



samk

Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JENNA TUOMINEN

Konenäköjärjestelmän hyödyntäminen laatudokumenttien tarkastuksessa

TUOTANTOTEKNIIKAN JA -TALouden KOULUTUSOH-
JELMA
2023

Tekijä(t) Tuominen, Jenna	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2023
	Sivumäärä 37	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Konenäköjärjestelmän hyödyntäminen laadudokumenttien tarkastuksessa		
Tutkinto-ohjelma Tuotantotalous ja -tekniikka		
Tiivistelmä <p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin konenäköjärjestelmän hyödyntämismahdollisuutta laadudokumenttien merkkauksien tarkastamisessa. Työssä selvitettiin konenäköjärjestelmän eri komponenttien ominaisuuksia ja verrattiin niitä kuvauskohteen luomiin vaatimuksiin.</p> <p>Opinnäytetyö aloitettiin etsimällä tietoa konenäköjärjestelmien komponenteista, sekä niiden ominaisuuksista. Tietoa haettiin eri valmistajien verkkosivuilta sekä muista verkkojulkaisuista. Kuvauskohteeseen sekä ympäristön luomiin vaatimuksiin tutustuttiin paikan päällä Valmet Automotiven korihitsaamossa. Lisäksi opinnäytetyöhön kuului myös riskien arviointi, joka suoritettiin SWOT-analyysin avulla. Näin saatiin käsitys järjestelmään liittyvistä uhista, heikkouksista sekä hyödyistä ja mahdollisuuksista.</p> <p>Lopputuloksena on raportti, josta käy ilmi kuvauskohteen vaatimukset, sekä niihin vastaavat konenäköjärjestelmän komponentit. Lisäksi raportissa ilmenee järjestelmään liittyvät riskit, sekä suunnitelma niiden minimoimiseksi.</p> <p>Lopuksi voitiin todeta, että opinnäytetyössä suunniteltu konenäköjärjestelmä olisi käytökelpoinen laadunvarmistuksessa. Järjestelmä ei poista puutteellisesti merkittyjen dokumenttien mahdollisuutta, mutta sen avulla puutteet voidaan havaita aikaisessa vaiheessa ja siten tehostaa laadunvarmistusta.</p>		
<u>Asiasanat</u> konenäkö, teollisuus, laadunvarmistus		

Author(s) Tuominen, Jenna	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2023
	Number of pages 37	Language of publication: Finnish
Title of publication Utilisation of machine vision system in quality document inspection		
Degree program Industrial Management and Engineering		
Abstract <p>The subject of this thesis was to examine the possibility of using the machine vision system to check the markings of quality documents. It included studying the characteristics of the various components of the machine vision system and comparing them with the requirements of inspecting the document.</p> <p>The study was started by looking for information on the components of machine vision systems and their characteristics. Information was sought from the web articles and websites of different manufacturers.</p> <p>Requirements of environment and the document itself were studied on site at the Valmet Automotive's body shop. The thesis also included risk assessment, which was performed using SWOT analysis. This provided information about the threats, weaknesses and benefits and possibilities of the system.</p> <p>The result of the study is a report showing the requirements of inspecting the quality document, and the corresponding components of the machine vision system. In addition, the report identifies the risks associated with the machine vision system and a plan how to minimize them.</p> <p>Finally, it was found that the machine vision system designed in the thesis would be useful in quality assurance because the system can detect incorrect or incomplete markings on quality documents. The system does not solve the root cause of the problem but it can help to notice faulty documents in early states.</p>		
<u>Key words</u> machine vision, industry, quality control		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
1.1 Opinnäytetyö	5
1.2 Toimeksiantaja	5
1.3 Korikortti.....	6
2 KONENÄKÖ	6
3 KONENÄKÖJÄRJESTELMÄN KOMPONENTIT	7
3.1 Valaistus.....	8
3.2 Optiikka.....	12
3.3 Kamera	13
3.3.1 Kuvanmuodostus ja kennotekniikat	13
3.3.2 Kameratyypit.....	14
3.3.3 Viiva- ja matriisikamerat.....	15
3.3.4 Värit ja harmaasävy.....	16
3.4 Ohjelmisto ja kuvankäsittely.....	17
3.5 Tiedonsiirto ja PLC	17
4 TYÖN TOTEUTUS	18
4.1 Riskien arviointi	18
4.1.1 SWOT-analyysi.....	19
4.1.2 Riskien pienentäminen	20
4.2 Järjestelmän tarpeet.....	22
4.2.1 Järjestelmän rakentaminen	22
4.2.2 Merkinnät	25
4.3 Järjestelmän komponenttien vaatimukset	25
4.3.1 Optiikka ja kamera	26
4.3.2 Valaistus.....	27
4.3.3 Ohjelmisto	29
4.3.4 Tiedonsiirto	30
4.3.5 Ohjelmoitava logiikka	30
4.4 Valmis kokonaisuus	30
4.5 Vaihtoehtoisia menetelmiä.....	31
5 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyö

Opinnäytetyön toimeksiantona oli osallistua selvitystyöhön ja raportoida konenäköjärjestelmän hyödyntämismahdollisuudesta korikorttien lukemisessa. Korikortti on dokumentti, johon merkataan auton koriin kohdistuneet toimenpiteet. Työssä mietittiin järjestelmän komponentteihin kohdistuvia vaatimuksia, ympäristön vaikutuksia, järjestelmän hyötyjä ja haittoja, sekä järjestelmään liittyviä riskejä.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa raportti konenäköjärjestelmän hyödyntämisestä korikorttien lukemisessa. Raportin avulla toimeksiantaja voi arvioida järjestelmästä saatavia hyötyjä, sekä soveltaa tietoja muihin vastaavanlaisiin sovelluksiin.

Opinnäytetyössä keskitytään konenäköjärjestelmään, sen ominaisuuksiin ja vaikutuksiin. Opinnäytetyössä ei käsitellä sitä, miten järjestelmä otetaan käyttöön tai liitetään osaksi korilinjan automaatiota. Työhön ei myöskään kuulu kannattavuuslaskelmat, budjetin laatiminen, järjestelmän hankinta tai kokoaminen.

Opinnäytetyötä varten tietoa hankittiin tutustumalla eri lähteistä löytyviin materiaaleihin. Tietojen hankinnassa hyödynnettiin useiden tekniikasta kirjoittavien verkkosivujen artikkeleita sekä konenäkökomponenttien valmistajien sivuillaan tarjoamia tietoja. Toimeksiantajan prosesseihin tutustuminen tapahtui paikan päällä Uudenkaupungin autotehtaan korihitsaamossa.

1.2 Toimeksiantaja

Opinnäytetyö tuli toimeksiantona Valmet Automotivelta ja työn toteutuspaikkana oli Uudenkaupungin autotehtaan korihitsaamo.

Valmet Automotive on vuonna 1968 perustettu autoteollisuuden alalla toimiva konserni. Valmet Automotiven omistajia ovat Tesi, Pontos Group sekä CATL. Henkilöstöä Valmet Automotivella on noin 4500 kolmessa maassa. (Valmet Automotive, n.d. -a.)

Toiminta keskittyy autojen sopimusvalmistukseen, akkujärjestelmiin ja kinematiikka- sekä avokattojärjestelmiin. Toimipisteitä yhtiöllä on niin Suomessa, Saksassa kuin Puolassakin. Suomessa Valmet Automotivella on autotehdas Uudessakaupungissa, sekä akkutehtaat Salossa ja Uudessakaupungissa. Saksassa ja Puolassa toiminta on keskittynyt akkujärjestelmiin ja kinematiikkaan. (Valmet Automotive n.d. -b.)

Uudenkaupungin autotehdas toimii sopimusvalmistajana. Tehtaalla on valmistettu esimerkiksi Saabeja, Porscheja sekä Mercedes-Benzejä. Yhteensä autoja on valmistettu Uudessakaupungissa yli 1,8 miljoonaa kappaletta. Tärkeitä kilpailutekijöitä ovat nopeus, laatu ja joustavuus. Uudenkaupungin autotehdas pystyy kehittämään ja mukautamaan tuotantolinjojaan asiakkaan tarpeisiin nopeasti. Prosesseja pystytään räätälöimään, jolloin tuotanto pystytään aloittamaan nopeasti. Autotehtaalla on myös jo kokemusta sähköautojen sarjatuotannosta. (Valmet Automotive n.d. -c.)

1.3 Korikortti

Korikortti on kaksipuolinen, A4-kokoinen dokumentti, johon kirjataan korille tehdyt tarkastukset ja toimenpiteet. Merkkaukset tehdään käyttäen kynää ja leimasimia. Korikortti kulkee korin mukana koko prosessin läpi ja kirjaukset siihen tehdään työasemilla.

2 KONENÄKÖ

Tässä luvussa tutustutaan siihen, mitä konenäkö on ja miten sitä voidaan hyödyntää.

Konenäöllä tarkoitetaan järjestelmää, jonka avulla tietokone pystyy tarkastelemaan ympäristöä hyödyntäen kameroita. Ihmissilmä kykenee havaitsemaan aallonpituuksia välillä 390 ja 770 nanometriä, konenäössä hyödynnettävien kameroiden kyetessä havaitsemaan myös infrapuna-, ultravioletti- ja röntgensäteitä. Konenäköä hyödynnetään monenlaisissa tehtävissä, kuten materiaalin tarkastuksessa, laadunvarmistamisessa ja kappaleiden tunnistamisessa sekä laskemisessa. (Calderone, 2019.)

Konenäöstä (machine vision) puhuttaessa on tärkeää tehdä ero tietokonenäköön (computer vision). Konenäöllä tarkoitetaan koko järjestelmää, kuvan ottamisesta analysointiin. Tietokonenäkö taas keskittyy tietokoneen päässä tapahtuvaan kuvan analysointiin ja datan keräykseen. (Calderone, 2019.)

Konenäköjärjestelmää voidaan hyödyntää esimerkiksi viivakoodien tai päivämäärien lukemisessa, mittauksissa ja OK/NOK -tyyppisessä osien tarkastuksessa. Konenäköjärjestelmää voidaan hyödyntää myös robottien kanssa, järjestelmällä havaitaan kappaleen sijainti ja asento ja viestitään se robotille. Konenäköjärjestelmä pystyy mittaamaan kohteen ilman kosketusta ja kykenee tarkistamaan kohteen nopeasti. Konenäköjärjestelmän ansiosta tarkastuksia voidaan suorittaa ilman ihmisen läsnäoloa, esimerkiksi puhdastiloissa tai vaarallisiksi luokitelluissa tiloissa. (Vision System Design, 2019.)

Konenäköjärjestelmiä voidaan siis hyödyntää monenlaisissa sovelluksissa ja niistä saadaan monenlaista hyötyä. Konenäön avulla pystytään automatisoimaan tuotantoa ja siten vähentämään inhimillisten virheiden mahdollisuutta.

3 KONENÄKÖJÄRJESTELMÄN KOMPONENTIT

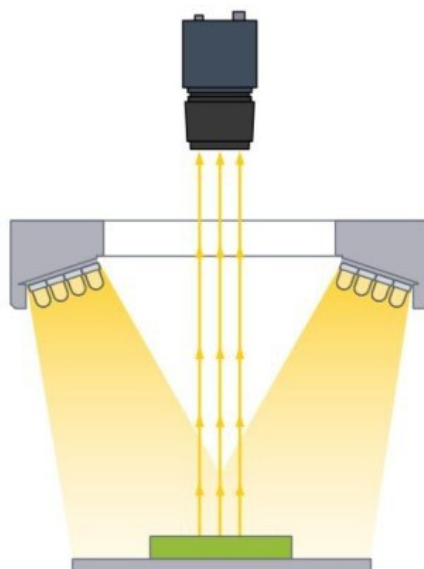
Tässä osassa keskitytään siihen, mitä komponentteja konenäköjärjestelmään kuuluu. Järjestelmän kokoonpanot toki vaihtelevat tarpeiden ja tilanteiden mukaan, mutta tietyt elementit ovat useimmiten läsnä.

Konenäköjärjestelmä koostuu useasta osasta. Komponenttien valintaan vaikuttavat olosuhteet, kuvattavan kohteen ominaisuudet sekä niiden vaatimukset. Konenäköjärjestelmän pääkomponentteja ovat valaistus, linssit, kuvaukseen käytettävä kenno (=kamera), kuvankäsittely ja tiedonsiirto. (Cognex, n.d. -a.) Lisäksi konenäköön voi liittyä esimerkiksi ohjelmoitavaa logiikkaa.

3.1 Valaistus

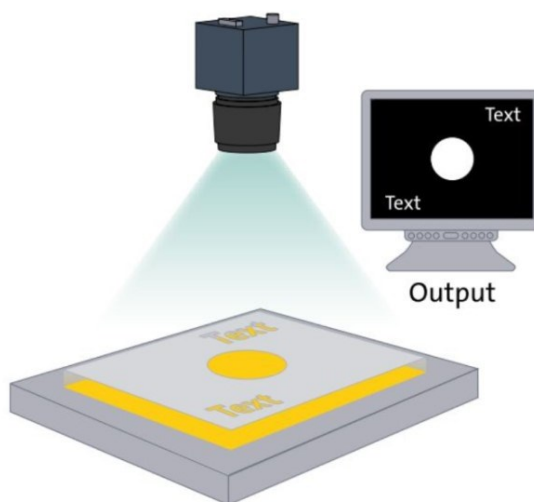
Valaisuksen tehtävänä on varmistaa, että kameralla pystytään erottamaan kuvattava kohde. Jotta vaatimukset kohteen erottamisesta täyttyy, tulee valaistusta mietittäessä huomioida monia asioita. Valonlähteen koko, kirkkaus, muoto ja sävy, sekä valonlähteen sijoittelu, kuten etäisyydet kameraan ja kohteeseen sekä valokeilan kulma. Myös kuvattavan kohteen materiaali vaikuttaa valintaan. Valaistuksessa voidaan käyttää erityyppisiä valaisimia, kuten LED-, halogeeni-, loisteputki- tai xenon-valaisimia. (IQS Directory, n.d.) Erilaisia valaisutekniikoita löytyy useita, mutta vakiintuneita tekniikoita ovat:

- Kohtisuora valaisu (Bright field lighting)
- Taustavalaisu (Back lighting)
- Diffuusikupolivalaisu (Dome diffuse lighting)
- Aksiaalinen diffuusivalaisu (Co-axial lighting)
- Pimeäkenttävalaisu (Dark Field)



Kuva 1. Kohtisuora valaistus (Stemmer imaging, n.d. -d)

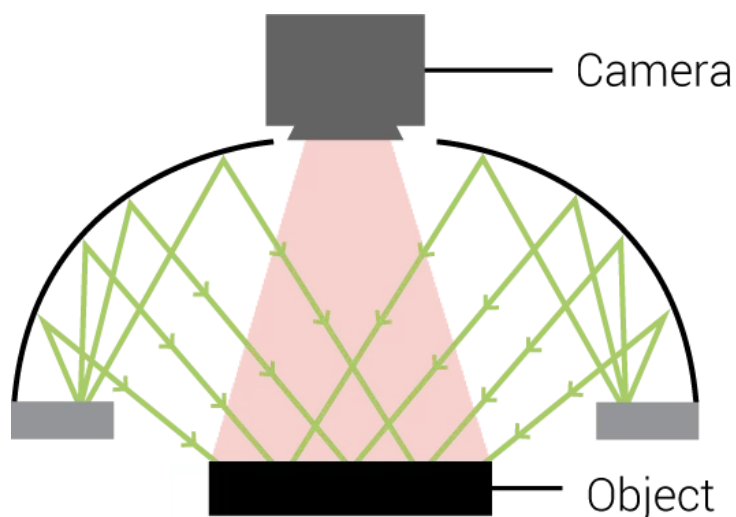
Kohtisuora valaisu on yleisimmin käytetty menetelmä, joka sopii heijastamattomien materiaalien valaisuun. Siinä valaistus suunnataan niin, että valonsäteet osuvat suoraan materiaaliin. Kamera on asetettu kappaleen kanssa koaksiaalisesti eli saman suuntaisesti. (IQS Directory, n.d.)



Kuva 2. Taustavalaisu (Stemmer imaging, n.d. -e)

Taustavalaisua käytetään pääsääntöisesti silloin, kun halutaan tunnistaa pelkästään kappaleen ääri viivat. Kun kappale asetetaan valaistulle alustalle, erottuu kappaleen silhuetti alustaa vasten tummana muotona. Valaistuksen avulla pystytään paikantamaan

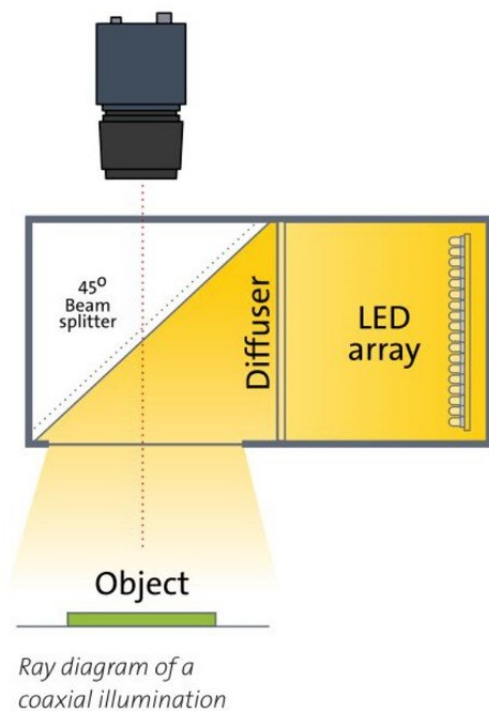
ja mittaamaan kappale, sekä havaitsemaan mahdollisia halkeamia tai reikiä. (IQS Directory, n.d.)



Kuva 3. Diffuusikupolivalaistus (Advanced illumination, 2020. -a)

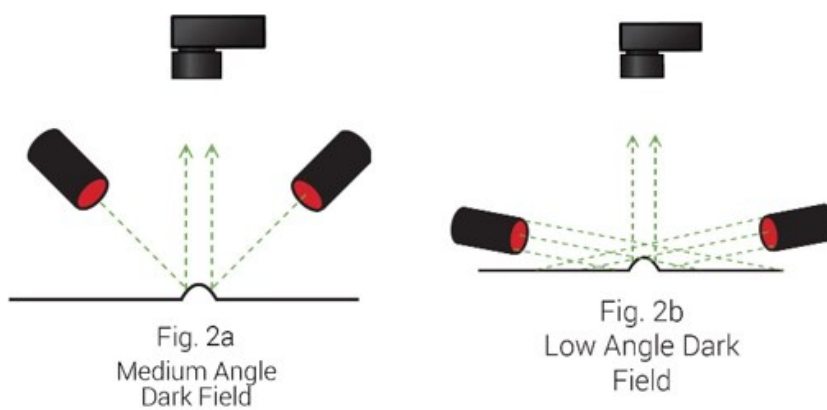
Diffuusivalaisulla tarkoitetaan valaistusta, jota pystytään hyödyntämään tasaista ja monisuuntaista valaistusta vaativia heijastavia ja kiiltäviä kohteita valaistessa. Diffuusikupolivalaistus on yleisimmin käytetty diffuusivalaistusmenetelmä. Kupolin avulla pyritään minimoimaan häikäisyä kaarevilla ja peilaavilla pinnoilla. (IQS Directory, n.d.)

Kupolivalaistusta käytettäessä valaistavan alueen keskelle muodostuu usein tummempi kohta, sillä kuvussa on kameraa varten aukko. Jotta saataisiin koko alue valaistua tasaisesti, voidaan hyödyntää kupuvalaistuksen yhteydessä myös toista diffuusivalaistusmenetelmää, aksiaalista diffuusivalaistusta. (Stemmer imaging, n.d. -f.)



Kuva 4. Aksiaalinen diffuusivalaistus (Stemmer imaging, n.d. -g)

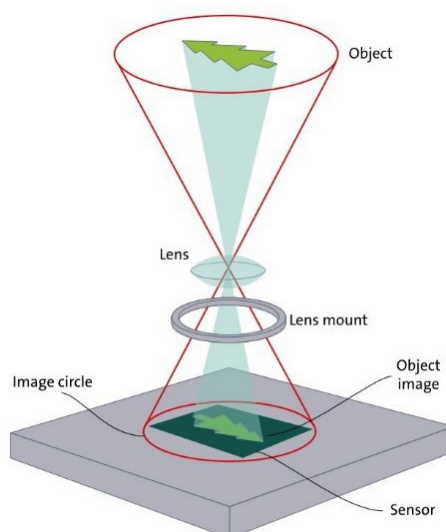
Aksiaalista diffuusivalaistusta käytetään tuomaan esiin taivutettuja, kuvioituja tai topografisia muotoja kappaleen pinnassa. Tämä toteutetaan heijastamalla valonsäteitä peilin avulla kameran ja kappaleen osalta koaksiaalisessa suunnassa. Näin ne pinnat, jotka ovat kulmassa kameran kanssa, saadaan näkyviin. (IQS Directory, n.d.)



Kuva 5. Pimeäkenttävalaistus (Advanced illumination, 2019. -b)

Pimeäkenttävalaisussa kohdetta valaistetaan suunnatun valonlähteen avulla matalassa kulmassa. Näin kappaleen pinnassa esiintyvät virheet aiheuttavat valon heijastumista ja erottuvat kamerassa. Pimeäkenttävalaisua käytetäänkin erilaisten naarmujen ja jälkien löytämiseen. (IQS Directory, n.d.)

3.2 Optiikka



Kuva 6. Linssin toimintaperiaate (Stemmer imaging, n.d. -a)

Linssien tehtävänä on kerätä kuvattavan kohteen pinnasta hajaantuvaa valoa. Tämä hajavalo muodostuu kuvaksi sensorien, kuten CCD ja CMOS, avulla. Kuvaan vaikuttaa järjestelmän rakenne, kuten linssien välinen etäisyys, kuvattavan kohteen ja linssin välinen etäisyys (=työskentelyetäisyys) sekä linssin ja kennon etäisyys. Linssin polttoväli määrittelee sen, kuinka paljon se suurentaa kuvaa. Linssit voivat olla kiinteillä elementeillä varustetut, jolloin niiden työskentelyetäisyys ja suurennus ovat vakioita. Liikkuvalla tarkennusyksiköllä varustetut linssit mahdollistavat työetäisyyden muuttamisen. Zoom-optiikkaa käyttämällä voidaan muuttaa polttoväliä. Polttovälin muuttaminen siirtämällä linssielementtejä ei välttämättä ole tarpeeksi vakaa toistettavien ja tarkkojen mittausten tekemiseen, joten niitä käytetään konenäkökameroissa harvemmin. (Stemmer Imaging, n.d. -a)

Konenäössä hyödynnetään sekä kiinteitä linsejä, että vaihdettavissa olevia linsejä. Vaihdettavat linssit ovat kiinnitykseltään useimmiten C- tai CS-liitännällä. (IQS Directory, n.d.)

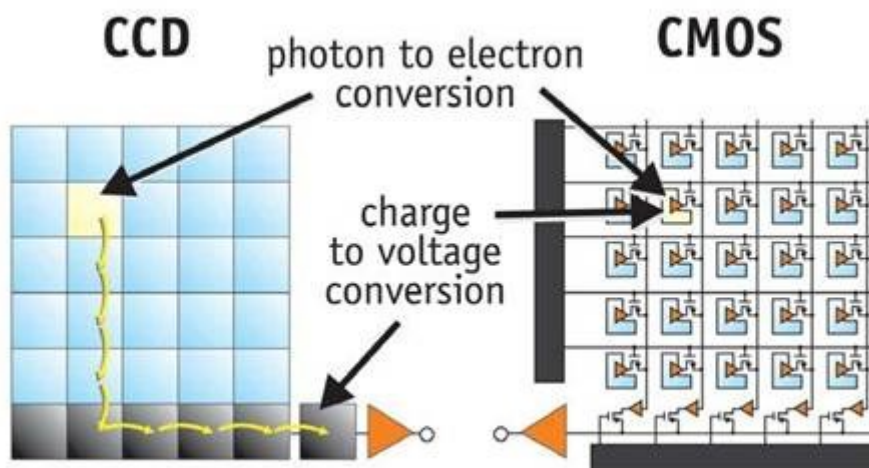
3.3 Kamera

Kamera on konenäön silmät, sensori, jolla järjestelmä havaitsee kohteen. Kamera tulee aina valita kohteen vaatimusten mukaan.

3.3.1 Kuvanmuodostus ja kennotekniikat

Digitaalinen kuva koostuu pikseleistä eli neliömäisistä kuvapisteistä. Jokaisella pikselillä on oma sävyarvo. Pikselien määrä vaikuttaa kuvan yksityiskohtien määrään eli tarkkuuteen. Kun pikselien lukumäärää verrataan kuvan kokoon, saadaan selville kuvan pikselitiheys, eli resoluutio. (Kuvakenno, n.d.) Näin ollen pikselit ovat siis kuvan rakennuspalikoita. Eri sävyarvon omaavat pikselit eroavat toisistaan muodostaen kuvan, joka on sitä tarkempi, mitä enemmän kuvassa on pikseleitä.

Kuvasensorin tehtävänä on muuntaa objektiivin ottama valo digitaaliseksi kuvaksi. Fotonit on siis muutettava sähköisiksi signaaleiksi, tässä tapauksessa pikseleiksi. (IQS Directory, n.d.) Kuvasensorit käyttävät nykyään pääsääntöisesti jompaakumpaa kahdesta kennotekniikasta: CCD- tai CMOS-kennoa. Molemmat kennotekniikat perustuvat puolijohdetekniikkaan ja koostuvat fotodiodeista. Tekniikoissa on kuitenkin eroja. (TEL, n.d.)



Kuva 7. CCD-kennon ja CMOS-kennon toimintaperiaatteet (Meroli, 2012)

CCD-kenno sisältää kondensaattoreita, joista jokaisen sähkövaraus reagoi pikselin valon intensiteettiin. Virtapiiri aiheuttaa sen, että varaus kulkee aina kondensaattorilta toiseen, kunnes varaus päättyy muuntajalle. CMOS-kennossa taas signaali muutetaan suoraan pikselissä. Tämän ansiosta CMOS-kenno on CCD-kennoa huomattavasti nopeampi. CMOS-kenno on myös valmistuskustannuksiltaan edullisempi. (TEL, n.d.)

3.3.2 Kameratyypit

Konenäössä voidaan hyödyntää erilaisia kameroita, valinta eri kameroiden välillä tehdään kohteen tarpeiden mukaan. Yleisesti käytössä ovat seuraavat kameratyypit:

- Perinteiset kamerat
- Älykamerat
- Erikoiskamerat, kuten 3D-kamera

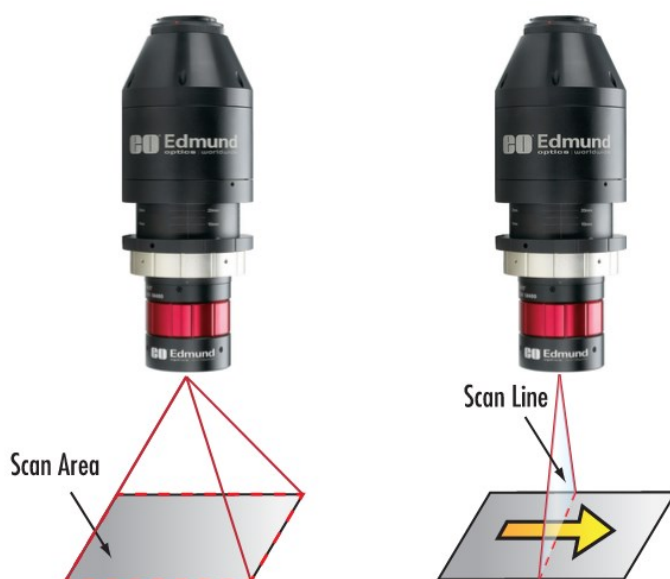
Perinteiset konenäkökamerat hoitavat ainoastaan kuvauksen. Näin ollen ne tarvitsevat toimiakseen valaistuksen sekä tietokoneen, joka hoitaa kuvien käsittelyn ja analysoinnin. (SAMK automaation tutkimusryhmä, n.d. -a)

Älykameralla tarkoitetaan laitetta, joka sisältää sekä kamerasensorin että tarvittavan prosessorin ja muistin, jotta kuvan käsittely ja analysointi voidaan hoitaa kamerassa. Näin

erillistä tietokonetta ei tarvita. Älykameralle luodaan ohjelma tietokoneella, jonka jälkeen kamera voi toimia itsenäisesti. (SAMK automaation tutkimusryhmä, n.d. -b)

3D-kameralla pystytään taltioimaan kolmiulotteista tietoa kuvattavasta kohteesta. Yleisimmin käytetty tekniikka on laserilla toteutettu rakennevalaisu, jossa kamera analysoi kappaleen pintaan heijastetun laserviivan avulla pinnan profiilin korkeustietojen perusteella. Jotta kohteesta saadaan muodostettua kolmiulotteinen kuva, tarvitsee kameran muodostaa useita profiileja, jotka voidaan yhdistää esimerkiksi kamerassa tai tietokoneella. (Stemmer Imaging, n.d. -b)

3.3.3 Viiva- ja matriisikamerat



Kuva 8. Matriisikameran sekä viivakameran kuvausalueet. (Edmund optics, n.d.)

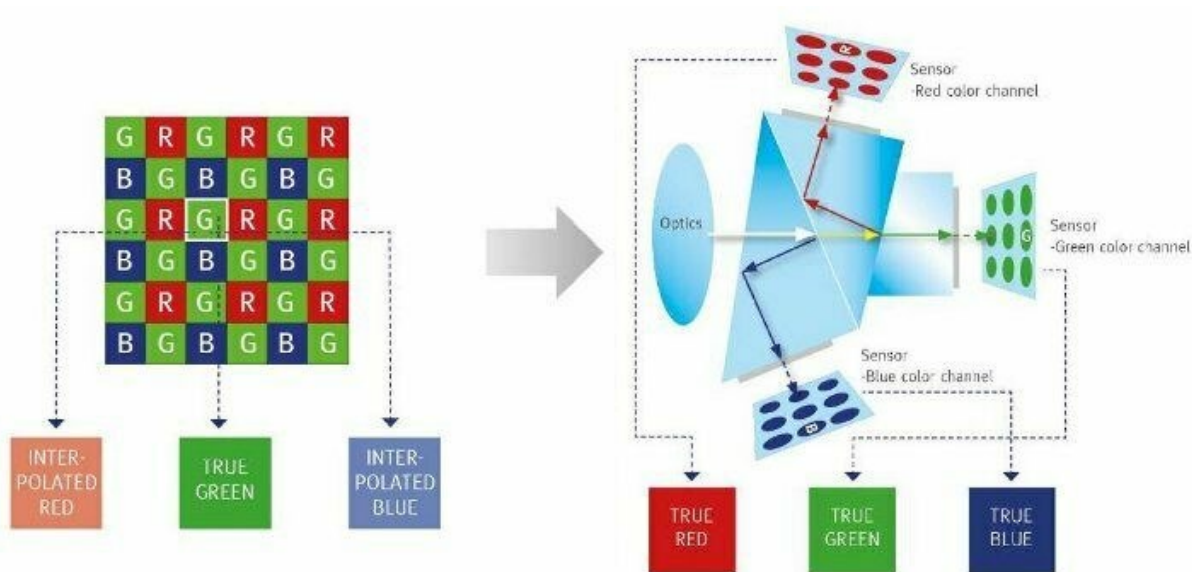
Matriisikennoa käyttävällä kameralla saadaan suorakaiteen muotoinen kuva kuvattavasta alueesta, eli pikseleitä on sekä leveys- että vaakasuunnassa. Matriisikameroita hyödynnetään eritoten irrallisten kappaleiden kuvaamiseen. (SAMK Automaation tutkimusryhmä, n.d. -c)

Viivakameroissa pikseleitä on runsaasti leveyssuunnassa, mutta pystysuunnassa ei ole kuin yhdestä kolmeen pikseliä. Tämä kuvaustyyli vaatii sen, että joko kappaleen tai kameran on liikuttava. Näin saadaan viiva kerrallaan tarkka kuva, vaikka kappale

liikkuisikin. Viivakamerat ovatkin parhaimmillaan liikkuvien kohteiden kuvauksessa. (SAMK Automaation tutkimusryhmä, n.d. -c.)

3.3.4 Värit ja harmaasävy

Perinteinen värikamera hyödyntää niin kutsuttua Bayerin matriisia; värikennotekniikkaa, jossa jokainen kennon valoilmaisin havaitsee vain yhtä kolmesta väristä: Punaista, sinistä tai vihreää. Näin ollen samalla resoluutiolla varustettu värikamera saa aikaan epätarkemman kuvan kuin vastaava harmaasävykamera. Tämän takia värikameraa tulisi käyttää vain silloin, kun värien havaitseminen on tarpeen. (SAMK automaation tutkimusryhmä, n.d. -d.)



Kuva 7. Bayerin matriisin ja prismakameran toimintaperiaatteet. (JAI, n.d.)

Bayerin matriisia hyödyntävä kamera on edullinen, mutta ei niin tarkka määrittämään värien sävyeroja. Toinen vaihtoehto värikameralle on useampaa sensoria käyttävä prismakamera, joka erottelee tulevat valonsäteet aallonpituuksien mukaan. Näin sensorit pystyvät havaitsemaan punaisen, vihreän ja sinisen värien intensiteettiarvot erikseen jokaiselle pikselille. Tämä menetelmä on kalliimpi mutta tarkempi. (JAI, n.d.)

3.4 Ohjelmisto ja kuvankäsittely

Kun kamera on ottanut kuvan, on seuraavaksi aika tulkita ennalta määritellyt asiat kuvasta. Prosessissa pyritään saamaan digitaalisesta kuvasta noudettua tarvittavat tiedot. Prosessi voidaan hoitaa joko ulkoisella tietokoneella, tai sitten konenäköjärjestelmän sisällä. Itsessään prosessi alkaa siitä, kun kuva siirtyy kennosta järjestelmään. Kuvan vastaanottamisen jälkeen ohjelmisto etsii kuvasta ennalta määritellyt asiat, suorittaa mittauksia ja vertaa saatuja tuloksia ennalta määriteltyihin tuloksiin. Kun vertailu on tehty, ohjelmisto ilmoittaa tuloksen. (Cognex, n.d. -b.)

3.5 Tiedonsiirto ja PLC

Konenäköjärjestelmässä tiedonsiirrolla tarkoitetaan kuvatietojen lähettämistä kamerasta järjestelmään, usein PC:lle tai ohjelmoitavalle logiikalle.

Erilaisia tiedonsiirtojärjestelmiä on useita. Yksi tärkeä ominaisuus tiedonsiirrossa erityisesti teollisuuden kannalta on se, että järjestelmä tunnistaa ja ilmoittaa mahdollisista häiriöistä tiedonsiirrossa, jotta ongelmaan voidaan reagoida ilman järjestelmän kaatumista. (Stemmer Imaging, n.d. -c.)

Kameran tyypistä ja sen vaatimuksista riippuen tiedonsiirrossa voidaan tarvita kuvankaappauskorttia. Aiemmin kuvankaappauskortilla oli tehtävänä muuttaa analogiset kuvat digitaaliseen muotoon, mutta nykyään se hoidetaan suoraan kamerassa. Nykyään kuvankaappauskorttia käytetään sovelluksissa, joissa vaaditaan suurta tiedonsiirtonopeutta tai käytössä on liitäntä, jolle ei ole vastiketta tietokoneen emolevyssä. Näitä on esimerkiksi CameraLink ja CameraLink HS -liitännät. Ilman kuvankaappauskorttia toimivia liitäntöjä ovat esimerkiksi USB- tai Ethernet-liitännät. (Stemmer Imaging, n.d. -c.)

PLC:tä eli ohjelmoitavaa logiikkaa hyödynnetään monissa automatisoiduissa järjestelmissä. Kohteen saapuessa tarkastuspisteeseen, logiikka käynnistää tarkastusprosessin, joka on tietyn mittainen sykli. Kun konenäköjärjestelmä on suorittanut tarkastuksen, ilmaisee järjestelmä tuloksen signaalein Hyväksytty/Hylätty. Lisäksi järjestelmä ilmaisee tarkastuksen olevan valmis. Jos logiikka ei saa konenäköjärjestelmältä tietoa

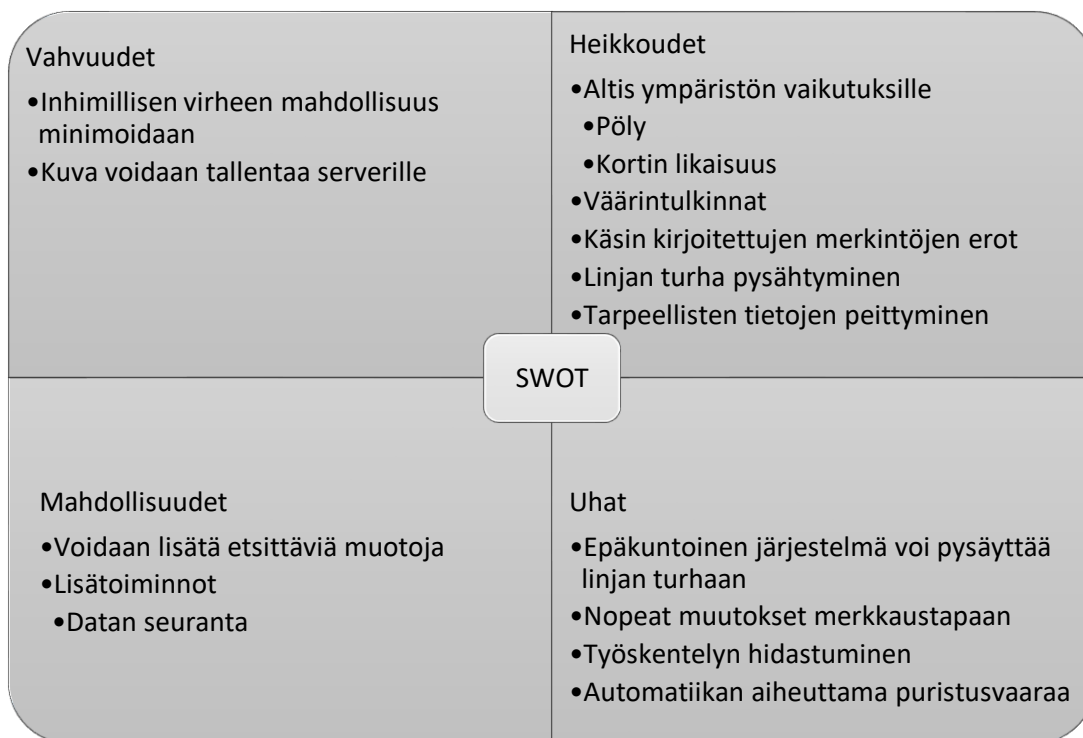
tarkastuksen valmistumisesta siihen mennessä, kun syklin pitäisi alkaa uudestaan, ilmoittaa logiikka viasta. Ohjelmoitava logiikka voi myös kommunikoida konenäköjärjestelmälle. Jos logiikka ei ole valmis vastaanottamaan tietoa konenäköjärjestelmältä, se voi lähettää konenäköjärjestelmälle odotuskäskyn. (Eiynck ym., 2011.) Tämä oli vain yksi esimerkki ohjelmoitavan logiikan hyödyntämisestä. Sovelluksesta riippuen ohjelmoitavalla logiikalla voi olla monimutkaisempiakin käyttötarkoituksia.

4 TYÖN TOTEUTUS

4.1 Riskien arviointi

Jotta riskejä voidaan poistaa tai niiden ilmenemisen mahdollisuutta pienentää, riskit täytyy ensiksi tunnistaa. Tätä varten on useita menetelmiä. Tässä opinnäytetyössä hyödynsin SWOT-analyysiä.

4.1.1 SWOT-analyysi



Kuvio 1. SWOT-analyysi

Konenäköjärjestelmän vahvuutena on se, ettei kone tee inhimillisiä virheitä. Näin ollen riski, että puutteellisen korikortin omaava kori pääsisi prosessissa eteenpäin, pienenee huomattavasti. Myös se, että kuva voidaan tallentaa serverille, on ehdottomasti vahvuus, sillä näin dokumenttien arkistointi helpottuu.

Heikkoutena järjestelmässä on se, että se on altis ympäristön vaikutuksille. Lika ja pöly voivat kertyä kameran linssin päälle ja siten huonontaa kuvanlaatua ja tehdä kuvan tulkitsemisesta jopa mahdotonta. Myös korttiin kertynyt lika voi aiheuttaa ongelmia, kuten väärintulkintoja. Väärintulkinta voi tapahtua myös esimerkiksi leimauksen epäonnistumisesta. Jos leima on todella suttuinen, ei järjestelmä välttämättä kykene erottamaan leimasta vaadittuja kuvioita. Myös käsien kirjoitetut merkinnät voivat aiheuttaa haasteita tulkinnassa. Merkkauksien peittyminen tai korikortin huono asento kuvattaessa voi myös estää järjestelmän oikein toimimisen. Tällaista voi tapahtua esimerkiksi korikorttia asetettaessa kuvattavaksi. Tämä aiheuttaa lisätyötä asemalla työskentelevälle henkilölle, kun kuvaus täytyy tehdä uudelleen. Järjestelmä voi joko väärintulkinnan tai vikaantumisen seurauksena pysäyttää tuotantolinjan turhaan.

Mahdollisuuksia järjestelmässä on esimerkiksi se, että siihen voidaan lisätä ohjelmoinnilla kuvasta etsittäviä muotoja jälkikäteen. Jos esimerkiksi korikortin ulkoasuun tai merkkaustapaan tulee muutoksia, voidaan järjestelmään ohjelmoida vanhan korikortin lisäksi uuden korikortin, jolloin siirtymäaikana järjestelmä voi lukea molempia. Konenäköjärjestelmästä voi myös saada lisähyötyjä lisäämällä siihen erilaisia toimintoja. Tämä vaatii kuitenkin ohjelmointia, jotta lisätoimintoja voidaan lisätä perustoiminnon, eli kuvauksen ja kuvan analysoinnin, ohkeen. Lisäohjelmoinnilla korikortteja kuvaavaan ja analysoivaan järjestelmään voisi lisätä esimerkiksi NOK-datan analysointia. Jos järjestelmä antaa NOK-tuloksen, voisi näitä tuloksia kerätä ja vertailla keskenään. Tämän avulla voitaisiin havaita mahdolliset toistuvat virheet. Jos jokin tietty merkintä puuttuu usein, voidaan ryhtyä miettimään syytä ongelmalle. Tällainen toiminto voisi helpottaa virheraporttien luomista ja seuraamista.

Järjestelmän uhkia ovat esimerkiksi epäkuntoisen järjestelmän aiheuttamat ongelmat, kuten tuotantolinjan turha pysäyttäminen. Uhaksi muodostuu myös se, jos korikortin merkkaustapaa muutetaan ilman, että muutokset ohjelmoidaan järjestelmään. Esimerkiksi muutos leimasimissa voisi aiheuttaa turhia pysähdyksiä tuotantolinjalla. Koska korikortista tulee kuvata molemmat puolet, voi se aiheuttaa lisätyötä asemalla työskentelevälle henkilölle, kun dokumenttia joudutaan kääntämään. Liikkuvien osien automatisointi taasen voi aiheuttaa esimerkiksi puristumisvaaran.

4.1.2 Riskien pienentäminen

Analyysin perusteella voidaan todeta, että potentiaalisin riski korikorttien lukemisessa konenäköjärjestelmällä ovat tulkinnan epäonnistuminen tai väärintulkinnat, sekä niistä johtuvat turhat pysähdykset. Väärintulkintoja tai tulkinnan epäonnistumista voi aiheuttaa useampikin asia, joten niiden ehkäisemiseen tulisi panostaa. Muita havaittuja riskejä ovat puristumisvaara sekä työmäärän lisääntyminen.

Turhia pysähdyksiä varten tulisi ohjelmoitavaan logiikkaan lisättävä ohitusmahdollisuus. Jos järjestelmä antaa virheellisen NOK-tuloksen, voi asemalla työskentelevä henkilö vian havaittuaan ja varmistettuaan kuitata tuloksen OK:ksi ja ohjata korin

eteenpäin. Näitä väärintulkintoja tulisi kuitenkin pyrkiä minimoimaan, jottei syntyisi ylimääräistä työtä asemalla työskenteleville henkilöille. Lisäksi tulisi laatia ohjeistus, milloin käytetään kuittausta ja milloin korikortti tulisi kuvata uudelleen.

Konenäköjärjestelmän komponentteja tulee suojata ympäristön vaikutuksilta. Pinoille kertyvältä liialta ja pölyltä komponentteja voidaan suojata rakentamalla järjestelmä suljettuun tilaan. Näin pölyn ja lian kertymistä voitaisiin vähentää, jolloin myös puhdistustarve olisi pienempi. Myös kuvattava kohde, korikortti, olisi hyvä suojata mahdollisuuksien mukaan likaantumiselta.

Käsin kirjoitetut tekstit ovat hankalia tunnistaa, sillä ne eivät ole samanlaisia keskenään. Niissä ei aina käytetä samoja sanoja tai kirjoitusasua, ja lisäksi ihmisten käsialat eroavat toisistaan. Tämä aiheuttaisi suuren haasteen konenäön ohjelmoinnissa sekä riskin turhiin NOK-tuloksiin. Jotta turhat pysähdykset voitaisiin välttää, tulee merkinnät pyrkiä tunnistamaan muilla keinoin kuin muodon avulla. Tämä on mahdollista, sillä käsin kirjoitetussa merkinnässä olennaisinta on tietää merkinnän tyyppi, eli mitä toimintoa merkintä kuvaa. Tämä voidaan hoitaa värikoodein, eli kukin eri toimintoja edustava tiimi käyttää tiettyä väriä. Näin voidaan tunnistaa korille tehtyjä toimenpiteitä ilman, että järjestelmä tunnistaisi merkkauksen merkit. Koska korikortti saattaa likaantua, tulisi käytettävien värien olla harmaasta helposti erottuvaa. Näin minimoidaan liasta johtuvat virhetulkinnat.

Kuvauksen onnistumiseksi tulisi varmistaa, ettei mikään peitä korikorttia, eikä se ole esimerkiksi kääntynyt niin, ettei kuvaa saada tulkittua. Tämä voidaan välttää kehittämällä korikorttia varten kelkan, johon se voidaan asettaa. Näin dokumentti pysyy optimaalisessa asennossa. Koska korikortti on kaksipuolinen, tulee se joko kääntää kuvattaessa tai sitten kuvata molemmat puolet yhtä aikaa. Dokumentin kääntäminen manuaalisesti vie aikaa, sekä siten lisää työmäärää. Ajankäytön optimoimiseksi onkin siis parempi kuvata korikortti samaan aikaan molemmilta puolilta. Tämä asettaa lisävaatimuksia kelkalle, sillä sen on mahdollistettava kuvaus molemmilta puolilta, mutta tarjottava silti riittävästi tukea dokumentille.

Väärintulkintoja voidaan vähentää myös sillä, että pidetään huolta merkkaukseen kunnosta. Vanhoja, jo haaleita jälkiä jättäviä kyniä ja leimoja ei tulisi käyttää.

Leimojen tulisi myös olla mahdollisimman selkeitä ja yksinkertaisia. Muutokset merkkauksiin tai korikortin ulkoasuun tulisi aina ohjelmoida järjestelmään ennen muutoksen voimaantuloa.

Automatiikkaa hyödynnettäessä on riskinä esimerkiksi sormien jääminen sulkeutuvan kelkan väliin. Tämä voitaisiin välttää käyttämällä turvajärjestelmää, joka pysäyttää kelkan sulkemisen havaitessaan objektin. Tämä kuitenkin vie tilaa ja tuo lisäkustannuksia, joten on hyvä pohtia myös automatisoinnin tarjoamia hyötyjä suhteessa haittoihin. Jos kyseessä on yksinkertainen toimenpide, kuten kevyen kelkan sulkeminen, ei automatiikka tarjoa niin suurta hyötyä. Näin ollen automatiikan hyödyntäminen ei toisi niin paljon lisäarvoa järjestelmään, että kustannusten nousu voitaisiin perustella.

4.2 Järjestelmän tarpeet

Riskienarvioinnin jälkeen työtä lähdettiin edistämään miettimällä korikortin ominaisuuksia, ja mitä siitä halutaan tarkastaa. Myös olosuhteet luovat erinäisiä vaatimuksia, jotka otettiin huomioon kokonaisuutta suunniteltaessa. Kun tarpeet on tunnistettu, voidaan valita niihin parhaiten vastaavat komponentit.

4.2.1 Järjestelmän rakentaminen

Järjestelmää halutaan suojata ympäristön vaikutuksilta, kuten pölyltä. Näin ollen järjestelmä tulisi rakentaa suljettuun tilaan. Järjestelmän komponenteissa on kuitenkin laitteita, jotka tuottavat lämpöä, joten suljetussa ratkaisussa tulisi kuitenkin olla tuuletin, jonka avulla järjestelmää voidaan jäähdyttää. Ratkaisuna suljetulle tilalle olisi esimerkiksi ATK-laitteille tarkoitettu kaappi, sillä niissä on usein joko tuuletin valmiina tai ainakin paikka tuulettimelle, sekä tila näytölle. Näyttö halutaan kaapin yläosaan, jotta työntekijä voi tarvittaessa helposti tarkastaa tulokset. Korikortin syöttöä varten mietittiin kelkkaa, johon dokumentti asetetaan, ja joka työnnetään kaapin sisään.

Koska korikortti on kaksipuolinen dokumentti, halutaan siitä kuvata molemmat puolet. Näin saadaan tarkistettua tarvittut merkkaukset, sekä tallennettua dokumentti tietokantaan kokonaisuudessaan. Kuten riskejä arvioidessa pohdittiin, kaksipuolisen

dokumentin kuvaaminen vaatii joko dokumentin kääntämisen kuvauksien välillä tai dokumentin kuvaamista molemmilta puolilta kahden kameran avulla. Jotta työskentely olisi sujuvaa, päädyttiin ottamaan kahden kameran metodi jatkotarkasteluun. Jotta korikortti voitaisiin kuvata samaan aikaan sekä ylhäältä että alhaalta, täytyy sillä olla jonkinlainen kehikko. Sama kehikko voisi toimia myös kelkkana, jonka avulla korikortti syötetään kaapin sisään kuvattavaksi.

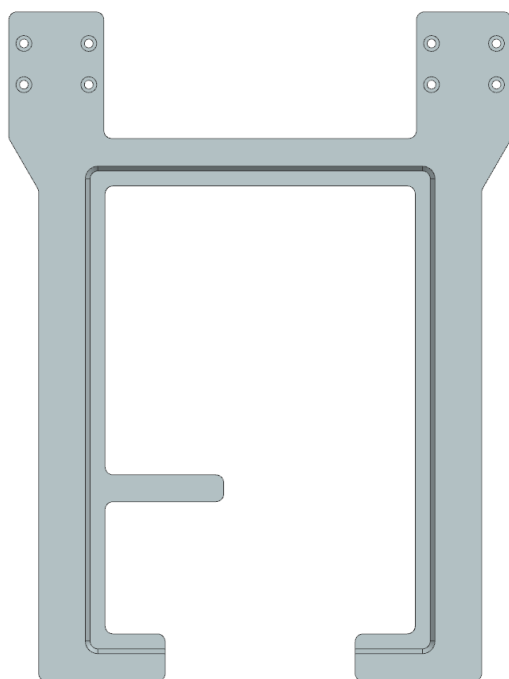
Kehikoksi mietittiin valokuvakehyksen kaltaista rakennetta. Kehikko on hieman A4-kokoista arkkia suurempi, ja siinä on ohuet tuet sisäpuolella. Näin korikortti voidaan vain laskea kehikon sisään, eikä kortti pääse putoamaan tai heilumaan kelkan liikkuessa. Näin voidaan myös varmistaa korikortin paikoitus.



Kuva 8. Kelkan kehikon prototyyppi

Kelkasta tehtiin kuvan 8 mukainen prototyyppi, jotta voitiin testata sen ominaisuuksia. Vaikka korikortti on melko jäykkää materiaalia, huomattiin sen kuitenkin tarvitsevan tuen myös keskelle, jotta vältyttäisiin dokumentin taipumista. Tuen täytyy olla

tarpeeksi pieni, jottei se peitä olennaisia kohtia dokumentista. Kelkan tulee myös olla päästä osittain avoin, jotta korikortin poistaminen kelkasta käy helposti.



Kuva 9. Parannellun kelkan 3D-malli (Valmet Automotiven digitaalinen arkisto)

Prototyypistä saatuja tietoja hyödyntämällä päädyttiin kuvan 9 mukaiseen malliin. Siinä on keskituki, joka on sijoitettu kohtaan, joka ei peitä korikortista tietoja.

Kelkkaa suunnitellessa mietittiin myös automatiikan hyödyntämistä kelkan sulkemisessa. Työntekijä voisi laittaa korikortin kelkkaan ja painaa nappia, jolloin automatiikka hoitaisi kelkan sulkemisen ja käynnistäisi kuvaustapahtuman. Kuvaustapahtuman päätyttyä kelkka työntyisi ulos. Tämä ajatus kuitenkin päätettiin jättää toteuttamatta, sillä riskejä arvioidessa todettiin automaattisesti sulkeutuvan kelkan mahdollistavan sormien jäämisen puristuksiin. Jotta automatiikkaa voitaisiin hyödyntää, tulisi järjestelmään sisällyttää turvajärjestelmä, joka estäisi sormien jättämisen kelkan väliin. Näin ollen päädyttiin manuaaliseen kelkan sulkemiseen.

Itsessään kuvaustapahtuma hoituu automaattisesti. Kun kelkka työnnetään kaapin sisään, painaa se kaapin takaosassa olevan rajakytkimen pohjaan, jolloin tieto kelkan

sisällöolosta kulkee järjestelmään. Tämän jälkeen varsinainen kuvaustapahtuma voi alkaa. Kun kortti on kuvattu ja analysoitu, ilmestyy näytölle tieto tuloksesta, jonka jälkeen kelkka vedetään ulos.

4.2.2 Merkinnät

Konenäköjärjestelmän tehtävänä on havaita korikortista tietyt merkinnät. Merkintöjä on kahdenlaisia: Merkintöjä, jotka pitää aina löytyä dokumentista, sekä merkintöjä, joita ei aina dokumentissa ole, mutta jos on, niin niille pitää löytyä vastaparina toinen merkintä. Lisäksi dokumentissa on käsin kirjoitettuja merkintöjä, joille on määritelty tunnistamista helpottavat värikoodit.

Jos järjestelmä havaitsee vastaparin vaativan merkinnän, järjestelmän tulee myös katsoa, että dokumentista löytyy vastaparina toinen merkintä. Jos molemmat merkkaukset löytyvät, tulee järjestelmän antaa OK-tulos, ja kori voi jatkaa matkaa. Jos tulos onkin NOK, kori ei saa käskyä liikkua, vaan järjestelmä ilmoittaa virheellisestä korikortista. Ilmoittaminen voisi tapahtua esimerkiksi valomajakan avulla, jos tulos on OK, syttyy vihreä valo, jos NOK, syttyy punainen valo. Järjestelmään halutaan lisäksi näyttö, jossa näkyvät kuvat korikortista sekä analyysin tulos. Järjestelmään tarvitaan myös ohitustoiminto, jonka avulla järjestelmälle voidaan ilmoittaa, että tulos on NOKin sijaan OK. Näin asemalla työskentelevä henkilö voi tarkistaa dokumentin. Mikäli kyseessä on tilanne, jossa järjestelmä ei kykene lukemaan dokumenttia, mutta dokumentissa on kaikki tarvittavat merkinnät, voidaan tulos silti tallentaa tietokantaan OK:na, ja laittaa korin liikkumaan eteenpäin.

4.3 Järjestelmän komponenttien vaatimukset

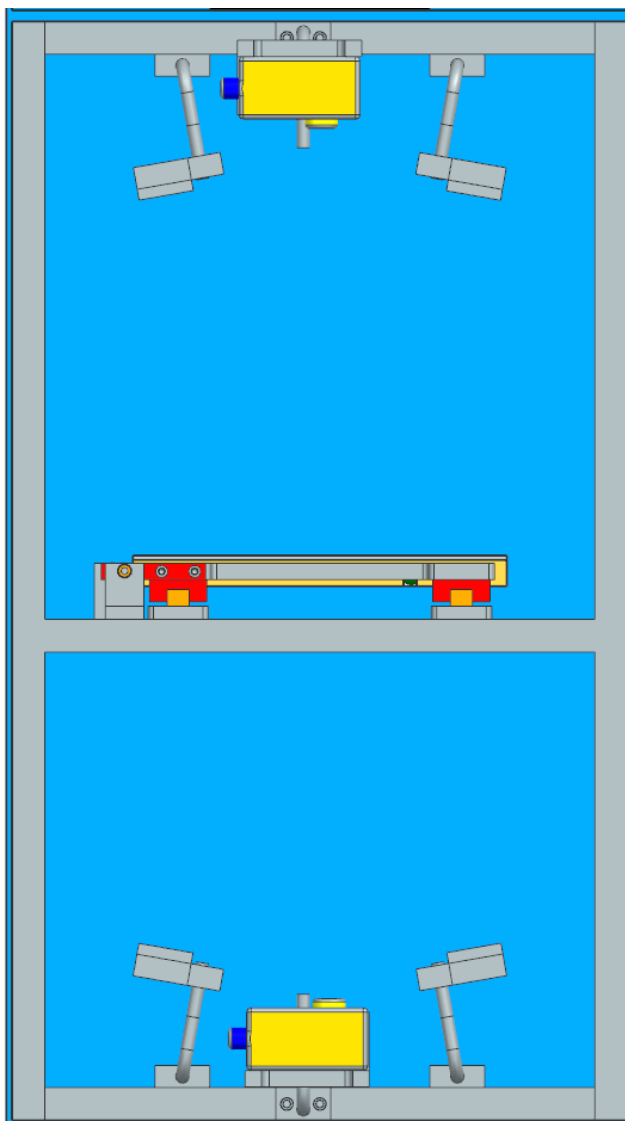
Kun tarpeet oli määritelty, ja tiedettiin, millaiseen tilaan järjestelmä suunniteltiin rakennettavaksi, piti miettiä, millaisia vaatimuksia nämä tarpeet luovat komponenteille.

4.3.1 Optiikka ja kamera

Järjestelmä rakentuu siten, että kuvauskohde on aina samalla etäisyydellä kameroista. Näin ollen linssien automaattiselle säätämiselle ei ole tarvetta. Sopiva linssi valitaan etäisyyden mukaan.

Kuvaustapahtuman aikana korikortti on paikallaan kameran ottaessa kuvaa. Kameran on siis kyettävä kuvaamaan kohde kokonaisuudessaan ilman, että joko korikortti tai kamera liikkuu. Näin ollen sovellukseen sopii paremmin matriisikamera. Kameran tarvitaan molemmin puolin korikorttia, jottei dokumenttia tarvitse kääntää kuvaustapahtumien välillä. Korikorttien merkkauksien takia kameran tulee kyetä myös tunnistamaan värejä, joten sovellukseen valittavan kameran on oltava värikamera.

Kuvan analysointi halutaan tapahtuvan kamerassa, ilman erillistä tietokonetta. Näin ollen kameran tulee olla älykamera.



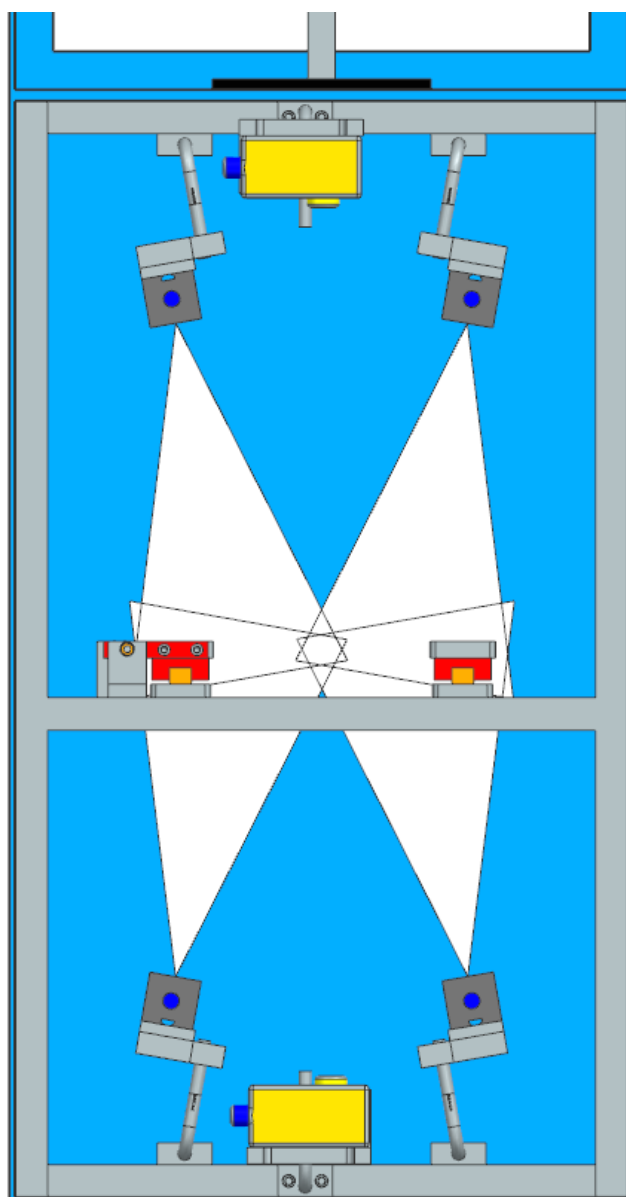
Kuva 10. Kameroiden asennus edestäpäin katsottuna (Valmet Automotiven digitaalinen arkisto)

Kamerat asennetaan kuvassa 10 olevan 3D-mallin havainnollistamalla tavalla korikortin molemmiin puoliin niin, että ne on kohdistettu kohtisuoraan kuvattavaa pintaa kohden. Tässä asennustavassa täytyy kuitenkin huomioida erityisesti alapuolelle kiinnitettävän kameran linssin puhtaanapito, sillä ylöspäin suunnattuna siihen kertyy helposti esimerkiksi pölyä.

4.3.2 Valaistus

Valaistus voidaan toteuttaa varsin yksinkertaisella ratkaisulla, sillä korikortin kuvaaminen ei aseta suuria vaatimuksia valaistukselle. Sovelluksessa ei tarvitse tunnistaa

kappaleen ulkomuotoa, saati pinnan rosoisuutta. Valaistuksen tulee kuitenkin olla riittävä, jotta korikortti valaistuu kunnolla. Huomioitava seikka valaistuksen riittävyyden lisäksi on paperin pinta. Valaistus ei saa aiheuttaa kiiltävyyttä, sillä se hankaloittaa kuvan lukemista. Korikortin materiaali ei ole voimakkaasti kiiltävää, joten suuria ongelmia tämän osalta ei ole. Näiden tietojen pohjalta voidaankin todeta, että tässä kokenäköjärjestelmässä voidaan hyödyntää yleisintä valaistusmenetelmää, kohtisuoraa valaistusta. Jotta korikortista pystytään tunnistamaan värejä, tulee valaistuksen värisävyn olla valkoista.



Kuva 11. Valaisimien sijainnit (Valmet Automotiven digitaalinen arkisto)

Kohtisuora valaistus voidaan toteuttaa kuvassa 11 esitetyllä tavalla. Valaistuksen riittävyyden varmistamiseksi tarvitaan kaksi viistosti kohdistettua LED-valopalkkia valaisemaan korikorttia. Jotta korikortti voidaan kuvata samanaikaisesti molemmilta puolilta, tarvitaan valaisimet sekä ylä- että alapuolelle. Näin ollen sovellukseen tarvitaan yhteensä neljä valaisinta. Jotta valaisimet voidaan kohdistaa oikein, asennetaan ne säädettäville jalustoille.

Valaisimien ei tarvitse olla jatkuvasti päällä, vaan ne syttyvät vasta, kun kelkka työnnetään kaapin sisään ja rajakytkimen kautta järjestelmään saadaan käsky käynnistää kuvaustapahtuma.

4.3.3 Ohjelmisto

Kuten kameran vaatimuksia esiteltäessä todettiin, kuvan analysointi halutaan tapahtuvan kamerassa. Ohjelmiston tulee katsoa, että dokumentissa on vaaditut merkkaukset ja ilmoittaa tulos OK tai NOK.

Ohjelmiston halutaan etsivän merkinnät molemmilta puolilta korikorttia. Osa merkinnöistä on sellaisia, että ne täytyy aina löytyä dokumentista. Jos näitä merkintöjä ei ole tai niitä ei pystytä syystä tai toisesta lukemaan, tulee NOK-tulos. Toiset merkinnät ovat sellaisia, että jos niitä löytyy dokumentista, tulee niille löytyä myös vastaparina toinen merkintä. Jos molempia merkintöjä ei ole tai jompikumpi on lukukelvoton, tulee taas NOK-tulos.

Kamera siis ohjelmoidaan niin, että jos vaadittuja merkintöjä ei löydy tai niitä ei pysty esimerkiksi suttuisuuden vuoksi lukemaan, antaa ohjelmisto NOK-tuloksen. Jos kaikki tarvittut merkinnät löytyvät, tulee OK-tulos. Lisäksi ohjelmistoon halutaan lisätä manuaalinen ohitustoiminto, jotta suttuisuuden takia hylätyt kortit voidaan manuaalisesti hyväksyä työntekijän toimesta.

4.3.4 Tiedonsiirto

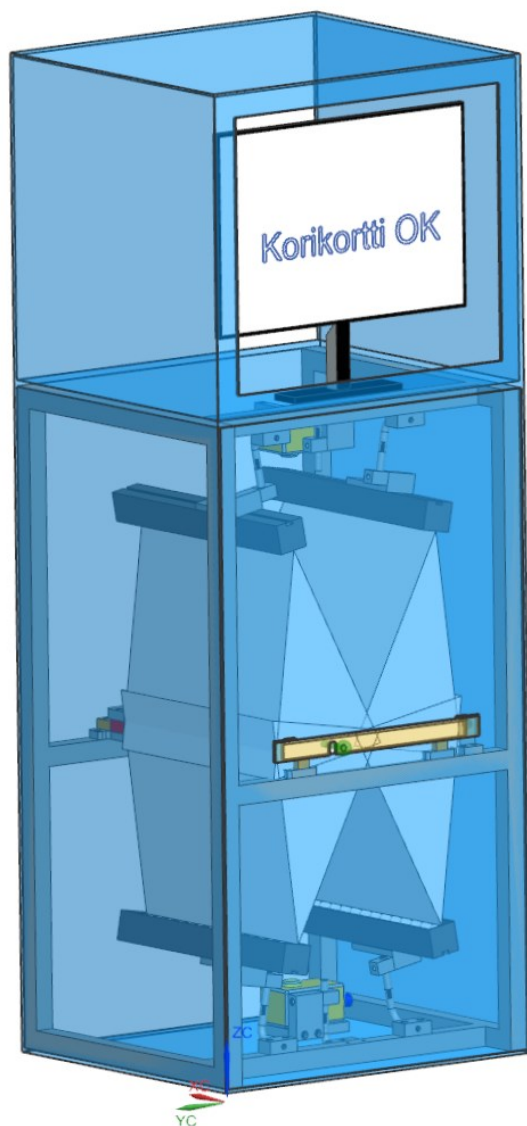
Kun älykamera on suorittanut analysoinnin ja antaa OK/NOK tuloksen, tulee tiedon siirtyä eteenpäin ohjelmoitavalle logiikalle. Tieto halutaan siirtää hyödyntäen Ethernet-liitäntää. Näin ollen erillistä kuvankaappauskorttia ei tarvita.

4.3.5 Ohjelmoitava logiikka

Konenäköjärjestelmä halutaan liittää osaksi olemassa olevaa ohjelmoitavaa logiikkaa, joka hallitsee tuotantolinjan toimintaa. Ohjelmoitavan logiikan toiminta tai konenäköjärjestelmän liittäminen osaksi sitä ei kuulunut tämän opinnäytetyön aiheeseen. Lyhyesti konenäköjärjestelmän ja ohjelmoitavan logiikan yhteistoimintaa voi kuitenkin kuvata seuraavasti: Jos järjestelmä ei anna tietyn ajan sisällä tulosta, tai tulos on NOK, ilmoittaa logiikka ongelmasta, joka tulee kuitata ennen kuin kori voi siirtyä eteenpäin.

4.4 Valmis kokonaisuus

Selvityksen alla ollut järjestelmä koottaisiin tuuletuksella varustettuun ATK-kaappiin. Korikortti syötettäisiin kaapin sisään manuaalisesti työntämällä kelkan avulla kortti sisään. Kelkka painaa rajakytkintä, jolloin järjestelmä saa käskyn käynnistää kuvaustapahtuman. Järjestelmä rakennettaisiin niin, että molemmin puolin korikorttia on kuvaukseen tarvittut komponentit, eli älykamerat ja valaisimet. Kuvaustapahtuman jälkeen älykamerat analysoivat kuvat ja antavat tuloksen OK/NOK. Tieto lähtee Ethernet-liitännän avulla ohjelmoitavalle logiikalle.



Kuva 12. Valmis kokonaisuus (Valmet Automotiven digitaalinen arkisto)

Järjestelmän lopullista kokoonpanoa havainnollistetaan kuvassa 12. Korikorttia kannatteleva kelkka on kaapin keskellä, ja kamerat sekä valaisimet kohdistetaan siihen. Kameroissa ja valaisimissa on säätö- ja kallistusmahdollisuudet, jotta ne voidaan kohdistaa tarkasti. Kaapin yläosassa olevasta näytöstä halutaan nähdä sekä korikortista otetut kuvat, että analyysin perusteella saatu tulos.

4.5 Vaihtoehtoisia menetelmiä

Olemassa olevaan prosessiin suoraan sopivia vaihtoehtoisia menetelmiä on vähän. Moni vaihtoehtoinen menetelmä vaatisi toimiakseen ainakin merkintätavan

muutoksen. Esimerkiksi käsikäyttöinen skanneri, jolla voisi lukea korikortin tarkastusasemalla. Tämä kuitenkin vaatisi esimerkiksi QR- tai viivakoodien hyödyntämistä, joka puolestaan aiheuttaisi muutoksia korikortin merkkaukseen. Leimausta ei voisi hyödyntää koodien kanssa, sillä riski suttuiselle, lukukelvottomalle leimaukselle olisi liian suuri. Lisäksi korikortin mahdollinen likaisuus vaikeuttaisi lukemista. Toinen vaihtoehto olisi, että koodit olisivat tarroina, mutta tarroissakin on omat ongelmansa. Tarrat voivat irrota, jolloin korikortista puuttuisi olennaisia tietoja.

Yhtenä aivan erilaisena vaihtoehtona korikorttien kuvaukselle konenäön avulla olisi korikorttien muuttaminen kokonaan sähköiseen muotoon. Sähköisellä korikortilla olisi monia hyötyjä fyysiseen korikorttiin verrattuna: Kori ei liikkuisi ennen vaadittua kuitausta, jolloin puutteellisten korikorttien riski pienenesi, korikortin häviämisen riski voitaisiin minimoida, sekä korikortin tallentaminen ja säilyttäminen helpottuisi. Sähköistä korikorttia hyödyntäessä voitaisiin pitkälti varmistaa se, että korikortti on aina ajan tasalla. Jos korikorttiin ei kuitata toimenpiteitä, ei kori liiku. Näin ollen varsinaista lopputarkastusta ei edes tarvittaisi. Tämä vaihtoehto vaatii kuitenkin kokonaan oman selvitystyönsä, sillä kyseessä olisi suurempi järjestelmämuutos.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyötä tehdessäni pääsin osallistumaan suunnittelu- ja selvitystyöhön, sekä suorittamaan riskien arviointia. Tutustuin myös syvemmin konenäköjärjestelmiin sekä niiden hyötyihin ja haasteisiin. Konenäköjärjestelmä koostuu useista komponenteista, joista jokaisella on sovellutuksia monenlaisiin tarpeisiin. Markkinoilla on tarjolla monenlaisia kameroita ja valaistusratkaisuja, joista voidaan valita kohteeseen sopivimmat.

Korikortti on varsin yksinkertainen kuvauksen ja analysoinnin kohde, mutta siinäkin oli tunnistettavissa useita vaatimuksia. Tässä työssä ei haettu valmiiksi koottua konenäköjärjestelmää, vaan jokainen komponentti valittiin kohteen tarpeet silmällä pitäen. Myös käyttöympäristöllä on vaikutusta komponenttien valintaan. Tämän takia

oli tärkeää tutustua tarkemmin olosuhteisiin sekä tarkasteltavaan kohteeseen ja sen vaatimuksiin, jotta olisi mahdollista valita juuri näihin vaatimuksiin ja olosuhteisiin sopivat komponentit.

Oikeiden komponenttien valinnan lisäksi konenäköjärjestelmillä on muitakin vaatimuksia. Erityisesti ohjelmointiin vaikuttavat asiat sekä niihin liittyvät ongelmat tulivat tätä opinnäytetyötä tehdessä tutuksi, sillä niin moni asia voi vaikuttaa konenäköjärjestelmän kykyyn tunnistaa opetettua muotoa. Leimaus tapahtuu ihmisen toimesta, eikä leimat aina ole täysin identtisiä. Suttuinen tai hailakka leima voi jäädä tunnistamatta, jolloin joudutaan tekemään visuaalinen tarkastus ja manuaalisesti hyväksyä dokumentti. Myös lika aiheuttaa haasteita. Ympäristönä korihitsaamo on haastava, eikä korikorttia pystytä täysin suojaamaan likaantumiselta.

Suunniteltu järjestelmä antaa logiikalle tiedon OK tai NOK. Väärintulkinnasta johtuvat NOK-tulokset estävät korin liikkumisen siihen asti, että asemalla työskentelevä henkilö kuittaa tiedon. Tämä voi hidastaa asemalla työskentelyä. Riskiä virheellisille NOK-tuloksille voidaan pienentää erilaisin toimenpitein, mutta sitä ei voida täysin poistaa.

Suunnitellun konenäköjärjestelmän hyödyntämisellä haluttaisiin huomata puutteelliset korikortit ja siten estää puutteellisin tiedoin varustettujen korien eteneminen. Näin ollen voisi todeta, että suunniteltu järjestelmä täyttää nämä asetetut vaatimukset. Järjestelmän avulla pystytään minimoimaan inhimillisen virheen mahdollisuus sen osalta, että korihitsaamosta pääsisi puutteellisella korikortilla varustettu kori eteenpäin.

Vaikka suunnitellulla järjestelmällä pystytään haluttu tehtävä suorittamaan, havaitsee järjestelmä kuitenkin puutteen vasta myöhäisessä vaiheessa, jolloin varsinainen juurisyy, puutteelliset merkinnät korikortissa, jää kuitenkin edelleen ratkaisematta. Koska merkinnät tehdään ihmisten toimesta, on inhimillisen virheen mahdollisuus aina läsnä. Tämän minimoimiseksi tarvittaisiin täysin erilaista järjestelmää. Vaihtoehtoisia menetelmiä pohdittaessa esiin noussut sähköisessä muodossa oleva korikortti pystyisi vastaamaan tähän haasteeseen parhaiten. Näin ollen voisikin todeta, että vaikka tässä opinnäytetyössä suunniteltu ja esitelty konenäköjärjestelmä ei pystykään juurisyytä

poistamaan, voisi sitä käyttää eräänlaisena lisävarmistuksena inhimillisten virheiden havaitsemisessa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua konenäköjärjestelmään ja sen hyödyntämismahdollisuuksiin, sekä kirjoittaa raportti aiheesta. Selvitystyö oli antoisa, opin lisää konenäöstä, sekä siihen liittyvistä hyödyistä ja haasteista. Lopputuloksena syntynyt raportti tuo ilmi ongelmatekijöitä, joita konenäköjärjestelmiin liittyy, sekä kuvaa erilaisten komponenttien ominaisuuksia ja hyödyntämismahdollisuuksia dokumenttien tarkastamisessa.

LÄHTEET

Advanced illumination. 21.7.2020. -a. Lighting Technique: Diffuse Illumination. Haettu 21.1.2023 osoitteesta <https://www.advancedillumination.com/lighting-education/lighting-technique-diffuse-illumination/>

Advanced illumination. 5.9.2019. -b. Bright Field vs. Dark Field Lighting Techniques. Haettu 21.1.2023 osoitteesta <https://www.advancedillumination.com/lighting-education/bright-field-dark-field-lighting/>

Calderone, L. 17.12.2019. What is Machine Vision?. Robotics Tomorrow. Haettu 18.5.2022 osoitteesta <https://www.roboticstomorrow.com/article/2019/12/what-is-machine-vision/14548>

Cognex. n.d. -a. Components of machine vision. Haettu 18.5.2022 osoitteesta <https://www.cognex.com/what-is/machine-vision/components>

Cognex. n.d. -b. Vision Processing. Haettu 18.5.2022 osoitteesta <https://www.cognex.com/what-is/machine-vision/components/vision-processing>

Eiyneck, E., King, J., Maves, S. Industrial Automation Products - Programmable Logic Keeps Machine-Vision Systems Moving. 2.9.2011. Vision System Design. <https://www.vision-systems.com/home/article/16737725/industrial-automation-products-programmable-logic-keeps-machinevision-systems-moving>

Edmund Optics. n.d. Cameras. Haettu 21.1.2023 osoitteesta <https://www.edmundoptics.com/knowledge-center/application-notes/imaging/camera-types-and-interfaces-for-machine-vision-applications/#spectralproperties>

IQS Directoty. n.d. Machine Vision System. Haettu 16.5.2022 osoitteesta <https://www.iqsdirectory.com/articles/machine-vision-system.html>

JAI. n.d. Color imaging in machine vision: how to choose the right camera for your application. Haettu 13.5.2022 osoitteesta <https://www.jai.com/machine-vision-color-imaging-cameras>

Kuvakenno. n.d. Pikseli. Haettu 16.5.2022 osoitteesta <https://www.kuvakenno.fi/digikuvaus/pikseli.html>

Meroli, S. 25.4.2012. Active Pixel Sensor Vs CCD. Who is the clear winner? Haettu 21.1.2023 osoitteesta https://meroli.web.cern.ch/lecture_cmos_vs_ccd_pixel_sensor.html

SAMK automaation tutkimusryhmä. n.d. -a. Perinteiset konenäköjärjestelmät. Haettu 13.5.2022 osoitteesta <https://automaatio.samk.fi/testi-sivu/perinteiset-konenakojarjestelmat/>

SAMK automaation tutkimusryhmä. n.d. -b. Älykamasovellukset. Haettu 13.5.2022 osoitteesta <https://automaatio.samk.fi/testi-sivu/alykamera/>

SAMK automaation tutkimusryhmä. n.d. -c. Matriisikenno- vai viivakamerakuvaus. Haettu 13.5.2022 osoitteesta <https://automaatio.samk.fi/testi-sivu/perinteiset-konenakojajestelmat/viivakamerakuvaus/>

SAMK automaation tutkimusryhmä. n.d. -d. Harmaasävy- vai värikuvaus. Haettu 13.5.2022 osoitteesta <https://automaatio.samk.fi/testi-sivu/perinteiset-konenakojajestelmat/harmaasavykuvaus/>

Stemmer Imaging. n.d. -a Optics. Haettu 16.5.2022 osoitteesta <https://www.stemmer-imaging.com/en-fi/knowledge-base/optics/>

Stemmer Imaging. n.d. -b. Specialist cameras. Haettu 20.5.2022 osoitteesta <https://www.stemmer-imaging.com/en-fi/knowledge-base/cameras-specialist-cameras/>

Stemmer Imaging. n.d. -c. Acquisition. Haettu 16.5.2022 osoitteesta <https://www.stemmer-imaging.com/en-fi/knowledge-base/acquisition/>

Stemmer Imaging. n.d. -d. Bright field illumination. Haettu 21.1.2023 osoitteesta <https://www.stemmer-imaging.com/en-fi/knowledge-base/bright-field-illumination/>

Stemmer Imaging. n.d. -e. Illumination: Backlight illumination – diffuse. Haettu 21.1.2023 osoitteesta <https://www.stemmer-imaging.com/en-fi/knowledge-base/backlight-illumination-diffuse/>

Stemmer Imaging. n.d. -f. Dome illumination: Haettu 22.1.2023 osoitteesta <https://www.stemmer-imaging.com/en-fi/knowledge-base/dome-illumination/>

Stemmer Imaging. n.d. -g. Standard coaxial illumination. Haettu 21.1.2023 osoitteesta <https://www.stemmer-imaging.com/en-fi/knowledge-base/standard-coaxial-illumination/>

TEL. n.d. What is a CMOS Image Sensor? Haettu 13.5.2022 osoitteesta <https://www.tel.com/museum/exhibition/principle/cmos.html>

Valmet Automotive. Digitaalinen arkisto. 2023.

Valmet Automotive. n.d. -a. Perustietoja yrityksestä. Haettu 6.5.2022 osoitteesta <https://www.valmet-automotive.com/fi/yritys/perustietoja-yrityksesta/>

Valmet Automotive. n.d. -b. Yritys. Haettu 6.5.2022 osoitteesta <https://www.valmet-automotive.com/fi/yritys/>

Valmet Automotive. n.d. -c. Valmistus. Haettu 6.5.2022 osoitteesta <https://www.valmet-automotive.com/fi/valmistus/>

Lyhenteitä

CCD

Charge-Doubled Device

CMOS

Complementary Metal Oxide Semiconductor

PLC

Programmable Logic Controller

NOK

Not Okay