



INDUSTRIA ELEKTRONIKOAREN ETA AUTOMATIKAREN INGENERITZAKO GRADUA

GRADU AMAIERAKO LANA

2015 / 2016

IKUSMEN ARTIFIZIALAREN APLIKAZIOA: PIEZA-SAILKATZAILE ROBOTIKOA

Memoria

IKASLEAREN DATUAK

IZENA Jon
 ABIZENAK Bilbao Etxebarria
 NAN zk 45751947W

Sinadura

DATA 2016-06-16

ZUZENDARIAREN DATUAK

IZENA Raquel
 ABIZENAK Martinez Rodriguez
 SAILA Sistemen Ingeneritza eta Automatika

Sinadura

DATA 2016-06-16

AURKIBIDEA

1.	TESTUINGURUA.....	1
2.	AURREKARIAK.....	6
3.	HELBURUA.....	9
4.	ONURAK.....	10
5.	ESPEZIFIKAZIOAK.....	12
6.	ALTERNATIBEN ANALISIA.....	14
7.	DISEINUAREN LABURPENA.....	22
8.	AURREKONTUAREN LABURPENA.....	30
9.	PLANGINTZA.....	31
10.	ARRISKUAREN ANALISIA.....	33
11.	ONDORIOAK.....	36
12.	BIBLIOGRAFIA.....	37

1. TESTUINGURUA

1956an, Dartmouth (Estatu Batuak), agertu zen lehen aldiz adimen artifizialaren kontzeptua. J. McCarthy, M. Minsky, N. Rochester eta C. E. Shannon izan ziren gai onetako lehen ikerlariak. Haien helburu nagusia, makinek eguneroko arazoak beraiek bakarrik konpontzeko gai izatea zen, horretarako gizakion inteligentzia transmititu nahi zioten, informatika, matematika, logika eta filosofia bezalako zientzien bidez.

Hasierako pausoak geldoak izan ziren, baina denborarekin abiadura hartu zuten eta gaur egun ikerketa gaia da mundu osoan.

Gaur egun enpresa guztiak bilatzen dituzte automatizazio prozesu hobekoak, haien makineria kontrol hobeko izateko, produkzioa arintzeko, erroreak ekiditeko, Beraz adimen artifizialaren erabilera industrian asko hedatu da.

Adimen artifiziala esparru nahiko handia da eta atal askotan zatitzen da. Atal garrantzitsuenetariko bat, gizakion zentzumenen inplementazioa da. Zentzumenen artean, garrantzitsuetariko bat ikusmena da. Pertsonak ikusmena erabiltzen dute ingurune fisikotik informazioa lortzeko. Gainera burmuinak dituen zereginen %70a ikusmenetik datorren informazioaren analisia da. Horren ondorioz, garrantzia oso handia hartzen ari da gaur egun eta enpresa ugari erabiltzen dituzte ikusmen artifizialaren teknikak haien prozesuak kontrolatzeko.

Ikusmen artifizialaren helburuak, gizakien ikusmen pertzepzio prozesuak era matematiko batetan modelatzea eta ordenagailuaren bidez ikusmen gaitasun horiek simulatzeko programak sortzea dira. Ikusmen artifizialak gaur egun jakintzagai zientifikoa da. Eskuratze, prozesatze eta aztertze metodoak erabiltzen ditu mundu errealeko irudiak ulertzeko eta informazio numerikoa edo sinbolikoa sortu ahal izateko, ondoren, ordenagailuak prozesatzeko. Makinak edo konputagailuak gizakien bezala irudi horiek ulertzeko geometria, estatistika, fisika eta beste hainbat esparru erabiltzen dituzte.

Pertsonak neke handirik gabe objektuen propietateak (kolorea, tamaina, testura, kokapena, orientazioa,...) jaso dezakete, begiak prest daudelako era automatiko batetan behar hori egiteko baina ikusmen artifizialeko sistementzako erroka bat da, zeren eta, begiak egiten dituen funtzio automatiko horiek programatu behar dira. Ikusmen artifizialak hiru dimentsioko mundua bi dimentsioko irudietatik nabaritzen du.

Hortaz, ikusmen artifizialeko sistemak kondizio jakin batzuk eduki behar ditu, era egokian lan egiteko. Kondizio horiek betetzeko, gutxienez, kontutan eduki behar dira elementu hauek:

- **Illuminazioa:** Kamerek, begiak bezala, objektuetan islatutako argia hartzen dute, ondorioz argitasun uniforme eta inguruarekiko independentea izan behar da. Iluminazio egokia objektuak nabarmendu eta itzal eta erreflexuak ekidingo dituen izango da. Merkatuan argiztatzeko hainbat elementu daude, funtzioaren arabera bata edo bestea aukeratzeko. Adibidez, halogenoak, goritasun lanparak, fluoreszenteak, LED-ak, Horretaz aparte, iluminazio teknikak ere badaude, lan bakoitzaren funtzioaren arabera:
 - ✓ Iluminazio frontala
 - ✓ Saihetseko argitasuna
 - ✓ Eremu iluneko argitasuna
 - ✓ Kontrastearen arabera
 - ✓ Argitasun axiala
 - ✓ Laser bidezkoa

- **Kameraren lentea:** Elementu honek kamara eta objektuaren arteko distantzia, objektuaren tamaina, fokatzea, argitasun hartze kantitatea definitzen duena da. Hortaz, parametro hau aukeratzeko, zertarako behar den ikusmen artifizialeko sistema jakin beharko da, parametroak ondo definitzeko eta lan txukuna irteteko. Elementu horiek definitzen dituzten parametroak hauek dira:
 - ✓ Foku distantzia: Lentearen eta sentsore elementuaren arteko distantzia mm-tan adierazten du.
 - ✓ Fokua: Fokatze egokia lortzeko parametroa da.
 - ✓ Sakontasun eremua: Objektu fokatuaren eta kameraren arteko distantzia da.

- ✓ Diafragmaren tamaina: Kameran sartzen den argia kontrolatzen duen parametroa da, objektiboaren zatia izaten da. Irekitzean eta zarratzean argi gehiago edo gutxiago sartuko da.

- **Kamera:** elementu hauek objektuen ezaugarriak lortu eta prozesatu egiten dituzte ondoren irudi digital baten bidez interpretatu, gorde edo bistaratu egingo den leku batera bidaliz. Kamera mota ugari daude merkatuan, eta gauzatu nahi den funtzioaren arabera aukeratu behar da:
 - ✓ Kamera matrixiala
 - ✓ Kamera lineala
 - ✓ Abiadura handiko kamera
 - ✓ 3D-ko kamera
 - ✓ Kamera adimentsua
 - ✓ Infragorriko edo termikoko kamera
 - ✓ Laser kamerak

Normalean kamera horiek, haien barnean sentsore bat edukitzen dute, CCD edo CMOS sentsoreak dira.

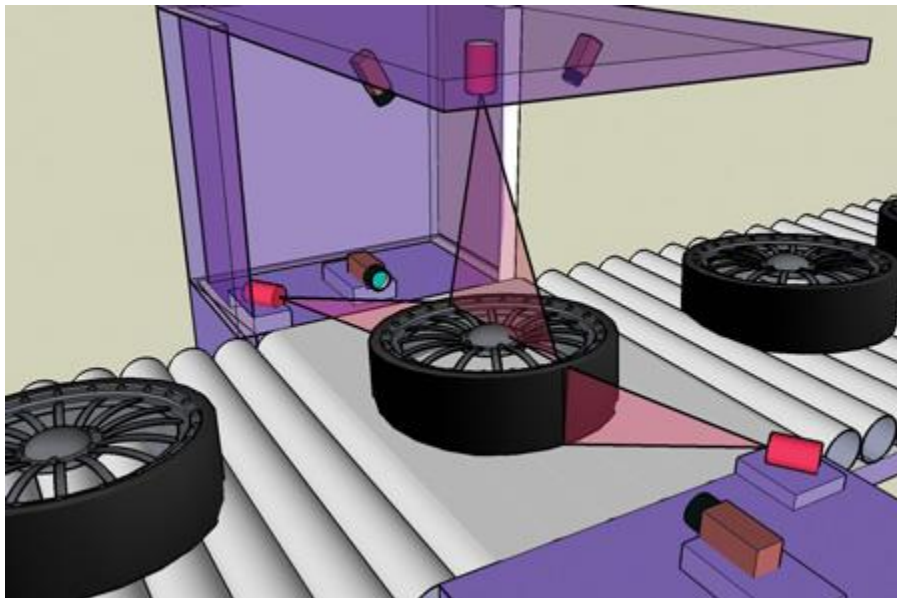
CCD sentsoreak, zelula fotoelektrikoak erabiltzen ditu irudia erregistratzeko. Ondoren kamerak zelula horietatik irudia prozesatu eta memoria txartelean geldituko da. Zelula horiek irudi digitaleko pixelak izango dira, beraz geroz eta pixel gehiago eduki geroz eta erresoluzio hobeagoa edukiko du irudiak.

CMOS sentsoreak aldiz, fotositoak erabiltzen ditu irudi digitaletako pixelak sortzeko. Fotosito horiek korrante elektriko bat sortzen dute argitasunaren arabera eta ez dira independenteak CCDan gertatzen den moduan. Beraz argi asko jasotzen duen fotositoak bere ondoko fotositoei eragin egingo die. Mota honetan digitalizazioa barnean ematen den transistore baten laguntzarekin egiten da.

Gaur egun gizakion begiak hobeto dira ikusmen artifizialeko sistemak baino. Baina lan espezifikokoak, mugatuak eta funtzio bakarrekoak badira, ikusmen artifizialaren metodoak hobeto izan ahal dira, zeren eta, gizakiengan beste faktore batzuk eragin ditzakete, nekea adibidez. Horregatik, industriaren munduan indar handia hartu du, mugatutako funtzioak erabiltzen direlako.

Ikusmen artifiziala gaur egun honetarako erabiltzen da gehienbat:

- Errepikakorrak diren ikuskatze zereginak automatizatzea.
- Ohiko metodoekin ezinezkoa den produktuen kalitateen kontrola egitea.
- Kontaktu fisikorik gabeko objektuen ikuskapena.
- Prozesu automatizatu baten ziklo denboraren murrizketa.
- Piezen aniztasuna eta ekoizpen aldaketa gertatzen diren prozesuen ikuskapena egitea.



1.Irudia

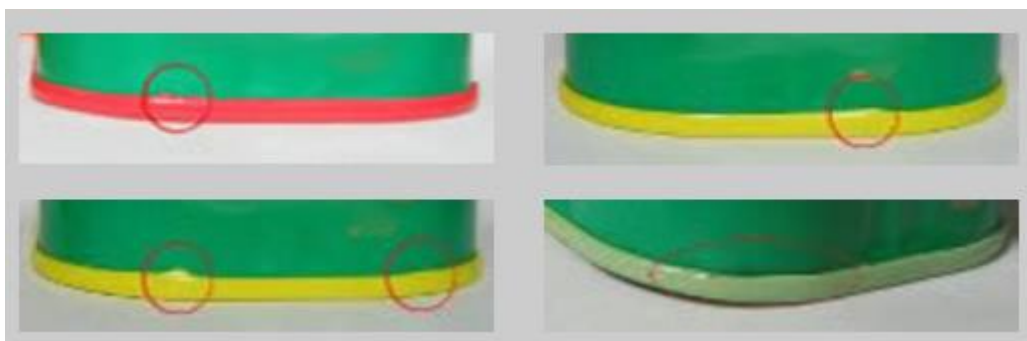
2. AURREKARIAK

Ikusmen artifizialak garrantzia handia hartzen hari da gaur egun industriako hainbat sektoretan. Garrantzia handitzearen arrazoi nagusietako bat, beste sistema batzuekin batu ahal daitekeela, aplikazio desberdinak sortuz sistema bakar batentzako. Sistema konbinatu horiek, gaur egun, informatika, optika eta automatizazioa hartzen dituzte barne.

Sistema perfekturik ez dagoenez, industrian akatsak sortzen dira, akats horiek ikuskatzeko eta identifikatzeko erabiltzen dira sistema hauek. Haien helburua ordu askoko eta abiadura handiko ikuskatze inspektzioak egitea da, konprobatzeko ikuskatzen diren piezak dimentsio, propietateak (kolorea, textura, ...) eta abar egokiak diren.

Industriako esparru askotan erabiltzen dira sistema hauek:

- Elikagaigintzan adibidez, sardinen laten ixtea egokia dela ikuskatzen duen sistema dago. Laten ixtea txarra bada, arazo ugari eduki ditzake enpresak horregatik sistema honek lata bakoitzaren inguramendu guztia egiaztatzen du. Sistema honek 24 beharginen lana bera bakarrik egin dezake. CanInspector gehitzen da sistema hau duen makina. Errore hauek ikuskatzen ditu adibidez:



2.Irudia

Elikagaigintzako beste adibide bat da, saltxitxak saltzen dituen enpresa batek jarritako bi sistemak. Sistema batek saltxitxak produkzio lerroan detektatzen ditu erroto besu batek manipulatzeko eta beste sistemak saltxitxa paketea beteta dagoela ikuskatzen du, adierazteko paketea itxi ahal dela.

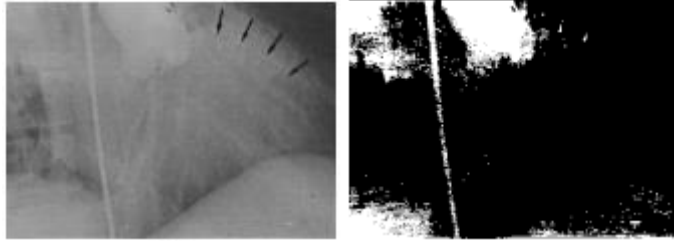
- Automozioak ere adibide ugari ditu. Industria sektore honetan produkzioa oso garrantzitsua da eta ikusmen artifizialeko sistemak ahalbidetzen dute produkzio maila handiagotzea. Automozioan erabiltzen diren pieza asko neurri eta dimentsio jakin batzuk eduki behar dute, horren ondorioz, ikusmen artifizialeko sistemak oso aproposak dira industria esparru hauetarako

Kojineteak egiten dituen enpresa batek, piezen kotak egiaztatzeke erabiltzen du sistema artifizialeko sistema, gainera errobot beso bati inplementatua dago, pieza produkzio lerrotik kentzeko eta produkzio lerroa ez gelditzeko pieza bat gaizki badago.

Beste adibide bat da, trazabilitate probak egin baino arinago piezak markatu egiten dira kodigo batekin. Kodigo hori egokia den jakiteko ikusmen artifiziala erabiltzen da.

- Elektronikako enpresatan ere erabiltzen da txertatutako zirkuituak era egokian egin diren konprobatzeko. Osagai askoko zirkuituak daude eta giza begiarentzako oso neketsua da konprobatzea dena egoki dagoen, patroi baten bidez ikusmen artifizialeko sistemak denbora gutxian ikuskatzen du, egokia den edo ez adierazteko.
- Biologiako alorrean, partikula bateko mikroorganismoak diferentziatzeko erabiltzen da. Partikula horren argazkia prozesatu egingo da, partikularen elementuak zenbatzeko edo diferentziatzeko haien propietateen arabera. Adibidez, eguzki-loreen loraketa kopurua jakin ahal da, irudia prozesatuz. Iruditik kolore horia kentzen da ondoren binarizatu eta behin irudia binarizatuta dagoenean jakin dezakegu zenbat lore loratuta dauden, loratutako loreak bat izango direlako irudi binarizatu horretan.
- Medizina eremuan ere erabiltzen da. Aplikazio ugari daude, azaleko minbiziaren detekzioa kolore eta ertzen teknika erabiliz, nerbioen egituraren lorpena ertzen teknikak erabiliz, Baina gehien erabiltzen dena irudiaren kenketa da, irudian nahi ez diren detaileak kentzeko edo ikusi nahi diren gauzak ikusteko bakarrik.

Erabilera handiko aplikazioa, erradiografiako nahi diren detaileak hobeto ikusteko. Horretarako argazkiaren frekuentzien historiagrama aldatzen da kontrasteak erabiliz eta azkenik binarizatuz nahi diren detaileak ikuskatzeko.



3.Irudia: Ezkerrean erradiografia eta eskuinean prozesatutako argazkia.

- Aplikazio garrantzitsuetariko bat objektuen errekonozimendua eta klasifikazioa da. gaur egun enpresa ugari erabiltzen dute aplikazio hau. Gizakiak baino pieza gehiago errekonozitu dezake denbora oso txikian eta gainera klasifikatu egiten ditu erabiltzaileak nahi duen propietateen arabera.

3. HELBURUA

Gradu amaierako lan honen xedeak bi izango dira. Alde batetik ikusmen artifizialaren ideia nagusienak berenganatzea. Beste alde batetik ideia horiek, era erraz eta merke batetan adibide praktiko baten inplementatzea, errealitatean ematen diren arazoei aurre eginez. Gainera errobot beso baten laguntzarekin automatizazio gradu handiagoa bilatuko da.

Industrian, ikusmen artifiziala, akatsak aurkitzeko, objektuen posizioak eta orientazioak jakiteko, piezen presentzia igartzeko, piezen sailkapena egiteko, ... erabiltzen da. Hori kontutan edukita, aukeratu den jokoak hiru lerroka jokoak da. Era erraz eta merke batetan, industrian erabiltzen diren metodoak praktikan jartzen duen jokoak delako. Industrian ere, ikusmen artifiziala errobot besoarekin osatzen da, detektatutako piezak baztertzeko adibidez. Proiektu honetan errobot besoa ere erabiliko da piezak leku batetik bestera mugiarazteko, proiektuaren autonomia handituz.

Hiru lerroka jokoa, ingurune fisiko jakin batean, piezen presentzia igarri behar da, piezen posizioa ezagutu beharra dago eta piezak era egoki batetan sailkatu behar dira, jokoak irabazteko. Beraz industrian ematen diren erabilera guztiak joko bakar baten aztertu eta inplementatuko dira. Gainera, piezak ez dira beti berdinak izan behar, forma eta kolore desberdinetakoak izan daitezke, industrian gertatzen den antzera. Horrez gain, errobotaren besoak eta sentsoareak automatizazio maila handiago bat emango dio proiektuari.



4.Irudia

4. ONURAK

Hezkuntzan, askotan, ikasten diren gauzak oso sailak dira adibide erraz batekin enpresetan erabiltzen diren metodoekin konparatzea eta horren ondorioz ikasleak ez du lortzen interes maila nahikoa bere grina pizteko. Proiektu honek era erraz batetan enpresako metodo horiek zelan funtzionatzen duten adierazteko gai da.

Proiektu honekin zubi bat egin daiteke hezkuntzan irakasten denarekin eta enpresetan ikusi ahal denarekin. Horrela proiektu hau oinarri edukita ikasleak bere azkartasuna handitu dezake.

Ikasleak bere begiekin ikusiko du zergatik enpresak haien sistemak automatizatzen ari diren eta esku lana baztertzen. Proiektu sinple onekin, ikasleak ohartuko dira makina elektrikoak arinagoak direla pertsonak baino eta horrek onura gehiago ekartzen diela enpresei. Makinen arintasunak produkzioen gorakada ekartzen du eta gero produkzio handiagoak onurak ere handiagoak izango dira.

Hortaz aparte automatizatutako proiektua denez, proiektua kontrolatzen duen pertsona ez da zertan egon behar lan inguruaren ondoan. Horrek errealitateko beste egoera batekin konparatu daiteke; ingurune gatzetako lanarekin. Errobotak eta makina elektronikoak berora edo hotzera moldatu daitezke haien propietateak galdu barik, haien lana era egokian egiten. Aldiz, gizakiak bere kontzentrazioa galdu dezake, bere lanean akatsak sortuz. Beste alde on bat ere badu, errobot bat baino gehiago kontrolatu daitekeela lan ingurutik urrin egonda. Horrela ikasleak konturatuko dira jende gutxiagorekin kontrolatu ahal izango direla enpresaren makinak eta programatzaileak oso garrantzitsuak izango direla.

Horretaz gain proiektu honek ez du bakarrik ikusmen artifizialeko ezagutzak biltzen, software desberdineko komunikazioak ere implementatzen ditu makina hobeago bat bihurtuz. Ikasleak ikusi dezake bi arloen artean bateratasuna sortzen dela. Honek ikasleari beste ikuspuntu desberdin batzuk emango dio bere azkartasuna handitzeko. Gainera era praktikoa batetan ikusi ahalko da zer ondorio onuragarri ekartzen dituen bi arlo desberdinen implementazioak.

Onurak:

- Errealitatean erabiltzen dituzten metodoekin lan egiteko posibilitatea ematen du.
- Errealitatean erabiltzen dituzten metodoak era erraz batetan ulertzeko aukera ematen du.
- Erakusten dizu zergatik enpresa askok aukeratzen dituzten metodo automatizatu hauek pertsonak beharrea
- Erakusten dizu automatizatutako proiektu batetik oso urrun egon zaitezkeela proiektu hori kontrolatzeko.
- Erakusten dizu, inplementatu ahal direla sistema independente bi beste hobeago bat sortzeko.

5. ESPEZIFIKAZIOAK

Proiektuarekin hasi baino arinago, espezifikazioak jarri beharko dira, proiektua ondo definituta gelditzeko. Espezifikazioak funtzionalak, erabilerari buruzkoak, edo diseinuzkoak izan daitezke. Normalean espezifikazioak bezeroak jartzen ditu, proiektua erosten duena delako. Baina sortzaileak jarritakoak ere izan daitezke.

Proiektu hau hezkuntzari zuzenduta dagoenez, erosleak irakasleak izango dira. Haien nahia ikasleei era errez, merke eta praktikoa batetan ikusmen artifizialaren erabilerak erakustea izango dira, beraz espezifikazio funtzionalak ez dira oso korapilatsuak izango. Diseinuko espezifikazioak ere ez dira konplexuak izango, ingurune txiki baterako proiektua delako.

Proiektua Hiru lerroka joko famatua denez, sortzaileak espezifikazio zehatz batzuekin definituko du proiektua. Espezifikazio horiek jokoaren arauak izango dira.

Arau horien artean:

- Bi erabiltzaileentzako jolasa dela.
- Jokoa hasten denean bi pieza mota bakarrik egongo direla.
- Jokoaren eremua bederatzi kutxatila definitutako ingurunea dela.
- Hiru pieza mota berdinean lerrokatuta daudenean, pieza mota horretako erabiltzailea, irabazlea dela.
- Bederatzi pieza detektatzeko gai izan behar da, jokoaren eremu fisikoan sartzen diren piezak direlako.

Aldiz, bezeroak definituko ditu:

- Zelangozkoak izango diren detektatu beharreko piezak, haien formak eta koloreak adibidez. Piezen forma erabakitzeko, pieza geometriko guztien artean erabaki dezake eta koloreen artean erabaki dezake, nahi dituen piezen koloreak.
- Erabiltzaile bakoitzaren txandak ere aukeratu dezake, lehena jolasten pertsona edo errota den.

Diseinuari begiratuta, diseinua bezeroak definitu beharko du. Berak erabakiko du proiektuaren tamaina fisikoa. Ezin izango du leku asko bete, laborategiko eremu mugatu bat izango delako. Beraz errobotaren lan ingurua leku horretara mugatua egongo da. Horrez gain, nahi duen automatizazio maila ere eman diezaioke sentsore eta beste aparatu elektronikoak jarritz.

Beraz diseinuzko espezifikazioak hauek dira:

- Lan inguru mugatua.
- Automatizazio maila gorenago bat emateko sentsore bat erabiliko da piezak detektatzeko.
- Jokatzeko interfazea ulerkorra eta erraza izan behar da.

6. ALTRNATIBEN ANALISIA

Proiektua hau gauzatzeko merkatuak bide asko ematen ditu. Merkatuak lengoai, komunikazio txartel, sentsore, errobot eta kamera desberdinak eskaintzen ditu. Bide egokiena bilatzeko taulak erabili dira. Taula horietan atal bakoitzeko produktu erakargarrienak jarriko dira eta ezagutzak eta edukitako baliabideak irizpide bezala jarrita osatuko dira taulak.

LENGOAIA:

Garrantzia handiena duen produktua da. Lengoiak proiektuaren maila definituko du, hezkuntzan inplementatu nahi den produktua denez lengoai ez oso korapilatsu bat aukeratu beharko da. Munduan zein diren lengoai famatuenak jakin beharko da, esan nahi duelako enpresak ere horiek erabiltzen dituztela. Jakinda EUITI-ko graduatan C lengoia, C++ eta MATLAB erabiltzen direla, kontutan eduki beharko dira.

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%

5.Irudia

Taulatik atera daitezkeen ondorioak dira, Java eta C lehengo postuetan daudela eta besteekin konparatuta diferentzia handiarekin. Hirugarren postuan C++ aurkitzen da eta MATLAB aldiz hamazortzi garren postuan. MATLAB hezkuntzan erabiltzen den lengoia da eta horren ondorioz aurkitze da taulako azpiko aldean.

Proiektu honetan lengoia irudi artifizialaren inplementatzeko erabiliko da. Lengoiairekin kamera kontrolatuko da, irudien prozesaketa egingo da eta piezen ezaugarriak lortuko dira. Beraz atal garrantzi honetarako hiru lengoai aztertuko dira: C, Java eta MATLAB.

- C programazio lengoia hasiberrientzat diseinatu izan ez arren, hezkuntzan erabiltzen da ordenagailu zientziak erakusteko. C programazio-lengoia egituratua da, goi-mailakoa eta malgua. Lengoia honek duen potentzia eta adierazkortasuna dela eta kode efizienteak sortzeko gai da, konkretua eta motza izan daitekeen beste kode iturri batean oinarrituta. Gainera maila baxuko ezaugarriak aurkitu ditzakegu bere mihiztadura lengoian, hori dela eta, oso erabilgarria da. Horrez gain, liburutegi funtzio ugari du eta erabiltzaileei beraien erabilpen propiorako liburutegi funtzio berriak sortzea uzten die. Baina gabeziak ere baditu; Aplikazioen eraikuntza modularrari euskarri gutxi ematen dio eta bere malgutasunak programatzaileari kodea era oso pertsonalean garatzen uzten dio. Horregatik oso zaila egin daiteke beste pertsona batek idatzitako programa bat ulertzea.
- Java programazio lengoia objektuei bideratutako helburu orokorreko programazioa eta mendekotasun gutxien ezartzen duen hizkuntza informatikoa da. C programazio lengoiatik etorri arren maila baxuko erabilgarritasun baliogabea du. Abantaila nagusiena, Javan idazten dena edozein hardwarean erabil daiteke baten bakarrik konpilatuta nahikoa delako. C++-en antza handia dauka, baina sintaxia, eta batik bat memoria kudeaketa, sinpleagoak dira Javan.

- **MATLAB** software erreminta matematikoa da, garapen integratuko ingurune bat eskaintzen du eta bere programazio lengoai propioa, M lengoia. Bere oinarrizko ezaugarrietan aurkitzen dira, besteak beste, matrizeen manipulazioa, datu eta funtzioen irudikapena, algoritmoen ezarpena eta komunikazio bat eskaintzen du beste lengoai desberdineko programekin eta hardware gailu desberdinekin.

Ondorioz, unibertsitateetan eta ikerketa zentroetan oso erabilia da. Gainera, MATLAB-ek C edo Fortran idatzitako hainbat funtzio eta subrutina erabil ditzake.

Irizpidea	Garrantzia	C lengoia	Java	Matlab
Prezioa	%25	8	8	3
Ezagutza	%40	5	3	8
Programatzeko denbora	%25	3	2	8
Okupatzen duen memoria	%10	8	5	5
		5.55	4.2	6.45

Taulatik ondorioak ateratzen baditugu, MATLAB izango da erabiliko den softwarea proiektu hau gauzatzeko. Gehien bat, beste hardwarerekin konektatzeko erraztasuna duelako eta heziketan erabiltzen den softwarea delako, aukeratua izan da.

ERROBOTA

Errobotak objektuak mugitzeko bakarrik erabiliko da, beraz ez da puntako errobot behar baina bai bete beharko dituela espezifikazio batzuk proiektuaren nahiak bete ahal izateko. Errobot beso egokia lortzeko Espainian, hezkuntza arloan, zein errobot mota erabiltzen diren jakin beharko da.

Espainian gehien erabiltzen hiru errobot beso aukeratu dira, haien propietateengatik:

- **ROBOT MOTOMAN MH5F:**

Errobot trinkoa, abiadura handikoa eta kokatzeko ez du behar leku handirik. Lurrean, paretan edo sabaian kokatu daiteke bere neurri txikiei esker. Etekin handiagoan lan egiten du pieza txikiekin. Motoplus softwarea erabiltzen du kontrol programa sortzeko. Programa horrekin errobotaren sei ardatzak kontrolatzen dira.

- **ROBOT CYTONE 300**

Errobot oso arina, eramangarria, bi kilogramo bakarrik pisatzen duelako eta giza zereginak egiteko kapaz da. Cyton Actin softwarearekin kontrolatzen da, software hori beste maila altuko hardwaretan erabiltzen da aplikazio medikuetan, espazioetan eta nuklearretan. Software horrekin errobotaren zazpi ardatzak kontrolatuko dira. 3D irudikapena eta kontrol interfazeak denbora errealeko urrutiko kontrola bermatzen du interneten bidez ahalbidetuta.

- **ROBOT SCORBOT ER-4U**

Errobot hau sistema oso fidagarri eta polifazetikoa da hezkuntzarako begira. Bere abiadura eta errepikakortasunari esker elementu egokia da operazio erabat autonomoak egiteko eta zelula integratuko aplikazioetan erabiltzeko. Errobota Robocell softwarearekin kontrolatzen da. Software horrekin, errobotaren bost ardatzak mugituko, errobotaren posizioak gordeko eta periferikoak kontrolatuko dira. Osagarri ugari onesten ditu, proiektu automatizatuagoak lortuz.

Irizpidea	Garrantzia	ROBOT MOTOMAN MH5F:	ROBOT CYTONE 300	ROBOT SCORBOT ER-4U
Prezioa	%25	7	7	4
Softwarea	%40	5	3	7
Osagarriak	%15	4	2	8
Tamaina	%20	8	8	6
		5.95	4.85	6.2

KAMARA

Proiektuko alde garrantzitsuenetarikoa da, objektuak era garbi baten ikusteko beharko da. Hori bai, kameraren funtzionamendua, irudiaren harrapaketa eta irudiaren prozesatzea ordenagailuko softwarearekin egingo denez ez da behar puntazko kamara bat. Irudiak argi ikuste usten duena batekin nahikoa izango da. Erabakia hartu baino arinago jakin beharko da zein kamara erabiltzen diren ikusmen artifizialeko proiektuetan.

Gehien erabiltzen direnak, beraz, hauek dira:

- Matrize kamera. Bere izenak esaten duen bezala kamerak hartzen duen ingurunea pixelez osatutako matrize batetan bihurtzen du. Horrela objektuen akatsen detekzioa errazagoa da.
- 3D-ko kamerak. Kamara mota hauek 3D-ko neurketak egitea ahalbidetzen du, abiadura oso handietan 30.000 profil segundoko. Kamera mota hauen barnean, sentsoareak, laserrak eta software berezi bat dago, 3D-ko neurriak kalkulatzeko. Konexio digital bat erabiltzen du kameratik ordenagailura informazioa igortzeko.

- Adimendun kamerak. Osagaien txikiagotzeari esker adimen kameren garapena eta ugaritzea handia izan da. Kamera hauek, beste kamerak bezala, haien barnean, sentsoreak eta irudi harrapaketari lotuta dagoen elektronika ez ezik, prozesadore bat, memoria eta kanpoko komunikazioa ere badute. Beraz haiek bakarrik ikusmen artifizialeko sistema bat sortzen dute.

Lehen aipatu den bezala, proiektu hau gauzatzeko ez da beharrezkoa ikusmen artifizialeko sistema bat erostea eta beraz garrantzitsuena irudiren argitasuna da. horrexegatik web kamera simple bat ere analizatuko da.

Irizpidea	Garrantzia	Matrize kamera	3D-ko kamerak	Adimendun kamerak	Web kamera
Prezioa	%70	3	2	1	9
Erresoluzioa	%15	9	9	9	5
PC konexioak	%5	4	7	7	5
Tamaina fisikoa	%10	6	6	6	6
		4.25	3.7	3	7.9

Taulatik ateratzen den ondorioa da web kamera batekin egin daitekeela proiektua. Prezioak pisu handia eduki du aukeraketa honetan.

Errobotaren eta ordenagailuaren arteko komunikazioa ahalbidetzen duen aparatu bat ere aukeratu behar da. Horretarako komunikazio txartelak egokiak izan daitezke edo serie komunikazioko bihurgailuak ere erabili daitezke.

Komunikazio txartelen arten Arduino eta PIC mikrokontroladoreak dira esagunenak. Enpresetan NuDAM-ak erabiltzen dira datuak hartzeko eta serieko komunikazioa erabiliz datu horiek alde batetik bestera eramateko.

- PIC24FJ128GA010. Microchip-ek sortutako mikrokontroladoreak da. Mikrokontroladoreak gailu programagarri bat da, memorian grabatutako aginduak exekutatzen dituena, baina modulu ugari dituenez beste funtzio batzuk ere egin ditzake. Modulu horien barruan tenporizadoreak, bihurgailu analogiko digitalak, ... daude. Beraz, erabilera anitzetarako erabilia izan daiteke. Proiekturako I/O sarrera irteerak bakarrik beharko genituzke, erroboata ordenagailuarekin komunikatzeko.
- Arduino. Txartel honek mikro ATME1 etxeko ATMEGA328P-PU kontroladore bat edukiko du. Microchip-ek sortutako mikrokontrolagailuekin konparatuz, modulu gutxiago ditu eta aplikazio gutxirako balio du. Baina erabileraren erraztasunaren aldetik diferentzia nabarmena da batetik bestera. Arduinoren erabilera oso erraza da, gainera I/O sarrera eta irteera gehiago ditu eta MATLAB-ekiko komunikazioa primerakoa, bertara komunikatzeko liburutegiak daudelako.
- NuDAM moduluak Adlin enpresak sortutakoak dira. Komunikazio moduluak dira eta industrian erabilera oso handia dute. Proiektu hau gauzatzeko modulu bat baino gehiago beharko da. ND-6530 beharko da, USB-tik RS-485-era igarotzeko eta ND-6050, RS-485-tetik irteera digitaletara igarotzeko.

Irizpidea	Garrantzia	PIC	Arduino	NuDAM
Prezioa	%35	4	7	6
I/O kopurua	%30	9	7	5
Programazioa	%15	4	8	8
Programatzeko denbora	%20	4	8	4
		5.5	7.35	5.6

Taula onetatik ondorioztatu daiteke, Arduinok irabazten duela lehen aukeratutako lengoaiarekin komunikatzeko erraztasun gehiago dituelako beste biak baino.

SENTSOREAK

Sentsoreari dagokionez, oso garrantzitsua izango da bere funtzioa ondo betetzea. Horretarako hainbat sentsore mota agertzen dira merkatuan. Objektuen detekziorako gehien erabiltzen diren sentsoreak sentsore fotoelektrikoak eta ultrasoinukoak dira.

Sentsore fotoelektrikoak argiaren aldaketaren bitartez egiten du lan. Sentsore hauek, bi elementutan zatitzen dira, elementu batek argia igorriko du eta besteak jaso. 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 jakingo du. Robotikan oso erabiliak diren sentsoreak dira hauek.

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

Irizpidea	Garrantzia	Ultrasoinua	Fotoelektrikoa
Prezioa	%20	7	8
Perturbazioei eragin txikia	%40	5	9
Erantzun denbora	%40	6	8
		5.2	8.4

7. DISEINUAREN LABURPENA

Hauek izan dira erabilitako tresnak, proiektua gauzatzeko:

SCORBOT 4u:

Elementurik garrantzitsuetarikoa da, errobota izango delako erabiltzailearen eta aurkariaren besoa. Piezak batu eta kokatu beharko ditu mahi jokoan. Software propioa duenez programazioa asko errazten da, gainera simulazioak egitea ahalbidetzen du, benetako errobotarekin hasi baino lehen. Hortaz gain, kontrolerako modulu bat dauka non sarrera eta irteera digitalak, sarrera analogikoak eta abar dituen.



6.Irudia

Zinta Garraiatzailea

Inteliken osagarrietako elementua da. Errobotarekin inplementatzen den zinta. Jokoaren piezak automatikoki hurbilduko dizkio errobotari. Aldiz, erabiltzaileak jarri beharko dizkio piezak ganean.



7.Irudia

Sentsore fotoelektriko

Zintan utzitako piezak detektatuko duen sentsore fotoelektrikoa da, Telemecanique etxeko XUBONSNL2 modelokoa. Sentsore honek 12-24 V tentsioa beharrezkoa dauka sarrera bezala eta irteera seinalea PNP motakoa izango da. Sentsore honek duen betebeharra errobotari adieraztea pieza prest dagoela mugiarazteko.



8.Irudia

Web kamera

Elementu oso garrantzitsua da, ondo kokatuta egon beharko du nahi den informazioa iruditik ateratzeko. Erresoluzio eta kalitate handirik ez duen kamera da. Irudi kalitatea 640 x 480 pixeletakoa da.



9.Irudia

Arduino Uno

PC eta errobot komunikazioa gauzatuko du. PC eta Arduinoren artean komunikatzeko USB bitarteko protokoloa erabiliko da, aldiz, Arduino eta errobotaren arteko komunikazioa pin digitalen laguntzarekin gauzatuko da.

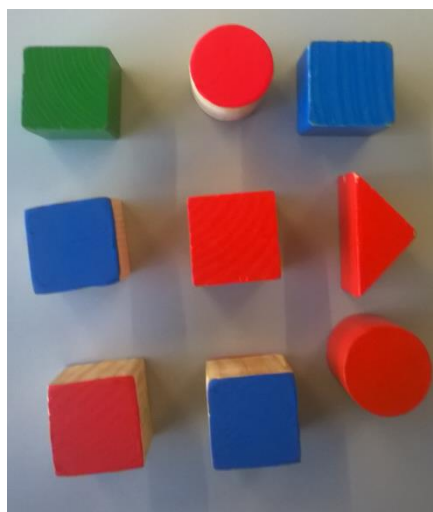
MATLAB eta Arduino komunikazioa zuzena izango da, MATLAB-ek “Support Package for Arduino” erraminta eskuragarri duelako.



10.Irudia

Jokatzeko piezak edo fitxak

Kolore urdineko, gorriko eta berdeko piezak izango dira eta haien forma geometrikoa karratua, zirkulua edo triangelua izango da.



11.Irudia

Proiektu hau gauzatzeko software eta driver batzuk instalatuta eduki beharko dira. Hauek dira haien izenak:

- 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 daudenean, hardware guztiaren konexioak gauzatu beharko dira.

Hasteko,errobota bere kontroladorera konektatuko da eta baita elementu osagarriak ere: zinta garraiatzailea eta sentsorea.

Errobota eta kontroladorea konektatzeko D50 konektorea erabiltzen da. Irudian (8.Irudian) ikusi daitekeenez elikadurara ere konektatzen da eta USB konexioa ere badu PC-arekin konektatzeko.



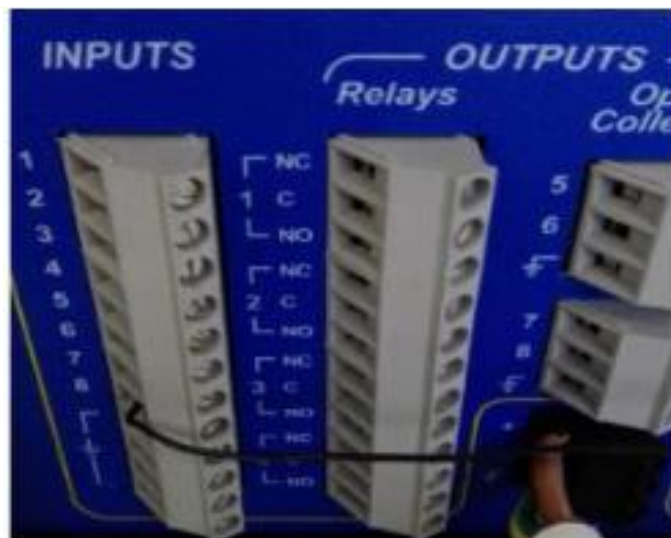
12.Irudia

Zinta garraiatzailearen konexioa hurrengokoa da, zinta garraiatzailea AXIS 7-ra konektatu beharko da.



13.Irudia

Sentsore fotoelektrikoa aldiz, sarrera digital batera konektatuko da. Irudian ikusten den bezala sarrera digitaleko zortzigarren PIN-an konektatzen da.



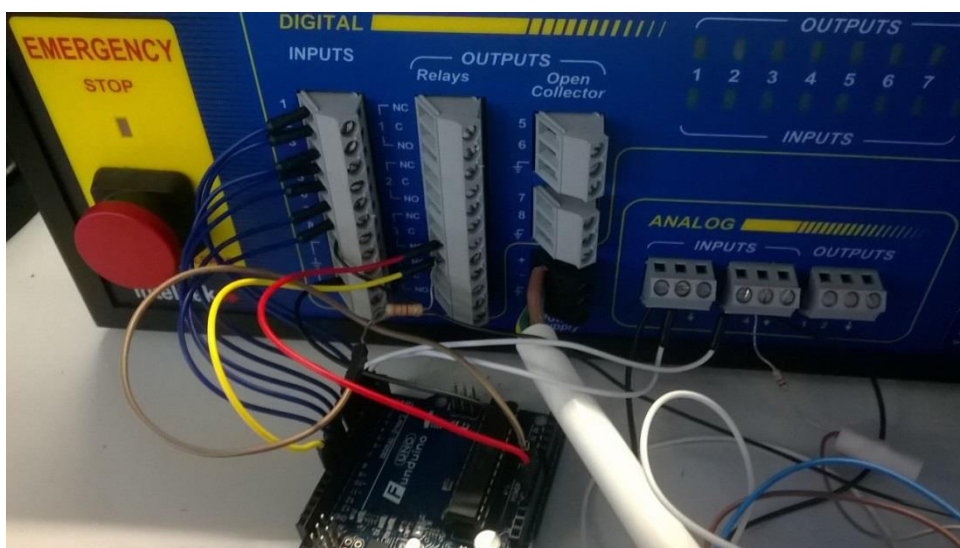
14.Irudia

USB-ko konexiarekin ere, kamera eta ordenagailua konektatuko dira.



15.Irudia: ordenagailuaren usb konexioak, arduino ,kamera eta errobotaren kontroladorearena

Arduino komunikazio txartela USB-aren bitartez konektatuko da PC-ra. Errobotarekin konektatzeko pin digitalak erabiliko ditu, batzuk irteera bezala konfiguratuta eta bestak sarrera bezala. Irteerako pin horiek errobotaren kontroladorearen sarrera digitaletara eta analogikoetara konektatuko dira eta sarrerako pina kontroladorearen irteera digitalera konektatuko da. Kontroladoreko irteera PIN-an 5V tentsioa sartu beharko da irteerak errele modukoak direlako (kontroladorearen manualean ageri den bezala). Masak ere konektatu beharko dira.



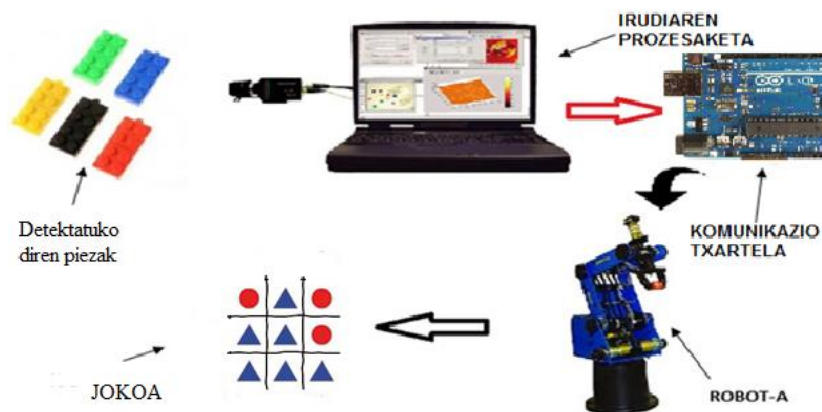
16.Irudia

Jakinda zein elementu erabiliko diren proiektua gauzatzeko eta definituta eduki behar dituen ezarpenak, proiektua diseinatu daiteke. Puntu honetan, diseinuak dituen atal guztiak azalduko dira zehatz mehats.

Hiru lerroka jokoa egitea da proiektu honen xedea. Bi jokalarientzako jokoa denez, aurkaria simulatzeko web kamera bat eta errobot besoa erabiliko da. Web kamera ikusmen artifizialaren laguntzari esker, aurkariaren begia izango da eta errobot besoa aurkariaren besoa. Jolasteko bi era egongo dira, kolore desberdineko piezekin edo forma desberdineko piezekin.

Jokoaren lehenengo atalean erabiltzaileak zenbait parametro aukeratu beharko ditu, adibidez, zein piezekin jolastu nahi duen berak, zein piezekin jolasten duen errobotak eta nor hasten den jokatzeko. Behin aukeraketa horiek gauzatu, jokatzeko piezak errobotaren ondoan jarritako zinta garraiatzaile batetik etorriko dira, sentsoreak pieza detektatzen duenean SCORBOT 4u errobotak pieza hori erabiltzaileak edo errobotak aukeratutako posiziora eramango du. Behin errobotak bere lana bukatzen duenean web kameratik irudi bat lortuko da, ondoren PC-ra bidaliko du irudi hori, MATLAB programazio lengoaiarekin prozesatzeko eta irudi horretatik nahi diren parametroak lortzeko. Behin parametro horiek eskuratuta, errobotak jakingo du non jarri dezakeen pieza mahi jokoa eta jokolariaren txanda bada, galarazi egingo dio okupatuta dagoen leku baten jartzea pieza, mezu baten bitartez adieraziko dio ezin duela pieza bertan jarri. Komunikazio txartel baten laguntzaz piezen kokapena errobotari bidaliko zaio, errobota mugiarazteko eta mahi joka betetzeko. Jokoa amaitu egingo da, erabiltzaileak edo errobotak mota berdineko hiru pieza lerroan jartzen dituzenean edo mahi jokoa beteta dagoenean.

Hortaz, sistema guzti hau MATLAB eta bere toolbox baten bitartez, “procesamiento digital de imágenes” kontrolatua izango da. Horretaz gain, ROBOCELL softwarea paraleloan lan egingo du Arduino komunikazio txartelaren laguntzaz.



17.Irudia

8. AURREKONTUA

Proiektu hau Aurrera ateratzeko behar den aportazio ekonomikoa, ondorengoa 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 €

9. PLANGINTZA

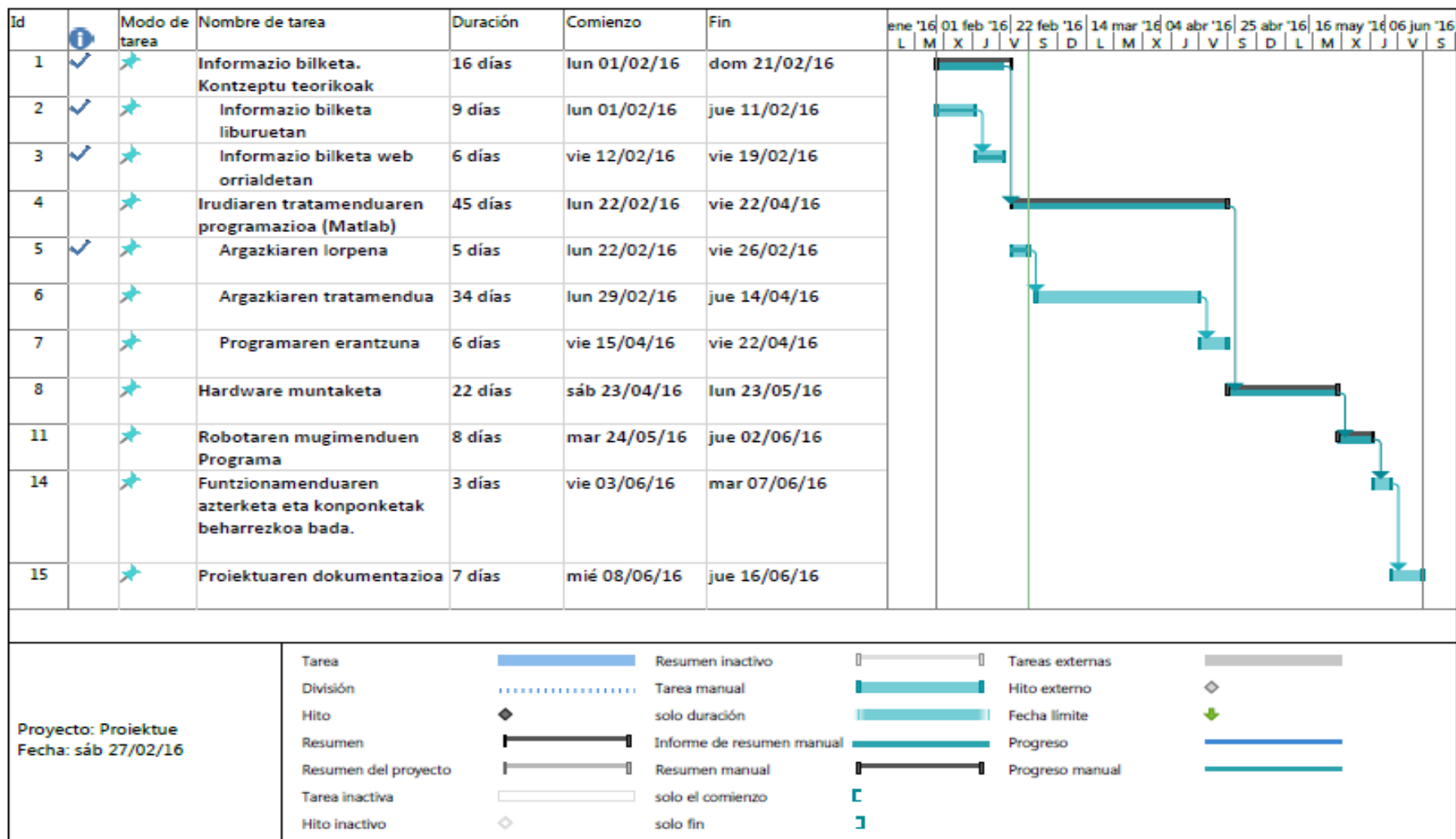
Proiektu bateko lan zama handia da, orregatik oso garrantzitsua da lanaren antolaketa on bat. Horretarako plangintza bat sortu behar da, proiektuaren atal guztiak planifikatuta edukitzeko.

Lan guztien bezala lehenik eta behin galdera batzuei erantzun behar zaie, horretarako informazioa bildu eta ulertu beharko da, oinarri sendo bat edukitzeko proiektuarekin hasi baino arinago.

Ondoren, ikusmen artifizialean oinarritutako proiektua denez, irudiaren tratamenduaren programazioa lortu beharko da. Atalik garrantzitsuena denez denbora nahikoa igaroko da teknika hau ondo menperatzeko.

Horrez gain proiektuaren funtzionamendu guztia egin beharko da softwarean programatuz eta hardware muntatzea errobotatuta eta ordenagailua konektatzeko. Azkenik, frogatu beharko da funtzionamendua egokia dela, zerbait gaizki egon ezkeron konpontzeko. Behin, funtzionamendua egokia dela ikusita dokumentatzen hasi beharko da.

Gantt diagrama



10. ARRISKUEN ANALISIA

Proiektua arazo barik aurrera ateratzeko, kontutan eduki beharko ditugu zein arriskuk kalte egiten duten. Lehenengo eta behin, arrisku horiek identifikatu beharko dira. Ondoren, haien probabilitate eta inpaktuaren arabera klasifikatu, arrisku esanguratsuenak kontutan edukitzeko, ordua heltzen denean ekiditeko.

Hauek dira arazoak:

1. Bajak (Gaixotasunak, lan istripuak,...).
2. Plangintzan jarrita ez dauden gertaerak sortzea.
3. Erreminten apurketa.
4. Erositako materialetan akatsak egotea.
5. Diseinu erroreak informazio faltagatik.
6. Aurrekontuko diruaren aldaketak.
7. Ordainketarik ez jasotzea.
8. Espezifikazio aldaketak (Proiektua hasita)
9. Lege aldaketak.
10. Eguraldi txarraren ondorioz argia joat

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

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

Plan horrek puntu batzuk bete beharko ditu, arazo horiei soluzioa emateko:

- Ustekabeko egoerak edo gertaerak sortzen badira eta plangintzako denboretan tolerantziarik ez badago, gauza bakarria egin daitekeena, prozesu guztietatik denbora murriztea da. Horrek , proiektuan, inpaktu handia edukiko dezake, gehien bat proiektu horren kalitatean.

Beraz, egin daiteken gauza bakarria, plangintzako prozesu guztietan tolerantzia orduak jartzea da, ustekabeko gertaerak sortzen badira babestuta egoteko.

- Proiektu bat aurrera ateratzeko behargin guztiak haien momentu honenean egoteak garrantzi handia du, bai fisikoki bai psikologikoki. Ingurugiro egoki batean lan egiteak asko laguntzen du, bajak ekiditen. Gainera segurtasun baldintzak betetzen badira lan istripuak ez dira gertatuko. Horretaz gain, lana zama gutxirekin lan egiten badute, lan antolaketa egokia egin delako, estres gutxiagoko kasuak egongo dira eta langile guztiak gustura lan egingo dute.
- Dirua kentzen baldin badute ezin izango da proiektuarekin aurrera jarraitu. Hori ez gertatzeko diru laguntzak bilatu behako dira, legeak begiratzuz, eta erosi beharreko materiala zuhertasun handiz erosi beharko da prezio kalitate on bat bilatuz.

11. ONDORIOAK

Proiektua gauzatu ondoren, hausnarketa garaia da. Ideia nabarmen batzuk atera daitezke lan honi buruz. Ideia horiek sakonduz, konklusio batzuk ateratzen dira:

- Ondoriorik nabarmena, hasieran jarritako helburua betetzen dela da. Ikusmen artifizialeko tekniken bitartez irudiak detektatu eta interpretatu egin dira, joko bat sortzeko.
- Joko batekin, enpresetan, errealitatean erabiltzen den teknika bat inplementatu da, enpresaren eta hezkuntzaren arteko zubi bat osatuz. Honekin frogatzen delako enpresen teknikak ez daudela heziketan ematen diren tekniketarik oso urrun.
- Ikusmen artifizialeko, abantailak ere islatu dira proiektu honetan. Izakiak egiten duen lan bat egin daitekeela begi eta beso artifizial batekin. Gainera emaitza hobegoekin, zeren eta, gizakia baino abiadura handiagoarekin egiten du lan, nekearen eragina ez du sumatzen eta pieza bat baino gehiago analizatu dezake.
- Ikusmen artifizialak eduki ditzakeen gabeziak ere ikusi daitezke. Izakien begiak, argitasun desberdinetara moldatu daitezke baina kamerak ez. Horren ondorioz argitasun egokia ez bada lortzen, irudiaren prozesaketaren zehaztasuna txarragoa izango da. Beraz oso garrantzitsua da proiektuaren kokapena. Hori horrela izan arren, frogatu da, proiektua egin daitekeela argitasun kaskarreko leku batetan, hori bai, zehaztasun eta txarrago batekin.
- Proiektu ekonomiko bat lortu da. Konparatuta enpresetan erabiltzen direnekin, merkea da. Hori bai, horren ondorioz proiektuaren bikaintasuna jaitsi da erroreen baturengatik. Nahiz eta osotasunean lan ona egin, sentsoreen inperfekzioengatik, instalazioko inguruagatik edo erabilitako piezengatik, teorikoki aterako ematzetatik pixka bat urrun gelditzen da errealitatean gertatzen dena.

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 erabilia**

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, Scorbace 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