

ROBOT VISION TECHNOLOGY DESCRIPTION AND ANALYSIS ROBOTU REDZES TEHNOLOĢIJU APRAKSTS UN ANALĪZE

Autors: **Amil Nabiyeu**, e-pasts: datorsistemas2014@inbox.lv, 22029721

Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing., prof.**, e-pasts:
Peteris.Grabusts@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Anotācija. *Roboti kļūst arvien gudrāki un prasīgāki. Drīz tie masveidā izeis ārpus industriālās vides, kur patlaban tiek izmantoti visplašāk, sadzīvē. Svarīga robotikas sastāvdaļa ir robotu redze. Dažādas redzes sistēmas tiek iedalītas trīs apakšklasēs: zema, vidēja un augsta līmeņa redze. Zema līmeņa redzes sistēmas ir paredzētas, lai apstrādātu informāciju no sensoriem. Redzes sistēmu pamatā ir dažādi objektu atpazīšanas algoritmi. Viena no šādu algoritmu grupām ir segmentācijas algoritmi. Darbā tiek pētītas robotu redzes tehnoloģijas un tajās balstīti segmentācijas algoritmu darbības principi. Izdarīts vienkāršojums, ka robotu redze tiek imitēta ar divām webkamerām un noteikts attālums līdz nekustīgam objektam.*

Ievads

Robotu redzes sistēmas var klasificēt kā "viedās" mašīnas, ja tām ir šādi simptomi (pazīmes viedai uzvedībai):

- 1), lai iegūtu būtisku informāciju, kurā ir daudzi neatkarīgi iezīmes;
- 2) spēja mācīties ar piemēriem un vispārināt šīs zināšanas ar nolūku to piemērošanu jaunām situācijām;
- 3) spēja atjaunot notikumus nepilnīgas informācijas apstākļos;
- 4) spēja noteikt mērķus un formulēt plānus, lai sasniegtu šos mērķus.

“Vision Systems midrange” ideoloģija saistīta ar segmentācijas uzdevumiem, aprakstot un atzīstot individuālos objektus. Tā ietver dažādas pieejas, balstoties uz analītisko viedokli. Augsta līmeņa redzes sistēmas atrisina iepriekš apspriestās problēmas. Lai iegūtu skaidrāku izpratni par tehniskām problēmām saistībā ar tehniskās redzes zemu un vidēju līmeni – ir jāievieš daži ierobežojumi šādu uzdevumu vienkāršošanai [1], [2], [6].

Faktiski to sauc par segmentācijas sižeta sadalīšanas procesa sastāvdaļās vai objektos. Segmentācija ir viens no galvenajiem elementiem automatizētas redzes sistēmās, jo šajā posmā apstrādes objekti tiek iegūti tālākai identifikācijai un analīzei. Segmentācijas algoritmi parasti balstās uz diviem pamatprincipiem: pārtraukumu un līdzību. Pirmajā gadījumā pamata pieeja ir balstīta uz kontūru noteikšanu un otrajā – izmanto noteiktu kļūdu “sliexni”. Šie jēdzieni attiecas gan uz statiskajām, gan uz dinamiskajām (atkarībā no laika) ainām. Pēdējā gadījumā kustības var būt jaudīgs instruments, lai uzlabotu segmentācijas algoritmu darbības efektivitāti.

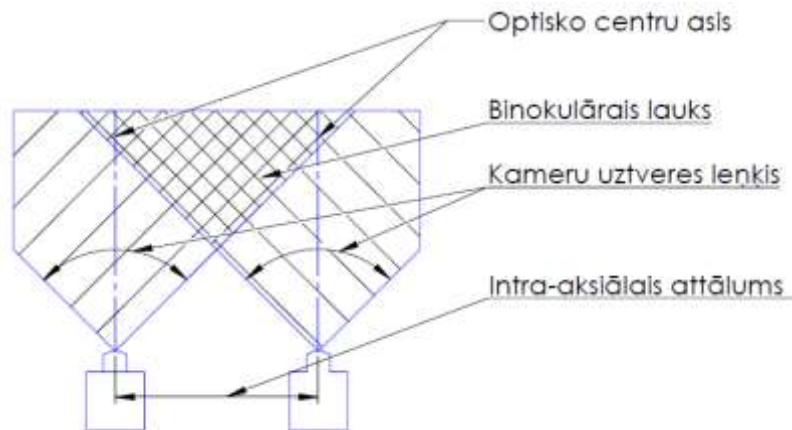
Darba mērķis ir izpētīt robotu redzes tehnoloģijas un analizēt segmentācijas algoritmus, ka ir robotu redzes pamatā.

Stereoskopiskās sistēmas parametri

Digitāli uzņemtus videomateriālus var uztvert kā atsevišķu attēlu uzņemšanu un vēlāku to secīgu kop-salikumu, veidojot kustīgu vizuālo mēdiju. Lielākajai daļai digitālo ierīču atsevišķu attēlu vai video uzņemšana tehnoloģiski neatšķiras. Līdz ar to, turpmāk analizējot stereoskopiskās sistēmas fizikālos parametrus bieži vien nav iespējams vai nav nepieciešamības tos atsevišķi atdalīt. Noteiksim un aprakstīsim kameru fizikālo parametru kopumu, kas raksturo 3D koordinātu kadrēšanu 2D attēlos. Pastāv vairāki fizikālie parametri, kas ietekmē binokulārā lauka izveidi un attēlu apstrādes procesu [3], [4], [5].

Izmantojot vienu attēlu uztveres ierīci, tai ir viens attēla uztveres lauks jeb telpas apgabals tās lēcas priekšpusē, ko tā spēj uztvert un interpretēt 2D attēlā. Viens šāda veida uztveres lauks tiek saukts par monokulāro lauku.

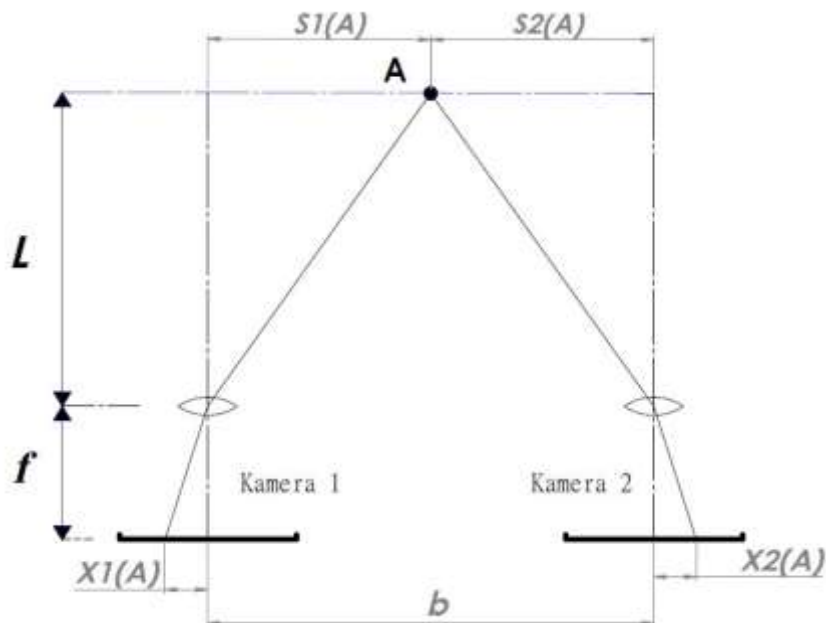
Priekšnosacījums stereo redzes radīšanai ir binokulārais lauks. Tas veidojas, kad divu attēlu uztveres ierīču monokulārie lauki pārklājas (sk. 1. attēlu).



1.attēls Binokulārā lauka izveide

Materiāli un metodes

Epipolārā ģeometrija – tas ir stereo redzes ģeometrija. Šāda veida ģeometrija veidojas, kad ar divu kameru palīdzību tiek aplūkota kāda 3D aina no divām dažādām pozīcijām jeb perspektīvām. Ar epipolārās ģeometrijas palīdzību tiek apskatītas ģeometriskās attiecības starp trīsdimensionāli izvietotiem punktiem telpā un to projekciju 2D attēlā jeb projekcijā uz digitālās uztveres iekārtas matricas.



2. attēls Shematisks epipolārās ģeometrijas sistēmas atspoguļojums

Otrajā attēlā atspoguļota shematiska epipolārās ģeometrijas sistēma. Attālums starp divu kameru optiskajiem centriem ir apzīmēts ar “ b ”. Abu kameru optiskās asi ir paralēlas. Tām ir vienāds fokālais garums “ f ”. “ A ” ir punkts telpā un “ L ” ir attālums starp punktu un kameru lēcām. Pašas kameras tiek interpretētas kā “Kamera 1” un “Kamera 2” un attēlu projekcijas uz to matricām ir atbilstoši apzīmētas kā “ $X1(A)$ ” un “ $X2(A)$ ”. Paralakse jeb šajā gadījumā novērojamā objekta projekcijas novirze no optiskajām asīm tiek izteikta kā: $X=X1(A)+X2(A)$ un tā ir apgriezti proporcionāla telpas punkta nobīdēm no optiskajām asīm „ $S1(A)$ ” un „ $S2(A)$ ”.

Saskaņā ar līdzīgu trīstūru ģeometriskajām īpašībām iespējams izteikt sekojošus vienādojumus:

$$\frac{S1(A)}{X1(A)} = \frac{L}{f}$$

$$\frac{S2(A)}{X2(A)} = \frac{L}{f}$$

$$b = S1(A) + S2(A)$$

$$X = X1(A) + X2(A)$$

$$L = \frac{b * f}{X1(A) + X2(A)}$$

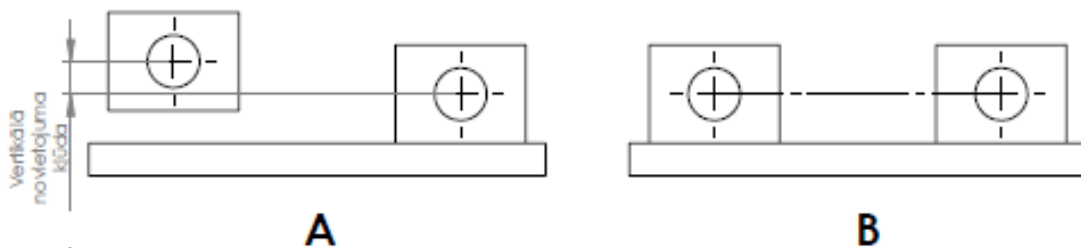
$$L = \frac{b * f}{X}$$

Kad ir zināmas divu mainīgo, kameru optisko centru intra-aksiālais attālums “b” un fokālais attālums “f” vērtības, tad mērāmais attālums “L” ir apgriezti proporcionāls novērojamā objekta projekcijas novirzei no optiskajām asīm jeb paralaksei „X”.

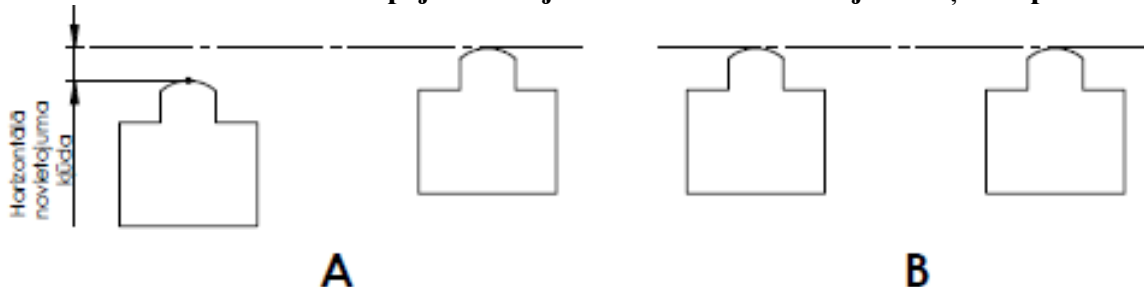
Formulas distances izteikšanai varbūt atšķirīgas, mainoties dažādiem sistēmas parametriem. Lai būtu iespējams noteikt distanci līdz kādam telpas punktam ir būtiski svarīgi izprast un zināt attēlu veidošanās principus, kādi apstākļi ietekmē sistēmas darbību un iegūstamu mērījumu precizitāti.

Rezultāti un to novērtējumi

Kameru savstarpējā izvietojumā svarīgi pievērst uzmanību, lai to optisko centru horizontālais izvietojums atrastos vienā plaknē. Ja kameras tiek novietotas ar vertikālā novietojuma kļūdu vai horizontālā novietojuma kļūdu, tad var gadīties, ka apstrādājama attēlu kop-salikums būs izkropļots. Vienā gadījumā veidojas astigmātisks attēls un otrā gadījumā - koncentrisks. Šādi uzņemtus attēlus ir sarežģītāk vai neiespējami apstrādāt. Līdz ar to būtiski ir tas, lai kameras būtu novietotas paralēli un to uztveres punkti (lēcas) atrastos uz vienas ass un plaknes. Pretējā gadījumā var neizdoties apstrādāt datus vai noteiktā distance būs neprecīza (sk. 3. un 4. attēlu).



3. attēls Kameru savstarpējā izvietojuma vertikālā novietojuma kļūdas piemērs

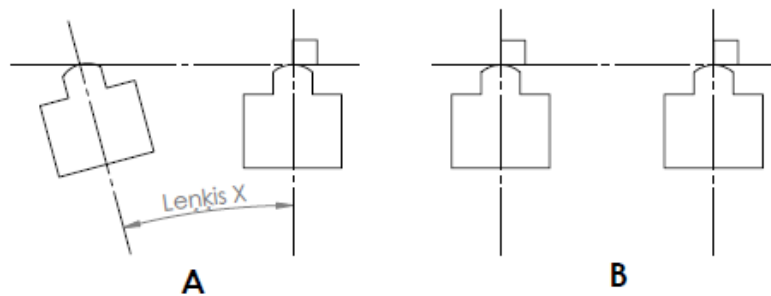


4.attēls Kameru savstarpējā izvietojuma horizontālā novietojuma kļūdas piemērs

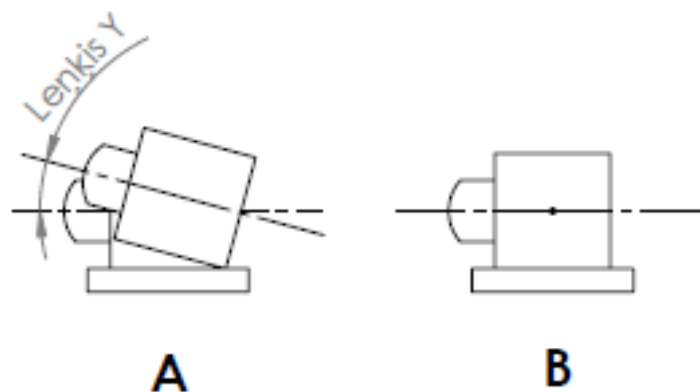
Uzstādot sistēmu iespējamas arī leņķiskā novietojuma kļūdas, kas kameru optiskās asis nav paralēlas. Attēlos 3 un 4 leņķiskā novietojuma kļūdas shematiski attēlotas ar

apzīmējumiem „Leņķis X” un „Leņķis Y”. Šāda novietojuma kļūda var veidot uztverto attēlu perspektīvas izkropļojumu, piemēram, viena no kamerām uztver kvadrātveida ģeometrisku figūru, savukārt otra uztver trapecveidīgu figūru.

Neliela leņķiskā kļūda, līdzīgi kā iepriekšminētajā vertikālā novietojuma kļūdas gadījumā, var veidot astigmātiskus analizējamus attēlus. Turpinot šo tēmu jāpiemin, ka var neizveidoties tāds binokulārais lauks, kāds bija paredzēts veidojot sistēmu. Atkarībā no tā cik liela un kādā leņķiskā vērtībā būs izveidojusies novietojuma kļūda, binokulārā attēla lauks var izveidoties gan tuvāk, gan tālāk nekā bija paredzēts, bez tam tas var veidoties ar vertikālu un horizontālu nobīdi (sk. 5. un 6. attēlus).



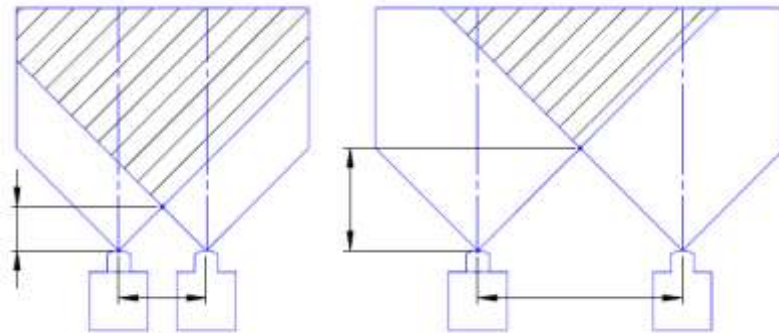
5. attēls Kameru savstarpējā izvietošana X leņķa novietojuma kļūda



6. attēls Kameru savstarpējā izvietošana Y leņķa novietojuma kļūda

Piemēram, ja attēlotās leņķiskās nobīdes „Leņķis X” un „Leņķis Y” tiek palielinātas, binokulārais lauks var izveidoties pārāk tālu, lai sistēma spētu analizēt tuvumā esošu objektu distanci, vai arī binokulārais lauks var neizveidoties vispār.

Būtiska nozīme ir arī izmantojamo kameru intra-aksiālajai distancē jeb kameru izvietošana savstarpējam attālumam starp to optiskajiem centriem. Attēlā 7. redzams vienkāršots piemērs tam, kā intra-aksiālā distancē ietekmē binokulārā lauka izveidi. Palielinot attālumu starp optiskajiem centriem, binokulārais lauks izveidojas tālāk no sistēmas. Īpaša vērība jāpievērš gadījumiem kad tiek izmantotas kameras ar šauru uztveres leņķi un lielu fokālo attālumu, jo pārlietu liela intra-aksiālā distancē var neļaut izveidoties binokulārajam laukam, vai arī tas var izveidoties nevēlamā attālumā no sistēmas.

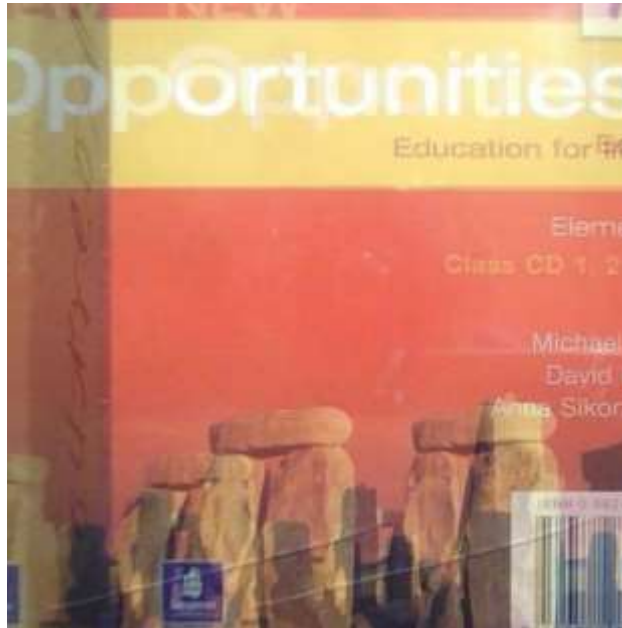


7. attēls **Binokulārā lauka attāluma izveides atkarība no intra-aksiālās distances palielinājuma**

Atsevišķos gadījumos var tikt izmantota sistēma, kurai ir mainīgs intra-aksiālais attālums. Šāda veida sistēmas izpildījums palīdz piemērot sistēmu dažādiem apstākļiem, kuros sistēma varētu būt pielietota. Palielināta intra-aksiālā distance, palīdz labāk izšķirt objektus, kad sistēma izstrādāta tālam mērījumu laukam un piemērota gadījumiem, kad sistēmai tuvā mērījumu laukā, viens otram blakus var atrasties vairāki objekti. Tomēr lielāka izmēra intra-aksiālā distance nozīmē to, ka iegūtajos attēlos būs grūtāk noteikt sakritības, jo atbilstošie punkti attēlos var būt ar lielāku nobīdi no optiskajiem centriem. Mazāka izmēra intra-aksiālā distance nosaka, ka binokulārais lauks izveidosies tuvāk sistēmai. Analizējamo videomateriālu uztvertie telpas apgabali būs maksimāli līdzīgi tādā veidā atvieglojot sakritību noteikšanu, tomēr šāds kameru izvietojums nozīmē arī lielāku mērījumu lauka kļūdu (sk. 8 un 9 attēlus).



8. attēls **Stereo fotogrāfijas jauktā veidā attālumā 412.5cm**



9. attēls Stereo fotogrāfijas jauktā veidā attālumā 17cm

Secinājumi

Pētījuma laika tika secināts:

- Nemainoties horizontālajam un vertikālajam stāvoklim stereo attēlam, var iegūt precīzus matemātiskus aprēķinus;
- Attālinot kameras horizontāli vienu no otras, var iegūt plašu skatījumu uz stereo attēlu, šajā gadījumā var izpētīt ne tikai vienu priekšmetu, bet dažādus priekšmetus vienlaikus;
- Pastāv vairāki fizikālie parametri, kas ietekmē binokulārā lauka izveidi un attēlu apstrādes procesu;
- Lai varētu noteikt distanci līdz kādam telpas punktam, ir būtiski svarīgi izprast un zināt attēlu veidošanās principus, kādi apstākļi ietekmē sistēmas darbību un iegūstamu mērījumu precizitāti
- Pētījuma gaitā tika plānots izpētīt un analizēt attālumu līdz noteiktam priekšmetam, vēlāk tiks aprēķināti attālumi, līdz vairākiem objektiem vienlaikus;
- Tiks izskatīts un analizēts noteikta izvēlēta objekta izmērs.

Summary

This is called segmentation scene division process components or objects. Segmentation is one of the key elements of automated vision systems, because at this stage of processing object is generated from the scene for further identification and analysis. Segmentation algorithms are generally based on two fundamental principles: a break and similarities. In the first case, the basic approach is based on defining the contours, and the other - a certain threshold and the increase in the region. These concepts apply to both static and dynamic (time dependent) scenes. In the latter case, the motion can be a powerful tool to improve the segmentation algorithm.

Literatūra

1. <http://www.isravision.com/media/public/pdf2007/Robot>
2. <http://www.isravision.com/en/products/robot-vision/3D-stereo-sensor>
3. <http://zreni.ru/228-zrenie-robotov-xorn-b-k.html>
4. http://lib.alnam.ru/book_rv.php
5. <http://www.bibliotekar.ru/7-robot/64.htm>
6. <http://robodem.com/machinevision>