



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KONENÄÖN MODERNISOINTI

Tero Tiitola

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Kone- ja Tuotantotekniikka
Koneautomaatio



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja Tuotantotekniikka
Koneautomaatio

TIITOLA, TERO:
Konenäön modernisointi

Opinnäytetyö 47 sivua, joista liitteitä 15 sivua
Huhtikuu 2017

Opinnäytetyössä perehdytään konenäköön lavalta poimintaan robottisoluisissa. Tarkoituksena oli kartoittaa vaihtoehtoja, suunnitella ja testata muutamia sovelluksia. Taustana oli yrityksen tarve modernisoida vanhaa konenäkösovellusten kantaa. Tavoitteena oli kartoittaa nykyaikaisempia järjestelmiä ja kokonaisvaltaisia ratkaisuja. Työn tutkimukseen osallistui asiantuntijoita AGCO Powerilta ja potentiaalisilta toimittajilta kuten, Cheokselta ja OEM Automaticilta. Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuus-, haastattelu- ja kokeellista tutkimusta. Työn materiaali on saatu yhteistyössä olleilta asiantuntijoilta, kirjallisuudesta ja yritykseltä. Tutkimusmenetelmillä saavutetut tulokset on prosessoitu ja kirjoitettuna tähän opinnäytetyöhön.

Työn tulokseksi saatiin laaja tutkimus konenäöstä, teoriasta ja komponenttien toiminnasta testausilanteissa. Teoriaosuudessa keskitytään konenäön komponentteihin ja erilaisten valojen käyttäytymiseen. Teorian tarkoituksena on olla tietopankkina tuleville konenäköprojekteille ja kehitykselle.

Yhteenveto on pohjana uusille sovelluksille, suunnittelulle ja vaihtoehtojen kartoittamiselle. Seuraava vaihe on asentaa valitut sovellukset haluttuihin robottisoluihin ja seurata niiden ympäri vuorokautista toimintaa tehdasympäristössä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Machine Automation

TIITOLA, TERO:
Modernisation of the Machine Vision

Bachelor's thesis 47 pages, appendices 15 pages
April 2017

The purpose of this thesis is orientation to machine vision in robot unit pallet picking. Intention was to chart options, design and test few applications. Background was to modernization old basis of the machine vision applications for company requirement. Goal was to chart current systems and comprehensive solutions. Study of the thesis participate experts from AGCO Power and potential suppliers such as, Cheos and OEM Automatic. Used research methods was literature, interview and experimental. Material of the thesis is obtained from cooperation with experts, literature and company. Achieved results of the research methods have been decoded and written in this thesis.

As a result of the study, comprehensive research of machine vision, theory and function of components in testing situations. In theory part is focused on components of machine vision and behavior of lights. Intention of theory is to be as databank for coming machine vision projects and development of projects.

Abstract is a base for new applications, design and charting of options. Next phase is to install chosen applications in desired robot cell and follow their round-the-clock function on factory environment.

Key words: machine vision, light behavior, robot cell

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	AGCO POWER.....	8
2.1	Historia.....	8
2.2	AGCO Konserni	9
2.3	Tuotteet	9
3	KONENÄKÖ	10
3.1	Konenäkö yleisesti	10
3.2	2D-Konenäkösovellus.....	10
3.2.1	Valaistus	11
3.2.2	Kamera	12
3.2.3	Optiikka.....	12
3.2.4	Tietokone.....	13
3.3	3D-konenäkösovellus.....	13
4	VALO-OPPI.....	14
4.1	Heijastuminen	14
4.2	Taittuminen.....	16
5	VALAISTUSTEKNIIKAT	18
5.1	Yleistä	18
5.2	Litteä valaistus	18
5.3	Kirkkaaseen alueeseen keskittyvä valaistus.....	19
5.4	Pimeään alueeseen keskittyvä valaistus.....	19
5.5	Taustavalaistus.....	20
5.6	Koaksiaalinen valaistus.....	21
6	TAVOITTEET	22
6.1	Konenäkösovellusten nykytilanne	22
6.2	Konenäkösovellusten modernisointi.....	23
7	TESTAUS	24
7.1	Testaus AGCO Powerilla.....	24
7.2	Toinen testaus AGCO Powerilla.....	25
7.3	Testaus OEM:n laboratoriossa.....	27
7.4	Tutkimusmenetelmät	28
7.4.1	Kirjallisuustutkimus	28
7.4.2	Haastattelututkimus.....	28
7.4.3	Kokeellinen tutkimus	28
8	POHDINTA.....	29
	LÄHTEET.....	31

LITTEET 33

ERITYISSANASTO

optiikka	tarkoitetaan valon heijastumista tai taittumista kameran lins- sissä
IR	Infrared, suomeksi infrapuna
taitekerroin	aineen optinen tiheys
FOV	field of view, suomeksi näkökenttä
CCD	Charge-Coupled Device, CCD-kenno
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor, kanavatransis- toreihin perustuva mikropiiritekniikka
absorbointi	materiaalien valon itseensä imeminen eri aallon pituuksilla

1 JOHDANTO

Teollisuudessa pyritään nykyään enemmän hyödyntämään konenäköä ihmisille haasteellisissa olosuhteissa, sen avulla pystytään esimerkiksi tehostamaan tuotantoa. Konenäön avulla saadaan robotin työskentelystä tehokkaampaa, tarkempaa, toistettavampaa ja vähemmän ohjelmointia vaativaa työtä.

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella nykyaikaisempi konenäkölaitteisto kappaleiden poimintaan EUR-lavoilta. Tarkoituksena on saada nykyisen laitteiston aiheuttamat vika-tilanteet poistettua ja tehostettua AGCO Powerin hammaspyörätuotantoa. Suunniteltava konenäkölaitteisto tulee olla sovellettavissa vanhoihin ja tulevaisuudessa rakennettaviin robottisoluihin. Huomioitavaa on että, laitteiston valaisutekniikkaa saatetaan joutua säättämään tai räätälöimään jokaista solua varten.

Työ aloitetaan vertailemalla eri toimittajien kamera- ja valaistusratkaisuja. Tarkoituksena on löytää laadultaan parhaat mahdolliset ratkaisut haasteelliseen ympäristöön, jotka pitkällä tähtäimellä tuovat taloudellista hyötyä. Tärkein lähtökohta oli erilaisten valaisutekniikoiden vertaileminen ja kameroiden määrän vaikutus prosessin luotettavuuteen.

Konenäköä on kehitetty AGCO Powerilla sen omissa sovelluksissa vuosien varrella, kuitenkin suurin osa laitteistoista on melko vanhaa. Kehittämisen yhtenäistäminen on jäänyt vähälle huomiolle ja jokainen robottisolu on tehty kokeilemalla uutta sovellusta, ohjelmiston pysyessä samana. Sovelluksen rakenne on pysynyt ohjelmiston ja kameroiden kanssa lähes samana, mutta valaistusratkaisut ovat muuttuneet. Suurimpana haasteena solujen yhtenäistämiseksi on hammaspyörävalmistuksen eri työvaiheiden olosuhteiden vaihtelut ja ohjelmiston soveltuvuus nykyaikaisemmille käyttöjärjestelmille esim. 64-bit. Työn yhtenä päätavoitteista oli yhtenäistää konenäkötekniikkaa yrityksen sisällä, jolloin huoltamisesta ja kokonaisuuden hahmottamisesta tulee helpompaa.

2 AGCO POWER

2.1 Historia

Tehdas perustettiin vuonna 1942, jolloin se oli Suomen toinen lentomoottoritehdas. Sodan kynnyksellä oli Tampereella operoivan Valtion lentokonetehtaan moottoriosasto sijoitettu Kokkolaan, joka loi pitkän välimatkan ja tarpeen uuden moottoritehtaan perustamiseen. Tehtaan paikaksi valikoitui Nokian Siuron kylää lähellä sijaitseva entinen historiallinen linnoitus Linnavuori. Linnavuoresta optimaalisen paikan teki se, että vuori mahdollisti luolatilojen louhimisen ja kuljetuksen kannalta rautatie oli lähellä.

Tehtaan rakennuksen ollessa vielä osittain kesken, aloitettiin tuotannon toiminta maaliskuussa 1944. Aluksi tehtiin alkuperäisestä tarkoituksesta poiketen koneiden kokoonpanotyötä ja potkureiden kunnostusta. Lentomoottoreiden korjaamiseen, jota varten tehdas oli perustettu, päästiin vuonna 1947. Sodan loputtua tehtaan lähes kaikki tuotanto valmistettiin sotakorvauksia varten.

Linnavuoren tehtäväksi valikoitui lähes kaikkien dieselmoottoreiden ja ilmakompressoareiden valmistus. 1950-luvulla aloitettiin maatalouskäyttöön tarkoitettujen moottoreiden sarjavalmistus, joka on jatkunut nykypäivään asti. Tällä hetkellä AGCO Powerilla työkentelee yli 700 työntekijää Linnavuoren tehtaalla. (<http://www.agcopower.com/fi/yri-tys/historia>)

2.2 AGCO Konserni

AGCO on maailman kolmanneksi suurin maatalouskäyttöön tarkoitettujen koneiden sekä moottoreiden valmistaja ja kehittäjä. AGCO Konsernin valmistamia maatalouskäyttöön tarkoitettuja tuotteita myydään yli 140 maassa eri puolilla maailmaa. AGCO:n tunnetuimpia tuotemerkkejä ovat Massey Ferguson, Fendt, Valtra, Challenger, Gleaner, Hesston, Rogator, Terragator ja Spra-Coupe. Näistä merkittävimmät ovat Massey Ferguson, joka on maailman eniten myyty traktori ja Fendt, joka on tämän hetkinen traktoreiden teknologiajohtaja. Agcon tuotteissa käytetään vuosittain yli 75.000 dieselmoottoria ja jatkuva panostus moottorituotantoon todennäköisesti kasvattaa valmistettävien moottoreiden määrää. (<http://www.agcopower.com/fi/yritys>)

2.3 Tuotteet

AGCO Powerilla valmistetaan useita erilaisia dieselmoottoreita. Sylinterien määrä vaihtelee moottorista saatavan tehon mukaan. AGCO:lla valmistetaan merkittäviä määriä hammaspyöriä, akseleita ja vaihteistoja omien sekä asiakkaiden suunnittelun mukaisesti. Tesoman toimipisteen tuotteisiin kuuluvat pääosin dieselgeneraattorit ja -pumput. Jatkuvan parantamisen ja tehokkaan tuotekehityksen ansiosta AGCO:n tuotteet ovat hyvässä maineessa. (<http://www.agcopower.com/fi/tuotteet>)

3 KONENÄKÖ

3.1 Konenäkö yleisesti

Konenäköksi kutsutaan sovellusta, jossa tietokonenäköä hyödynnetään tuotteiden tarkistamiseen teollisuudessa. Konenäkö sovelluksen komponentit ovat yleisesti kamera, optiikka, valaistus ja tietokone, joka tulkitsee kameran lähettämää dataa tarvittavan ohjelmiston avulla. Yleisimpiä sovelluskohteita teollisuudessa ovat erilaiset laaduntarkistukset ja kappaleiden käsittelyt, joita käytetään kuljetin- ja robotiikkaratkaisuissa. Konenäöllä saadaan teollisuudessa suurta hyötyä, koska niitä voidaan soveltaa ihmisen näkökyvylle haastaviin tehtäviin. Käytännössä konenäköjärjestelmät ovat tarkoin ohjelmoituja ja niiden toiminta on hyvin määriteltyä. Järjestelmät eivät kykene itsenäiseen päätöksentekoon, vaan niille määritellään yksinkertaisesti sanottuna hyväksyty- ja hylättykriteerit.

Konenäössä käytettävät tunnistuselementit eli algoritmit vaativat paljon laskentaa kuvassa olevan tiedon suuresta määrästä johtuen. Konenäön yleistyminen teollisuudessa alkoi tietokoneiden laskentatehon kasvaessa, jolloin niille pystyttiin antamaan aiempaa enemmän tietoa. Erityisesti konenäössä olevien tekniikoiden runsas kehittyminen tarkoittaa, luotettavimpia järjestelmiä ja ohjelmistojen ominaisuuksien lisääntyessä alhaisempia hankintakustannuksia. Erityisesti hintojen lasku madaltaa yrityksen kynnystä hankkia konenäköä parantamaan omaa tuotantoa. 3D-tekniikan hyödyntäminen on yleistynyt konenäössä komponenttien ja tietokoneiden kehittyessä. Hintojen laskua nopeuttaa elektronikka komponenttien systemaattinen hintojen lasku, johtuen matalista valmistuskustannuksista suurissa tuotantoerissä.

3.2 2D-Konenäkösovellus

Puhuttaessa 2D-konenäkösovelluksista yleisesti tarkoitetaan järjestelmää, jossa on kamera, optiikka, valaistus ja tietokone. 2D-konenäössä sovelluksen valaistus on vaativin yksittäinen tekijä oikeanlaisen toiminnan kannalta ja virhetilanteiden välttämiseltä. Va-

laistukseen tuleekin kiinnittää erityistä huomiota sovellusta suunniteltaessa, jotta kallisten kameroiden hankkiminen ei olisi turhaa. Tällä hetkellä älykamerat ovat yleistyneet kehityksen ja hinnanlaskun johdosta. Älykamera tarkoittaa sovelluksen kannalta sitä, että tietokoneesta voidaan luopua kamerassa integroidusti olevan tietokoneälyn takia. Tämä tarkoittaa sitä, että tietokoneen ei varsinaisesti tarvitse fyysisesti sijaita sovelluksen läheisyydessä, vaan ohjelmointi ja tarkastelu voidaan tehdä etänä omalla käyttöliittymällä. Kamera hoitaa tietokoneelle tyypilliset tehtävät kuten, laskennan ja prosessoinnin.

Tällä hetkellä 2D-tekniikka on vielä yleisin konenäkösovellus vaihtoehto, mutta tekniikan kehittyessä ja komponenttien hintojen stabiloituessa voivat 3D-sovellukset yleistyä huomattavasti. Älykameroiden kehityksellä pyritään kehittämään ja muokkaamaan tavallisen sovelluksen toimintaa nykyaikaisempiin sekä haasteellisiin olosuhteisiin.

3.2.1 Valaistus

Konenäköjärjestelmän valaistuksesta puhuttaessa tarkoitetaan tunnistusalueelle kohdistettua valoa ja muuta ympäröivää valoa. Järjestelmää suunniteltaessa optimaalisen valaistuksen löytäminen ja sen oikeanlainen säätäminen ovat tärkeimpiä tekijöitä toimivassa sovelluksessa. Erilaisissa olosuhteissa ja sovelluksissa käytetään monia erilaisia valaistustekniikoita. Valaistustekniikan valinta perustuu laajaan kokemukseen, tai yksinkertaisesti eri vaihtoehtojen testaamisen sovelluksen olosuhteissa.

Ympäröivän valaistuksen esim. (kattovalaistus) vaikutus tulee huomioida, tilanteesta riippuen haittatekijäksi tai olosuhteita muokkaavaksi tekijäksi. Harvinaisesti ympäröivän valaistuksen vaikutuksia saadaan kokonaan suljettua pois, mutta oikeanlaisella sovelluksen omien parametrien säädöllä ne voidaan saada minimoitua. Kattovalaistus voi joskus edesauttaa ylivalottumista eli puhki palamista, joka on sovelluksen toiminnan kannalta erittäin haitallinen ilmiö.

Valotusajan tulee kuvaa otettaessa olla sellainen, että kameran kennon valonilmaisimien varaukset ehtivät kasvaa. Käytetyn valotusajan ollessa liian lyhyt, tulee kuvista tummia, eli alivalottuneita. Jos taas käytetty valotusaika on liian pitkä, niin kuva ylivalottuu. Valotusaikaa valittaessa on hyvä ottaa testikuvat tietyillä raja-alueilla, jotta saavutetaan olosuhteiden ja kameran kannalta otollisin valotusaika.

3.2.2 Kamera

2D-konenäössä on valittavissa paljon ominaisuuksiltaan erilaisia kameroita. Älykamerat ovat yleistyneet, jolloin laskentaäly eli tietokone ja ohjelmisto ovat kamerassa itsessään. Älykamerat ovat hyviä sovelluksissa, joissa tuotekirjo on suhteellisen pieni, koska niiden tallennuskapasiteetti ei yleisimmin riitä prosessoimaan satojen eri tuotteiden asetuksia. Lähtökohtaisesti tavalliset kamerrat jaetaan kahteen eri ryhmään kennojen teknologian perusteella, jotka ovat CCD ja CMOS. CCD-kenno toiminta perustuu siihen, että se reagoi valoon ja muuttaa reaktioajan lukuarvoksi. Kameran kennon ollessa liian pieni, se kertoo että muodostuvat pikselit ovat pieniä. Tämä luo enemmän kohinaa ja huonontaa järjestelmän dynamiikkaa. Yksinkertaisuudessaan kameran tehtävänä on kuvata tarkasteltavaa kappaletta. Kuva muodostuu valoherkälle kennolle riippumatta kameratyypistä. Kennossa olevat valonilmaisimet varautuvat sähköisesti siihen osuvan valonsäteen kirkkauden määrästä riippuen.

Kameran valinta riippuu usein tunnistustarkkuudesta, etäisyydestä, resoluutiosta, sovelluksen tarkoituksesta, kappaleiden muodosta ja halutusta tahtiajasta. Valinnassa kannattaa huomioida, ettei kannata ylivoimistaa kameran tarkkuutta sovelluksen tarpeisiin, koska se tuo turhia kustannuksia.

3.2.3 Optiikka

Kameran valinnan jälkeen täytyy valita oikeanlainen optiikka, jonka valintaan vaikuttaa esimerkiksi tunnistusetäisyyden vaihtelu. Mahdolliset vääristymät tai tyyppilliset heijastumat voidaan yrittää minimoida oikeanlaisella optiikalla. Kuvausalue vaikuttaa myös paljon optiikan valintaan, vääränlaisella optiikalla voidaan saada ei-toivottuja ilmiöitä tai muuttaa asennuksen rakennetta. Lähtökohtaisesti tehtyjen asetusten on oltava stabiileja. Jos ne muuttuvat tai niitä muutetaan, on kalibrointi suoritettava uudelleen.

3.2.4 Tietokone

Konenäkösovelluksissa suositellaan käytettävän teollisuusolosuhteisiin tarkoitettujen tietokoneiden käyttämisellä. Niiden suorituskyvyssä ei ole merkittävää eroa tavalliseen tietokoneeseen verrattuna, mutta ne ovat paremmin suojattu iskuja, likaa, ja pölyä vastaan. Tämä tarkoittaa sitä, että ne ovat pitkäikäisempiä likaisessa teollisuusympäristössä. Lisäksi niiden liitännät vastaavat enemmän teollisuuden tarpeita, jolloin liitäntöjen laajenusosien hankkiminen ei ole välttämätöntä. Tietokone viilentää itseään passiivijäähdytyksellä, eikä puhallin vedä konetta täyteen pölyä.

Kuvantulkintaan käytettävien ohjelmistojen kirjo on tänä päivänä erittäin kattava, jolloin voidaan valita omaan käyttöön parhaiten soveltuva ohjelmisto. Eri valmistajilla on hie-man erilaiset ohjelmistot, mutta ne noudattavat lähes samaa kaavaa. Offline-ominaisuudet ovat lisääntyneet, mikä antaa käyttäjälle mahdollisuuden tarkastella kuvaa ennen varsinaisen sovelluksen luomista.

3.3 3D-konenäkösovellus

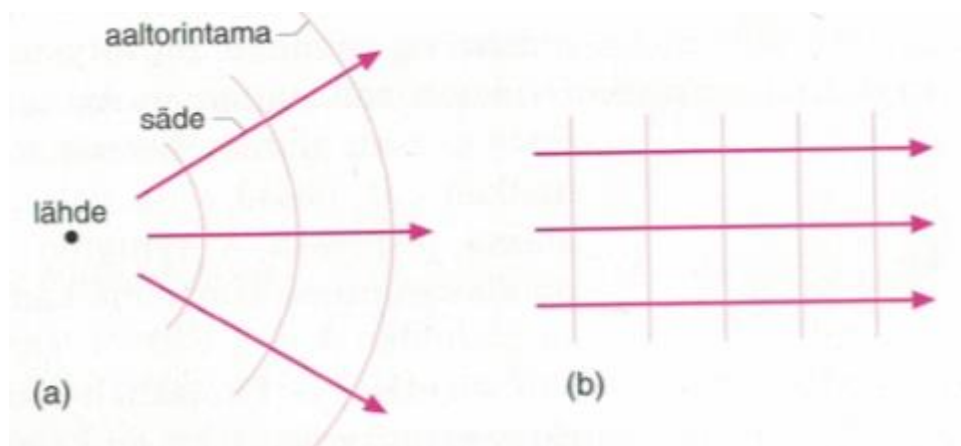
Konenäön 3D-sovelluksissa on yleisesti katsoen käytössä kaksi eri tekniikkaa skannaus ja 3D-kuvan ottaminen. Skannauksessa laseria joko liikutellaan tunnistettavan alueen päällä tai kuljetinsovelluksissa laser on kiinteästi asennettuna tunnistettavien kappaleiden ollessa liikkeessä. Skannauksessa saadaan melko suuriakin alueita kuvattua, joka lisää skannauksen käyttöä suurteen kappaleiden tunnistuksessa. Huonona puolena voidaan pitää kameran mekaanista liikuttamista tunnistettavan alueen yllä, joka voi lisätä tunnistus-epävarmuutta. Skannaus on melko hidasta, jolloin sitä ei kannata hankkia pienen tahtiajan sovelluksiin.

3D-kuvan ottamisessa tekniikassa käytetään yleisesti useita antureita, kappaleen muodosta ja koosta riippuen. 3D-kuvan ottamisessa jokainen anturi ottaa kuvan ja kuvat liitetään toisiinsa tietokoneessa olevan ohjelmiston avulla. Sovelluksessa käytettävä tunnistusalue on melko pieni verrattuna skannauksessa olevaan, siksi tekniikkaa käytetään suhteellisen pienten kappaleiden tunnistukseen. 3D-sovelluksissa valaistus ei esitä niin suurta roolia sovelluksen kokonaisuudesta kuin 2D-sovelluksissa. Kuitenkin perusvalaistus tulee olla selkeä, vaikka sovellus ei ole niin herkkä yksittäisille varjoille ja heijastumille.

4 VALO-OPPI

4.1 Heijastuminen

Kaikilla tuntemillamme muodoilla yhteisenä on, että niiden muodostamia aaltojen etene- mistä voidaan havainnollistaa aaltorintamalla. Aallon tai sen rintaman kuvaamiseen op- tiikassa käytetään lähes poikkeuksetta säteitä. Kohdassa a) aaltorintamat liikkuvat läh- teestä pallosymmetrisesti ja kohdassa b) kuvataan taso-aallon liikettä, kun säteet ovat yh- den suuntaisia. (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011, 368.)

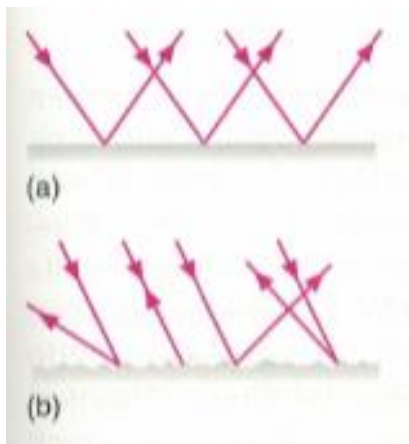


KUVA 1. Valon säteiden kuvaus pallo- ja tasosymmetrisesti. (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011, 367.)

Valon kohdatessa kahden eri aineen muodostaman rajapinnan, osa valosta heijastuu ja osa lävistää aineen rajapinnan. Esimerkkinä kahden eri aineen muodostamasta rajapin- nasta voidaan pitää ilma-vesi ja ilma-lasi, jotka ovat yleisimpiä ilmiöitä. Toisessa tapauk- sessa, jossa toinen aine ei etene tai läpäise rajapintaa, tapahtuu vain heijastuminen. Ku- vassa 2 kuvataan valon säteiden heijastumista kun, pinnan muoto muuttuu. Valon säteen tulokulma on yhtä suuri kuin sen heijastuskulma. Tämä tunnetaan heijastuslakina (kaava 1.) Kaavassa α_1 on tulokulma ja α_H on heijastuskulma. (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011, 368.)

$$\alpha_1 = \alpha_H \quad (1)$$

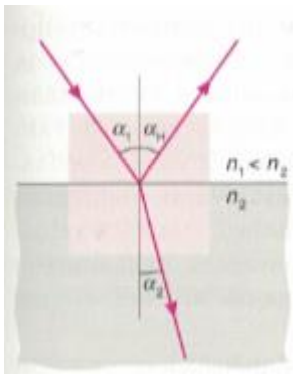
”Pinnan laatu vaikuttaa merkittävästi valon heijastumiseen. Tasainen pinta, kuten taso-
peili tai kiiltävä metallipinta, heijastaa siihen osuvan sädekimpun valonsäteet kaikki yh-
teen suuntaan. Epätasainen pinta aiheuttaa hajaheijastuksen. Myös tässä tapauksessa hei-
jastuslaki toteutuu jokaisessa pinnan osassa.” (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011,
369.)



KUVA 2. Heijastuminen erilaisista pinnoista. (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011, 369.)

4.2 Taittuminen

Valon säteiden osuessa kahden erilaisen läpinäkyvän materiaalin pintaan, niin osa säteistä pääsee pinnan läpi. Valon nopeus määrittyy aineen sähköisistä ja magneettisista ominaisuuksista, lisäksi sen tiedetään etenevän tyhjiössä nopeammin kuin aineessa. (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011, 370.)

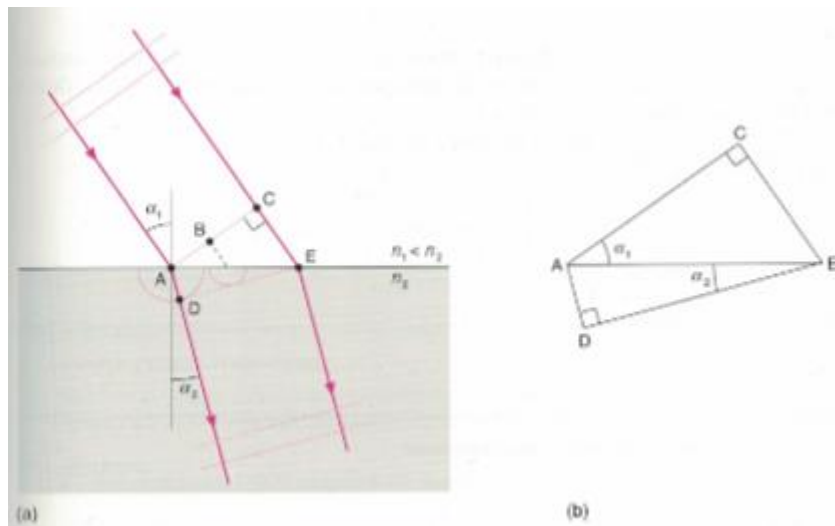


KUVA 3. Valon eteneminen harvemmasta tiheämpään aineeseen. (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011, 371.)

Valon nopeuksien suhdetta kutsutaan yleisesti taitekertoimeksi n , jossa c on valonnopeus tyhjiössä, v on valonnopeus aineessa.

$$n = \frac{c}{v} \quad (2)$$

Valon nopeudessa tapahtuva muutos, johtuu sen lävistäessä kahden eri aineen muodostaman rajapinnan. Samalla tapahtuu valon etenemissuunnan muuttuminen, jota kutsutaan taittumiseksi. Kuvan 4 kohdassa a) kuvataan taittumisilmiöstä aineen rajapinnassa, jossa muodostuu taittumiskulma. Kohdassa b) kuvataan aallonrintamien sekä valon säteiden tekemiä kolmioita. (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011, 370.)



KUVA 4. Taistuminen aineen rajapinnassa. (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011, 371.)

Kolmioista luodaan laskukaavan saamiseksi ensin sinilausekkeet ja nopeudet korvataan aineen taitekertoimilla, saadaan matemaattinen kaava (Kaava 3), jota kutsutaan taistumislaiksi. (Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011, 371.)

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2 \quad (3)$$

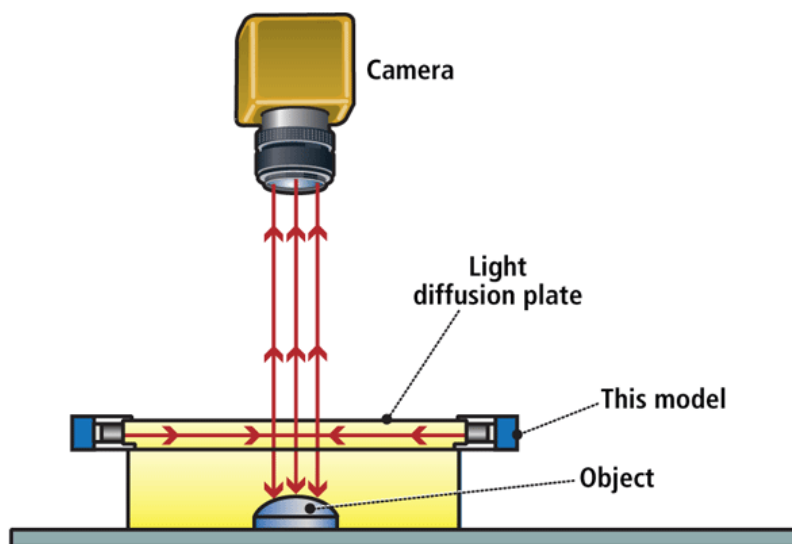
5 VALAISTUSTEKNIIKAT

5.1 Yleistä

Tässä osiossa esitellään vain yleisimpiä valaistustekniikoita sekä niitä, jotka ovat olennaisia tämän opinnäytetyön kannalta. Tekniikat antavat näyttöä siitä, kuinka ne toimivat erilaisilla kappaleilla. Tekniikat perustuvat valonsäteiden fysikaaliseen ilmiöön, jossa niitä suunnataan erilaisissa kulmissa kameran linssiin.

5.2 Litteä valaistus

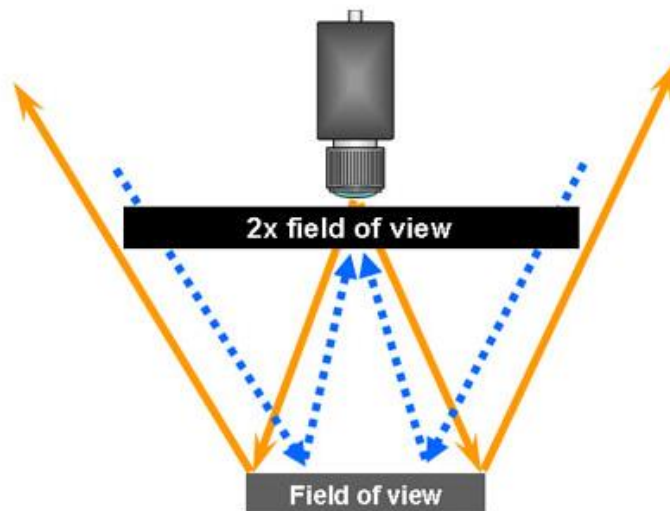
Hieman erilainen tekniikka tuottaa diffuusiota, eli valon jakaantumista. Valon tasaisesti jakaantuessa syntyy vähemmän tunnistusta häiritsevää häikäisyä, sekä kiiltoa. Tietyillä kappaleilla voidaan saavuttaa lähes varjoton valaistus, mikä on huomattava etu kokenäössä. Yleisesti litteän levyn keskelle tehdään kameraa varten reikä, jolloin saadaan paras mahdollinen valon hajoaminen. Valolevyjen lukumäärän kasvaessa ja kameroiden määrän pysyessä samana, voidaan kamerat kiinnittää esim. valaisin kehikkoon, jolloin levyihin ei tarvita reikiä.



KUVA 5. Litteä valaistustekniikka. (<http://www.vision-systems.com>)

5.3 Kirkkaaseen alueeseen keskittyvä valaistus

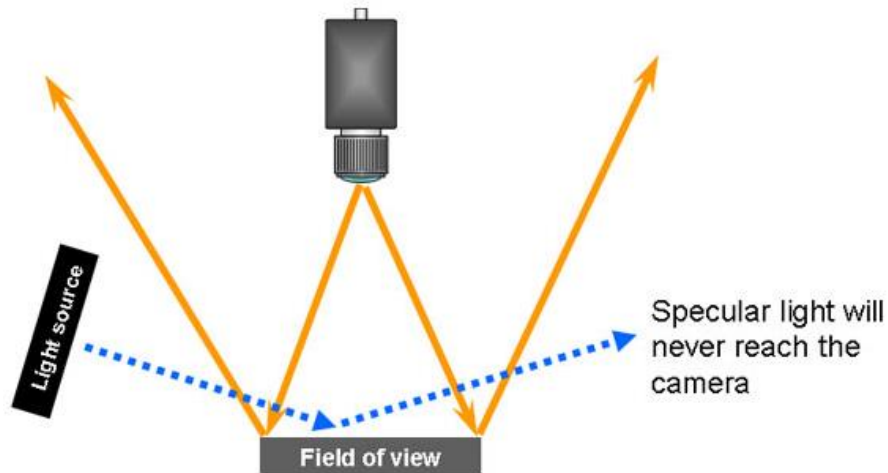
Tämä valaistustekniikka on yksi eniten käytetyimmistä valon diffusointia hyödyntäen. Tekniikka on kehitetty heijastumattomille kappaleille, jolloin valaistuksen kulma heijastaa valon suoraan kameraan. Kamera on asetettu tavallista peiliä kohti, jolloin kaikki heijastuva valo on kameran FOV:n sisällä. Valaistuksen tulisi olla kaksinkertainen kameran linssissä kuin FOV:n kohdalla, näin saadaan paras mahdollinen heijastuma.



KUVA 6. Kirkkasalue valo. (<http://www.microscan.com>)

5.4 Pimeään alueeseen keskittyvä valaistus

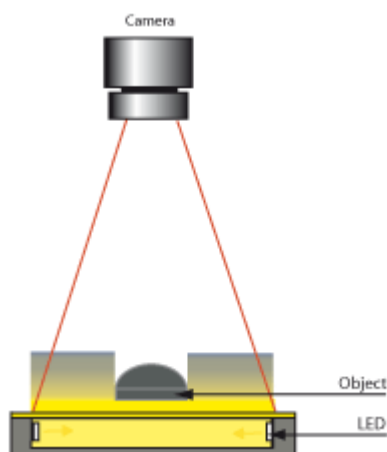
Käytetään pääosin pinnan kohokohtien virheiden, naarmujen tai kaiverruksien tunnistamiseen. Valaistus on yleisesti pienessä kulmassa oleva rengasvalo, joka on asennettu lähelle tunnistettavaa kappaletta. Toisin kuin kirkkaan alueen valaistuksessa peilimäiset valot heijastetaan niin, että ne eivät koskaan osu kameraan. Kun tunnistetaan pinnassa olevaa tekstiä tai korkeuden muutosta, valaistus ohjataan kohti kameraa, niiden havainnoimiseksi.



KUVA 7. Pimeän tunnistusalueen havainnointi. (<http://www.microscan.com>)

5.5 Taustavalaistus

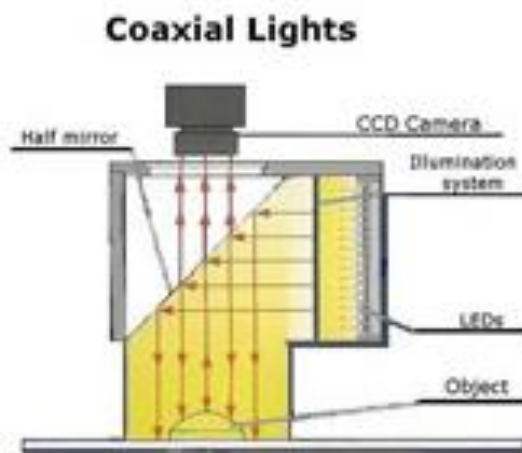
Valaisin on kappaleen alla, jolloin se muodostaa kappaleesta tumman varjokuvan. Tekniikalla saadaan kontrastia erityisesti ulkoreunojen ja reikien tunnistamiseen. Kappaleen ollessa läpinäkyvä, se antaa tasaisen valaistuksen koko kappaleen pinta-alalle. Menetelmässä voidaan käyttää muiden tekniikoiden tavoin erivärisiä valoja kompensoimalla kappaleen absorbointia. Likaisessa tehdasympäristössä hieman epäkäytännöllinen, koska valaisupintaa pitäisi puhdistaa tasaisin väliajoin.



KUVA 8. Esimerkki taustavalaistuksen soveltamisesta. (<http://www.falcon-lighting.eu>)

5.6 Koaksiaalinen valaistus

Tekniikkaa käytetään valaisemaan heijastavia pintoja, kuten peilejä. Peilin tarkoituksena on kääntää valo pois valonlähteestä ja muodostaa yhtenäisen valaistuksen kohtisuorassa kameran akseliin nähden. Peilin kulmaa voidaan säätää kappaleen muodosta ja tunnistus- tetaisyudesta riippuen. Yleisesti peilin tai puolipeilin kulma on säädetty 45 asteeseen (KUVA 9), jossa sillä saavutetaan useimmilla kappaleilla parhaat tulokset. Koaksiaalinen valaistus soveltuu kappaleelle, jolla on tasainen heijastava pinta eikä sillä ole hankalia muotoja, joissa on diffuusoiva tausta.



KUVA 9. Koaksiaalinen valaistus. (<http://www.movimed.com/Illumination>)

6 TAVOITTEET

6.1 Konenäkösovellusten nykytilanne

AGCO Power käyttää tällä hetkellä monissa hammaspyörätuotannon robottisoluissa konenäkösovelluksia. Sovellusten yksilöllisyys hankaloittaa robottiohjelmoijien työtä ja jokaista solua on tarkasteltava yksilönä, joissa valaistus ja kamera vaihtelevat. Haastavaksi sovelluksen toiminnan tekee useat eri työstömenetelmät ja lämpökäsittely, jotka muokkaavat kappaleen ominaisuuksia kuten, kiiltävyyttä ja öljyisyyttä. Jokaisen työstövaiheen jälkeen samalle kappaleelle on annettava uudet parametrit konenäön tunnistusta varten. Kaikkien robottisolujen rakenne, tila ja kappaleiden koot vaihtelevat, mikä tuo haasteita kaikkiin soluihin soveltuvan sovelluksen suunnitteluun.

Öljyisyys muodostaa kameran kennolle haamukappaleita ja robotti lähtee tiedon saatuaan hakemaan haamukappaletta. Haamukappaleiden muodostumisen johdosta solun tahtiaika kasvaa epätoivotulla tavalla ja vaatii ohjelmoijien aikaa tarvittaviin korjauksiin. Kappaleiden kiiltoisuus aiheuttaa ylivalottumista, joka on tunnistuksen kannalta hankala ilmiö. Ylivalottumisessa kappaleen muodot saattavat näkyä epäselvästi ja se saattaa kiiltää niin paljon, että kappaleiden etsintä on liki mahdotonta. Sovelluksen toiminnan ja turvallisuuden kannalta on vaarallisinta, että jokin kappale jää löytymättä. Tällöin robotti kuittaa kerroksen tyhjäksi ja ottaa välilevyn pois, jolloin unohtuneet kappaleet tippuvat ja vaurioituvat. Pahimmassa tapauksessa jokin työstövaihe voi jäädä kappaleelta väliin ja päätyä sellaisenaan asiakkaalle, joka on yrityksen kannalta pahin skenaario.

6.2 Konenäkösovellusten modernisointi

Kokonaisuudessaan modernisoinnin tarkoituksena on löytää nykyaikaisempi järjestelmä, jonka avulla saavutetaan tuotantotehokkuutta. Tavoitteena on vähentää robottiohjelmoiden työtä saamalla vanhoista ja tulevaisuudessa rakennettavista soluista olosuhteiltaan mahdollisimman samankaltaisia. Uudella valaistustekniikalla on tarkoitus korvata vanhat ja säätämällä valaistuksen arvoja, joilla saataisiin niistä jokaiseen soluun soveltuva. Tavoitteena on löytää kriteerit täyttävä kokonaisvaltainen konenäköpaketti, joka palvelee yrityksen tarpeita. Paketin tulisi sisältää kamera, optiikka, valaistus, ohjelmisto ja tietokone. Yhteensopivuutta vanhaan järjestelmään pidetään etuna, jolloin vanhan datan hyödyntämistä voidaan käyttää. Vanha ohjelmisto ei tue nykyisissä tietokoneissa olevaa 64-bittistä järjestelmää, jolloin vanhojen tietokoneiden uusiminen täytyy toteuttaa ohjelmiston päivityksen kanssa.

Kamerat päivitetäisiin vanhemmissa soluissa uusiin ja vanhat ohjelmistot korvattaisiin samaan lähdekoodiin perustuvalla yhteensopivalla ohjelmistolla. Menetelmällä pyritään saavuttamaan etua, joissa pystytään hyödyntämään vanhoja kappaleiden mittausmalleja. Robottien uudelleen ohjelmointi saadaan näin minimoitua käyttöönotoissa, joka vähentää ohjelmoijien työtä. Uudella sovelluksella on tarkoitus poistaa vanhassa sovelluksessa ilmenevät virhetilanteet, lyhentää tahtiaikaa ja vähentää hukkaa. Lisäksi yhdeksi kriteeriksi järjestelmälle voidaan asettaa laadunvalvonta kamerasisäisen järjestelmään tulevaisuudessa.

Tarkoituksena on koko prosessin kehittäminen alkaen komponenttien ja ohjelmiston uusimisella. Prosessia kehitettäisiin myös koulutuksen kautta, jossa käyttäjille kerrotaan eri elementtien vaikutuksista toimintaan ja niiden toiminnan seuraamiselle. Näin lisättäisiin tietotaitoa työntekijöiden keskuudessa ja mahdollisesti vähennettäisiin ohjelmoijien työtä. Jatkuvalle koulutukselle ja parantamiselle voidaan saavuttaa tuotannollisia hyötyjä pitkällä tähtäimellä, jolloin pitkiltä käyttökatoilta mahdollisesti jatkossa pystytään välttymään.

7 TESTAUS

7.1 Testaus AGCO Powerilla

Paras mahdollinen testaustulos saadaan, kun testataan alkuperäisissä olosuhteissa. Laboratorio olosuhteissa saadaan kaikki häiritteijät minimoitua, mutta se ei valitettavasti juuri koskaan vastaa oikeita olosuhteita. Paikan päällä tehty testaus antaa enemmän perspektiiviä asioiden ja ongelmien havainnollistamiselle. Kuitenkin paikan päällä tehty testaus aiheuttaa tuotantokatkoja AGCO:n tuotannossa, joten ne täytyy tarkoin suunnitella katkojen minimoimiseksi.

Toinen potentiaalisista vaihtoehdoista oli Cheoksen tarjoama vaihtoehto, missä pystytään hyödyntämään tehokkaasti vanhaa dataa. Valaistuksena käytettiin hieman eur-lavaa pienemmällä alueella olevaa IR-valaistusta, kamera oli lähes immuuni taustavalaistukselle.



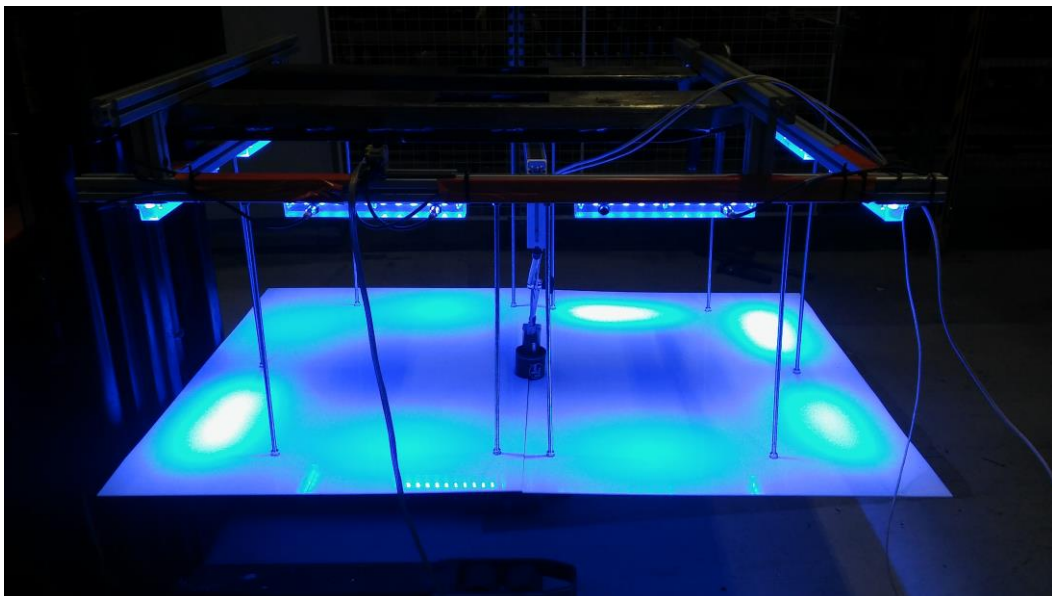
KUVA 10. Testaus infrapunavaloilla. (Tiitola, T. 2017)

Testaus suoritettiin nostamalla alumiinikehä trukilla 2600 mm korkeudelle paletista katsoen. Kamera ja valaistus olivat kiinnitettynä kehään. Kehä kiinnitettiin puristimilla trukin piikkeihin, jolloin trukin piikit eivät häirinneet tai luoneet varjoja testausvalaistukselle. Testauksen edetessä voitaisiin todeta valaistusalueen olevan liian pieni, koska eur-lavan reuna-alueille muodostuu varjoja, jotka häiritsevät tunnistusta. Käytettyjen valojen

määrän tulisi olla suurempi, jolloin aluetta voitaisiin kasvattaa ja valaistus tehostuisi. Testaus kertoo että, valaistusalueen tulee olla tunnistusaluetta suurempi, jotta varjojen ja heijastumien muodostuminen tunnistusalueelle ja reuna-alueille voidaan välttää.

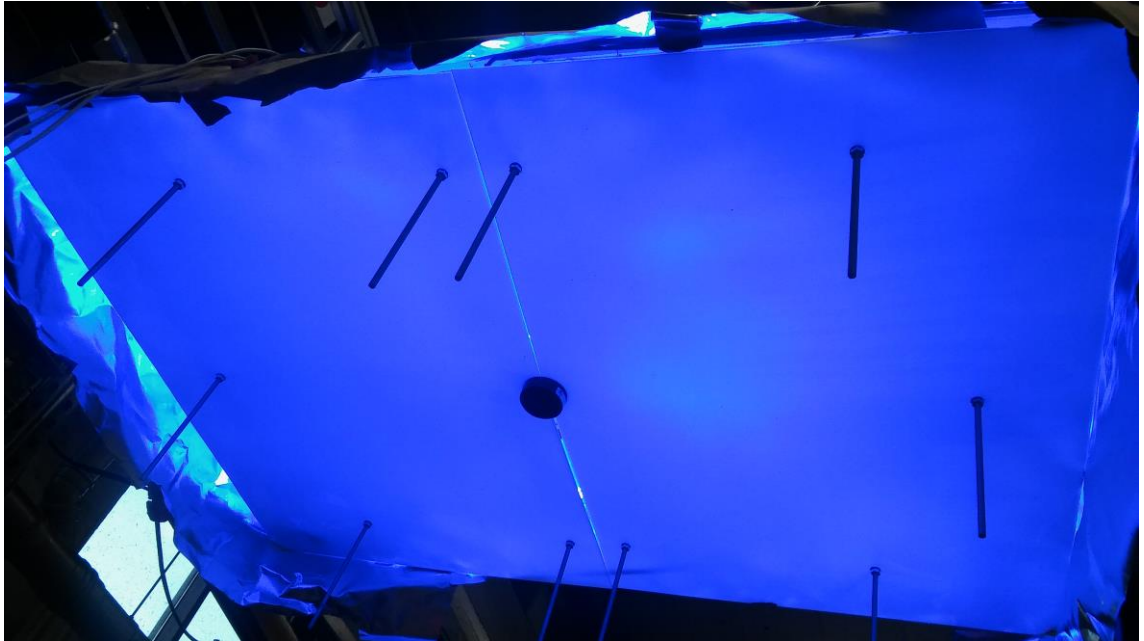
7.2 Toinen testaus AGCO Powerilla

Ensimmäisestä testauksesta saatujen tuloksien ja ongelmien johdosta, yritettiin saada haluttuja ominaisuuksia lisättyä erilaisella tekniikalla. IR-valojen sijaan käytettiin led-valaisimia, joissa oli sininen valo. Lisäksi valaistusta diffusoitiin erillisellä levyllä, joka oli 500 mm päässä valoista. Valaisimien ja diffusiolevyn välinen alue ympäröitiin ulkopinnalta alumiinipaperilla, jotta turhat heijastumat saadaan minimoitua. Valaistuskehikkoa suurennettiin niin, että se oli 1200 mm x 800 mm, eli tunnistusalueen kokoinen. Kehikko nostettiin trukilla 2600 mm korkeuteen, joka tulisi olemaan oikea tunnistusetäisyys. Testauksessa huomataan edelleen öljyn heijastuminen epäsuotuisasti kameraan ja reunojen jäävän hieman varjoisiksi. Todetaan valaistuskehikon olevan liian pieni käytettävällä korkeudella, sen tulisi olla 1500 mm x 1100mm kokoinen, jotta epäsuotuisat ilmiöt saadaan minimoitua. Käytettyjä valaisimia oli yhteensä kahdeksan, kaksi kullakin sivulla. Valaisimien määrä ja valaisuteho oli suunnitellulle suuremmalle kehikolle riittävä.



KUVA 11. Suora vertikaalinen valaistus diffusiolevyyn. (Tiitola, T. 2017)

Seuraavaksi siirretään valaisimien paikat vertikaalisesta horisontaaliseksi kameraa kohti. Diffuusiolevy asetettiin nyt kierretankojen puoleen väliin eli 240 mm korkeuteen kehikon reunasta mitattuna. Tällä tekniikalla yritetään minimoida öljyn heijastuminen ja maksimoida valaistusalueen tasaisuus. Testauksessa huomattiin valaistuksen olevan huomattavasti tasaisempi kuin vertikaalisella valaistuksella. Tekniikan perustuessa valaistuksen epäsuoruuteen saatiin paras lopputulos.



KUVA 12. Koaksiaalinen valaistus. (Tiitola, T. 2017)

7.3 Testaus OEM:n laboratoriossa

Toinen testaus suoritettiin OEM Automatic nimisen laitetoimittajan toimitiloissa Turussa. Valaistuksena käytettiin led-valopaneeleita, ne peittivät 1200 mm x 1600 mm kokoisen alan. Valot oli varustettu diffuusiosuodattimella, jonka tulisi vähentää heijastumia ja varjoja. Kuvauksessa käytettiin 4 kameraa, joiden on määrä vähentää optiikan vääristymää ja saadaan pitkien kappaleiden tunnistamisesta tarkempaa. Kameran kuva-alueet on jaettu niin, että kahden kameran kentät ovat hieman limitetty, jotta yksikään kappale ei jää kentän ulkopuolelle. Tämä tosin vaatii sen, että ohjelmistossa on määriteltynä sen tunnistavan saman kappaleen vain toisella kameralla, jotta vältytään haamukappaleilta. Ohjelmisto oli suhteellisen selkeästi luettava koska, rakenteen kuvaamiseen oli käytetty vuokaaviota. Tämä ei tosin vielä tee ohjelmistosta luotettavaa, mutta luo suhteellisen yksinkertaisen kuvauksen koko ohjelmiston rakenteesta ja kokonaisuuden hahmottamisesta.

Testauksen yhteenvetoon voidaan todeta, että saadut tulokset olivat hyviä, mutta niiden toimintaa AGCO Powerin olosuhteissa ei voida todentaa. Parhaat tulokset oltaisiin siis saatu sovellukselle tarkoitetuissa olosuhteissa tehtaalla. Neljän kameran yhdistelmää voidaan pitää parempana kuin yhden kameran vastaavaa, mutta se vaatii ohjelmoinnilta ja koulutukselta enemmän. Neljällä kameraa käytettäessä voidaan valaisimen pinta-alaa pienentää, koska valon tulokulma olisi jyrkempi. Lisäksi kameroiden runsas määrä nostaa sovelluksen kokonaishintaa.

7.4 Tutkimusmenetelmät

7.4.1 Kirjallisuustutkimus

Tutkimuksen tarkoituksena oli perehtyä konenäön ja valo-opin teoriaan. Kirjallisuuden tutkiminen aloitettiin Internetistä ja oppikirjoista. Tutkimuksen edetessä pian huomattiin, ettei konenäöstä ole paljoa relevanttia tietoa saatavilla. Kirjat ovat pääosin kymmeniä vuosia vanhoja, jolloin tekniikka oli hieman alkeellisempaa. Kirjallisuuden vähyyttä voidaan selittää, että konenäkösovellukset vaihtelevat usein, eikä ratkaisua ole välttämättä teoriassa. Valo-opin teoriaa löytyi tutusta fysiikan kirjasta. Valo-oppia on tutkittu jo vuosisatoja, joka osaltaan selittää sen, miksi sen kirjallisuus on huomattavasti laajempaa kuin konenäön.

7.4.2 Haastattelututkimus

Tutkimus toteutettiin puhelinkeskusteluissa maahantuojien kanssa sekä palavereissa AGCO Powerilla. Tutkimus antoi ensikäden tietoa markkinoilla olevista komponenteista ja kehitetyistä menetelmistä. Palavereissa kävi ilmi myös eri toimittajien referenssit konenäön puitteissa. Haastattelulla pystyttiin rajaamaan toimivat vaihtoehdot sovelluksen toteuttamiseksi. Palavereissa saatiin hyvä käsitys yrityksen tarpeista ja vaatimuksista, joten sovelluksen rajaus oli yksinkertaista. Robottiohjelmoijat antoivat tietoa nykyisistä ongelmista ja siitä kuinka uuden järjestelmän tulisi toimia.

7.4.3 Kokeellinen tutkimus

Kokeellisella tutkimuksella pyritään selvittämään sovelluksessa esiintyvien ilmiöiden vaikutus toimintaan. Tutkimus toteutettiin testaamalla vastaavissa tai samoissa olosuhteissa olevaa valaistusta, kameraa ja ohjelmistoa. Kokeiden perusteella saatiin perusteellinen näkemys siitä, kuinka sovelluksen toimintavarmuus saadaan maksimoitua. Tutkimus antaa enemmän näkökantaa käytännön ongelmanratkaisuun, kuin jokin teoreettinen tutkimus, käytännössä tämä tutkimusmenetelmä oli välttämätön opinnäytetyön onnistumisen kannalta.

8 POHDINTA

Työn tekeminen oli pääosin tutkimusmenetelmien tuottamien tietojen hyödyntämistä ja niiden soveltamista suunnittelussa. Työssä käytetyt menetelmät olivat onnistumisen kannalta välttämättömiä ja ilman niitä haluttuja tuloksia sekä tietoutta ei olisi saavutettu. Opinnäytetyöstä muodostui suhteellisen kattava yhteenveto sovellusvaihtoehdoista, valaistustekniikoista ja komponenteista. Mielestäni työssä ei syvennyttä osa-alueisin liikaa, vaan keskitytään kokonaisuuteen. Jokaisen sovelluksen osan toiminta periaate ja merkitys kokonaisuuteen tulee ilmi. Käytetty teoria valittiin niin, että se palvelee mahdollisimman hyvin ohjeen lukijaa ja antaa käsityksen sovelluksen toiminnasta. Tutkimuksien aikana kiinnostukseni aihetta kohtaan kasvoi entisestään, koska jokainen sovellus on erillinen haaste.

Opinnäytetyöhön valitut kaksi sovellustoimittajaa, ovat molemmat varteenotettavia vaihtoehtoja, mutta kuitenkin valinta on tehtävä. Koen Cheoksen tarjoaman paketin hyötyjen olevan helppo käyttöönotto, koska vanha ohjelmisto on saman ohjelmoijan tekemä eikä vaadi juurikaan opettelua. Valaistustesteissä teoriassa tekniikan tulisi toimia, enkä koe sen eroavan käytännöstä. OEM Automaticin tarjoaman paketin hyödyt ovat 4 kameraa, jolloin optiikan virheet saadaan pitkillä kappaleilla minimoitua ja ohjelmiston käyttö on mielestäni selkeämpää kuin Cheoksen vastaavan. Valaistus osoittautui laboratorio olosuhteissa erittäin tasaisen hyväksi, mutta sen toiminnasta AGCO Powerin olosuhteissa ei ole näyttöä. Mielestäni tässä vaiheessa ei ole ehkä järkevää rajata kumpaakaan vaihtoehtoa pois, vaan vanhoissa soluissa voitaisiin soveltaa Cheoksen pakettia ja uusissa tai uusittavissa soluissa OEM Automaticin pakettia.

Huomioidaan vielä se, että paketti ei välttämättä sovellu jokaiseen soluun sellaisenaan, vaan se saattaa vaatia modifiointia. Yrityksen ja sovelluksien käyttäjien näkökannalta olisi varmasti parempi, jos kaikki sovellukset olisivat samanlaisia, jolloin niiden toimita ja rakenne olisi yhteneväistä. Molemmilta otettaessa yhden sovelluksen käyttöön, voidaan nähdä niiden soveltuvuus haluttuihin robottisoluihin. Teoriassa molemmat paketti vaihtoehdot ovat parempia kuin vanhat käytössä olevat, jo pelkästään valaistuksen suhteen. Ohjelmistojen tarjotessa laajemman skaalan eri työkaluja voidaan sovellukseen lisätä tulevaisuudessa esimerkiksi laaduntarkistusta, kuten kiilaurien ja ajoitusmerkkien tunnistusta. Tämä takaa laajennusosien helpon lisäämisen järjestelmään tärkeäksi, jos tarvetta lisättäville tunnistuksille ilmenee.

Opinnäytetyössä onnistuttiin sovittujen tavoitteiden puitteissa hyvin. Löydettiin kaksi parasta vaihtoehtoa, joista voidaan valita toinen tai molemmat. Testauksien puitteissa ei voinut kumpaakaan nostaa ylitse toisen, koska sovelluksen toiminnan kokonaisuutena näkeminen tapahtuu vasta sen ollessa asennettuna ja käytössä.

Kehitysehdotuksia tulevaisuudessa voisi olla, mahdollisesti oman henkilöstön koulutus ja käyttö konenäköprojekteissa. Yhteistyö valittujen toimittajien kannalta voi tulevaisuudessa olla merkittävä, jolloin pystytään olemaan teknologian kehityksen kanssa ajan tasalla. Jatkossa voitaisiin yrityksen sisällä pohtia, kuinka konenäköä voidaan parantaa omiin tarpeisiin paremmin soveltuvaksi ja millaisia etuja sillä voidaan saavuttaa.

LÄHTEET

Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi J. 2011. Momentti 2. 2.-4. Painos.

Oksanen J. Tuotannonkehitysinsinööri. Haastattelu 2.1.2017 Linnavuori: AGCO Power

Jarvala J-P. Robottiohjelmoija. Haastattelu 2.1.2017 Linnavuori: AGCO Power

Oksanen J. Tuotannonkehitysinsinööri. Haastattelu 24.1.2017 Linnavuori: AGCO Power

Jarvala J-P. Robottiohjelmoija. Haastattelu 24.1.2017 Linnavuori: AGCO Power

Himanka M. Tuotealuepäällikkö OEM Automatic. Haastattelu 26.1.2017 Linnavuori: AGCO Power

Leppäjärvi S. & Friman T. Asiantuntijat Cheos. Haastattelu 1.2.2017 Linnavuori: AGCO Power

Leppäjärvi S. & Friman T. Asiantuntijat Cheos. Haastattelu & Testaus 24.2.2017 Linnavuori: AGCO Power

Himanka M. Tuotealuepäällikkö. Haastattelu & Testaus 16.3.2017 Turku: OEM Automatic

Leppäjärvi S. & Friman T. Asiantuntijat Cheos. Haastattelu & Testaus 23.3.2017 Linnavuori: AGCO Power

Himanka M. Tuotealuepäällikkö OEM Automatic. Haastattelu 24.3.2017 Linnavuori: AGCO Power

Rantala J. Senior software specialist Sanxo Innovation Oy. Haastattelu 24.3.2017 Linnavuori: AGCO Power

AGCO Power historia, AGCO konserni ja tuotteet. Luettu 1.2.2017
<http://www.agcopower.com/fi/>

Valaistustekniikat. Luettu 1.4.2017
<http://www.microscan.com/en-us/resources/know-your-tech/bright-field-and-dark-field-lighting>

Valaistustekniikat. Luettu 12.4.2017
<http://www.movimed.com/Illumination>

Valaistustekniikat. Luettu 15.4.2017

<http://www.falcon-lighting.eu>

Valaistustekniikat. Luettu 15.4.2017

<http://www.vision-systems.com>

Kameratekniikat. (Liite) Luettu 20.4.2017

<https://www.baslerweb.com/en/products/cameras/area-scan-cameras/ace/aca1300-30gm/>

Valaistustekniikat. (Liite) Luettu 20.4.2017

http://www.hidealite.fi/Tuotteet/Sisatilat/Alasvalot/Uppoasennus/Lean_Panel/2217945-2470571.html?variantId=2485506

Optiikka. (Liite) Luettu 20.4.2017

http://www.tamron.biz/en/data/fa/fa_mg/m112fm16.html

Tietokone. (Liite) Luettu 20.4.2017

http://www.matrox.com/imaging/en/products/vision_systems/4sight_gpm_da/operator_view/

Tietokone. (Liite) Luettu 20.4.2017

http://www.matrox.com/imaging/en/products/vision_systems/4sight_gpm_da/

Vision Steering-ohjelmisto. (Liite) Luettu 20.4.2017

http://www.cheos.fi/easydata/customers/cheos/files/kuvat/visionsteering_suom.pdf

Kameratekniikka.(Liite) Luettu 21.4.2017

<https://www.ptgrey.com/blackfly-50-mp-color-gige-poe-sony-imx264-2>

LIITTEET

Liite 1. OEM-Tarjous 1 (2)

Sovellus:	Kappaleen paikoitus		
Sovelluksen kuvaus:	Sovelluksen tarkoitus on kappaleiden paikoitus robotille. Paikoitettavat kappaleet ovat sorvattuja hammasraittaita joiden koko voi vaihdella: halkaisija 50-300mm ja korkeus 16-100mm. Kappaleet ovat värjättyä joko kirkasta metallia tai karkauttu tummempisävy. Kappaleet voivat olla öljyisiä.		
Tekniset speksit:	FDV 1200 x 800 (eurolavava)		
	WD 2500mm noin -> etäisyys muutettu -> max 2400mm johon kiinnitetään valot (kamera etäisyys n 2200mm)		
	DOF 400mm		
	Paikoitustarkkuus 1mm -> kappaleet pyöreitä joten päästään osapikselli tarkkuuksiin		
	Tahti aika max 45s		
Analysointi	Uskoisin että paikan mittaamiseen riittää kappaleen löytäminen blob työkalulla jonka jälkeen etsitään ympyrän keskipiste measurement functiolla.		
Komponentit	PC pohjainen järjestelmä (kappaleen paikoitus)	kpl	á hinta yht
kamera	Basler acA1920-40gm (kenno 111,2")	4	
Optiikka	Tamron M112FM16	4	
kamera kotelo	Autovimaton Colibri 22.902.120	4	
kotelon kiinnike	Autovimaton 5210000	4	
GigE kaapeli	Basler 2000028341, 10m, ruuvilukitusin	4	
valaistus	HideaLite Lean panel (kuluttaja puolen tuote mutta uskoisin toimivan tässä) 4-6kpl tarvitaan	7	
PC	Matrox 4Sight GpM 4GPMCM4DA* sisältää ohjelmiston ja alla listatut työkalut	1	
	All 4GPM... models come pre-loaded with the run-time environments for MIL 10 and Matrox Design Assistant 4. 4GPM...DA* models are pre-licensed for the machine vision, identification, image compression, interface (GigE Vision® and USB3 Vision™), DMIL, Metrology, Color Analysis and IndustrialRobot communication run-time packages, and allow the Matrox Design Assistant IDE to run when connected to the Matrox 4Sight GpM. The use of additional features like Geometric Model Finder or String Reader / SureDotOCR require an additional license purchased separately. See MIL 10 Run-Time Licenses section for details. Non 4GPM...DA* models may require a softw are development package and an additional run-time license purchased separately. See the MIL/MIL-Lite 10 Development Toolkits and MIL 10 Run-Time Licenses sections for details.		
DA työkalu	MXRT 0 0 0 G 0 0 0 0 0 0 MIL 10 Geometric Model Finder package.	1	
Poweri	Plus CS5.241	1	

Liite 3. OEM Komponentit (Basler acA1920-40gm) 1 (4)



Sensor Vendor	Sony
Sensor	ICX445
Shutter	Global Shutter
Max. Image Circle	1/3"
Sensor Type	CCD
Sensor Size	4.9 mm x 3.6 mm
Resolution (H x V)	1296 px x 966 px
Resolution	1.3 MP
Pixel Size (H x V)	3.8 μm x 3.8 μm
Frame Rate	30 fps
Mono/Color	Mono

<https://www.baslerweb.com/en/products/cameras/area-scan-cameras/ace/aca1300-30gm/>

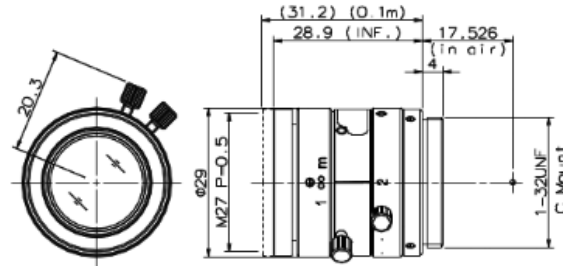
Liite 4. OEM Komponentit (Lean panel) 2 (4)



SNRO	4202894
Mallinimi	Lean Panel 3000K
Väri	Valkoinen
IP-luokka	44
LEDin teho (W)	33
Himmennettävä	Ei
Valonlähde (tyyppi)	LED
Valon väri	Lämmin valkoinen
Hajontakulma (°)	120
Pituus (mm)	595
Leveys (mm)	595
Suunnattava	Ei
Korkeus (mm)	10
Kokonaisteho (W)	33
Valomäärä (lm)	2970

http://www.hidealite.fi/Tuotteet/Sisatilat/Alasvalot/Uppoasennus/Lean_Panel/2217945-2470571.html?variantId=2485506

Liite 5. OEM Komponentit (Tamron M112FM16-optiikka) 3 (4)

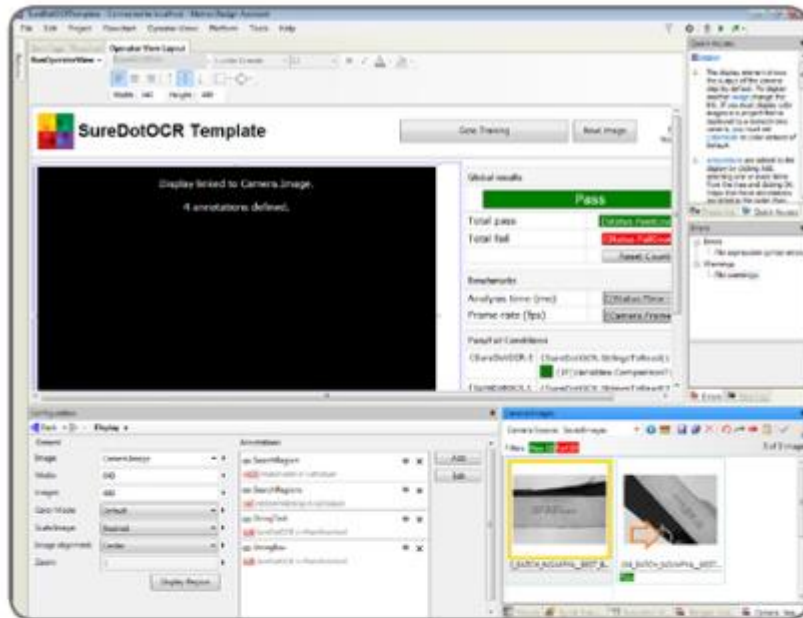


SPECIFICATIONS

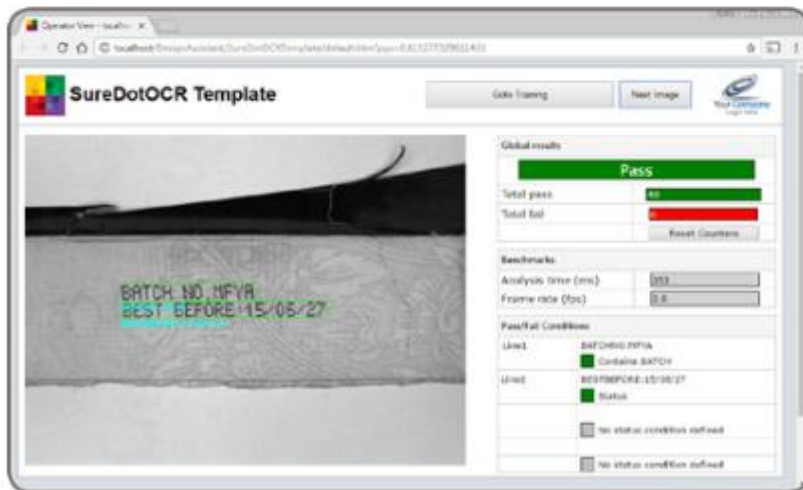
			M112FM16
Imager Size			1/1.2
Mount Type			C
Focal Length			16mm
Aperture Range			2.0 - 16
Angle of View (Horizontal x Vertical)	1/1.2	[4.3]	37.4° x 28.4°
		[16.9]	40.5° x 22.3°
	2/3	[4.3]	31.0° x 23.4°
		[16.9]	33.7° x 19.2°
Focusing Range			0.1m - ∞
Operation	Focus		Manual with Lock
	Iris		Manual with Lock
Filter Size			M27 P=0.5
Wave Size			Visible Light
TV Distortion			-0.56%
Weight			51g
Operating Temperature			-20°C - +60°C
Wiring Diagram			

http://www.tamron.biz/en/data/fa/fa_mg/m112fm16.html

Liite 6. OEM Komponentit (Matrox 4Sight GPM 4GPMCM4DA) 4 (4)



Design a customized operator view



http://www.matrox.com/imaging/en/products/vision_systems/4sight_gpm_da/operator_view/

Liite 7. Cheos-Tarjous 1 (4)

Konenäköpaketti 1 (Matrox GPm + Design Assistant)

- Vision Steering –ohjelmisto
 - Toiminnoiltaan nykyisin käytössä olevan näköjärjestelmän kaltainen ohjelmisto Vision Steering, joka toimii Windows 7/8/10 –alustalla.
 - Sisältää nykyisten konenäkömallien konvertoinnin uudelle ohjelmistolle.
- Kamera Sony 5MP, 2/3", PoE
 - Sisältää 2/3" kennoille tarkoitetun optiikan ja kaapelit.
 - Kameran sensori herkkä myös infrapuna-alueella.
- Matrox GPm -näkötiokone
 - (Celeron 1047, 4GB, SSD 64GB, Win7 Embedded 64bit or 32bit)
 - Vesitiivis näppäimistö + kosketuslevy ja näyttö 17"
 - Design Assistant -ohjelmisto
 - Tarvittavat MIL-lisenssit

Paketti antaa suurimmat vapaudet laaduntarkistuksen toteutukseen ja valojen ohjaukseen:

- Matrox GPm -näkötiokoneen IO-liityntää (8in, 8out) käyttäen voidaan tarvittaessa ohjata valoja, jos halutaan esim kuvata sama kappale 4:llä eri infrapunavalolla.
- Paketin mukana Design Assistant -ohjelmisto ja kehityslisenssi.
 - Helppokäyttöinen graafinen vuokaaviopohjainen käyttöliittymä konenäkö tarkistusten suunnitteluun ja ajoon.
- Mahdollista tehdä täysin oma DA -laaduntarkistusprojekti, irrallaan Vision Steeringistä.
- Tai yhdistää DA:lla tehtävä laaduntarkistus Vision Steeringiin erikois-DLL:n avulla.

GPm: http://www.matrox.com/imaging/en/products/vision_systems/4sight_gpm_da/

DA: <http://www.matrox.com/imaging/en/products/software/design-assistant-machine-vision-software/>

Liite 8. Cheos-Tarjous 2 (4)

Konenäköpaketti 2 (Paneeli-PC)

- Vision Steering –ohjelmisto
 - Toiminnoiltaan nykyisin käytössä olevan näköjärjestelmän kaltainen ohjelmisto Vision Steering, joka toimii Windows 7/8/10 –alustalla.
 - Sisältää nykyisten konenäkömallien konvertoinnin uudelle ohjelmistolle.
- Kamera Sony 5MP, 2/3", PoE
 - Sisältää 2/3" kennoille tarkoitetun optiikan ja kaapelit.
 - Kameran sensori herkkä myös infrapuna-alueella.
- Paneeli-PC AAEON 15" (1024x768)
 - (Celeron J1900, 4GB, SSD 128GB, Win10 IoT Enterprise)
 - Vesitiivis näppäimistö + kosketuslevy.
 - PoE-switch (Kameroiden kytkentä ja virransyöttö)
 - Tarvittavat MIL-lisenssit
 - Ei Design Assistantia

Paketti sopii nykyisten solujen päivitykseen, jos Vision Steeringin yhteyteen lisätty rajoitettu erikois-DLL on riittävä eikä solussa tarvita 4-suunnasta valaisua tai muuta valojen I/O-ohjausta.

Koneeseen voidaan hankkia myöhemmässä vaiheessa Design Assistant Runtime-lisenssi, mikäli tarpeen.

Liite 9. Cheos-Tarjous 3 (4)

Kameravaihtoehtoja

Infrapunavalojen ohjaus ja virransyöttö suoraan kameran I/O:n kautta:

- Kamera SVS Vistek 5MP, 2/3"
 - Sisältää 2/3" kennoille tarkoitetun optiikan ja kaapelit.
 - Kameran sensori herkkä myös infrapuna-alueella.
 - Ei PoE, koska kamera syöttää virtaa valoille.
- IR-kaistanpäästösuodin kameraan

Nykyisiä 5MP kamera + perusoptiikkaa vastaava vaihtoehto:

- Kamera Pointgrey 5MP, 1/2.5", PoE
 - Sisältää perusoptiikan ja kaapelit.
 - Kameran kenno pienikokoinen ja linssi peruslaatuinen, kuvanlaatu ei paras mahdollinen.

Valaistus

Laaduntarkistusaseman valo



- Väri: valkoinen
- Koko 200x200 mm, diffuusi tasovalo, kuvaus levyn aukon läpi.
- Mukana manuaalinen tehonsäädin.

Lavapöiminnan yleisvalaistus

- Pitkäikäinen valkoinen ledivalo yleisvalaistukseksi
- 4 x 300mm ledivalo, ketjutettu eli vain yksi virransyöttö.
- **Huom:** Voi olla tarpeen olla 8 valoa, testattava tarkemmin.



Lavapöiminnan infrapunavalaisutus

- Koostekuvan valotus 4 sivulta (4 valoa)
Häiritsevien varjostumien poistamiseksi kuvasta tunnistuksen parantamiseksi erityisesti korkeilla kappaleilla.
- Valon ohjaus GPm:n I/O-linjoilla tai suoraan kamerasta.
- **Huom:** Voi olla tarpeen olla 8 valoa, testattava tarkemmin.



Liite 10. Cheos-Tarjous 4 (4)

Laaduntarkistusmoduli

- AGCOLle räätälöidyn laaduntarkistusmodulin kehitys
 - Moduli käytettävissä jatkossa muissa sitä tarvitsevilla soluissa.
 - Järkevin toteutustapa lienee tehdä VS:ään erikois-DLL, joka sisäisesti käskyttää Design Assistantia tekemään tarkistusmittaukset.
 - Tämä jättää tulevaisuuden tarpeita varten eniten liikkumavaraa ja joustavuutta.

Asennus

- Asennuskulut toteutuman mukaan, arvio 2 päivää
 - Näköjärjestelmän tietokoneen ohjelmistoasennukset, käyttöönotto (kalibrointi robotin kanssa, yhteyksienluominen ja kameroiden sekä valaistuksen säätäminen) sekä opastus, sisältäen matkakulut.

Huom: Robotin käyttö (kalibroinnit) ja mahdolliset muut robottiohjelman muokkaukset eivät kuulu asennukseen.

Hinta	Hinnat ovat nettohintoja (alv 0%)
Maksuehdot	14 pv netto.
Takuu	12 kuukautta toimituspäivämäärästä
Huolto ja tuki	Cheos Oy, Espoo
Toimitusehto	FCA Cheos Oy, Espoo, Incoterms 2010
Toimitusaika	4 – 6 viikkoa
Tarjouksen voimassaoloaika	1 kk tarjouspäivämäärästä

Liite 11. Cheos Komponentit (Matrox Gpm-PC) 1 (3)



http://www.matrox.com/imaging/en/products/vision_systems/4sight_gpm_da/

Liite 12. Cheos Komponentit (Vision Steering) 2 (3)

Vision Steering

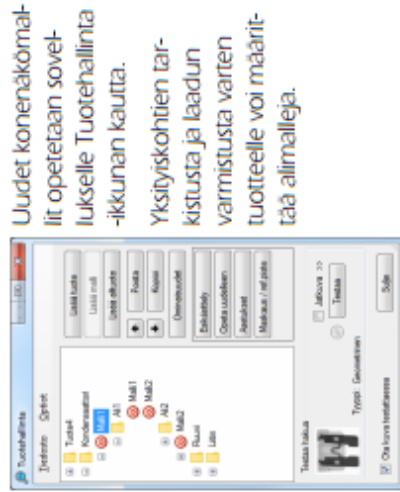
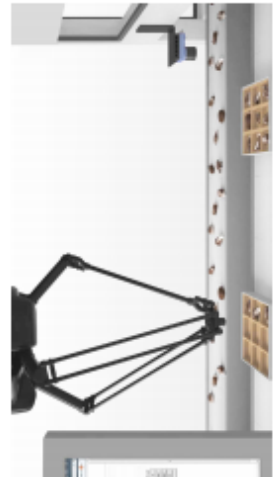
Konenäkösovellus kappaleiden paikoitukseen ja robotin ohjaukseen

Vision Steering kuuntelee hakupyynnöitä robotilta, sensorilta tai toiselta ohjaussovellukselta. Pynnön saatuaan sovellus ottaa kuvan, etsii kuvasta kappaleita ja palauttaa kappaleiden paikat.

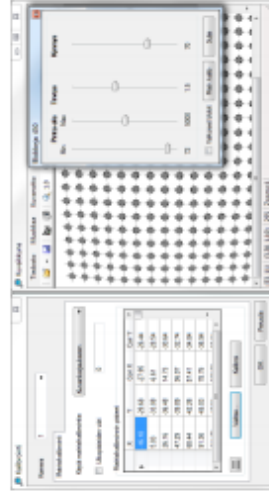
Tuotietokantaan voidaan opettaa uusia tuotteita helpokäyttöisellä käyttöliittymällä. Tuotteiden manipulointiset hakuasetukset ja helposti omaksuttava käyttöliittymä mahdollistavat sovelluksen käytön monilla eri teollisuudenaloilla ja erilaisissa käyttötaroituksissa.



- Nopea ja tarkka tuotteiden paikannus
- Yksinkertainen ja helppokäyttöinen käyttöliittymä
- Uusien tuotteiden lisäys helppoa
- Matriisikalibrointi linssiääristymien korjaamiseksi
- Koordinaatistokalibrointi reaali- ja kamerakoordinaattien välillä
- Tukee useimpia kameraformaatteja ja -malleja (GIGE, USB3, IEE 1394, Cameralink, analoginen)
- Tukee liikkuvailta kuljettimelta poimintaa (kuljettimen seuranta ja kaksois-poimintojen esto)
- Ajurit ABB IRC5 ja S4 roboteille. Muiden robottien tai manipulaattori-ohjaimien liitännät saatavilla pyynnöstä
- Lisäksi sokettrajainta ohjelman käskytykseen ja tulosten välitykseen
- Kielet: suomi ja englantii.
- Muiden kielten lisääminen pyynnöstä
- Laitte- ja ohjelmistovaatimuksena vähintään Windows 7 (64 bit) ja Matrox Imaging Library (MIL)



Uudet konenäkömallit opetetaan sovelukselle Tuotehallinta-ikkunan kautta. Yksityiskohtien tarkistusta ja laadun varmistusta varten tuotteelle voi määrittää alimalleja.



Kalibrointipisteiden valinta-avustimen avulla kalibrointi vie vain muutamia minuutteja. Ohjelmiston mukana toimitetaan kalibrointimatriisien PDF-tiedostot, mitkä asiakas voi tulostaa tarvitsemaansa kokoon. Kamera-anturi-toiminnossa kameraa käytetään korvaamaan mekaaninen valokenno tai muu I/O-signaali. Tuotteen paikoitus alkaa kun kamera havaitsee riittävästi muutoksia kuvassa.



Tekninen tuki:
support@cheos.fi

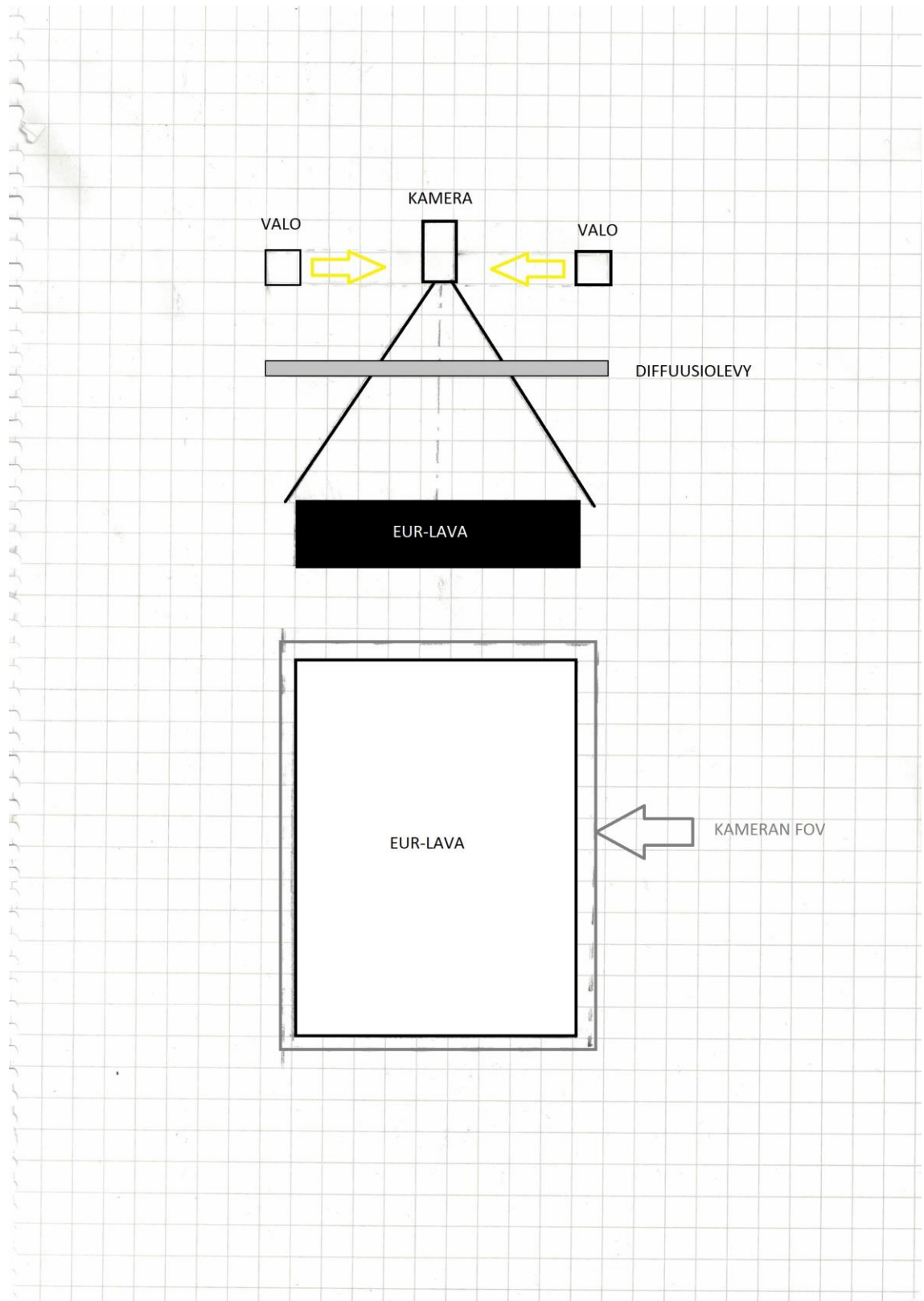
Liite 13. Cheos Komponentit (Sony 5MP, 2/3", PoE) 3 (3)



Resolution	2448 x 2048
Frame Rate	22 FPS
Megapixels	5.0 MP
Chroma	Color
Sensor Name	Sony IMX264
Sensor Type	CMOS
Readout Method	Global shutter
Sensor Format	2/3"
Pixel Size	3.45 μ m
Lens Mount	C-mount
ADC	12-bit
Quantum Efficiency Blue (% at 470 nm)	51
Quantum Efficiency Green (% at 525 nm)	66
Quantum Efficiency Red (% at 640 nm)	58
Temporal Dark Noise (e-)	2.34
Absolute Sensitivity Threshold (y)	4.38
Saturation Capacity (e-)	9674
Dynamic Range (dB)	70.66
Gain Range	0 dB to 48 dB
Exposure Range	0.022 ms to 11.99 seconds
Trigger Modes	Standard, bulb, overlapped, multi-shot
Partial Image Modes	Pixel binning, decimation, ROI
Image Processing	Gamma, lookup table, hue, saturation, and sharpness
Image Buffer	16 MB
User Sets	2 user configuration sets for custom camera settings
Flash Memory	512 KB non-volatile memory
Opto-isolated I/O Ports	1 input, 1 output
Auxiliary Output	3.3 V, 120 mA maximum
Interface	GigE PoE
Power Requirements	12 V nominal (5 - 16 V) via GPIO interface
Power Consumption (Maximum)	2.5 W
Dimensions	29 mm x 29 mm x 30 mm
Mass	36 grams
Machine Vision Standard	GigE Vision v1.2
Compliance	CE, FCC, KCC, RoHS. The ECCN for this product is: EAR099.
Temperature (Operating)	0° to 45°C

<https://www.ptgrey.com/blackfly-50-mp-color-gige-poe-sony-imx264-2>

Liite 14. Cheos -Paketin kuvaus (Yksi kamera, kompensointi optiikalla)



Liite 15. OEM-Paketin kuvaus (Neljä kameraa)

