



Konenäön hyödyntäminen tölkinpesukoneessa

René Eve

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2020

Konetekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikka

EVE, RENÉ :
Konenäön hyödyntäminen tölkinpesukoneessa

Opinnäytetyö 21 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Marraskuu 2020

Opinnäytetyön tavoitteena oli rakentaa konenäköä hyödyntävä järjestelmä, joka poimii väärinpäin olevat tölkit ja erottelee ne linjalta pesuprosessin jälkeen. Järjestelmässä sijoitettiin kaksi kameraa valvomaan samaa kohtaa kuljettimella. Kamerajärjestelmän ohjaussignaali ohjaa hylkäysjärjestelmän toimintaa, joka poistaa havaitut tölkit linjastolta.

Järjestelmä saatiin tunnistamaan kaikki virheellisessä asennossa olevat tölkit ja hylkäysjärjestelmä poistaa ne. Järjestelmän ansiosta painatuksessa ei ilmene värien tarttumisongelmaa. Laitteiston tavoitteeksi asetettiin 100-prosenttinen tunnistustarkkuus, tämä tavoite saavutettiin.

Laitteiston jatkokehitys painottuu hylkäysjärjestelmän tehostamiseen sekä kameralaitteiston kunnossapidon optimointiin. Kameroiden päivittäminen on mahdollista optiikkaa vaihtamalla.

Opinnäytetyössä käsitellään salassa pidettäviä asioita, jotka on poistettu julkisesta raportista.

ABSTRACT

Tampereen Ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering

EVE, RENÉ :

Machine vision detection system in can washing machine

Bachelor's thesis 21 pages, appendices 1 page
November 2020

This thesis was commissioned by company which produces aluminum beverage cans for breweries and soft drink companies. The cans including their printings, are made at the factory. Customer fills cans and after filling seals cans with separately delivered lids.

During production, cans occasionally fall over and turn upside down before washing process- Fallen and turned cans cannot be washed properly and this causes unsatisfactory printing quality in final product.

In this study, machine vision system was designed to recognize and remove fallen and turned cans after the washing process. Camera system and lighting was installed and tested during this project.

All classified information was omitted from the public version of this thesis.

Key words: machine vision, machine vision system, washing line, printing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KONENÄKÖ	6
	2.1 Teolliset sovellukset konenäöllä.....	6
	2.2 Järjestelmä.....	7
	2.2.1 Optiikka	7
	2.2.2 Valaistus.....	8
	2.2.3 Sensorit	9
	2.2.4 Ohjelmisto	9
	2.2.5 Kommunikaatiojärjestelmä	10
3	Älykamera.....	11
	3.1 Sensori.....	11
	3.2 Prosessointi ja käsittely	11
4	JÄRJESTELMÄ ASIAKASKOHITEESSA	13
	4.1 Sijointipaikka	13
	4.1.1 Kamerajärjestelmä.....	13
	4.1.2 Valaistus.....	14
5	OHJELMOINTI.....	16
	5.1 Kääntyneen tölkin tunnistus	16
	5.2 Ohjaussignaali hylkäysjärjestelmälle.....	18
6	KUNNOSSAPITO	19
	6.1 Optiikan puhdistus.....	19
	6.2 Mekaanisten laitteiden tarkistus	19
7	SUORITUSKYVYN TESTAUS.....	20
8	TULOSTEN TARKASTELU	21
	8.1 Testausohjelma.....	21
	8.2 Jatkokehitys	21
	LÄHTEET	22
	LIITTEET	23
	Liite 1. Testausohjelma kameralle	23

1 JOHDANTO

Painatuksen tarttuvuuteen vaikuttaa alumiinin puhtaus pesuprosessin jälkeen. Värit siirretään tölkin pintaa käyttämällä offsetpainotekniikkaa. Alumiinia työstetään rullamuotoisesta levystä tölkin muotoon ennen painatusta. Työstövaiheissa käytetään voiteluaineita kitkan vähentämiseksi sekä estämään lämpötilojen nousujen aiheuttamia vaurioita.

Pesulinjastolla tölkit pestään ajamalla ne useiden eri sektorien lävitse, joissa pesuliuoksia suihkutetaan ala- sekä yläpuolelta. Linjastolla tölkit ovat pohja ylöspäin, tällä estetään eri sektorien kemikaalien siirtyminen seuraaville sektoreille. Ennen pesulinjastoa tölkit kulkevat liukuhihnalla sekä vakuunikuljettimella. Kuljettimien suojiin törmätessä tölkki voi kaatua ja nousta ylös väärinpäin, pohjan ollen alaspäin. Näiden tölkkien puhdistuminen pesulinjastolla ei toteudu, koska eri pesukemikaalit pääsevät sekoittumaan. Lopputuloksena on painatuksessa ilmenevä virhe.

Työn tarkoituksena oli rakentaa konenäköjärjestelmä havaitsemaan väärin päin olevat tölkit ja hylkäämään ne tunnistuksen jälkeen. Konenäköjärjestelmä on ainoa taloudellisesti kannattava ratkaisu jatkuvaan laadunvalvontaan kyseisen vian kohdalla. Järjestelmä yhdistettiin olemassa olevaan hylkäysjärjestelmään, joka on aiemmin toiminut pesurin oman tunnistusjärjestelmän ohjaussignaalilla. Vanha tunnistusjärjestelmä ei kyennyt 100% tunnistustarkkuuteen. Uuden järjestelmän tarkkuus tavoitteena oli 100% tunnistaminen, tähän tavoitteeseen päästiin.

2 KONENÄKÖ

Konenäkö ja sen hyödyntäminen teollisuuden tuotannossa sekä laadunvalvonnassa on yleistynyt vuosien saatossa. Merkittävänä lisääjänä viime vuosien aikana on toiminut älykamerajärjestelmät, jotka ovat poistaneet tarpeen erillisille prosessointi keskusyksiköille tuotantolinjalla. Älykameroiden kyky suorittaa monia tunnistuksia samanaikaisesti on laskenut kokonaiskustannuksia. Järjestelmien hintojen lasku sekä jatkuva hintakilpailu on madaltanut kynnyksiä niihin sijoittamiseen. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

2.1 Teolliset sovellukset konenäöllä

Konenäköä hyödynnetään tuotannossa paikoissa, joissa tarkasteltavien kappaleiden nopeus on liian suuri ihmissilmälle tai olosuhteet eivät sovellu jatkuvaan ihmisen paikallaoloon. Kameraoptiikka pystyy toteamaan ihmissilmälle liian pieniä virheitä kappaleissa, nämä kappaleet voidaan tunnistaa ja poistaa linjalta vain konenäköä käyttäen. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

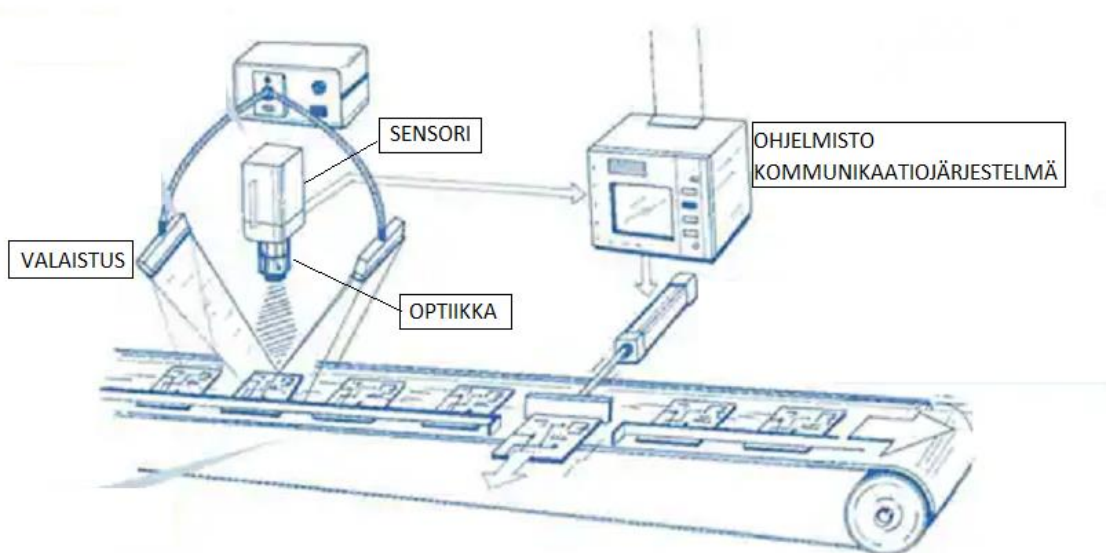
Järjestelmä tunnistaa vain sille opetetut asiat, kuten poikkeamat värissä tai muodoissa. Tekoälyjärjestelmien kohdalla tämä ero ihmiseen kaventuu tulevaisuudessa koska järjestelmä tekee jatkuvaa kappaleiden analysointia ja havaitsee poikkeamat, joita sille ei opetettu. Edellä mainitut järjestelmät myös edesauttavat tuotantolaitteiden kunnon valvontaa konenäköjärjestelmän tunnistamien pienien muutosten ansiosta. Pienet muutokset kertovat laitteiden parametrien muutoksista ja niihin voidaan puuttua viallisten kappaleiden määrän ollessa minimaalinen. (Robotics tomorrow verkkosivut 17.10.2020)

2.2 Järjestelmä

Konenäköjärjestelmän laitteisto voidaan jakaa viiteen eri osa-alueeseen. Järjestelmään voidaan lisätä tarvittaessa muita osia, mutta nämä viisi osa-alueita ovat pakollisia. Kaikki tarvittavat osa-alueet voidaan sijoittaa erikseen tai yhteen laitteeseen. Älykameroiden perusajatuksena on kaikkien osien sovittaminen yhteen pakettiin. (Robotics tomorrow verkkosivut 17.10.2020)

Osa-alueita ovat (kuva 1):

- Optiikka
- Valaistus
- Sensorit
- Ohjelmisto
- Kommunikaatiojärjestelmä



Kuva 1. Järjestelmän normaalikokoonpano muokattuna suomeksi (Digikey.at verkkosivut 14.9.2020)

2.2.1 Optiikka

Optiikan tarkoituksena on välittää kuva sensorille kamerassa. Optiikan ominaisuudet valitaan haluttujen ominaisuuksien ja hinnan mukaan. Optiikan erottelukyky vaikuttaa käsiteltävän kuvan tarkkuuteen. Optiikat jaetaan kahteen eri luokkaan, kiinteästi asennettuihin ja vaihdettavissa oleviin. Vaihdettavissa

optiikoissa käytetään standardisoituja kiinnitysjärjestelmiä. (Robotics tomorrow verkkosivut 17.10.2020)

Optiikoissa käytetään joko automaattista tarkennusta tai kiinteästi asetettavaa tarkennusta. Kiinteää tarkennusta säädetään mekaanisesti optiikkaa säätämällä. Mekaanisella säätämällä myös rajataan optiikan havaintoaluetta. Automaattisessa tarkennuksessa havaintoalue on useimmiten kiinteä, joka määrittyy etäisyydestä kappaleeseen. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

2.2.2 Valaistus

Tarkasteltavan kappaleen onnistunut valaisu on tärkein osa-alue konenäköjärjestelmässä. Heikosti valaistusta kappaleesta ei pystytä havaitsemaan haluttuja virheitä. Heikko valaistus voi myös aiheuttaa virheellisiä havaintoja varjoista tai sävyeroista johtuen. Valaistus ei ole kallein osa-alue mutta on kriittisin onnistumisen kannalta. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

Konenäköjärjestelmissä voidaan hyödyntää ihmissilmälle näkymättömiä valon aallonpituuksia. Näkymättömiä aallonpituuksia yleisesti ovat infrapunaseiteily sekä ultraviolettiseiteily. Ihmisen näkemä valo on aallonpituudeltaan 380nm-750nm. Infrapunavalon aallonpituus on 700nm-1mm ja ultraviolettivalon 100nm-380nm. (Robotics tomorrow verkkosivut 17.10.2020)

Valaistuksen optimoinnissa tulee huomioida tarkasteltavan kappaleen muoto ja mahdolliset heijastukset. Havaittavien virheiden näkyvyyttä voidaan korostaa käyttämällä valon kanssa värillisiä suodattimia. Valon polarisointia voidaan käyttää estämään heijastumia ja tehostamaan kontrasteja. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

2.2.3 Sensorit

Kameran sensori käsittelee optiikan läpi tulevat valon fotonit. Sensorin valinnalla määritetään kuvan tarkkuus, kun sensori muuntaa fotonit sähköiseksi signaaliksi. Signaali muunnetaan digitaaliseksi kuvaksi, jossa tarkkuus, kohina ja dynamiikka optimoidaan. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

Sensorin luoman kuvan tarkkuus määrittelee onnistuneen tunnistamisen. On sanottu, että onnistunut kuva on 85% toimivasta järjestelmästä. Sensoreissa käytetään kahta eri kennotyyppiä, CCD (charge coupled device) ja CMOS (complementary metal oxide semiconductor). Merkittävin ero CCD-kennoissa CMOS-kennoihin on puolijohde tekniikka. CMOS-kenno ei siirrä varausta kennopiiriltä kuten CCD-kenno. CMOS-kenno on energiatehokkaampi rakenteensa ansiosta. CCD-tekniikka on syrjäytetty CMOS-kennon etujen takia. Sensorien räjähtämällä lisääntynyt määrä laitteissa kuten älypuhelimissa on toiminut suurimpana tekijänä. (Digifaq.info verkkosivut 14.9.2020)

2.2.4 Ohjelmisto

Sensorin tuottama digitaalinen kuva käsitellään ohjelmistolla. Ohjelmistoja tuottavat laitteiden valmistajat sekä ohjelmistotalot. Kustannuksiin vaikuttavat lisenssimaksut ja verkkopalveluiden määrä. Ohjelmisto voi olla erillisessä prosessointi keskusyksikössä tai kameran sisällä kuten älykamoissa. Ohjelmiston vastualueet jaetaan kahteen erilliseen segmenttiin. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

Ensimmäinen segmentti on ohjelman luominen tunnistamiseen ja laitteiston hallinta. Tarkasteluohjelman luomisessa määritetään haluttu katselualue sekä kappaleiden tunnistamisen parametrit. Ohjelman luomiseen voidaan käyttää tekstimuotoista ohjelmointia tai graafiseen käyttöliittymään rakennettua työkalua. Yleisin tapa on ohjelman luominen käyttäen apuna useita kuvia

tarkasteltavista kohteista, joihin sijoitetaan tarkasteltavia ominaisuuksia käyttöliittymän työkalujen avulla. Samalla määritetään tunnistuksen jälkeiset signaalit. Järjestelmän kokoamis- ja testausvaiheessa ohjelmiston avulla voidaan todentaa valaistuksen riittävyys, sensorin sijoittelu, tarkennus sekä kuvan laatu. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

Toinen segmentti on kuvan analysointi ja tarkastus. Analysoinnissa otetusta kuvasta tunnistetaan ennalta määritetyt tunnistuspiirteet ja mahdolliset poikkeamat. Kuvan tarkkuus ja tunnistettavien asioiden määrä vaikuttaa vaadittuun prosessointitehoon. Ohjelmiston kyky analysoida kuva ja tunnistaa siitä poikkeamat riippuu kuvan laadusta. Tarkastuksen yhteydessä ohjelmisto kerää dataa tarkastettujen kappaleiden ja havaittujen virheiden kokonaismäärästä. Tätä dataa voidaan jatkojalostaa raportointiin ja virheiden syiden tunnistamiseen. (Robotics tomorrow verkkosivut 17.10.2020)

2.2.5 Kommunikaatiojärjestelmä

Konenäköjärjestelmä on eristäytynyt kokonaisuus ilman kommunikaatiota. Dataa ohjataan haluttuihin järjestelmiin käyttäen I/O(Input/Output) -signaalia tai käyttäen sarjaportteja. I/O-signaali voidaan ohjata PLC-järjestelmään, joka suorittaa sille asetetut toiminnot. Toimintoja voivat olla ilmoituksien antaminen tuotantolinjan valvojalle tai hylkäysjärjestelmän aktivointi. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

Tietoliikenteeseen konenäköjärjestelmästä ulos voidaan käyttää kiinteää yhteyttä kaapelien välityksellä. Yleisimpiä standardeja ovat RS-232 ja Ethernet. Tärkeimmät kriteerit tietoliikenteelle ovat nopeus ja luotettavuus. Luotettavuuden varmistamiseksi jatkuva yhteyden varmentaminen ja tarkkailu ovat suositeltavia ominaisuuksia. Tietoliikenteeseen voidaan käyttää myös langatonta yhteyttä järjestelmien välillä. Langattomien yhteyksien alttius ulkoisille häiriöille ja konenäköjärjestelmien pysyvä asennussijainti suosii kuitenkin kaapeloituja ratkaisuja. (Robotics tomorrow verkkosivut 17.10.2020)

3 ÄLYKAMERA

Älykamerat ovat uusin merkittävä kehitysaskel konenäkötekniikassa. Erottavana tekijänä perinteisiin järjestelmiin on se, että kaikki osa-alueet on mahdutettu samaan kotelointiin. Pienen kokonsa ansiosta älykamera voidaan sijoittaa ahtaisiinkin paikkoihin. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

3.1 Sensori

Älykameran sensori on CMOS-kenno pienen kokonsa ja hinnan takia. Tarkkuuksia löytyy kahdesta megapikselistä aina viiteen megapikseliin asti. Korkeampi megapikselien määrä rajoittaa sulkiimen nopeutta, siksi pienemmällä tarkkuudella saadaan enemmän ruutuja kaapattua sekuntia kohti. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

Kuvan resoluutio viiden megapikselin tarkkuudella on 2448 x 2048 pikseliä. Sensorin etäisyys tarkasteltavasta kappaleesta määrittää kuinka pieniin virheisiin voidaan kamera ohjelmoida reagoimaan. Yllä mainitun tarkkuuden avulla voidaan todentaa ihmissilmälle näkymättömät virheet. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

3.2 Prosessointi ja käsittely

Älykameran rakenteen ansiosta kuvien prosessointi ja käsittely tapahtuu laitteen omassa prosessorissa. Tietoa ei siirretä ulkoiselle prosessointiyksikölle, jolloin saadaan kustannuksia laskettua ja konenäköjärjestelmän kokonaislaitteiden määrä minimoitua. Laitteen asentamista ja optiikan säätöä voidaan hallita tietokoneen tai tabletin avulla. Tietokone tai tabletti yhdistetään älykameraan ja yhteys muodostetaan käyttäen laitevalmistajan tai kolmannen osapuolen kehittämää ohjelmistoa. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

Laitteen prosessointiteho on suhteessa optiikan tarkkuuteen. Suuremman megapikselimäärän käsittelyyn vaaditaan enemmän prosessointitehoa. Nykyaikaisten pienien RAM-muistien sijoittaminen laitteiston sisälle mahdollistaa useiden gigabittien kokoisen prosessointitehon. (Cognex verkkosivut 14.9.2020)

4 JÄRJESTELMÄ ASIAKASKOHITEESSA

4.1 Sijoituspaikka

Pesulinjastossa olosuhteet ovat vuoden ympäri vakaat, lämpötila vaihtelee 20-30 asteen välillä ja ilmankosteus on normaalia huoneilmaa vastaava. Kameran sijoituspaikassa ei esiinny säännöllisesti likaavia kaasuja tai nesteroiskeita, jotka voisivat vaikuttaa optiikan puhtauteen. Tarkasteltava kuljetin ylittää kahden metrin leveyden ja samanaikaisesti kuljettimella on useita satoja tölkkejä (kuva 2).



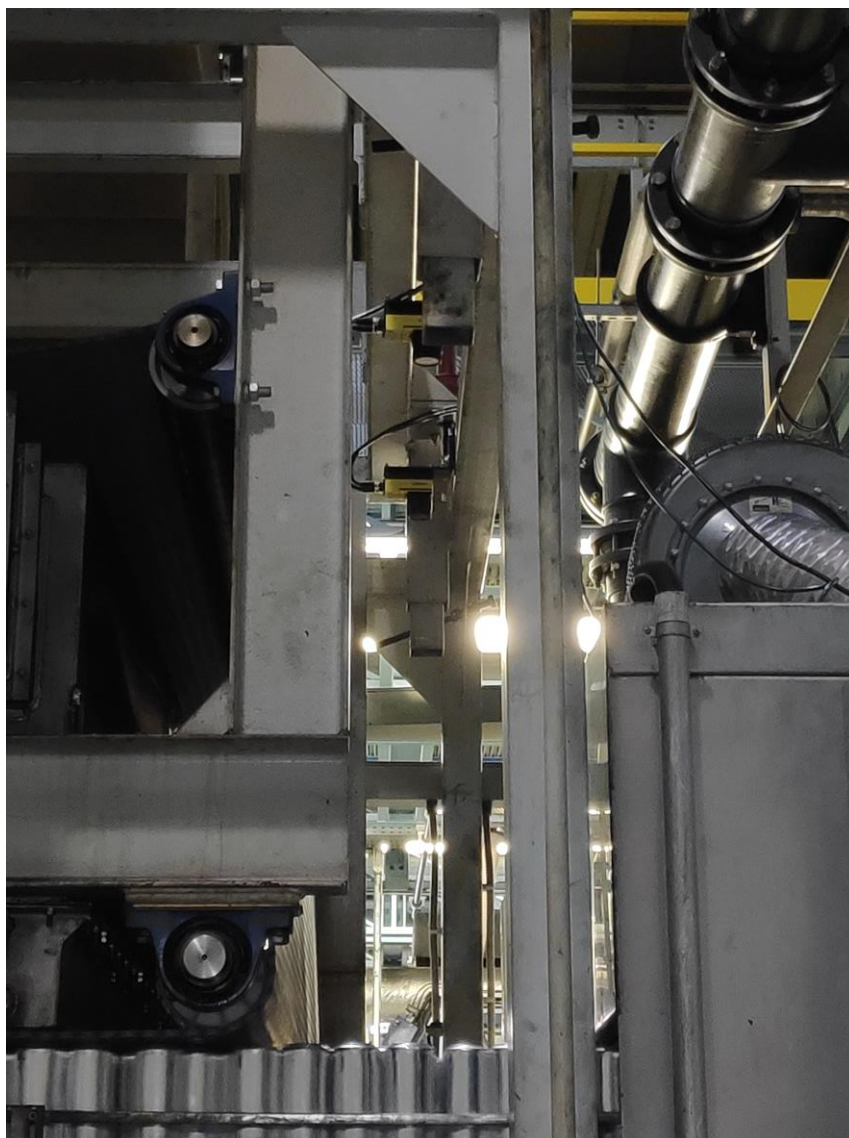
KUVA 2. Kuljettimen ylänäkyvä.

4.1.1 Kamerajärjestelmä

Useiden tarkasteltavien kappaleiden määrän ja kuljettimen leveyden takia, linjalle sijoitettiin kaksi älykameraa (kuva 3). Kahdella kameralla saadaan tarkasteltua kappaleita ilman optiikan aiheuttamia vääristymiä tarkastelualueen reunoilla. Kameroiksi valittiin Cognex D905-älykameroita, suuren

prosessointikyvyn ja pienen fyysisen koon takia. Laitteistolle ei haluttu erillistä prosessointiyksikköä erillisestä tietokoneesta tietoturvariskien takia.

Yhdellä kameralla valvotaan 50% koko kuljettimen pinta-alasta. Tällä alalla samanaikaisesti on maksimissaan 250 tölkkiä. Kameran tarkastelualueen tarkkuus on 2448 x 2048 pikseliä. Yhden tölkin tarkastelualue on 122 x 170 pikseliä, tämä riittää luotettavaan tarkastustulokseen.



KUVA 3. Kameroiden sijoittelu tarkastuspisteessä.

4.1.2 Valaistus

Älykameroiden omia valaisin ominaisuuksia käytetään avustavana valonlähteenä. Koska tarkastelualue on suuri, lisättiin lisävalaisimia

välkkymättömistä LED-valaisimista (kuva 4). Valot sijoitettiin optiikan kanssa samaan tasoon, jotta vältetään kameranyksiköiden muodostamilta varjoilta sekä samalla säilytetään riittävä etäisyys tarkasteltaviin kappaleisiin.



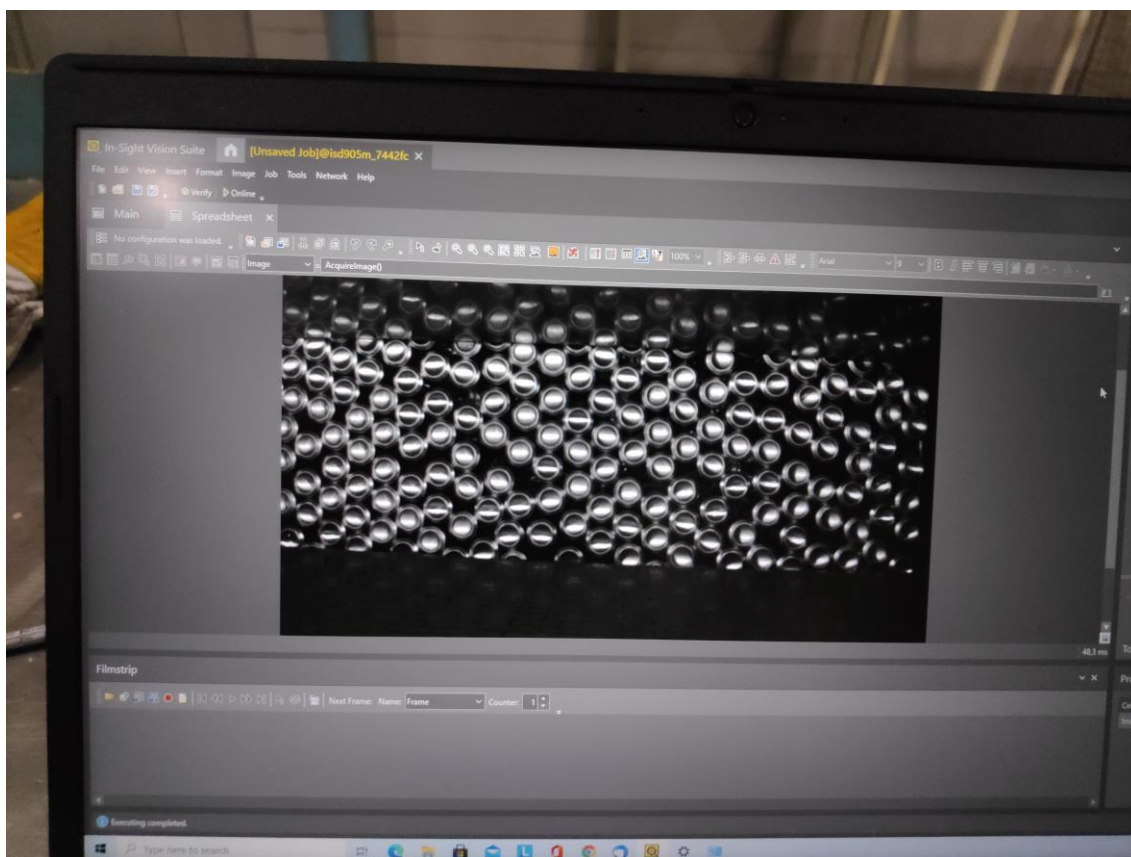
KUVA 4. LED-valaisimet tarkastuspisteessä.

LED-valaisimiin päädyttiin niiden monien etujen ansiosta verrattuna muihin valaisimiin. LED-valaisimen pieni virrankulutus ja pitkä käyttöikä verrattuna halogeenivalaisimiin sekä valotehon ja sävyn muuttumattomuus useiden satojen tuntien jälkeen varmistavat laadukkaan valaistuksen. Värilämpötilaksi valittiin 6000-kelviniä, joka on valkoista valoa ja soveltuu parhaiten alumiinipinnalle.

5 OHJELMOINTI

5.1 Kääntyneen tölkin tunnistus

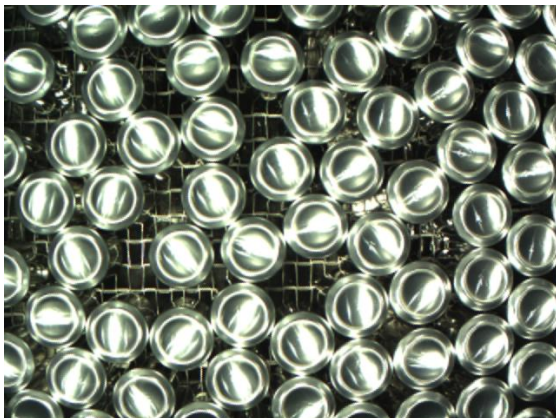
Väärinpäin olevan tölkin tunnistus aloitettiin sijoittamalla kamera lopulliseen asennuspaikkaan. Kameran tarkastelualueelle sijoitetaan useita väärinpäin olevia tölkkejä. Tölkkejä siirrellään tarkastusalueella ja niiden määrää muutetaan kuvien välillä. Useiden erilaisten mallikuvien avulla lisätään tunnistusparametrien määrää kameran ohjelmointia varten. Tölkki, joka on suuaukko ylöspäin heijastaa valoa takaisin vähemmän kuin pohja ylöspäin oleva tölkki. Suuaukko ylöspäin oleva tölkki on pesuprosessin aikana täyttynyt eri vaiheissa kemikaaleilla ja sen pinta ei riittävän puhdas painatukselle.



KUVA 5. In-Sight Vision Suite-ohjelmistonäkymä.

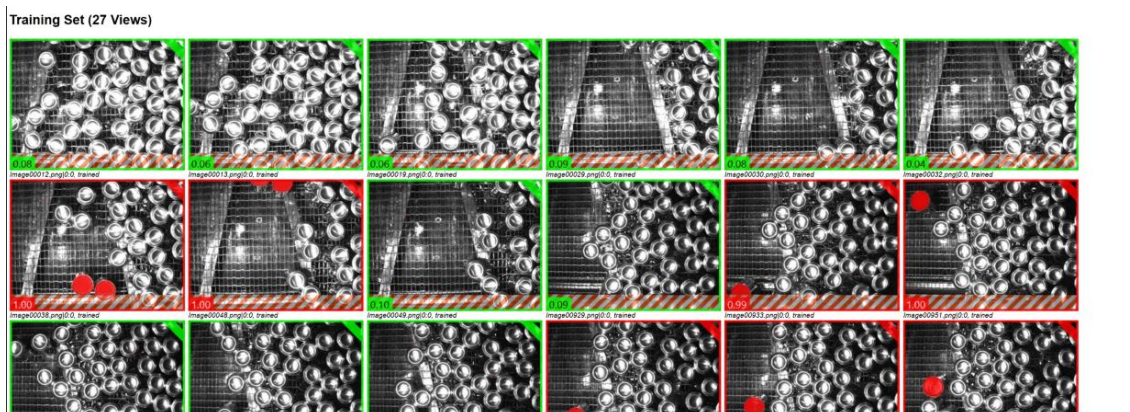
Ensimmäinen vaihe ohjelmoinnissa oli asettaa tarkastelualueen rajat, joiden sisällä olevia kappaleita tutkitaan (kuva 5). Tämä alue vastaa puolta kuljettimen pinta-alasta tarkastelukohdassa. Mallikuvien avulla tunnistus määritettiin muototyökalulla. Muodoksi asetetaan ympyrä, jonka halkaisija on tölkin pohjan ulkohalkaisija. Tarkastelualueella tölkit ovat puhdasta alumiinia, niiden pinnalta

tuleva valon takaisinheijastus näkyy selkeänä ympyrämuotona kameralle. Kuljettimen materiaali on metalliverkko, jonka silmäkoko on 2x2 senttimetriä (kuva 6). Kuljettimen alla ei ole valaistusta, kuljetin näkyy tasaisena harmaana tasana kameran optiikalle.



KUVA 6. Kuljetinmatto tölkkien alla.

Valon heijastumisen määrää käytetään tunnistusparametrinä ja ohjelmassa valitaan kontrastityökalu heijastumisen arvojen asettamiseen (kuva 7).



KUVA 7. Valmiin ohjelmiston testausraportin kuvia.

5.2 Ohjaussignaali hylkäysjärjestelmälle

Kameralaitteistossa on mahdollisuus yhteensä kuuteen lähtevään ohjaussignaaliin kameraa kohti. Näistä ohjaussignaali liittimistä käytettiin kolmea, koska kameran tunnistealue jaettiin kolmeen segmenttiin. Segmenttien tunnisteet ovat 1,2 ja 3 ensimmäisessä kamerassa. Toisen kameran tunnisteet ovat 4,5 ja 6.

Ohjaus tapahtuu I/O-portista lähtevällä 50mA/26VDC signaalilla. Signaali johdetaan hylkäysjärjestelmän releille, jotka ohjaavat poistolaitteita. Signaalin pituudella määritetään hylkylaitteiston suorittaman poistoliikkeen kesto. Signaalin pituuden säätämällä eliminoidaan viivereiden tarve.

6 KUNNOSSAPITO

6.1 Optiikan puhdistus

Sijoituspaiikalla ei synny normaalia toimistoympäristöä enempää likaavia kaasuja tai roiskeita. Optiikan puhdistussykliksi määritettiin kerran kuukaudessa, joka oli laitteen toimittajan suositus. Puhdistus suoritetaan käyttämällä mikrokuituliinaa ja kameran linsseille tarkoitettua puhdistusnestettä. Samassa yhteydessä suoritetaan älykameran kotelon sekä muiden lähellä olevien pintojen puhdistus.

6.2 Mekaanisten laitteiden tarkistus

Kerran kuukaudessa suoritettavassa tarkastuksessa käydään läpi paineilmaverkon liitokset, venttiilit sekä letkut. Tarkastetaan myös valaisimien kiinnityspisteiden kireys ja valaisimien suojalinssien puhtaus. Hylkäysjärjestelmässä ei ole käytössä sähköisiä laitteita. Hylkäysjärjestelmän huolto suoritetaan vuosittain kunnossapidon yhteydessä.

7 SUORITUSKYVYN TESTAUS

Järjestelmän tavoitteeksi asetettiin 100% paikantamistarkkuus viallisesti asettuneille tölkeille. Tuotantolinjalla valmistetaan kolmea erikokoista tölkkiä, 33cl, 50cl ja 56,8cl. Kaikkien kokojen ulkohalkaisija ja suuaukon halkaisija ovat identtisiä, erottavana tekijänä on tölkin rungon korkeus.

Laitteistolle suunniteltiin testausohjelma, jota käytetään jokaiselle eri koolle. Testausohjelman aikana tuotantolinjaa käytetään normaalisti ja virheellisesti asettuja tölkkejä lisätään tuotantolinjalle manuaalisesti eri vaiheissa pesuprosessia. Virheellisesti asetettujen tölkkien määrä on 20 kappaletta jokaisessa testauksessa. Testejä suoritetaan 5 jokaiselle tölkkikoolle, jolloin saadaan kokonaismääräksi 300 kappaletta.

Viallisesti asetetut tölkit sijoitetaan kuljettimelle luoden useita mahdollisia skenaarioita molempien kameroiden tarkastelualueella. Alla esitetty yksi osa testausohjelmasta.

TILANNE 1						
Tölkkiä kokonaismäärä samanaikaisesti tarkastelualueella	Segmentti 1	Segmentti 2	Segmentti 3	Segmentti 4	Segmentti 5	Segmentti 6
2	1					1
2		1			1	
2			1	1		
2	1		1			
2				1		1
4	1		1	1		1
6	1	1	1	1	1	1

TAULUKKO 1. Testaustilanne asettelu.

8 TULOSTEN TARKASTELU

8.1 Testausohjelma

Suunniteltu testausohjelma suoritettiin jokaiselle tölkkikoolle. Kamerajärjestelmä havaitsi kaikki kuljettimelle asetetut tölkit ilman ongelmia. Testausohjelma tullaan suorittamaan jokaisena vuonna kahdesti, tarkoituksena on valvoa suorituskyvyn säilyvyyttä.

Laitteiston dataa seurataan päivittäin normaalin tuotannon aikana. Havaittujen tölkkien sijaintien jakaumaa tilastoidaan. Tätä статистиikkaa käytetään pesurin säätämiseen yhden segmentin yli korostuessa.

8.2 Jatkokehitys

Tärkein jatkokehitys painottuu hylkäysjärjestelmään. Hylkäysjärjestelmän segmenttien lisääminen pienentää hylkäysjätteen määrää. Kameralaitteiston suorituskyky riittää segmenttien lisäämiseen mutta Output-liitäntöjen määrää tulee lisätä.

LÄHTEET

Cognex www-sivut. 2020. Viitattu 14.9.2020 <https://www.cognex.com/what-is/machine-vision/what-is-machine-vision>

Robotics tomorrow www-sivut. 2020. Viitattu 17.10.2020 <https://www.roboticstomorrow.com/article/2019/12/what-is-machine-vision/14548>

ClearView Imaging www-sivut. 2020. Viitattu 13.10.2020 <https://www.clearview-imaging.co.uk/blog/the-difference-between-computer-vision-and-machine-vision>

Robotmation www-sivut. 2020. Viitattu 06.10.2020 <http://www.robotmation.fi/Konenako.html>

LIITTEET

Liite 1. Testausohjelma kameralle

TILANNE 1						
Tölkkien kokonaismäärä samanaikaisesti tarkastelualueella	Segmentti 1	Segmentti 2	Segmentti 3	Segmentti 4	Segmentti 5	Segmentti 6
2	1					1
2		1			1	
2			1	1		
2	1		1			
2				1		1
4	1		1	1		1
6	1	1	1	1	1	1
TILANNE 2						
Tölkkien kokonaismäärä samanaikaisesti tarkastelualueella	Segmentti 1	Segmentti 2	Segmentti 3	Segmentti 4	Segmentti 5	Segmentti 6
3	1	1	1			
3		1	1	1		
3			1	1	1	
3				1	1	1
3	1				1	1
3	1	1				1
2		1	1			
TILANNE 3						
Tölkkien kokonaismäärä samanaikaisesti tarkastelualueella	Segmentti 1	Segmentti 2	Segmentti 3	Segmentti 4	Segmentti 5	Segmentti 6
4	1	1	1	1		
4		1	1	1	1	
4			1	1	1	1
4	1			1	1	1
4	1	1			1	1
TILANNE 4						
Tölkkien kokonaismäärä samanaikaisesti tarkastelualueella	Segmentti 1	Segmentti 2	Segmentti 3	Segmentti 4	Segmentti 5	Segmentti 6
5	1	1	1	1	1	1
5		1	1	1	1	1
5	1		1	1	1	1
5	1	1		1	1	1
TILANNE 5						
Tölkkien kokonaismäärä samanaikaisesti tarkastelualueella	Segmentti 1	Segmentti 2	Segmentti 3	Segmentti 4	Segmentti 5	Segmentti 6
12	2	2	2	2	2	2
8	1	2	1	1	2	1