erabiltzen dira batez ere, inspektzio hauek abiadura handia, 24 orduko etengabeko funtzionamendua, neurrien errepikatze konstantea... Inspektzio hauen helburua pieza baten onospena lortu hainbat baldintza betez, neurriak, konposizioa...

Aplikazio ugari daude industrian:

- Automobilien fabrikazioan erabiltzen da pinturaren kalitatea kontrolatzeko.
- Bankuko billeteak inprimatzeko.
- Zirkuitu elektrikoak konprobatzeko.
- Zeramika industrian baldosen akatsak konprobatzeko

Ondorengo urteetan teknologia honen hazkunde handiago bat espero da. Teknologia berriek aurrera egiten duten heinean berean ikusmen artifizialak ere aurrera egingo duela. Industriarako erabileratik zabaldu egingo da teknologia hau entretenimendurako ikusmen artifizialeko aplikazioak sortuz.

2. AURREKARIAK

Aplikazio honetan bi multzo barne hartzen ditu ikusmen artifizialak. Alde batetik ikusmen artifiziala robotikako sistema baten barnean eta bestetik ikusmen artifiziala objektuen sailkatzean.

Robotikan dauden aurrekariekin hasiko da. Robotikan erabiltzen den ikusmen artifiziala adimen asko barneratzen duen sistema bat izango da. Ikusmenetik datorren informazioa onartu, konparatu eta azkenik gainerako sentsoreek emandako informazioarekin integratzen da. Eraitza, 3D-ko sistema baten eraikuntza bat izango da, sistemaren erabilera automatikoa ahalbidetzen duena (Schneider 1996, López-Orozco 1999)

Robotikan erabiltzen den teknika ikusmen estereoskopikoa izango da, 3D-ko sistema bat eraikitzea helburu duena. Horri 3 dimentsioak antzeman ditzakeen modulu bat gehitzen baldin bazaio objektuen presentzia detektatzeko helburuarekin askoz hobeto. Ez dago esan beharrik, ikusmen artifizialek lortutako edozein informazio gehigarri oso lagungarri izango dela robota mugitzeko orduan.

Bere erabilera ez da robotikarako soilik izango, beste hainbat aplikaziotan erabili daiteke beste makina batzuen erabilera automatikorako Amat eta Casal (1989) urtean esan bezala nekazaritza makinatarako. Edo baita autoen detekzio eta mobimenduaren estipulaziorako (Pei eta Liou 1998, Tan 1998).

Ikusmen artifizialaren beste aplikazioa objektuen sailkapena izan daiteke, bere koloreengatik, formengatik, tamainagatik etb. Adibidez, txanpon batzuen kontaketa egin txanponaren arean oinarrituta, perimetroan oinarrituta edota Euler zenbakian oinarrituta aurretiko prozesu binarizatua erabilita noski (Mil).

Cespedes (1998) pertsonen aurpegien ezagutzea egiten da ikusmen artifiziala erabilita. Intrator (1996) sare neuronalak erabiltzen dira aurpegiak identifikatzeko eta Kwon eta Lobo (1999) pertsonen adina adierazten dute aurpegien irudietatik abiatuz. Beste alde batetik, Feng

eta Yuen (1998) aurpegian begiak identifikatzen dituzte eta Purnell (1998) aurpegiak identifikatzen dituzte pertsona multzo batetan.

Hatz marken identifikaziorako ere erabilia izan da ikusmen artifiziala, hori horrela Capelli (1999) hatz marka bakoitzarentzako bektore numeriko bat lortzen da hainbat teknika erabilia ondoren klasifikatu egingo direnak.

IMAQ-ek LCD display-ak irakurtzeko ahalmena dauka bertan agertzen diren karaktereak irakurtzen argiaren bariazioa kontutan eduko gabe. Sistema honek etiketa baten baliozkoa determinatu dezake.

Kim (1996) sare neuronalak erabiltzen dituzte objektuen detekzioa egiteko. Cantoni (1997) edo Reiss (1993) hainbat teknika erabiltzen dituzte objektuen detekzioa egiteko.

3. HELBURUA

Aurretik adierazi bezala azken aldian, industrian makinei gizakien sentsuak eman nahi dizkiete, sistema kontrolatuagoak lortzeko asmotan. Hori horrela, gaur egun industrian garatuta dagoen sentsu artifizialeko bat ikusmena da. Honen ondorioz oso interesgarria izan daiteke graduaren eta industrian erabiltzen den teknologia honen arteko loturak sortzea.

Irudia 1: Ikusmen artifiziala lustratzeko irudia



Iturria: www.fundacionctic.org

Hori horrela, gradu amaierako lanaren xedea ikusmen artifizialaren inguruan lan egitea eta industrian erabiltzen duten erreminta hau praktikan jartzea da, itxura desberdineko objektuak identifikatuz eta sailkatuz. Aplikazio hau industriako hainbat erabileratan erabiltzeko sortuko da.

Horretarako, ekonomia aldetik oso merkea izango den pieza sailkatzaile automatiko bat sortuko da ikusmen artifiziala erabiliz. Aplikazio honekin, kapital asko ez daukaten enpresa txiki eta partikularrek piezak sailkatu ahal izango dituzte gizakiaren laguntzarik gabe.

Hala ere, beste alde batetik, merkatuan dauden ikusmen artifizialerako kamerak baino zehaztasun gutxiago edukiko du. Horren ondorioz, kamera hauek sortzen dituzten enpresa eta erakundeak gure mehatxu handiena izango dira.

Lan onek aplikazio ugari eduki ditzake, adibidez: kolore desberdineko piezak detektatzea eta sailkatzea edo forma desberdineko piezak detektatu eta sailkatzea. Industria arloan asko erabili daitekeen aplikazioa sortuko da.

4. ONURAK

Ikusmen artifizialeko aplikazioek hainbat onura eduki ditzakete. Onura gehienak industriari begirakoak izango dira.

Ikusmen artifizialeko aplikazioek zeregin errepikakorrak prezisio eta abiadura handiarekin egin ditzakete. Horrez gain, gizakiaren begiak ikusi ezin dituen xehetasun anitz antzeman eta gizakiak lortu ezin dituen onurak asko eman ere, batez ere produktuaren kalitatearen handitzean.

Ikusmen artifizialak industriako gainerako teknologiak hobetzen ditu azken finean:

- Produkzio errendimendu handiagoa
 - Kostuen gutxitzea
 - Denbora gutxitzea
 - Pertsonalaren kosteen gutxitzea
- Kalitatearen hobekuntza
- Errefus gutxiago produkzioan
- Bezeroen asebetetze handiagoa
- Produkzioko pieza guztien laginketa
- Akatsen detekzioa produkzioan bertan
- Langileen akatsak saihestea
 - Atentzio faltagatik
 - Ikusmeneko akatsak
 - Iritsi ezineko tokietako berifikazioa.
- Adapta errazak produkzioan ematen diren aldaketen aurrean

Beste onura pilo bat ere baditu ikusmen artifizialeko aplikazio batek industrian baina aurretik aipatutakoak dira garrantzitsuenak.

5. ESPEZIFIKAZIOAK

Proiektua egiten hasi aurretik aplikazioak izango dituen espezifikazioak zeintzuk izango diren adierazi beharra dago. Espezifikazio hauek bezeroak jarritakoak edota proiektuaren sortzaileak jarritakoak izan daitezke. Espezifikazio hauek funtzionalak edo diseinukoak izan daitezke.

5.1. FUNTZIONALAK

- Aplikazioa guztiz automatikoa izan ahalko da.

Aplikazioa gizakiaren manipulazio gabe erabiltzeko gai izan beharko da, horretarako robot beso bat erabili beharko da.

- Aplikazioak erabilera manulean erabiltzeko gai izan behar da.

Aplikazioak erabiltzaileak erabilera manuala aukeratzeko aukera izango du, non bertan erabiltzaileak esango duen zer egin nahi duen.

- Sailkapena egiterako orduan zer nolako piezak sailkatu nahi ditugun aukeratzeko aukera eman beharko du.

Piezak detektatu ondoren sailkatzerako orduan erabiltzaileak zein pieza sailkatu nahi duen esateko aukera eduki beharko du.

- Lau pieza sailkatzeko gai izan behar da gutxienez.

Piezak detektatzerako orduan gutxienez lau pieza aldi berean detektatzeko gai izan beharko da aplikazioa.

- Argi asko ez dagoen tokian erabiltzeko gai izan behar da.

Argitasun handiegirik ez dagoen tokietan aplikazioa era egokian aritzeko gai izan beharko da. Eta hau ezinezko baldin bada argitasun propioa izatea aplikazioak.

- Forma eta kolore desberdineko piezak detektatzeko gai izan beharko da.

Detektatuko dituen piezak forma eta kolore desberdina edukiko dutenez forma eta kolore desberdinak detektatzeko gai izan beharko da.

5.2. DISEINUKOAK

- Piezak detektatzeko sensore bat erabili beharko da.

Zintatik piezak datozenean detektatzeko, objektua guztiak detektatzen dituen sensore bat erabili beharko da.

- Erabiltzailearentzako interfaze erabil erraz bat eduki beharko du.

Erabiltzaileak aplikazioa erabili ahal izateko interfaze erabil erraz bat eduki beharko du aplikazioak

- Komunikaziorako txartel egonkor bat eduki beharko du.

Sistemaren zati ezberdinak komunikatzeko txartel egonkor eta azkar bat erabili beharko da erantzuna berehalakoa eta segurua izan dadin.

- Programazioa ingurune erraz batean egin beharko da.

Objektuen detekzioa egiteko programazioa ingurune ulerterraz batean sortu beharko da, ahalik eta bezeroak ulertzeko ahalmena eduki dezan.

- Kamera merkea baina aplikaziorako egokia.

Objektuei argazkia aterako dien kamera merkea izan beharko da baina aplikaziorako beharrezko bete beharrak bete beharko dituena.

- Robotak software propioa eduki beharko du.

Aplikazioan erabiliko den besodun robotak aplikazioa garatzeko software propioa eduki beharko du, programazioa ulertzerako orduan errazagoa izan dadin.

- Robotak kontroladore propioa eduki beharko du.

Robotak kontroladore propioa eduki beharko du gainontzeko elementuekin komunikatzeko errazagoa izango delako.

6. ALTERNATIBEN ANALISIA

Kasu honetan, aukeratutako ataletan zein alternatiba aukeratuko dugun azalduko da. Horretarako ondorengo taulak eraiki ditugu. Taula horietan, alde batetik, behar duguna aukeratzeko irizpidea jarrita daukagu. Bestetik, irizpide horrek daukan garrantzia eta ditugun aukera errealak.

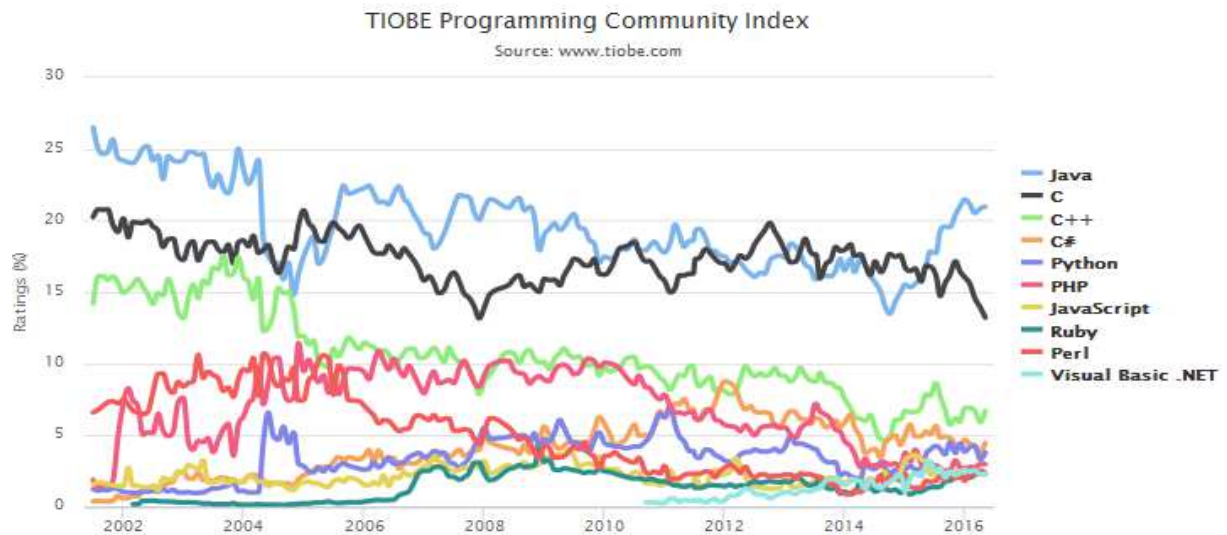
- **Lengoaia**

Lengoiari dagokionez oso garrantzitsua izango da erabiltzen eta ulertzen dugun lengoaia bat aukeratzea. Izan ere, aukeratzeko dugun lengoaia honek aplikazio bisual zein praktiko ona egiten utzi beharko digu. Hori horrela, graduan C lengoaia eta MATLAB-en lengoaia propioa erabili dira. Erabiliko dena aukeratu baino lehen, munduan zehar zein lengoaia diren erabilienak ikusiko da.

May 2016	May 2015	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Java	20.956%	+4.09%
2	2		C	13.223%	-3.62%
3	3		C++	6.698%	-1.18%
4	5	↑	C#	4.481%	-0.78%
5	6	↑	Python	3.789%	+0.06%
6	9	↑	PHP	2.992%	+0.27%
7	7		JavaScript	2.340%	-0.79%
8	15	↑↑	Ruby	2.338%	+1.07%
9	11	↑	Perl	2.326%	+0.51%
10	8	↓	Visual Basic .NET	2.325%	-0.64%
11	13	↑	Delphi/Object Pascal	2.008%	+0.71%
12	22	↑↑	Assembly language	1.883%	+1.12%
13	10	↓	Visual Basic	1.828%	-0.07%
14	4	↓↓	Objective-C	1.597%	-3.80%
15	18	↑	Swift	1.593%	+0.48%
16	12	↓	R	1.334%	-0.11%
17	38	↑↑	Groovy	1.288%	+0.90%
18	14	↓↓	MATLAB	1.287%	+0.00%

Iturria: www.tiobe.com

Taulan ikusten den bezala lehenengo eta bigarren postuan daude Java eta C hurrenez hurren. Eta ondorengo postuetan ageri dira C-ren deribatuak direnak C++ eta C#. MATLAB ordea, 18.postuan dago izan ere MATLAB inguru didaktikoan erabiltzen da gehienbat. Ondorengo grafikan urtetan zehar izandako bilakaera ageri da:



Iturria: www.tiobe.com

Aplikazio honetan irudiaren prozesaketa egiteko eta piezen ezaugarriak lortzeko egingo den programaziorako beharrezkoa da lengoaia aukeratzea. Hori jakinda hainbat lengoaia aztertuko ditugu.

C programazio lengoaia maila baxuko estandarizatuko programazio lengoaia da. Lengoaia hau egituratua da, goi-mailakoa eta malgua. C-k gainera, mihizadura lengoian edo makina lengoian aurki ditzakegun maila baxuko ezaugarriak ditu, hau de la eta, programazio oso erabilgarria da. C eta bere ondorengoak WINDOWS sistema eragilean oso erabilia da eta horrek asko laguntzen du programatzerako orduan. Hori gutxi ez eta liburutegi funtzio ugari du eta erabiltzaileei beraien erabilera propiorako liburutegiak sortzea uzten die. Bestalde, gabezia batzuk ere baditu. Horietako garrantzitsuena aplikazioen eraikuntza modularrari euskarri gutxi ematen diola.

Java objektuei zuzendutako programazio lengoaia da. Bere ezaugarri handienetako bat bere lengoian idatzitako edozein aplikazio beste edozein dispositibotan exekutatu daitekeela edozeingo konpilaziorik egin gabe. C++-en antza handia dauka, baina sintaxia, eta batik bat memoria kudeaketa, sinpleagoak dira Javan. Ezaugarri horrek askatasun handia ematen dio programazio lengoaia honi. Eta horren ondorioz, azken urteetan programazio lengoaia erabilienetako bat da.

Azkenik **MATLAB** lengoaia daukagu. Ingeniari eta zientifiko askok erabiltzen duten lengoaia da sistema eta produktu askoren analisi eta diseinua egiteko. MATLAB erabilera askotako programazioa da: seinaleen prozesaketa, irudien prozesaketa, ikusmen artifiziala, robotika eta beste hainbat esparrutan. Hori gutxi ez eta MATLAB-ek interfaze propioa egitea ahalbidetzen du baita ere beste programazio lengoaia baten laguntzarik gabe. Gainera MATLAB-ek beste lengoaia batzuekin hartu emana ere badauka, izan ere, MATLAB-ek C edo Fortran idatzitako hainbat funtzio eta subrutina erabil ditzake.

Horren ondorioz erabiltzen diren hiru lengoaia garrantzitsuren artean aukeratuko dugu:

Irizpidea	Garrantzia	C lengoaia	Java	Matlab
Prezioa	%25	8	8	3
Nire jakintasuna	%40	5	5	9
Programatzeko denbora	%25	3	4	8
Okupatzen duen memoria	%10	8	5	5
		5.55	5.5	7.15

Ondorioz, MATLAB lengoaia erabiliko dugu programatzeko. Batez ere, programazio lengoaia honetan daukagun jakinduriagatik izango da.

- **Sentsoreak**

Sentsoreari dagokionez, oso garrantzitsua izango da bere funtzioa ondo betetzea hau da piezak detektatzea. Horretarako hainbat sentsore mota ager daiteke merkatuan ondoren adieraziko ditugunak. Objektuen detekziorako gehien erabiltzen diren sentsoreak sentsore fotoelektrikoak, ultrasoinukoak sentsoreak dira.

Sentsore fotoelektrikoak argiaren aldaketaren bitartez egiten du lan. Sentsore hauek, argia bidaltzen duten zati bat eta argia jasotzen duen beste zati bat eduki beharko ditu. Hau da, lerro zuzenean bidaltzen da argia. Behin objektu bat argi horren bidean jartzen denean argiak errebotatu egingo du eta sentsoreak argi hori jasoko du. Argia jasotzen duen unean objektu bat dagoela daki. Robotikan oso erabiliak diren sentsoreak dira hauek.

Ultrasoinuko sentsoreak soinuaren bitartez egiten du lan. Zentimetro gutxira dauden edota metrotara dauden objektuak detektatu ditzake. Hauek soinuazko seinale bat bidaltzen dute eta bueltan datorreneko denbora neurtzen dute. Neurketa horren ondoren seinale elektriko bihurtzen dute pieza detektatu den ikusteko.

Irizpidea	Garrantzia	Ultrasoinua	Fotoelektrikoa
Prezioa	%20	7	8
Robotikan erabilera	%40	5	9
Erantzun denbora	%40	6	8
		5.2	8.4

Ondorioz, aukeratuko ditugun sentsoreak fotoelektrikoak izango dira, ikusten den bezala, notarik altuena lortu du batez ere robotikan daukaten erabilera besteekin alderatuta oso handia delako.

- **Komunikazio txartela**

Merkatuan dauden bi kontrolagailu garrantzitsuenen artean aukeratuko dugu. Gure diseinuari hobeto egokitzen zaien irizpideekin hobeto datorrena aukeratuko dugu. Alde batetik, ARDUINO txartelak ditugu eta bestetik PIC txartelak.

ARDUINO txartela hardware librea daukan txartela izango da. Txartel honek mikro ATME1 etxeke ATMEGA328P-PU kontroladore bat edukiko du. 20MHz abiadura maximoa izan dezake mikrokontroladore honek, 8 bit-etako batentzako abiadura nahiko handia da. Sarrera/irteera pinak eta beste hainbat periferiko ere baditu txartel honek. Beste alde batetik, txartel oso merkeak dira eta oso erabil errazak izatera iritsi daitezke. Gainera, MATLAB ingurunearekin konektatzeko liburutegia dauka eta horrek aplikazio asko errazten ditu.

PIC Microchip-ek sortutako mikrokontroladoreak dira. Txartel honek ere hainbat sarrera/irteera pinak ditu eta beste erabilera anitzetarako hainbat periferiko. Txartel hauek erabiltzeko Microchip etxearen MAPLAB software librea erabili daiteke.

PIC txartel asko dago merkatuan horregatik konparaketa hau egiteko ezaguna zaigun PIC24FJ128GA010 txartela aukeratuko da. Mikro honen abiadura 32MHz izango da, 16 bit-eko mikroa baita. Aurretik esan bezala, mikro honek arduinok baino periferiko aniztasun handiagoa daukate eta ondorioz, erabilera anitzetarako erabiliak izan daitezke.

Irizpidea	Garrantzia	Arduino	PIC24FJ128GA010
Prezioa	%20	9	4
Abiadura	%40	6	9
Programatzeko erraztasuna	%40	9	6
		7.8	6.8

Ondorioz, kontrolagailu bezala ARDUINO erabiliko dugu, prezio aldetik merkeagoa baita eta erraztasun handiagoa dauka programatzeko.

- **Kamera**

Kamerak funtzio garrantzitsu bat beteko du aplikazioan, izan ere bere eginbeharra objektuei argazkiak atera eta softwareari bidaltzea izango da. Kamerak argazkiak nitidotasun nahikoarekin ateratzeko ahalmena eduki beharko du, baina ez du erresoluzio handiko kamera bat izan beharko.

Ikusmen artifizialetan gehien erabiltzen diren kamerak ondorengoak izango dira: matrize kamerak, 3D-ko kamerak eta adimenezko kamerak.

Matrize kamerak jasotzen duten ingurunearen argazkia pixelez osatutako matrize baten bilakatzen dute. Matrize kamera baten area baten irudia sortzen du non normalean area honek 4-tik 3-rako erlazioa edukiko duen. Hala ere, gaur egun kamera askok ez dute erlazio hau jarraitzen, izan ere, bere fabrikazio teknologiari eta operaketaren araberako kamera desberdinak aurkituko ditugu bere sentsore tipoaren ondorioz.

3D-ko kamerak edo kamera estereoskopikoak 3D-ko irudiak jasotzeko ahalmena daukate. Kamera hauek gizakion portaera imitatzen ahalegintzen dira, hau da, gizakiok ditugun bi begiez sortzen dira burmuinak irudiak hiru dimentsiotan kamera hauek bi objektibo erabiltzen dituzte horregatik. 30.000 profil segundoko abiadurak erabiltzeko gai dira kamera

hauek. Kamera hauek softwarearekin komunikatzeko interfaze berezi bat erabiltzen dute non konekzio horren abiadura oso handia izango den.

Adimenezko kamerak asko hasi dira azken urteetan teknologiaren aurrerakuntzaren ondorioz. Kamera hauek kamera tradizionalak dituzten elementu elektronikoez gain prozesadore baten laguntza daukate, memoria erabiltzen dute eta kanpoarekin komunikatzeko sistema bat daukate. Ondorioz, ikusmen artifizialeko sistema oso bat osatzen dute. Kamera hauek hainbat motatakoak izan daitezke: erresoluzio estandarreko kamera gurutzatuak, erresoluzio handiko kamera progresiboak eta koloredun kamerak. Bere tamaina txikiak ikusmeneko sistemetan gero eta erabiliagoak izatera eraman ditu.

Aurretik esan bezala, gure kamerak ez dauka zertan erresoluzio handiko kamera bat izan behar, garrantzitsuena irudiaren nitidotasuna eta argitasuna egokia izatea izango da. Horren ondorioz, **WebCam** kamera arrunt bat ere analizatuko da aukeraketa egiterako orduan.

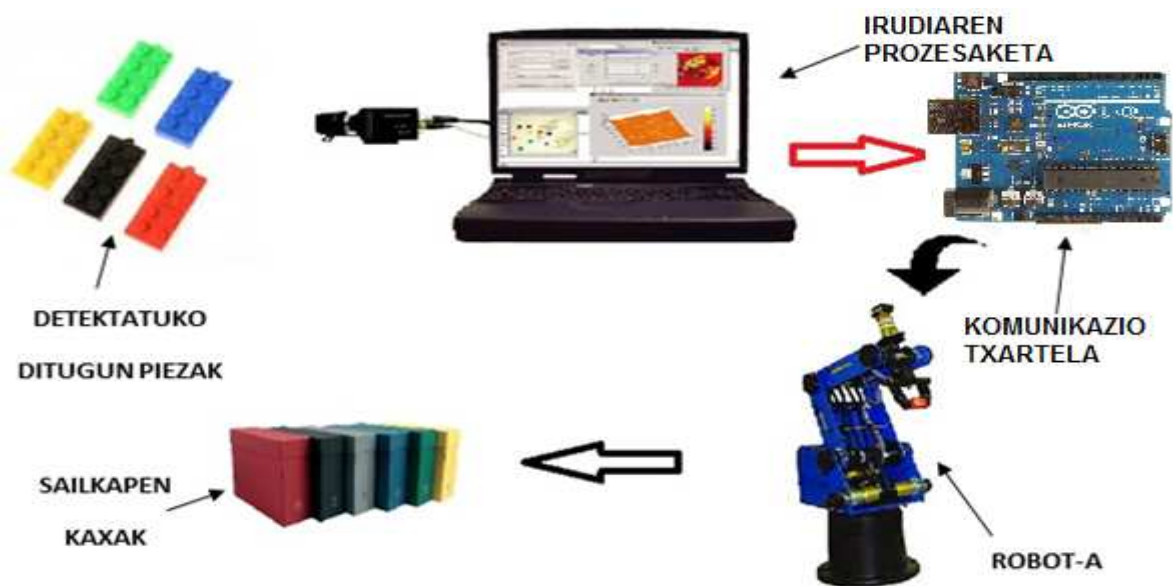
Irizpidea	Garrantzia	Matrize kamera	3D-ko kamerak	Adimendun kamerak	Web kamera
Prezioa	%70	4	3	2	9
Erresoluzioa	%10	9	9	9	4
PC konexioak	%10	4	7	7	7
Tamaina fisikoa	%10	6	6	9	6
		4,7	4,3	3,9	8

Taulan adierazten den bezala WebCam kamera bat izango da aukeratua. Aurretik esan bezala kamera sinple batekin aplikazioa aurrera atera daitekeelako eta ondorioz prezioari eman zaio garrantzia handiena.

7. DISEINUAREN LABURPENA

Atal honetan, soluzioaren diseinua azalduko da. Diseinuak dituen atal guztiak azalduz baita bere funtzionamendua nolako izango den azaltzen duen fluxu diagramak ere.

Aurretik esan bezala, ikusmen artifizialeko aplikazio bat sortuko da proiektu honetan. Aplikazio honetan piezak zinta garraiatzailetik etorriko dira sensore batek detektatuko dituen lekuraino. Bertan, sensoreak detektatu ondoren SCORBOT 4u robotak piezak hartuko ditu eta kamera dagoen lekura eramango ditu. Kamera batekin irudia eskuratuko da, ondoren irudi hori PC-ra joango da. PC-an MATLAB programazio lengoia erabilita irudia prozesatu eta filtratu egingo da. Gero, nahi dEN objektua iruditik isolatu eta haren ezaugarriak lortuko dira. Behin objektua edukita PC-tik seinale bat aterako da. Seinale hau komunikazio txartel batetik igaroko da non txartelaren seinale baten bidez robotari jakinarazi egingo dio piezarik dagoen eta zein posiziotan dagoen. Robotak, seinalea jasotakoan, pieza hori sailkatuko du.



Iturria: Proiektuaren Egilea

Sistema guzti hau MATLAB eta “procesamiento digital de imagenes” erramintaren bidez kontrolatuko da, non guzti hau ROBOCELL softwarearekin paraleloki lanean ariko den. Eta software guzti hauek ARDUINO txartel batekin lagunduta.

7.1. Erabilitako Tresnak

Aplikazioaren erabilera egokia izan dadin tresna bakoitzaren aukeraketa egin da bere erabilera eta egokitasuna ikusiz.

7.1.1. SCORBOT 4u.

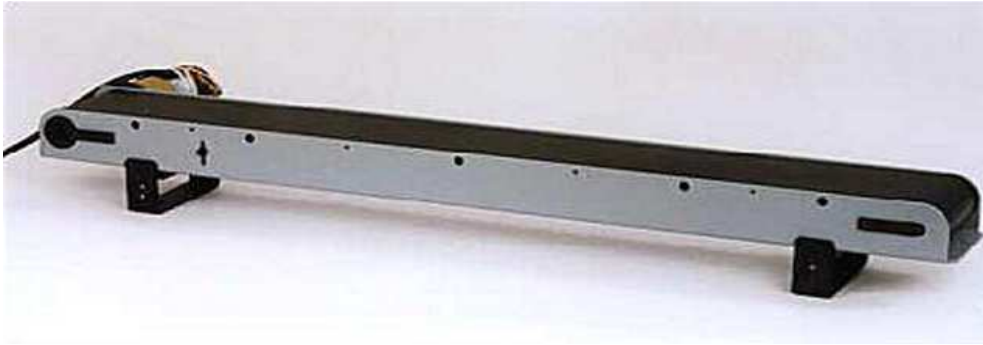
Robotak zintatik piezak hartu eta kamera azpian jartzea eta piezak sailkatzea izango du helburu. Horretarako daukan abantailetakoa bat software propioa daukala programaziorako eta kontrolerako modulu bat daukala bere irteera eta sarrera digitalekin ondoren azalduko denez beharrezkoak izango direnak. Horrez gain, softwareak simulazioak egitea ahalbidetzen du programarekin probak egiteko.



Iturria: www.intelitek.com

7.1.2. Zinta Garraiatzailea

Zinta hau Inteliken osagarrietako bat da, erabilera didaktikoa daukana. Piezak automatikoki garraiatzeko erabiltzen da eta eskuarekin elikatu beharra dago produkzio linea batetik etorriko zirelakoan simulatuz.



Iturria: www.intelitek.com

7.1.3. Mahai birakaria

Mahai hau ere Inteliken osagarrietako bat da, erabilera didaktikoa daukana. Piezen sailkatzea egiteko erabiliko da. Bere gainean kaxak kokatuko dira eta sailkapena bertan egingo da adierazitako sailkapenaren arabera.



Iturria: www.intelik.com

7.1.4. Sentsorea

Zintatik datozen piezak sentsore fotoelektriko baten bitartez detektatuko ditugu aurrerago adierazi den bezala. Erabiliko den sentsorea Telemecanique etxeko XUBONSNL2 modeloa izango da. Sentsore honek 12-24 V tentsioa beharrezkoa dauka sarrera bezala eta irteera seinalea PNP motakoa izango da.



Iturria: www.farnell.com

7.1.5. WebCam kamera

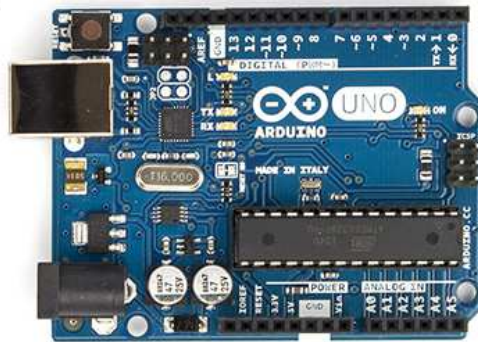
Erresoluzio eta kalitate handirik ez dugu behar aplikazio hau egiterako orduan. Horren, ondorioz kamera sinple bat izango da piezei argazkia aterako diena.



Iturria: Proiektuaren egilea

7.1.6. Arduino Uno

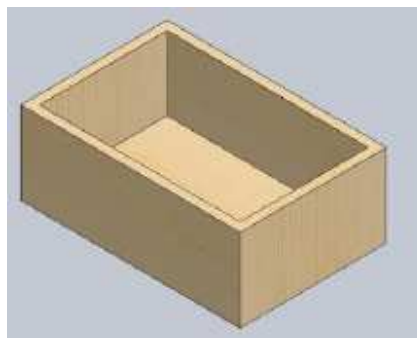
Datu bidaltzaile txartel hau aukeratu da software ezberdinen arteko komunikazioa lortzeko. Txartel hau aukeratu da merkatuan daukan kostu baxuagatik eta bere erabilera errazagatik, izan ere, MATLAB-ekin komunikazioa berehalakoa da “Support Package for Arduino” erramintari esker. Softwareen arteko aginduak sortzeko eta jasotzeko sarrera eta irteera digitalak dauzka txartel honek.



Egilea: www.arduino.cc

7.1.7. Kaxa sailkatzaileak

Kaxa hauek piezak sailkatzeko erabiliko dira. Hiru kaxa erabiliko dira hiru koloreak sailkatzeko asmoz: gorriak, urdinak eta berdeak.



Iturria: Proiektuaren egilea

7.2. Osagarri guztien instalazioa

Instalazioa aurrera eramateko beharrezkoa da ondorengo software eta driver guztiak instalatuta edukitzea:

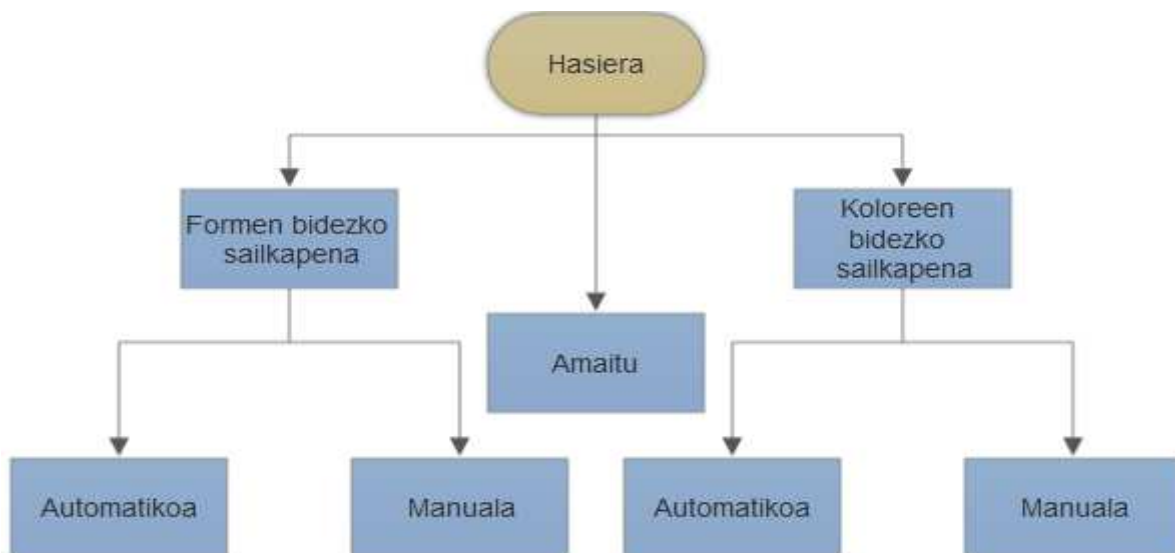
- MATLAB
- Kameraren driverra
- ARDUINO UNO driverra
- ROBOCELL
- Image processing toolbox (Matlaberako irudien prozesurako erraminta)
- Support Package for Arduino (Arduinoren liburutegia Matlaben)

Behin software eta driver guztiak instalatuta daudela, hardware guztiaren konekzioak egiten hasiko da. Hasteko robota bere kontroladorera konektatuko da eta baita elementu osagarriak ere: zinta garraiatzailea, sentsorea eta mahai birakaria. Behin hau eginda, kontroladorea ordenadorera konektatuko da. Ondoren, kamera konektatu beharra dago ordenagailura. Azkenik, ARDUINO txartela ordenadorera konektatuko da eta bere irteera sarrerek robotaren kontroladorera.

7.3. Funtzionamendua

Aplikazioaren funtzionamendu nagusia azalduko da fluxu diagramak erabilia horrela azalpena argiagoa eta ulerterrazagoa izango da:

- Orokorra

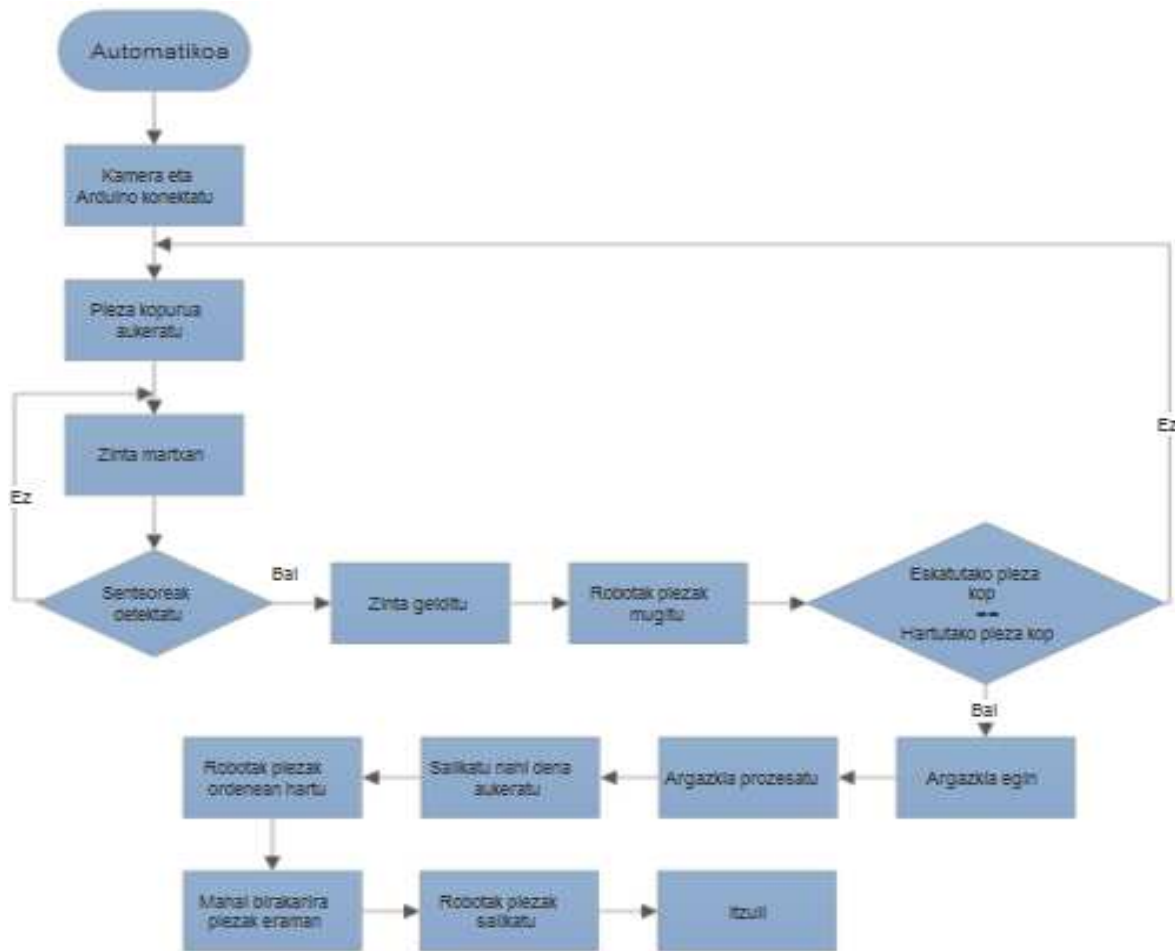


Aplikazioari hasiera ematen zaionean, hasi botoia sakatu beharko da aurrera egiteko. Behin hurrengo pantailan agertzean hiru aukera edukiko dira. Aukera horiek sailkapen motak eta amaitu opzioa izango dira.

Formen bidezko sailkapena aukeratzen baldin bada aplikazioa alde batetik joango da eta *forma* aldagaia 1-ean jarriko da ondoren aukeraketa hori egin dela jakiteko. Koloreen bidezko aukeraketa egiten baldin bada aplikazioa beste aldetik joango da eta *kolore* aldagaia 1-ean jarriko da ondoren aukeraketa hori egin dela jakiteko. Amaitu aukeraketa aukeratzen bada aplikazioa itxi egingo da.

Bai formen eta koloreen bidezko sailkapenean erabilera modu bi egingo dira. Alde batetik, automatikoa non erabiltzaileak ez du inongo interakziorik egin beharko. Beste aldetik, manuala edo eskuzkoa non erabiltzaileak hainbat botoi edukiko dituen aplikazioa manipulatzeko.

• **Automatikoa**



Automatikoa aukeratzen denean aplikazioak hainbat ekintza egingo ditu. Lehenengo eta behin kamera konektatuko da eta pantailan bistaratuko zaigu kamerak denbora errealean hartzen dituen irudiak. Ondoren ARDUINO komunikazio txartela konektatu eta konfiguratu beharko da, bere I/O pinak nahi diren bezala konfiguraturaz.

Ondoren, erabiltzaileak aplikazioan erabili nahi dituen pieza kopurua aukeratu du, interfazean edukiko duen menu baten laguntzarekin. Hori egiten denean robotaren programa martxan jarriko da. Zinta martxan jarriko da eta sentsoreak piezarik detektatzen ez duen

bitartean zintak martxan jarraituko du denbora bat pasa arte ondoren aplikazioa itxi egingo da. Sentsoreak piezak detektatzen dituen zinta gelditu egingo da.

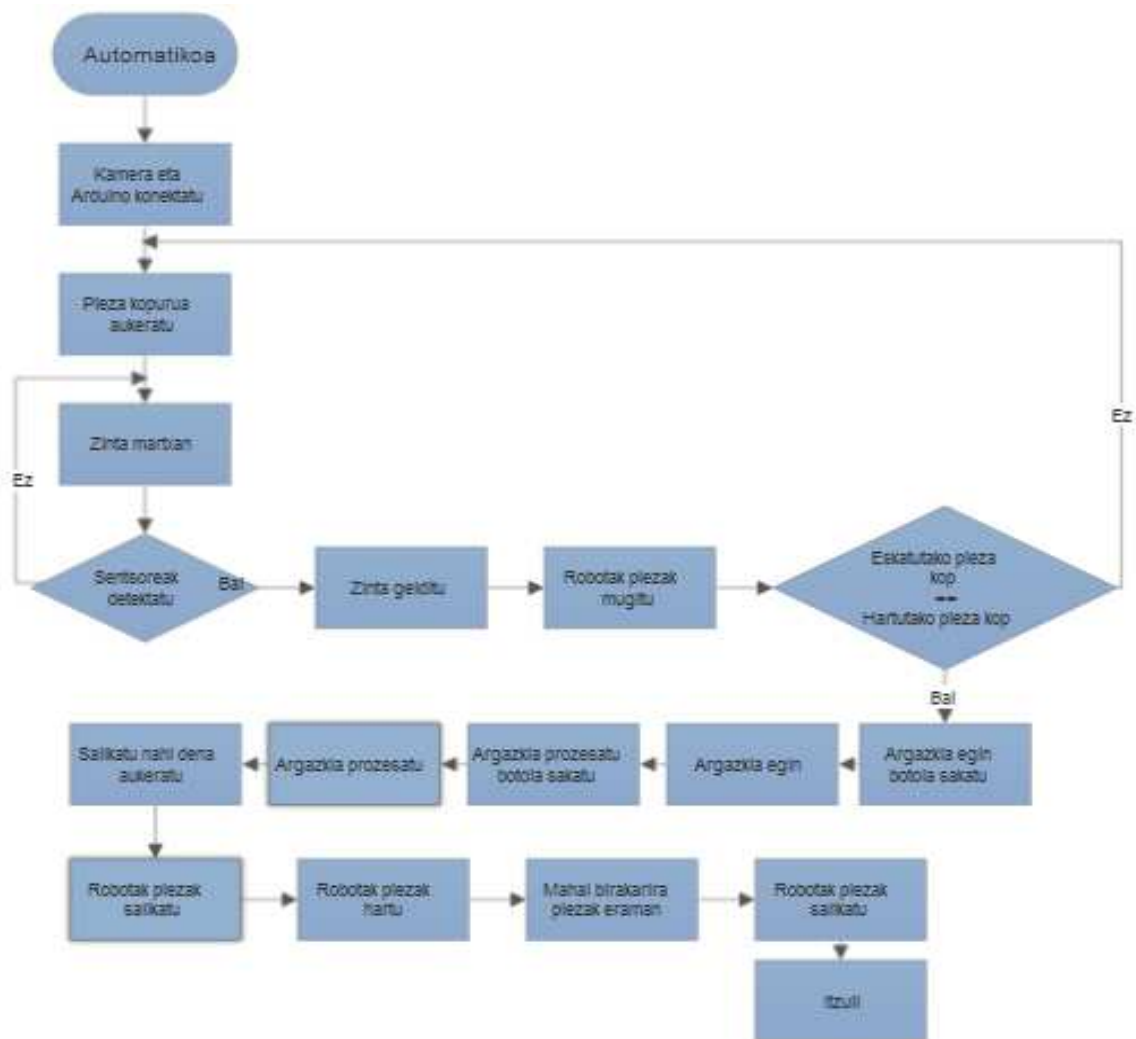
Pieza detektatu denean robota mugitu egingo da eta piezak hartzen hasiko da eta kameraren azpian dauden posizioetan piezak kokatuko ditu, ondoren kameraren laguntzarekin piezak detektatzeko. Eskatutako pieza kopurua eta hartutakoa berdinak ez diren bitartean prozesua berriro errepikatuko da bi kopuruak berdinak diren arte.

Pieza denak kameraren azpian daudenean kamerak argazkia aterako du. Argazki hori interfazean agertuko da eta detektatu dituen pieza kopurua adieraziko du pantailan. Gero argazki hori prozesatu egingo da. Prozesaketa horren ondorioz, pieza bakoitzaren informazioa lortuko da eta interfazean bistaratu.

Azkenik, erabiltzaileak sailkatu nahi dituen piezak aukeratu beharko ditu interfazean edukiko duen menu baten laguntzarekin. Sailkatu nahi diren piezak aukeratuta daudenean robotari aginduak bidaliko zaizkio zein pieza hartu beharra duen jakiteko. Robotak piezak hartuko ditu banan-banan eta mahai birakarira eramango ditu. Bertan kaxak egongo dira piezen sailkapena egiteko eta robotak jasotako aginduen arabera piezak sailkatuko ditu.

Erabiltzaileak esandako pieza denak sailkatzen dituen aplikazioa aurreko pantailara itzuliko da, hau da, automatikoa edo manuala aukeratzeko interfazera itzuliko da berriro beste aukeraketa bat egin nahi bada.

• Eskuzkoa



Eskuzkoa aukeratzen denean aplikazioak hainbat ekintza egingo ditu. Lehenengo eta behin kamera konektatuko da eta pantailan bistaratuko zaigu kamerak denbora errealean hartzen dituen irudiak. Ondoren ARDUINO komunikazio txartela konektatu eta konfiguratu beharko da, bere I/O pinak nahi diren bezala konfiguratuz.

Ondoren, erabiltzaileak aplikazioan erabili nahi dituen pieza kopurua aukeratu du, interfazean edukiko duen menu baten laguntzarekin. Hori egiten denean robotaren programa martxan jarriko da. Zinta martxan jarriko da eta sentsoreak piezarik detektatzen ez duen

bitartean zintak martxan jarraituko du denbora bat pasa arte ondoren aplikazioa itxi egingo da. Sentsoreak piezak detektatzen dituen zinta gelditu egingo da.

Pieza detektatu denean robota mugitu egingo da eta piezak hartzen hasiko da eta kameraren azpian dauden posizioetan piezak kokatuko ditu, ondoren kameraren laguntzarekin piezak detektatzeko. Eskatutako pieza kopurua eta hartutakoa berdinak ez diren bitartean prozesua berriro errepikatuko da bi kopuruak berdinak diren arte.

Pieza denak kameraren azpian daudenean erabiltzaileak interfazean argazkia egiteko eskaera egingo du. Hori egindakoa kamerak argazkia aterako du. Argazki hori interfazean agertuko da eta detektatu dituen pieza kopurua adieraziko du pantailan. Gero argazki hori prozesatzeko erabiltzaileak argazkia prozesatu botoia sakatu beharko du. Botoia sakatutakoan argazkia prozesatu egingo da. Prozesaketa horren ondorioz, pieza bakoitzaren informazioa lortuko da eta interfazean bistaratu.

Azkenik, erabiltzaileak sailkatu nahi dituen piezak aukeratu beharko ditu interfazean edukiko duen menu baten laguntzarekin. Sailkatu nahi diren piezak aukeratuta daudenean robotari aginduak bidaliko zaizkio zein pieza hartu beharra duen jakiteko. Robotak piezak hartuko ditu banan-banan eta mahai birakarira eramango ditu. Bertan kaxak egongo dira piezen sailkapena egiteko eta robotak jasotako aginduen arabera piezak sailkatuko ditu.

Erabiltzaileak esandako pieza denak sailkatzen dituen aplikazioa aurreko pantailara itzuliko da, hau da, automatikoa edo manuala aukeratzeko interfazera itzuliko da berriro beste aukeraketa bat egin nahi bada.

8. AURREKONTUAREN LABURPENA

“Pieza sailkatzaile robotikoa ikusmen artifiziala erabiliz” proiektuaren guztizko aurrekontua ondorengo izango da:

<i>KONTZEPTUA</i>	<i>KOSTUA (€)</i>
<i>Barne orduak</i>	7.225 €
<i>Amortizazioak</i>	1.783,62 €
<i>Gastuak</i>	630 €
<i>Azpi-kontratazioak</i>	0 €
<i>Azpi-totala</i>	9.638,62 €
<i>Ezusteak (5%)</i>	481,93 €
<i>TOTALA (BEZ gabe)</i>	10.120,55 €

Proiektu hau aurrera eramateko erabili beharko den aurrekontua **10.120,55 €** izango da.

9. PLANGINTZA

Lehenengo eta behin ikusmen artifizialaren inguruko kontzeptuak beraganatu beharko dira. Alde batetik, kameraren inguruan jakin beharreko guztia eta ondoren softwarearen erremientaren erabilera ikasi beharko da.

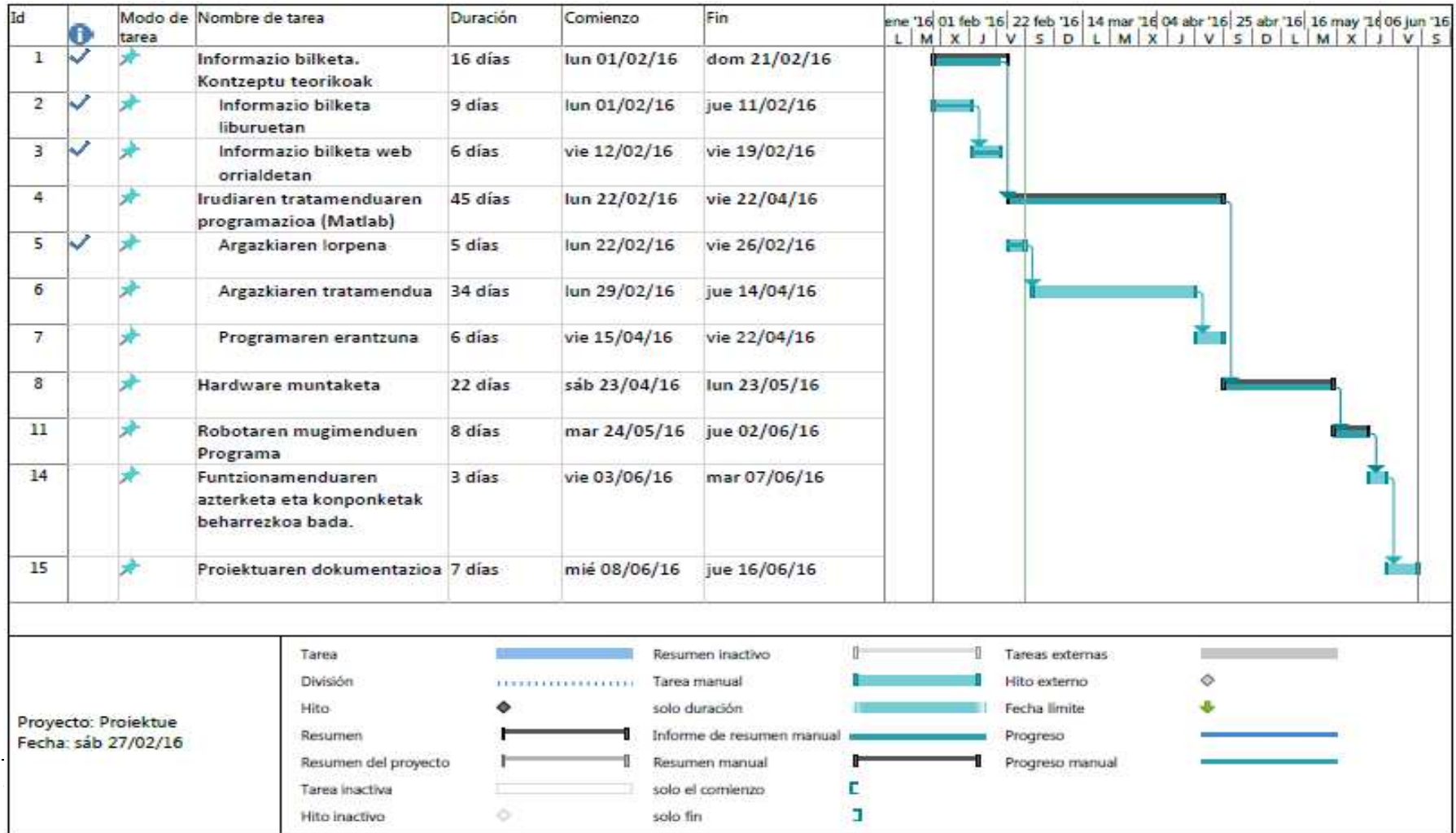
Hau egin ondoren, argazkiaren tratamendua egingo da. Hau da, kamerak argazkia atera beharko du eta ondoren programazio lengoaiaren bitartez argazki hori prozesatu eta filtratu egingo da. Azkenik objektua isolatu ostean emaitza bat lortu. Softwarearen programazioa izango da atal hau.

Behin softwarearen programazioa eginda hardware muntaketa egingo da. Hau da, erabiliko den PC-ren programaren eta erabiliko dudan robotaren arteko konekzio denak egin beharko dira.

Azkenik, robotera programaren erantzuna iristen dela ziurtatzen denean robotaren programazioa egingo da.

Aplikazio guztia eginda dagoenean funtzionamendu frogak egingo dira eta gaizki ateratzen diren zatiak konpontzen joan. Dena bukatutakoan proiektu osoaren dokumentazioa egingo da.

Gantt diagrama



10. ARRISKUEN ANALISIA

Oraingo honetan, proiektua egiterako orduan eta proiektua behin bukatutakoan eduki daitezkeen arazoen azterketa egiten da. Horretarako, arazoak zerrendatzen dira eta ondoren probabilitate eta izan dezaketen inpaktuaren araberrako taula bat egingo da. Taula horretatik arazo larrienak direnen inguruan kontingentzia plan bat sortzen da.

Lehenik eta behin arazoak zerrendatzen dira:

- Arazo elektrikoak (1)
- Arazo elektronikoak (2)
- Ingeniariaren bajak (3)
- Erroreak diseinuan (4)
- Bezeroen informazio faltagatik apurketak (5)
- Erositako materialak akatsen bat izatea (6)
- Aurrekontuaren diruaren gutxitzea (7)
- Plangintzan ez dauden lanen sortzea (8)
- Bezeroak aplikazioagatik ez ordaintzea (9)
- Proiektuaren espezifikazioen aldaketa (10)
- Aplikazioa garraiatzean apurketa eta erorikoak (11)
- Erositako materiala denboran ez iristea (12)
- Teknologia berriarekin esperientzia eza (13)
- Krisi ekonomikoa (14)

INPAKTUA						
P R O B A B I L I T A T E A		OSO BAXUA	BAXUA	ERTAINA	ALTUA	OSO ALTUA
	GUTXITAN	5			14	9
	NEKEZ		4		1,2	11
	POSIBLE	13	12	10		8
	GERTA DAITEKE	6	3			7

Behin taula beteta dagoela alde gorrian dauden arazoak izango dira arazorik garrantzitsuenak eta horien eragina gutxitzeko edo kentzeko kontingentzia plan bat sortu beharra dago.

Plan horrek ondorengo soluzioak aurkezten ditu:

- Dirua kentzen baldin badigute ezin izango dugu proiektuarekin aurrera jarraitu. Ondorioz, beste erakunde eta organizazioei dirua eskatu beharko diegu.
- Plangintzan ez dauden arazoak sortzen badira, gure epeak luzatu egingo lirateke. Hori ez gertatzeko plangintzako beste zati batzuetako denbora gutxitu beharko genuke.
- Garraioan erorketa edo apurketak ematea ekiditeko, garraiorako ondo prestatu beharko dugu gure aplikazioa. Segurtasun eta bilgarri egoki bat jarriko diogu erorketako inpaktua txikiagoa izan dadin.

11. ONDORIOAK

Garatutako aplikazioa egin ostean agertzen diren ondorio garrantzitsuenak azalduko dira atal honetan:

- Hasiera batean edukitako helburu nagusia bete egin da, hau da, pieza sailkatzaile automatiko bat egitea ikusmen artifiziala erabilita.
- Izakiak ikusmenarekin egin dezakeen lan bera egin daitekeela kamera sinple bat erabilita ere frogatu da.
- Beste helburuetako bat aplikazioa ekonomikoa izatea izan da eta helburu hori beteta dago, merkatuan erabiltzen diren kamerekin konparatuz gero.
- Argitasuna egokiago aukeratu izango balitz aplikazioaren zehaztasuna handiagoa izango litzateke.
- Sistema tradizioaletik diferentziazioa lortu da, piezak banan-banan analizatzeko aukera eskaintzen baitu eta ez loteetan.
- Sentsorean sortzen diren erroren ondorioz piezak hartzerako orduan robotaren posizioak ez dira guztiz zehatzak izango.
- Giza begiak egiten duen funtzioa hein handi batean imitatu daitekeela ikusmen artifizialeko sistema bat erabilita.

12. BIBLIOGRAFIA

- **Ikusmen artifiziala**

<http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/3D/VisionArtificial/index.html>

Aplicación práctica de la visión artificial en el control de procesos industriales. Febrero de 2012.

<http://www.etitudela.com/celula/downloads/visionartificial.pdf>

- **Ikusmen artifiziala MATLAB erabilita**

Iván Danilo García Santillán Ibarra, *Visión artificial y procesamiento digital de imágenes usando Matlab.* Ecuador, 2008.

Enrique Alegre Gutiérrez, Lidia Sánchez González, Ramos Ángel Fernández Díaz, Juan Carlos Mostaza Antolín, *Procesamiento digital de imagen: Fundamentos y Prácticas con Matlab.* Universidad de León, 2003.

Erik Valdemar Cuevas Jiménez, Daniel Zaldivar Navarro, *Visión por computador utilizando Matlab y el toolbox de procesamiento digital de imágenes.*

<http://es.mathworks.com/products/image/features.html>

- **Robocell, scorbot eta kontroladorea**

Intelitek, *Robocell user manual.* November 2003.

Eshed Robotec, *Scorbot-er III User's manual,* 6th edition. March 1999.

Eshed Robotec, *Controlador-PC Caja de Control SCORPOWER.* Diciembre 1999.

Intelitek, *Scorbase User manual.* February 2006.

- **Komunikazio txartela**

Microchip Technology Inc, *PIC24FJ128GA010 FAMILY*. 2005-2012.

Rafael Enriquez Herrador, *Guia de Usuario de ARDUINO*. 13 de noviembre de 2009.

- **MATLAB erabiltzaile interfazea**

Diego Orlando Barragan Guerrero, *Manual de interfaz gráfica de usuario en Matlab*.

- **Sentsorea**

Telemecanique, *Photo-electric sensors*.

<http://isa.uniovi.es/docencia/autom3m/Temas/Tema7.pdf>

- **Kamera**

<http://www.infaimon.com/es/camaras-industria>

- **Programazio lengoaiak**

http://www.tiobe.com/tiobe_index

<http://www.campusmvp.es/recursos/post/Que-lenguajes-de-programacion-hay-que-dominar-en-2015.aspx>

http://programacion.net/articulo/los_15_lenguajes_de_programacion_que_debes_aprender_en_este_ano_2015_989