

2017 • 2018
Faculteit Industriële ingenieurswetenschappen
master in de industriële wetenschappen: verpakkingstechnologie

Masterthesis

Selectie van een inline geautomatiseerde visuele controle voor een verpakkinglijn bij Aminolabs

PROMOTOR :
Prof. dr. Rosa PEETERS

COPROMOTOR :
ing. Bram BAMPS

PROMOTOR :
ing. Dietmar BERNAERS

BEGELEIDER :
ing. Bram BAMPS

Arne Pauwels

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen:
verpakkingstechnologie



Universiteit Hasselt | Campus Diepenbeek | Agoralaan Gebouw D | BE-3590 Diepenbeek
Universiteit Hasselt | Campus Hasselt | Martelarenlaan 42 | BE-3500 Hasselt



2017•2018

Faculteit Industriële ingenieurswetenschappen
master in de industriële wetenschappen: verpakkingstechnologie

Masterthesis

Selectie van een inline geautomatiseerde visuele controle voor een verpakkinglijn bij Aminolabs

PROMOTOR :

Prof. dr. Rosa PEETERS

PROMOTOR :

ing. Dietmar BERNAERS

BEGELEIDER :

ing. Bram BAMPS

COPROMOTOR :

ing. Bram BAMPS

Arne Pauwels

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen:
verpakkingstechnologie



KU LEUVEN

Woord vooraf

Deze thesis is het laatste deel van mijn opleiding master in de industriële wetenschappen met afstudeerrichting Verpakkingstechnologie die ik volg aan de universiteit UHasselt in associatie met KU Leuven.

Als eerste wil ik mijn externe promotor Ing. Dietmar Bernaers, Bert Aerts en alle andere werknemers te Aminolabs bedanken voor de hulp die ze mij boden gedurende de Masterproef.

Vervolgens wil ik mijn interne promotoren Prof. Dr. Roos Peeters en Ing. Bram Bamps bedanken voor hun ondersteuning tijdens deze masterproef.

Inhoudsopgave

Woord vooraf	1
Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	7
Verklarende woordenlijst	9
Abstract (Nederlands).....	13
Abstract (Engels).....	15
1. Inleiding	17
1.1 Situering	17
1.2 Probleemstelling	18
1.3 Doelstellingen.....	19
2. Literatuurstudie	21
2.1 OCR.....	21
2.1.1 Methode.....	22
2.2 OCV.....	27
2.3 Mogelijkheden om OCR en OCV te vergemakkelijken	28
2.4 OCR vs. OCV	30
2.5 Instellingen van visie-camera	32
2.6 Wetgeving.....	34
2.7 Printmethodes	35
2.7.1 Continu inkjetprinter	35
2.7.2 Laserprinter	37
2.7.3 <i>Thermal transfer</i> printer.....	39
3. Materialen en methoden	42
3.1 Opstellen eisenpakket.....	42
3.1.1 Veel voorkomende printfouten	42
3.2 Evaluatie.....	42
3.2.1 Kosten baten analyse:	42
3.2.2 Testen van geselecteerd visiesysteem:	42
4. Resultaten	44
4.1 Het eisen pakket.....	44
4.1.1 Veel voorkomende printfouten	47
4.2 Evaluatie	49
4.3 Kosten-batenanalyse van visiesysteem bij Aminolabs.....	67
4.4 Verslag <i>on-line</i> test.....	73
4.4.1 Cognex	73
5. Conclusie.....	84
Bijlages.....	87

Bijlage A: Specificaties printers	87_Toc515789789
<i>Bijlage B: Foto's van de testen uitgevoerd door Cognex</i>	90
Bijlage C: Foto's van de geteste potjes	91
Bijlage D: Data sheet IV series Keyence [57]	97
Bijlage E: Data sheet In-Sight 7000 series Cognex [40]	99
Bijlage F: OCR-reader Wenglor [60]	100
Bijlage G: Datasheet Keyence visiesystemen [48]	102
Bijlage H: datasheet Meliscout [61]	108
Bijlage I: productie gegevens Aminolabs.....	109
Bijlage J: Foto's testen Keyence (IV serie visiesensor)	113
7. Bibliografie	115

Lijst van tabellen

Tabel 1: Tarieven Wenglor.....	62
Tabel 2: Samenvattende tabel van de vergelijkende analyse op basis van de aangeboden offertes.....	63
Tabel 3: Datamatrix.....	66
Tabel 4: Samenvattende tabel van de kosten van een In-Sight 7600 serie visiecamera van Cognex....	69
Tabel 6: Productieaantallen van Aminolabs per verpakkingslijn.....	71
Tabel 5: Samenvattende tabel van de kosten van een In-Sight 7600 serie visiecamera van Cognex....	72
Tabel 7: Resultaten eerste testreeks van 10 potjes (zwarte potjes met gele codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera).....	76
Tabel 8: Resultaten tweede testreeks van 50 potjes (zwarte potjes met gele codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera).....	77
Tabel 9: Resultaten derde testreeks van 13 potjes (zwarte potjes met gele codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera).....	77
Tabel 10: Resultaten eerste testreeks van 25 potjes (witte potjes met zwarte codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera).....	78
Tabel 11: Resultaten eerste testreeks van 5 potjes met stof (witte potjes met zwarte codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera).....	78
Tabel 12: Resultaten eerste testreeks van 25 potjes (grijze potjes met zwarte codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera).....	79
Tabel 13: Resultaten eerste testreeks van 5 potjes met stof (grijze potjes met zwarte codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera).....	80
Tabel 14: Aanbevelingen voor het verbeteren van machinevisie.....	85

Lijst van figuren

Figuur 1: Lotnummer en vervaldatum op onderzijde van potje en achterzijde van pouch verpakking	18
Figuur 2: Flowchart OCR [10]	22
Figuur 3: Binarisatie van een tekst doormiddel van OCR [11]	23
Figuur 4: OCR tekst voor en na ruisfilter [63]	23
Figuur 5: Smoothing [12]	24
Figuur 6: Normalisatie van een OCR beeld [8]	24
Figuur 7: Voorbeeld van tekens die na normalisatie exact hetzelfde kunnen worden gelezen door het OCR-systeem [68]	24
Figuur 8: Illustratie van segmentatie [15]	25
Figuur 9: Scheefheid bij segmentatie [22]	25
Figuur 10: Voorbeeld van sjabloonkoppeling voor een codering van slechte kwaliteit met links de bibliotheek met enkele gebruikte sub patronen en rechtsonder in het zwart de correlatie scores voor elk teken [68]	26
Figuur 11: voorbeeld van vergelijkbare tekens [68]	26
Figuur 12: Standaardisatie van coderingen [21]	28
Figuur 13: OCR-A standaard font [9]	29
Figuur 14: OCR-B standaard font [9]	29
Figuur 15: Het effect van reflectie op OCR-controle	30
Figuur 16: Voorbeeld van een codering die niet gelezen kan worden door de aanwezigheid van reliëf (gemaakt door de In-Sight 7000 van Cognex)	30
Figuur 17: OCR vs. OCV [23]	31
Figuur 18: Optische parameters van een camera systeem [3]	32
Figuur 19: Voorbeeld van afbeeldingen met zowel hoge contrast met hoge PCS als lage contrast waarden en PCS [27]	33
Figuur 20: Voorbeeld van een inkjetprint te Aminolabs genomen door de In-Sight 7000 camera van Cognex	35
Figuur 21: Afbeelding van een mondstuk van een inkjetprinter	36
Figuur 22: Een microscopische SEM-foto van de inkt druppeltjes een papieren ondergrond [31]	37
Figuur 23: Werking continu inkjetprinter [32]	37
Figuur 24: Controller en laser module Smartlase [35]	37
Figuur 25: Voorbeelden van laserprint coderingen op variërende verpakkingen [35]	38
Figuur 26: Voorbeeld van een thermal transfer print [67]	39
Figuur 27: Thermal transfer lint [67]	39
Figuur 28: Vereenvoudigde afbeelding van de werking van thermal transfer printers [29]	40
Figuur 29: Afbeelding van binnenzijden thermal transfer printer [38]	40
Figuur 30: Afbeeldingen verschillend printmethodes [39] [38] [35]	44
Figuur 31: Voorbeeld van de variatie aan plastic potjes dat Aminolabs aanbiedt	46
Figuur 32: Voorbeeld van codering waarbij de trigger fout is afgesteld [23]	47
Figuur 33: Voorbeeld van een codering waarbij onvoldoende inkt aanwezig was bij het inkjet proces [23]	47
Figuur 34: Voorbeelden van onleesbare codering door natte ondergrond en door een statisch geladen ondergrond [23]	48
Figuur 36: Beeld van de modulaire opbouw van de In-Sight 7600 series [40]	49
Figuur 37: Functie lijst van de Touchpad 7000 series [40]	50
Figuur 38: Cognex spreadsheet [41]	50
Figuur 39: Vision view 900 [43]	51
Figuur 40: WeQubeVision visiesensor van Wenglor [44]	52
Figuur 41: Functie lijst van de weQube vision sensor (Wenglor) [44]	53
Figuur 42: Keyence new gen CV-X420A [48]	54
Figuur 43: Vision System Camera 16x Speed 2MP Monochrome Camera [48]	54
Figuur 44: LumiTraxTM (Integratie van camera belichting en inspectie algoritme) [48]	54

Figuur 45: Keyence multi spectrale verlichting 200 mm [48].....	54
Figuur 46: Keyence White Koepel Light ø152 [48].....	55
Figuur 47: Keyence Vision System Camera Std. Speed 2MP Monochrome [48].....	55
Figuur 48: Keyence CV-X150RP image Sensor/controler [48].....	55
Figuur 49: Keyence IV series visiesensor [59].....	55
Figuur 50: Foto's genomen met goed gelezen coderingen genomen door de Keyence IV serie vision sensor.....	56
Figuur 51: Foto's genomen met goed gelezen coderingen genomen door de Keyence IV serie vision sensor.....	57
Figuur 52: MELISCOUT line controler met smartcamera [50].....	58
Figuur 53: Foto van MELISCOUT multifunctionele Monochroom smartcamera [50].....	59
Figuur 54: Afbeelding van geteste potje door Roosjen Nv (d.m.v. Meliscout vision secure) [50].....	59
Figuur 58: In-Sight 7000 serie met verschillende lenzen en belichtingsopties [62].....	73
Figuur 59: Beeld van een afgekeurde codering.....	74
Figuur 60: Beeld van een goedgekeurde codering.....	74
Figuur 61: Foto gemaakt door Cognex In-sight 7000 smartcamera, met een zwart potje met gele opdruk.....	75
Figuur 62: Beeld na gebruik van extra ruis en contrast filters.....	76
Figuur 63: Beeld na toepassen Hue-filter maar zonder ruis filters.....	76
Figuur 64: Foto van de grijze potjes met aangebracht stof.....	79
Figuur 65: Afbeelding met aan de boven zijde een bedrukking met verhoogd aantal dots en aan de onderzijde het normaal aantal dots.....	82
Figuur 66: Voorbeeld van een barcode [65].....	82
Figuur 67: Voorbeeld van een datamatrix [64].....	82
Figuur 69: Potjes lijn 3 te Aminolabs voor de testen.....	90
Figuur 70: Bovenaanzicht van Cognex In-Sight 7600 color OCR-camera met blauwe filter en koepel-verlichting tijdens testen op zwarte potjes met gele opdruk.....	90
Figuur 71: Bovenaanzicht van Cognex In-Sight 7600 color OCR-camera met koepel-verlichting tijdens testen op grijze potjes met zwarte opdruk.....	90
Figuur 72: Bovenaanzicht van Cognex In-Sight 7600 color OCR-camera met koepel-verlichting tijdens testen op witte potjes met zwarte opdruk.....	90
Figuur 73: Zijaanzicht van Cognex In-Sight 76000 color OCR-camera met koepel verlichting.....	90
Figuur 74: Zijaanzicht van Cognex In-Sight 7600 color OCR-camera met rode staaf verlichting.....	90
Figuur 75: Foto's van foutief uitgeworpen verpakkingen (zwart met gele codering) gemaakt door de In-Sight 7600.....	91
Figuur 76: Foto's van goed gelezen verpakkingen (zwart met gele codering) gemaakt door de In-Sight 7600.....	92
Figuur 77: Foto's van goed gelezen verpakkingen (wit met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600.....	93
Figuur 78: Foto's van goed gelezen verpakkingen met stof(wit met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600.....	94
Figuur 79: Foto's van goed gelezen verpakkingen (grijze met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600.....	95
Figuur 80: Foto's van foutief uitgeworpen verpakkingen (grijze met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600.....	96
Figuur 81: Foto's van goed gelezen verpakkingen met stof (grijze met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600.....	96

Verklarende woordenlijst

OCR-sjablonen:

OCR werking waarbij zoveel mogelijk beperkingen worden opgelegd op het aantal variabelen van bijvoorbeeld karakertype en karakterpositie met als doel een verbeterde betrouwbaarheid en efficiëntie en snelheid van de OCR-toepassingen te verkrijgen.

ASCII:

American Standard code for Information Interchange

ROI:

Region of interest

Belichting:

Het proces waarbij de beeldsensor wordt blootgesteld aan licht dat door de lens naar binnen valt. Om een goede foto te maken, moet er voldoende licht op de beeldsensor terechtkomen. Een digitale camera berekent automatisch hoe dit moet gebeuren. Je kunt de belichting manueel aanpassen door de sluitertijd, het diafragma en de gevoeligheid in te stellen. [1]

Bewegingsonscherpte:

Wanneer je met een te lange sluitertijd bewegende onderwerpen fotografeert of zelf teveel met de camera beweegt, zullen je foto's niet scherp zijn. Dat heet bewegingsonscherpte. [1]

Ruis:

Ongewenste storingen in een beeld. Ruis is zichtbaar als puntjes van een andere kleur, meestal rood of groen. Ruis treedt vooral op bij lange sluitertijden en/of bij hoge gevoeligheden [1]

Gevoeligheid:

De gevoeligheid bepaalt hoe lang een beeldsensor moet worden belicht, om een correcte belichting te krijgen. Hoe hoger de gevoeligheid, hoe minder lang de sensor moet worden belicht, dus hoe korter de sluitertijd mag zijn. De gevoeligheid wordt uitgedrukt in ISO-waarden (ISO staat voor de Internationale Organisatie voor Standardisatie is een internationale organisatie die normen vastlegt voor allerlei wetenschappelijke doeleinden). Een gevoeligheid van ISO 200 is dubbel zo hoog als een gevoeligheid van ISO 100. Bij identieke omstandigheden heb je met ISO 200 een sluitertijd nodig die maar half zo lang is met ISO 100. Bij hoge ISO-waarden hebben veel digitale camera's last van ruis. [1]

Sluiter:

Het systeem dat ervoor zorgt dat het licht dat door de lens komt gedurende een bepaalde tijd op de sensor kan vallen. [1]

Sluitertijd:

De tijdsduur waarin de sluiter geopend wordt. De sluitertijd kan variëren van minder dan een duizendste van een seconde tot meerdere seconden. De camera berekent automatisch welke sluitertijd

nodig is voor een correcte belichting. Bij een lange sluitertijd neemt de kans op bewegingsonscherpte toe. [1]

Resolutie:

Een maat voor de hoeveelheid detail die een camera kan vastleggen. Hoe hoger de resolutie, hoe meer detail er zichtbaar is in de foto. De resolutie hangt af van het aantal pixels op de beeldsensor. Ofwel de minimale detecteerbare afstand tussen twee lijnenparen. [1] [2]

Scherptediepte (DOF):

Een maat voor het gedeelte van de gefotografeerde scène dat scherp afgebeeld is. Een grote scherptediepte betekent dat een groot deel van de scène scherp is afgebeeld. De scherptediepte wordt bepaald door het diafragma, de brandpuntafstand van de lens en de afstand tot het onderwerp. [1]

De beeldgrootte (FOV):

Het zichtbare gebied van het te inspecteren object. Dit is het gedeelte van het object dat de sensor van de camera vult. [3]

Werkafstand (WD):

De afstand van de lens tot het object onder inspectie. [3]

Voedselinformatie:

Informatie over een levensmiddel, die ter beschikking van de eindverbruiker wordt gesteld door middel van een etiket, ander begeleidend materiaal of andere middelen, waaronder moderne technologie-instrumenten of mondelinge communicatie. [4]

Datum van minimale houdbaarheid van een levensmiddel:

De datum tot waarop het levensmiddel zijn specifieke eigenschappen behoudt, mits het op passende wijze wordt bewaard.

DPI

Een maat voor het meten van de resolutie, de afkorting staat voor *Dots per inch*.

PCS

print contrast signal

UV

Ultra violet

LAN

Local area network

HDMI

High-Definition Multimedia Interface

FIT

Flexibel Image Technology

USB

Universal Serial Bus

GMP

Good manufacturing practice

LED

Light emitting diode

Abstract (Nederlands)

Aminolabs, gesitueerd in Hasselt, produceert voedingssupplementen zowel voor de sport- als de gezondheidsmarkt. De huidige kwaliteitscontrole van aangebrachte lotnummers en vervaldata gebeurt manueel, deze controle is echter niet sluitend. Het doel van deze masterthesis is het evalueren en selecteren van een *inline* geautomatiseerde visuele controle op een verpakkingslijn. Het visiesysteem moet gekozen worden conform met het specifieke eisenpakket dat het productieproces met zich mee brengt. Zodoende kan de huidig manuele controle vervangen worden door een geautomatiseerde controle die de controle uitvoert op een meer betrouwbare en potentieel snellere manier.

Om eisen inzake flexibiliteit, gebruiksgemak en leesvermogen te garanderen werd gekozen voor een OCR-systeem ten nadele van OCV-systemen. Deze OCR-systemen maken gebruik van een bibliotheek van tekenpatronen om alfanumerieke tekens te herkennen op een manier zeer equivalent met het menselijk lezen. Uit een vergelijkende analyse op basis van de offertes bleek dat de visiesystemen, Keyence en Cognex, het meest veelbelovend zijn voor dit project.

Na het testen bleek het opgestelde eisenpakket zeer hoog gegrepen te zijn, waardoor ofwel de kostprijs of de kwalitatieve eisen niet gehaald werden. Er wordt geconcludeerd dat voor Aminolabs met een grote variëteit aan productieaantallen, gekoppeld aan de hoge diversiteit in verpakkingen, codeermethoden en -locaties en de snelle lijnomschakeling tussen deze verschillende opties, de aankoop van een visiesysteem niet gewenst is onder de huidige omstandigheden. Dit onderzoek kan in de toekomst gebruikt worden als startpunt voor investeringen met het oog op een efficiëntere productie bij Aminolabs.

Abstract (Engels)

Aminolabs located in Hasselt produces food supplements for both the sports- and health markets. The current quality control of applied lot numbers and expiration dates is done manually, but this control is not conclusive. The aim of this master thesis is to evaluate and select an inline automated visual control on a packaging line at Aminolabs. The vision system must be chosen in accordance with the specific requirements set by the production process, so the current manual control can be replaced and performed in a more reliable and potentially faster way.

In order to guarantee flexibility, user-friendliness and readability requirements, OCR-systems were chosen over OCV-systems. These OCR-systems use a library of character templates to recognize alphanumeric characters, in a way very similar to human reading. From a comparative analysis based on the tenders, two producers of vision systems Keyence and Cognex, emerged as the most promising options for this project.

After testing, the set package of requirements turned out to be very high, so that either the cost or the qualitative requirements were not met. There can be concluded that for a company with the production numbers of Aminolabs, coupled with the high variety of packaging, coding methods and coding locations and the rapid changeover between them, the purchase of a vision system is not desirable under the current circumstances. However, this research can be used as a starting point for future research at Aminolabs.

1. Inleiding

1.1 Situering

Als laatstejaarsstudent van de opleiding Industrieel ingenieur Verpakkingstechnologie aan de Universiteit Hasselt kreeg ik de kans om mijn masterproef te realiseren bij het bedrijf Aminolabs gesitueerd in Hasselt. Mijn opdracht bestaat uit het onderzoeken, selecteren en indien mogelijk implementeren van *inline* camerasystemen die een automatische visuele controle verwezenlijken op aangebrachte coderingen (lotnummer en vervaldatum) door middel van een OCR systeem.

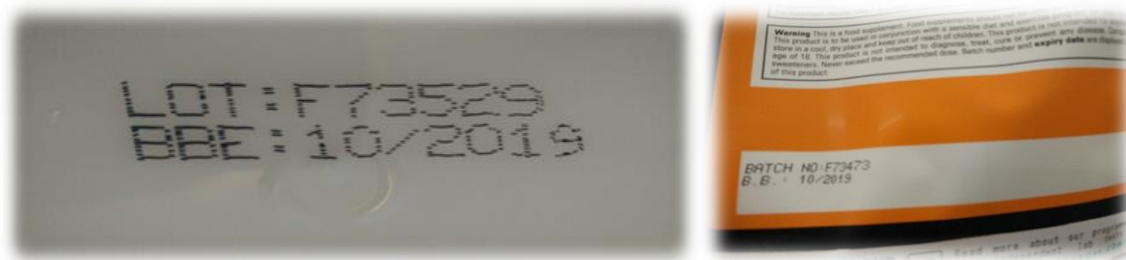
Aminolabs produceert voedingssupplementen, zowel voor de sport- als de gezondheidsmarkt. Onder sportvoedingssupplementen vallen onder andere proteïnen en dieet *shakes*, *weightgainers*, *post-workout* producten en energiestoten. Het aantal gezondheidssupplementen dat Aminolabs produceert is eindeloos: multivitaminen, mineralen, glucosamine, omega 3-vetzuren, enz. [5].

De voedingssupplementen worden gedoseerd in een gevarieerd spectrum van producenten gaande van tabletten, capsules, poedermengsels tot vloeibare supplementen. De gedoseerde producten worden verpakt in een gevarieerd aanbod van verpakkingen gaande van potjes, emmers, flessen, zakjes, *pouches*, blisters, bulkverpakkingen, enz. [6].

Om verpakte producten te produceren die voldoen aan de kwaliteitseisen is het continu verbeteren van het productieproces van groot belang. Enkele van de verbeteringen van het productieproces die Aminolabs momenteel is aan het onderzoeken zijn de volgende: onderzoek naar het verbeteren van de sealeigenschappen van de *pouches*, het verbeteren van de aanwezige controle- en veiligheidstappen, het integreren van automatische *checkweighers*, *ect*. In deze masterproef wordt er gefocust op het zoeken naar een geschikte visuele controlesysteem voor het controleren van aangebrachte coderingen. Het doel van deze visuele controlesystemen is het automatiseren van de ontoereikende manuele controle van lotnummers en vervaldata, die tot op heden te Aminolabs wordt toegepast.

1.2 Probleemstelling

Het selecteren en uitwerpen van slecht aangebrachte lotnummers en vervaldatum gebeurt op dit moment niet automatisch, maar manueel bij Aminolabs. De operator die het afgewerkt product in dozen verpakt, zal een controle doen op eventuele kwaliteitsafwijkingen van het aangebrachte label (of *sleeve*), de *neck sleeve* en de codering (Figuur1) op de potjes en andere producten. Gezien het hoge tempo van de lijnen en de minieme grootte van de coderingen is deze controle niet sluitend en worden niet alle afwijkingen correct opgemerkt. Een extra operator die enkel de visuele controle op zich neemt, betekent een aanzienlijke meerkost in de productie.



Figuur 1: Lotnummer en vervaldatum op onderzijde van potje en achterzijde van pouch verpakking

De implementatie van een automatisch *inline* visiesysteem met eventueel bijhorend uitwerpmechanisme biedt de mogelijkheid om de controle te verbeteren, zodoende de kwaliteit en de traceerbaarheid van het product te verhogen. De kosten die optreden als een klant een foutief verpakt product terugstuurt, alsook de imagoschade die hierbij optreedt, zullen verminderen of wegvallen. Een ander voordeel is dat een visiesysteem meer reproduceerbaar werkt en continu kan ingezet worden. Tot slot kan de snelheid van de lijn verhoogd worden omdat de taak van de operator minder complex wordt wat kan resulteren in een hoger aantal afgewerkte producten.

Een van de moeilijkheden bij het selecteren van een geschikt visiesysteem voor deze toepassing is de grote variëteit aan verpakkingen, verpakkingslijnen, codeermethoden en codeerlocaties waarmee het systeem compatibel moet zijn. Enkele andere voorwaarden zijn gebruiksgemak en een lage kostprijs.

1.3 Doelstellingen

De hoofddoelstelling van deze masterproef is het evalueren, selecteren en indien nodig implementeren van een *inline* automatische visuele controle op een verpakkinglijn. Deze hoofddoelstelling is uitgebreid, daarom wordt de hoofddoelstelling opgedeeld in kleinere deeldoelstellingen.

Een eerste doelstelling is het bepalen van het eisenpakket dat de specifieke toepassing te Aminolabs met zich meebrengt. In deze deeldoelstelling wordt onderzocht wat de exacte eisen inzake kost, flexibiliteit, gebruiksgemak, etc. zijn waaraan een automatisch *inline* visueel controlesysteem moet voldoen, zodat deze efficiënt gebruikt kan worden om in de productie de coderingen te onderscheiden. Ook het bepalen wat een foutieve codering is, maakt deel uit van deze doelstelling.

Het uitvoeren van een uitgebreid literatuur- en markt onderzoek is een tweede doelstelling. Aan de hand van dit literatuuronderzoek zal bepaald worden welke systemen er ter beschikking zijn op de markt en welke eigenschappen deze systemen bezitten.

Een derde doelstelling is het uitvoeren van een vergelijkende analyse. Hierbij zal steeds het eisenpakket van de specifieke toepassing vergeleken worden met de eigenschappen van de verschillende systemen die commercieel ter beschikking zijn. Aan de hand van deze evaluatie zal één bepaald systeem geselecteerd worden.

Een vierde en laatste doelstelling is indien mogelijk, het implementeren, testen en optimaliseren van het gekozen visiesysteem in de verpakkinglijn.

2. Literatuurstudie

2.1 OCR

Optische tekenherkenning behoort tot de familie van technieken die automatische identificatie uitvoeren, en kan als volgt gedefinieerd worden:

"*Optical Character Recognition* (OCR) is de elektronische conversie van gescande of gefotografeerde afbeeldingen van alfanumerieke tekens naar door een computer bewerkbare informatie" [7]

Optical Character Recognition behandelt zowel handgedrukte als afgedrukte tekens, maar de kwaliteit van uitvoering is rechtstreeks afhankelijk van de kwaliteit van de invoerdocumenten. [8]

Hoewel OCR oorspronkelijk decennia geleden werd ontwikkeld, blijft het tot op heden gebruikt in een breed scala van toepassingen gaande van digitaliseren van archieven tot de controle van producten en coderingen op industriële schaal. OCR wordt ondersteund door een breed scala aan visietoepassingen en wordt geproduceerd door tal van productiebedrijven. Deze visietoepassingen gaan van geavanceerde machinevisie tot meer compacte, gemakkelijker te integreren oplossingen zoals visiesensoren. Sommige OCR-toepassingen, voornamelijk die met sjablonen waarbij er slecht beperkte variatie is tussen de te lezen tekens kunnen volledig worden ondersteund door goedkope OCR-oplossing. Andere toepassingen kunnen met groter aantal variabelen, vereisen een meer complexe visietoepassing. [9]

OCR versus barcode:

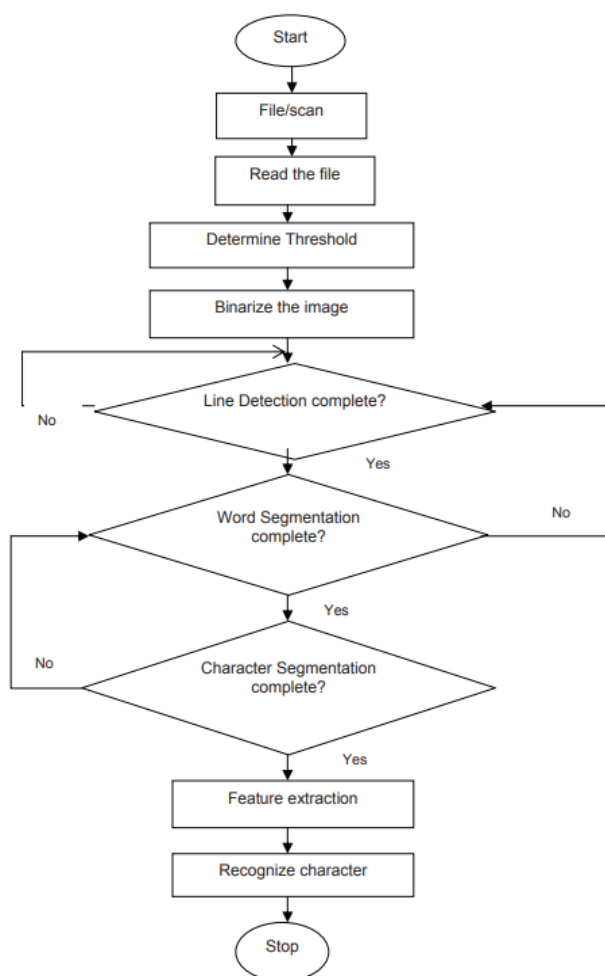
OCR- en barcodetechnologie zijn beide methodes voor het vertalen van gegevens zoals productinformatie (lotnummer, vervaldatum, product of prijs) naar digitale signalen en hebben elk voor- en nadelen. Het belangrijkste voordeel van OCR is dat het informatie codeert in een formaat dat tegelijkertijd machinaal en voor mensen leesbaar is, terwijl lineaire en 2D-symbolen alleen machinaal leesbaar zijn. Gegevens gecodeerd in lineaire en 2D-symbolen zijn echter aanzienlijk betrouwbaarder, uniform en regelmatig. Vandaar dat er vaak controletekens (bijvoorbeeld een datamatrix) worden ingebed in OCR-datavelden en vervolgens gelezen door OCR-lezers of visiesystemen om substitutiefouten in de gegevensuitvoer te voorkomen. Veel OCR-lezers hebben de mogelijkheid om het decodeerproces een vooraf bepaald aantal keren opnieuw uit te voeren, aangezien substitutiegraden van maar liefst één op enkele duizenden tekens worden verwacht in industriële OCR-toepassingen. [9]

2.1.1 Methode

Het hoofdprincipe bij automatische herkenning van patronen, is trachten de machine te leren welke klassen patronen kunnen voorkomen en hoe ze eruit zien. In OCR zijn de patronen letters, cijfers en enkele speciale symbolen zoals komma's, vraagtekens etc. Het aanleren van de machine wordt uitgevoerd door machinevoorbeelden van tekens van alle verschillende patronen te tonen. Op basis van deze voorbeelden bouwt de machine een prototype of een beschrijving van elke klasse tekens, de verzameling van alle beschrijvingen van elke klasse wordt de bibliotheek genoemd. Vervolgens worden tijdens de herkenning de onbekende tekens vergeleken met de eerder verkregen beschrijvingen en is de klasse toegewezen, die de beste overeenkomst oplevert.

In de meeste commerciële systemen voor tekenherkenning, is het trainingsproces van tevoren uitgevoerd, tijdens de installatie of voor de in productie name van een nieuw product. Sommige systemen bevatten echter ook voorzieningen voor training in het geval van opname van nieuwe klassen tekens. [8]

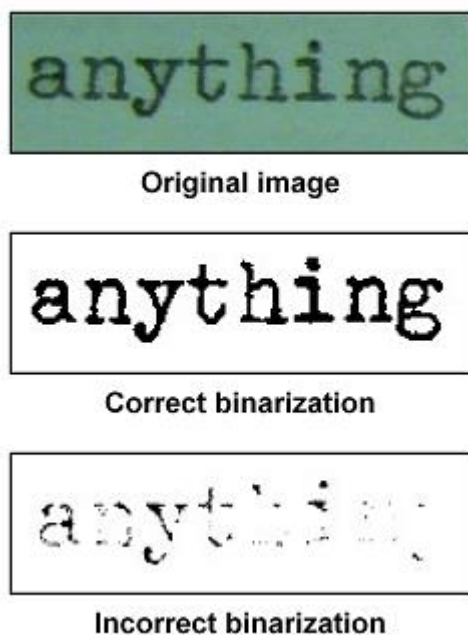
In de onderstaande (Figuur 2) worden de chronologische processtappen weergegeven die over het algemeen doorlopen worden in hedendaagse OCR-toepassingen.



Figuur 2: Flowchart OCR [10]

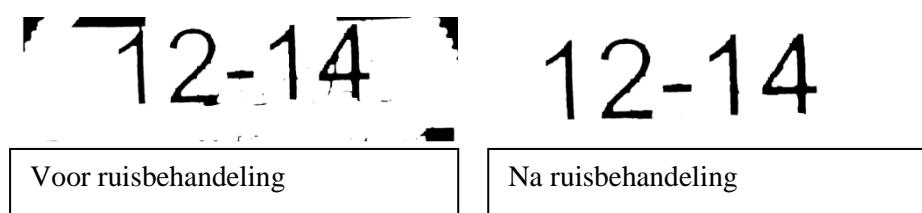
Preprocessing:

In deze eerste stap wordt er door het scanproces een digitaal beeld van het originele document vastgelegd. In OCR worden optische scanners gebruikt, die over het algemeen bestaan uit een transportmechanisme plus een sensor die de lichtintensiteit omzet in grijsniveaus. Deze grijschaalafbeelding wordt vervolgens geconverteerd naar een binair beeld. Binarisatie is het proces waarbij een grijswaarden afbeelding (0 tot 255 pixelwaarden) wordt geconverteerd naar een binaire afbeelding (0 tot 1 pixelwaarden) door een drempelwaarde te gebruiken. De pixels lichter dan de drempelwaarde worden omgezet naar witte pixels en de rest in zwarte pixels. Voorbeelden van correcte en incorrecte binarisaties worden gegeven in onderstaande afbeelding (Figuur 3).



Figuur 3: Binarisatie van een tekst doormiddel van OCR [11]

Nagenoeg elke gescande afbeelding bevat ruis. Dus worden alle objecten, die zijn terug te vinden op de afbeelding met pixelwaarden van minder dan 30, verwijderd. Het aldus verkregen van ruis ontdane beeld wordt opgeslagen voor verdere verwerking (Figuur 4).

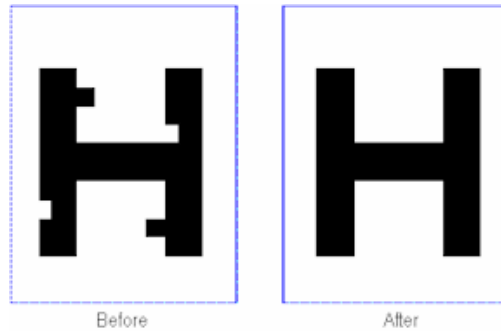


Figuur 4: OCR tekst voor en na ruisfilter [63]

Vervolgens worden nog enkele andere technieken toegepast om de defecten die later een slecht herkenningspercentage kunnen veroorzaken uit het beeld te elimineren.

De eerste techniek is *smoothing*, dit houdt zowel het vullen als uitdunnen van het object in.

Het vullen elimineert kleine onderbrekingen, openingen en gaten in de gedigitaliseerde karakters, terwijl uitdunnen de breedte van de lijn vermindert (Figuur 5).



Figuur 5: Smoothing [12]

Naast *smoothing* omvat voorbereiding meestal ook normalisatie.

De normalisatie (Figuur 6) wordt toegepast om tekens van uniforme grootte, helling en rotatie te verkrijgen. Om te kunnen corrigeren voor rotatie, moet de draaiingshoek worden gevonden. Voor geroteerde pagina's en tekstregels worden meestal varianten van Hough-transformatie gebruikt voor het detecteren van scheeftrekking. De rotatiehoek van een enkel symbool vinden, is echter pas mogelijk nadat het symbool is herkend. Aanvullend zorgt deze normalisatie stap er ook voor dat zolang parameters zoals het font en de onderlinge grote van de tekens dezelfde blijven, een verschil in grootte van de aangebrachte codering geen effect heeft voor de OCR-controle (Figuur 7).

[13] [8] [14]



Figuur 6: Normalisatie van een OCR beeld [8]



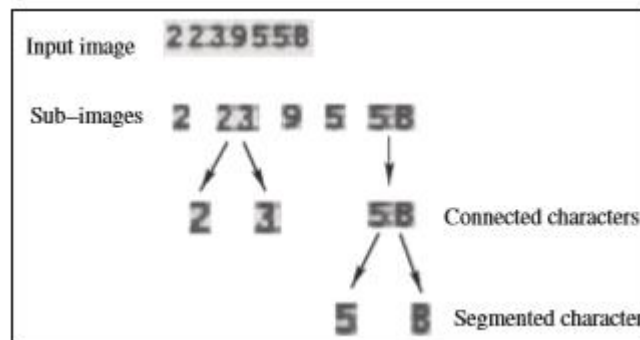
Figuur 7: Voorbeeld van tekens die na normalisatie exact hetzelfde kunnen worden gelezen door het OCR-systeem [68]

Uiteraard bestaan er naast deze twee aangehaalde technieken om het beeld te verbeteren, nog vele andere manieren. Deze technieken worden vooral gebruikt bij het trachten lezen van handgeschreven tekst, maar ook voor het lezen van gedrukte tekst op industriële verpakkingslijnen. Deze andere technieken worden echter niet aangehaald in deze thesis.

Lokalisatie en segmentatie:

De volgende stap in het OCR-proces is de lokalisatie van de tekst. Het is noodzakelijk om de gebieden van het document te lokaliseren waar gegevens zijn afgedrukt en deze te onderscheiden van afbeeldingen. De aanname achter de meeste pixelclassificatiebenaderingen is dat tekstuele en grafische regio's verschillende texturen hebben, en dus kan het lidmaatschap van elke pixel worden geschat door een klein gebied eromheen te analyseren.

Na de lokalisatie volgt de segmentering. Toegepast op tekst houdt segmentatie in dat de verschillende zinnen worden geïsoleerd door algoritmen in geïsoleerde tekens die afzonderlijk worden herkend. Gewoonlijk wordt deze segmentatie uitgevoerd door elke verbonden component te isoleren, hiermee wordt bedoeld dat elk verbonden gebied in dezelfde kleur wordt geïsoleerd. Deze techniek is eenvoudig te implementeren, maar er doen zich problemen voor als tekens elkaar raken of als karakters gefragmenteerd zijn en uit verschillende delen bestaan (Figuur 8). Om dit te vermijden worden er vaak classificatoren aangebracht die getraind zijn om geïsoleerde karakters te onderscheiden van paren van elkaar rakende tekens of meer in het algemeen zijn deze classifier getraind om het aantal karakters in een reeks van verbonden *digits* in te schatten en vervolgens te splitsen in unieke gesegmenteerde tekens. [8] [9] [15]



Figuur 8: Illustratie van segmentatie [15]

De belangrijkste problemen bij segmentering zijn de volgende:

- Niet alle tekens hebben dezelfde breedte,
- Niet alle tekens kunnen door verticale lijnen worden gesplitst door scheefheid (Figuur 9),

Width

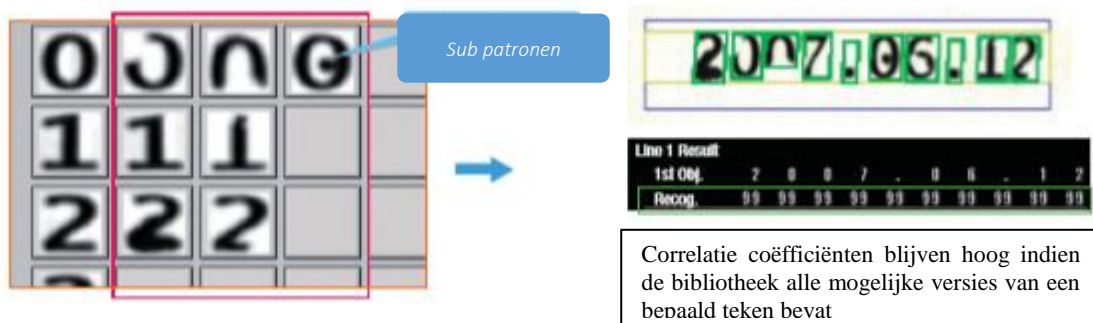
Figuur 9: Scheefheid bij segmentatie [22]

- Tekens hebben onvoldoende pixels in hun tussenruimte waardoor ze als één onherkenbaar of een foutief herkenbaar teken worden gelezen,
- Tekens zijn gefragmenteerd waardoor ze niet als een geheel worden herkend,
- Ruis, afbeeldingen of reliëf worden herkend als een deel van de tekst [8] [9],

Herkenning:

Verschillend gesegmenteerde tekens uit de voorgaande fase worden vervolgens geanalyseerd door gesofisticeerde algoritmes. Deze combinaties van algoritmes doen onder andere aan sjabloonkoppeling en *feature extractie*.

Bij sjabloonkoppeling (Figuur 10) wordt een compatibiliteits-score gegeven aan elk teken ten opzichte van de tekensjablonen opgenomen in de bibliotheek (deze tekensjablonen bestaan vaak uit honderden mogelijke hoofd- en sub patronen waaruit kan worden gekozen), vervolgens wordt het onbekende teken gedeclareerd als het teken uit de bibliotheek waarmee de beste correlatie werd vastgesteld. Deze techniek wordt vaak gebruikt bij de Optical character verification systemen (OCV-systemen), deze visiesystemen zal verder worden besproken in het volgende hoofdstuk.



Figuur 10: Voorbeeld van sjabloonkoppeling voor een codering van slechte kwaliteit met links de bibliotheek met enkele gebruikte sub patronen en rechtsonder in het zwart de correlatie scores voor elk teken [68]

Het doel van *feature extractie* is om de essentiële kenmerken van de gesegmenteerde symbolen vast leggen. Een voorbeeld van *feature extractie* is de volgende: als er naar een hoofdletter H moet worden gezocht, zal de *feature extractie* tool zoeken naar tekens die bestaan uit twee rechte verticale lijnen, samengevoegd in het midden door een rechte horizontale lijn.

Dit type karakterherkenning is erg flexibel, omdat het meerdere lettertypen en fonts toestaat zolang de essentiële karakters zoals de 2 verticale lijnen gecombineerd met de horizontale lijn die aangehaald zijn in het voorbeeld van de hoofdletter H.

Algemeen wordt aangenomen dat dit een van de moeilijkste problemen van patroonherkenning is, er worden tal van algoritmes en uitgebreide formules ontwikkeld om de kenmerken gevonden tijdens de *feature extractie* te matchen met deze in de bibliotheek.

Deze laatste stap is vrij logisch, maar er moet opgelet worden met vergelijkbare tekens die een gelijkaardige correlatie score hebben gekregen. Zo leunt een hoofdletter B dicht aan tegen de vorm van de nummer 8, de nummer 0 leunt dicht aan met de letter o (Figuur 11). [8] [9]



Figuur 11: voorbeeld van vergelijkbare tekens [68]

Ook is er de mogelijkheid om gebruik te maken van *Artificial Neural Networks* en *Deep learning* systemen. Dit zijn methodes die steeds meer worden gebruikt om de OCR-systemen zich zelf continue te laten verbeteren zonder dat er mensen aan te pas komen. Een voorbeeld hiervan zijn systemen die continue hun bibliotheek aanpassen bij het voorkomen van printfouten. Ook bestaan er systemen die gebruik maken van contextuele informatie om de betekenis van onbekende tekst in te schatten. Een voorbeeld van het gebruik maken van deze contextuele informatie in de context van deze masterproef is als de letters L en T van lot worden gevonden, de letter o is echter foutief gelezen. De systemen zullen

er vervolgens van uitgegaan dat de ongelezen letter o zal zijn, door zelf in te schatten dat de lettercombinatie L O T meer waarschijnlijk is dan bijvoorbeeld L D T. [16]

2.2 OCV

Optische tekenverificatie ofwel OCV in het kort, is een softwarevisie-tool die wordt gebruikt om de afdrukkwaliteit en de leesbaarheid van een tekst te controleren door het vergelijken van een onbekende tekst met een vooraf gekend referentiebeeld.

Methode:

Een OCV-systeem werkt als volgt: een camera wordt gebruikt om een beeld vast te leggen van een te controleren tekst, waarna het camerabeeld doorgestuurd wordt naar een computer of camerageheugen. Vervolgens wordt het camerabeeld vergeleken met het beeld dat vooraf in het geheugen is geladen. De verschillen in enkele vooraf ingestelde parameters (de positie en het aantal pixels, de scherpte en het contrast, etc.) worden vergeleken. Hierna wordt de tekst geaccepteerd indien de tekens van de onbekende tekst binnen vooropgestelde tolerantielimieten van het referentiebeeld liggen. Foute tekens worden gemarkeerd en vervolgens wordt de tekst geweigerd en het product uitgeworpen, op basis van de overeenkomstigheid met het referentiebeeld.

Een belangrijke toepassing van OCV is de verificatie van datum- / partijcode (afgedrukt op een etiket of rechtstreeks gemarkeerd op de verpakking of op het product) voor verpakkingen van farmaceutische producten, medische hulpmiddelen, cosmetica en andere consumentenartikelen. Ook wordt OCV vaak gebruikt als tweede controlestep om de leesbaarheid van OCR-resultaten te controleren. [17] [18] [19]

2.3 Mogelijkheden om OCR en OCV te vergemakkelijken

De volgende stappen kunnen worden genomen voor het vergemakkelijken van OCR-controle te Aminolabs.

- Gebruik maken van **gestandaardiseerde coderingen** door gebruik te maken van ASCII voorschriften. De Amerikaanse standaardcode voor informatie-uitwisseling omvat een reeks voorschriften die kunnen gebruikt worden voor het bereiken van uniformiteit in geschreven tekst te Aminolabs. [20]

Enkele voorbeelden van deze voorschriften zijn de volgende (Figuur 12):

- **Uniforme hoogte**

Bij het gebruik van OCR-toepassingen kan er best een gestandaardiseerde tekenhoogte worden gebruikt. Een ideale karakterhoogte bevindt zich tussen de 25-50 pixels.

- **Uniforme tekendikte**

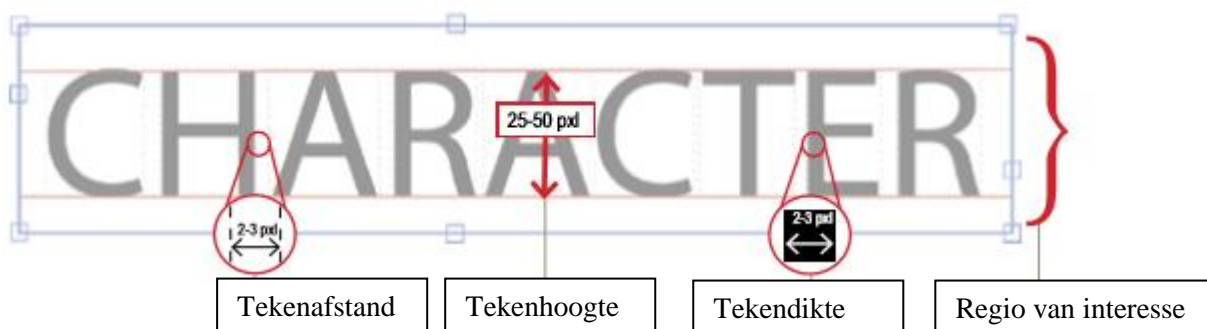
Ook de tekendikte wordt best gestandaardiseerd, in de ASCII voorschriften wordt een tekendikte van 2 tot 3 pixels in de breedte als de ideale dikte beschouwt.

- **ROI**

De regio van interesse (*ROI*) wordt best ingesteld op ongeveer 1/2 van de karakterhoogte rond de tekenreeks. Deze instelling verhoogt de inspectiesnelheid doordat niet het gehele product oppervlakte moet worden doorzocht op de aanwezigheid van coderingen, maar zorgt er wel voor dat variaties in printlocaties kunnen worden opgevangen.

- **Uniforme tekenafstand**

Best wordt er een tekenafstand van 2-3 pixels behouden om segmentatie mogelijk te maken tussen de verschillende tekens. [21]



Figuur 12: Standaardisatie van coderingen [21]

- Vervolgens kan er ook **gebruik maken van gespecialiseerde OCR-lettertype**. Deze lettertypes minimaliseren problemen tijdens de segmentatie en herkenningfase. De lettertypes zijn speciaal ontwikkeld om voldoende differentiatie te verkrijgen tussen vergelijkbare tekens en zijn overal gelijkmatig verdeeld zijn.

Enkele voorbeelden van gespecialiseerde lettertypes zijn:

OCR-A
 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 0123456789

Figuur 13: OCR-A standaard font [9]

OCR-A (Figuur 13) is een relatief betrouwbaar lettertype dat een alfanumerieke tekenset ondersteunt, samen met enkele extra ASCII-tekens. Het voldoet met de vorm, grootte en afdrukpositie-eisen voor de ANSI INCITS 17-1981 (R2002) standaard. [9]

OCR-B
 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 0123456789

Figuur 14: OCR-B standaard font [9]

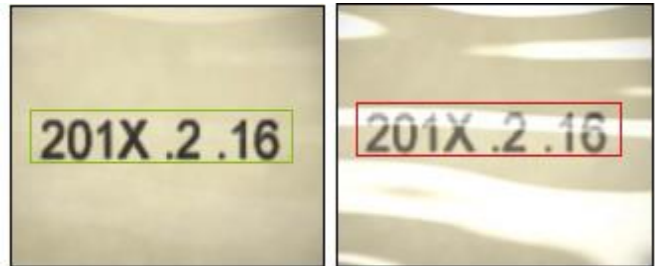
OCR-B (Figuur 14) is minder betrouwbaar dan OCR-A, maar de minder hoekige karakters worden over het algemeen beschouwd als esthetisch aantrekkelijker. Het voldoet aan de eisen voor de vorm, grootte en afdrukpositie van de tekens volgens de ANSI INCITS 49-1975 (R2002) –standaard. [9]

Enkele extra stappen die kunnen worden genomen om OCR-toepassingen te vergemakkelijken zijn de volgende:

- **Standaardisatie in alle aspecten van het proces**
 Naast het standaardiseren van de codering kunnen best ook alle andere aspecten van het visieproces standaardiseren. Zo kan de afstand tussen de printkop en het product en de afstand tussen de camera en het product worden gestandaardiseerd. Ook de lijnsnelheid en de instellingen van de belichting (lichtintensiteit, invalshoek, ect.) blijven best zo veel mogelijk onveranderd.
- **Vermijden van onnodige OCR-problemen door de keuzen van verpakking**
 Enkele voorbeeld hiervan zijn:
 Indien er relatief veel reliëf aanwezig is op de onderzijde van plastic potjes (Figuur 15), kan er best gekozen worden voor een andere printlocatie zoals het label of het deksel om een economisch rendabel herkenningpercentage te kunnen garanderen.
 Indien er extreem reflectieve onderdelen (Figuur 16) zijn aan een verpakking, kunnen deze best vermeden worden bij het aanbrengen van de coderingen, zo kan er best op de label of op de onderzijde codering als er gebruik wordt gemaakt van geborstelde metalen deksels.



Figuur 16: Voorbeeld van een codering die niet gelezen kan worden door de aanwezigheid van reliëf (gemaakt door de In-Sight 7000 van Cognex)



Figuur 15: Het effect van reflectie op OCR-controle

Indien er niet kan vermeden worden om op producten met veel reliëf te coderen, kan er worden gekozen om deze te controleren door middel van manuele controle. Anderzijds kan er ook geïnvesteerd worden in printsystemen die het optredende reliëf vermijden bij het aanbrengen van coderingen. Eén optie hiervoor is het gebruik maken van 2 camera's aangevuld met een roterend element op de band. De eerste camera bepaalt de oriëntatie van het product waarna het roterend element het product oriënteert op een manier dat de codering altijd op de zelfde plek wordt aangebracht waar optimale OCR-condities aanwezig zijn. De tweede camera is vervolgens een normale OCR-camera die de inhoud van de aangebrachte codering controleert.

2.4 OCR vs. OCV

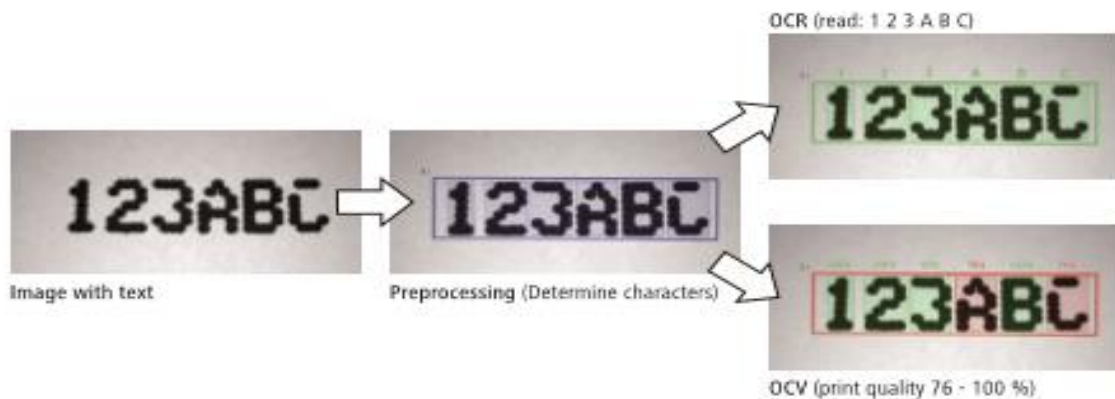
OCR en OCV dienen verschillende doelen en gebruiken verschillende methoden, maar de twee procedures hebben bepaalde voorafgaande stappen gemeen. Voordat een tekst kan worden gelezen of de afdrukkwaliteit kan worden bepaald, moet de locatie van de tekens in de afbeelding worden gedefinieerd. Zodra deze initiële taak is uitgevoerd, wordt gestart met het verwerken van de tekst en vanaf dit moment verschillen OCR en OCV sterk van elkaar.

Vergelijking tussen en doel van OCR en OCV:

OCR: In het geval van OCR wordt een enkel alfanumeriek teken herkend op basis van een vergelijking met een database met tekenpatronen. Met andere woorden, aan elk teken wordt een betekenis gegeven op basis van overeenkomst met de database. Dit proces komt sterk overeen met het menselijke lezen. Ongeacht wat de printkwaliteit is (zie Figuur 17), waar de A en de C kunnen worden gelezen ongeacht het ontbreken van enkel pixels), gaat een OCR-systeem een betekenis proberen te geven aan een gegeven tekst waarna een oordeel kan worden geveld over de inhoud van de tekst.

OCV: In het geval van OCV wordt een alfanumeriek teken vergeleken op basis van de mate van overeenkomst tussen een gedeelte van de afdrufafbeelding en een eerder gedefinieerd referentiekarakter. Elke afwijking van dit referentiepunt kan daarom worden geïnterpreteerd als een wijziging in de afdrukkwaliteit. Er kan met behulp van deze techniek geen oordeel worden geveld over de juistheid van de inhoud van de tekst, wel kan er zoals in onderstaande figuur (Figuur 17) duidelijk te zien is een score worden geven aan een teken op basis de gelijkenis met een vooraf gekende referentiekarakter. Vervolgens kan de camera worden ingesteld, om elke verpakking met een alfanumerieke tekenset met een score minder dan een vooraf bepaald tolerantiepercentage, uit te werpen.

[22] [23] [24]



Figuur 17: OCR vs. OCV [23]

Vaak worden OCR- en OCV-systemen samen toegepast onder de verzamelnaam OCR in hetzelfde visiepakket. Dit is niet verwonderlijk aangezien elk systeem sterk verschillende, maar toch zeer cruciale taken vervult in het visiesysteem. Zo zullen de twee systemen elkaar aanvullen en samen een vollediger beeld geven van zowel de inhoud als de kwaliteit van een gegeven print.

Een voorbeeld:

Stel er wordt een tekst geprint waar een 8 wordt beschadigd op een manier waardoor dit teken sterk op een 6 begint te lijken en er dus wettelijk problemen kunnen optreden doordat de consument kan worden misleid. In dit geval zal het OCR-systeem het teken als een 6 lezen en zal het product worden uitgeworpen. Het OCV zal waarschijnlijk eenzelfde conclusie trekken op basis van een slecht printkwaliteit waardoor de systemen elkaar controleren. Er zijn echter situaties zoals het voorbeeld waarbij het verschil tussen de nummer 8 en nummer 6 maar enkel pixels kan zijn. Er zijn dus situaties waarbij een cruciale fout niet kan opgemerkt worden indien de tolerantielimiet net iets te laag gekozen is voor het gebruikte OCV-systeem. In deze situatie is het OCR-systeem beter geschikt als het OCV-systeem

Anderzijds zijn er ook situaties waarbij het OCV-systeem het OCR-systeem ondersteunt in het maken van een keuze. Een voorbeeld hiervan is dat als er een C0 moet worden geprint maar er toevallig C° of een CQ waarbij het streepje van de Q is weggevallen wordt geprint, het OCR-systeem zal dit kunnen lezen en ervan uitgaan dat er juist gehandeld, maar het OCV-systeem zal dit absoluut niet aanvaarden. Zoals eerder aangehaald bevatten OCR-systemen ook algoritmes die aan OCV doen, maar bevatten OCV-systemen geen OCR-functie.

2.5 Instellingen van visie-camera

In dit deel worden de parameters aangehaald die belangrijk zijn voor het instellen van de visie-camera.

Sluittijd en belichting:

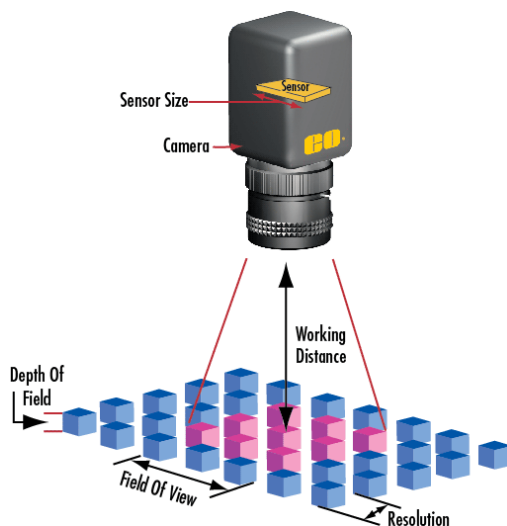
Sluittijd en belichting zijn zeer belangrijke elementen bij het correct instellen van het visiesysteem. Aangezien de transportband een bepaalde snelheid haalt, is het belangrijk om een korte sluitertijd in te stellen. De reden hiervoor is dat tijdens het nemen van een beeld het voorwerp inmiddels enkele cm kan zijn verschoven waardoor de afbeelding bewegingsonscherpte vertoont. Een korte sluitertijd is dus essentieel voor het duidelijk in beeld brengen van de voorwerpen die bewegelijk zijn.

Daarnaast is het belangrijk een juiste belichting in te stellen. Deze belichting is afhankelijk van de sluitertijd. Bij een hoge sluitertijd heeft de optische sensor meer tijd om licht op te vangen. In veel gevallen is extra belichting niet nodig. Is de sluitertijd klein zoals de toepassing bij Aminolabs vereist, dan heeft dezelfde optische sensor minder tijd om evenveel licht op te vangen waardoor meer lichtinval vereist is. [25]

Aanvullend kan er worden geconcludeerd dat het instellen van de juiste belichtingswaarden cruciaal is voor het verkrijgen van een aanvaardbare herkenningspercentages tijdens het OCR-proces. In een vorige studie [26] werd onderzocht wat het effect is van de *brightness* op het fout percentage van verschillende OCR-toepassing. Hieruit werd geconcludeerd dat zowel bij te lage belichting als ook bij overbelichting de foutpercentages verhoogde wat natuurlijk nefast is voor de controle van coderingen.

Optische eigenschappen:

De optische cameraparameters die belangrijk zijn voor OCR-controle zijn de volgende: de beeldgrootte, de werkafstand, de scherptediepte en de resolutie. Deze staan weergegeven in Figuur 18.



Figuur 18: Optische parameters van een camera systeem [3]

Voor de Toepassing bij Aminolabs zullen eigenschappen zoals werkafstand en scherptediepte bepaald en gestandaardiseerd worden door externe visie-experten die de installatie van het visiegedeelte voor hun rekening zullen nemen. Vervolgens zullen deze parameters vrijwel nooit worden veranderd.

De beeldgrootte die opgedeeld wordt in een horizontaal en verticaal gedeelte is echter afhankelijk van de oppervlakte waarop een codering kan voorkomen (vorm en grootte van het product). Als de werkafstand onveranderd moet blijven dan zal de beeldgrootte worden aangepast als de te bekijken oppervlakte vergroot. Om deze parameter te wijzigen kan gebruik gemaakt worden van een uitgebreid

spectrum aan lenzen met verschillende beeldgroottes, die door het modulair karakter van veel van de onderzochte OCR-systemen makkelijk uit te wisselen zijn.

Ook de resolutie gemeten in *DPI* (*dots per inch*) van de afbeeldingen gemaakt door de verschillen camera's is zeer belangrijk voor het bereiken van aanvaardbare herkenningpercentages. Dit feit is goed terug te zien in artikel [26] waar werd geconcludeerd dat de beste herkenningpercentages behaald werden voor een *DPI* van 150. Ook werd er opgemerkt dat voor zowel hogere door verhoogde aanwezigheid van ruis en lagere *DPI*'s (door de verslechterde beeld kwaliteit) verminderde herkenningpercentages werden gehaald.

Als er dan gekeken wordt naar de parameter die veruit het belangrijkste is voor deze toepassing, het contrast tussen de codering en de oppervlakte waarop het gedrukt is, kan er worden geconcludeerd dat er een wisselwerking is tussen de resolutie en het contrast. Aangezien bij een scherpe foto met scherpe randen het contrast beter is waar te nemen door een camera. Het contrast kan worden gedefinieerd als het verschil in kleur of luminantie (lichtsterkte per oppervlakte-eenheid loodrecht op de kijkrichting) die een object onderscheidbaar maakt. Het contrast en ruis kunnen verbeterd worden door gebruik te maken van optische filters. [25] [2]

Het contrast kan ook gemeten worden door het afdrukcontrastsignaal (PCS, *print contrast signal*) van de tekens, gedefinieerd als de verhouding van het contrast van een afdrukarakter tot de reflectie van de ondergrond waarop het teken wordt afgedrukt: $PCS = (R_{max} - R_{min}) / R_{max}$, waarbij R_{max} en R_{min} zijn de maximale en minimale reflectiecoëfficiënten. De aanbevolen waarde van de PCS voor betrouwbare automatische tekstherkenning moet meer dan 0,6 zijn (Figuur 19). [27]

Voor een lijst met belangrijke definities van belangrijke cameraparameters wordt er verwezen naar de verklarende woordenlijst die terug te vinden in het begin van deze thesis.



Figuur 19: Voorbeeld van afbeeldingen met zowel hoge contrast met hoge PCS als lage contrast waardes en PCS [27]

2.6 Wetgeving

Om een beeld te krijgen van de reden waarom een automatisch controlesysteem voor de controle van lotnummers en vervaldatum wenselijk is, is het belangrijk om alle invalshoeken te bekijken. Zo is het niet alleen mogelijk om tijd te winnen bij het productieproces door de eliminatie van de manuele controlestap. Zo is er ook een wettelijk kader waaraan Aminolabs zich moet houden. In de Europese unie zijn er regels en wetgevingen die gevolgd moeten worden bij de productie van levensmiddelen. Om inzicht te krijgen in dit wettelijk kader werd VERORDENING (EU) Nr. 1169/2011; betreffende de verstrekking van voedselinformatie aan consumenten, bestudeerd. [4]

In deze verordening wordt een lijst van verplichte vermeldingen opgemaakt waarin staat dat het verplicht is om een datum van minimale houdbaarheid te vermelden op alle levensmiddelen die voor menselijke consumptie bedoeld worden (zie artikel 9; lijst van verplichte vermeldingen). Het aanbrengen van een lotnummer is niet verplicht als de houdbaarheidsdatum minstens de dag en de maand bevat. Dan kan namelijk aan de hand van deze datum achterhaald worden wanneer het product werd geproduceerd. Het aanbrengen van een lotnummer is uitermate nuttig als er ergens in de voedselketen iets fout gaat waardoor een deel van de producten moet teruggeroepen of uit de handel worden genomen. Ook specificiert de verordening dat de vervaldatum duidelijk leesbaar en voor de consument gemakkelijk te begrijpen moet zijn.

Het is duidelijk dat de producten die geproduceerd worden bij Aminolabs onderworpen zijn aan deze Europese wetgeving. Ook kan besloten worden dat onder de huidige manuele controle er loten optreden waarbij Aminolabs niet voldoet aan de wetgeving.

Enkele belangrijke artikels uit VERORDENING (EU) Nr. 1169/2011 [4]:

Artikel 9; Lijst van verplichte vermeldingen

- De datum van minimale houdbaarheid & de uiterste consumptiedatum

Artikel 7; Eerlijke informatiepraktijken

- Voedselinformatie is nauwkeurig, duidelijk en voor de consument gemakkelijk te begrijpen.

Artikel 13; Presentatie van verplichte vermeldingen

- Verplichte voedselinformatie wordt op een duidelijk zichtbare plaats en in duidelijk leesbare en, zo nodig, onuitwisbare letters aangebracht.

Artikel 8; Verantwoordelijkheid

- De voor de voedselinformatie verantwoordelijke exploitant van een levensmiddelenbedrijf is de exploitant onder wiens naam of handelsnaam het levensmiddel in de handel wordt gebracht, of, indien de exploitant van een levensmiddelenbedrijf niet in de Unie is gevestigd, de invoerder die het levensmiddel in de Unie invoert.

2.7 Printmethodes

Bij Aminolabs worden drie verschillende printmethodes gebruikt: continu inkjetprinter (Videojet), laserprinter en *thermaltransfer* printer. Deze printmethoden worden afwisselend op nagenoeg alle lijnen gebruikt en aangebracht op het gehele aanbod van producten.

2.7.1 Continu inkjetprinter

De printer die het meest wordt gebruikt bij Aminolabs is de **continu inkjetprinter** van het merk Videojet (Figuur 20). Deze printmethode wordt voornamelijk gebruikt om coderingen aan te brengen op de onderzijde van plasticpotjes (*Polyethyleentereftalaat, High-density polyethylene, ...*), maar wordt ook gebruikt als er op deksels of op de zijkant van *pouches* moet worden gedrukt. Gebruik makend van een inkjetprinter wordt er contactloos een code of markering geprint op producten en verpakkingen van nagenoeg elke type materiaal en iedere kleur ondergrond. [28]



Figuur 20: Voorbeeld van een inkjetprint te Aminolabs genomen door de In-Sight 7000 camera van Cognex

Enkele voordelen van een **continu inkjetprinter**:

- **Flexibel**

De continu inkjetprinter maakt gebruik van een contactloos printsysteem dat elektrisch geleide inktdruppels contactloos op nagenoeg elk oppervlakte kan aanbrengen. Het systeem is mobiel en flexibel waardoor het op nagenoeg alle producten kan coderen die gebruikt worden in de voedingssector en farmaceutische sectoren. Indien er dan toch printfouten voorkomen kunnen deze makkelijk worden verwijderd doormiddel van aceton, waardoor de verpakkingen kunnen worden herbruikt. [28]

- **Lage operationele kost**

Het systeem verbruikt enkel inkt en elektriciteit in kleine hoeveelheden, wat maakt dat het een zeer goedkoop systeem is om operationeel te houden.

- **Betrouwbaarheid**

De printer is ontworpen voor het leveren van scherpe, constante prints bij een minimum aan onderhoud en reiniging (Onderhoudsinterval tot 14.000 uur). De printkop beschikt over een automatische reinigingsprocedure voor mondstuk en inktretourleiding, die elke keer wordt uitgevoerd als de printer opstart of afsluit. [28]

- **Probleemvrij coderen**

De continu inkjetprinter kan gedurende lange tijd zonder onderhoud opereren en lijdt niet onder frequent in- en uitschakelen. Met het systeem kunnen barcodes, logo's en 2D-codes printen worden aangebracht op een gevarieerd spectra van ondergronden. [28] De continu inkjetprinter kan met één druk op de knop worden opgestart. De eenvoudige gebruikersinterface en tekstbewerking software geven de printer een vertrouwd uiterlijk en gevoel. Het opleiden van gebruikers neemt dus weinig tijd in beslag. Het gebruik van een USB-aansluiting

maken het instellen, kopiëren, maken van een back-up en upgraden naar meerdere units, zeer eenvoudig. Een ‘Automatische Dynamisch Kalibratiesysteem’ zorgt dat er geen opstartproblemen zijn bij temperatuurswisselingen en opstarten van de printer. [28]

- **Eenmalige kosten:**

Inkjetprinters hebben ten opzichte van andere printmethodes lage éénmalige kosten. Doordat er een verbruiksproduct nodig is in de vorm van de inkt linten. [29]

Enkele nadelen van een **continu inkjetprinter**:

- **Moeilijke printmethode voor OCR controle**

Continu inkjetprints lezen is niet vanzelfsprekend voor OCR-systemen, dit valt voornamelijk te verklaren door het feit dat het systeem gebruik maakt van coderingen opgebouwd uit individuele puntjes. Doordat de alfanumerieke coderingen opgebouwd zijn uit deze puntjes zijn er minder vergelijkingspunten om de verschillende tekens te vergelijken met de bibliotheek waardoor er meer kans is op fouten. Vervolgens is de continu inkjetprinter ook een vrij onnauwkeurige methode, wat maakt dat de puntjes waaruit de codering is opgebouwd steeds enkele millimeters verschillen. Een OCR-systeem dat de prints gaat vergelijken met de tekens in de bibliotheek zal de minieme variatie in prints beschrijven als verschillende print mogelijkheden die allemaal opgenomen moeten worden in de bibliotheek om geen uitwerpings-signaal te genereren. Het is zeer belangrijk dat de invoerprecisie zeer nauwkeurig gebeurt, aangezien dit de kwaliteit van het gebinariseerd beeld sterk beïnvloedt [30].

- **Vatbaar voor printfouten**

Stof en andere vervuilingen kunnen voor obstructie zorgen van de mondstuk (Figuur 21) waardoor gaatjes in het mondstuk verstopt kunnen geraken en er dus onvolledige prints worden aangebracht op de producten.



Figuur 21: Afbeelding van een mondstuk van een inkjetprinter

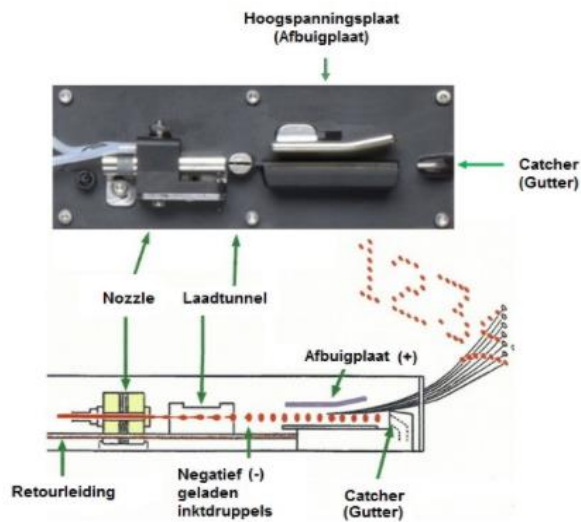
- **Hoge werkingskost**

Inkjetprinters hebben ten opzichte van andere printmethodes zoals laserprinters hoge werkingskosten. Doordat er een verbruiksproduct nodig is in de vorm van de inkt.

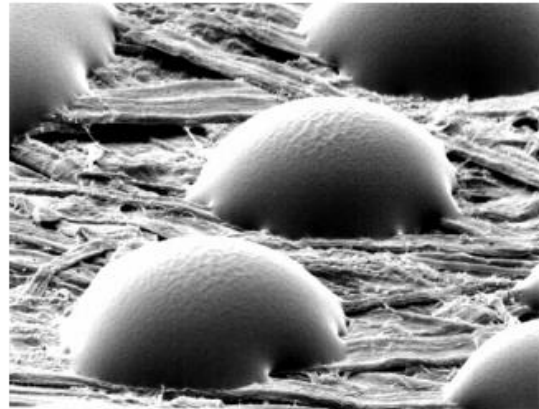
Werking inkjetprinter (Figuren 22 en 23):

In de loop der jaren zijn er tientallen methodes ontworpen om inkjetprinten mogelijk te maken, in deze thesis wordt enkel de methode die gebruikt wordt te Aminolabs besproken.

De inkt wordt vanuit de inkttank onder hoge druk via de printslang naar de mondstuk in de printkop vervoerd. In het mondstuk zit een piëzo-elektronisch element een resonator genaamd, die geluidstrillingen doorgeeft aan de inktstraal, hierdoor ontstaan er kleine druppels. In de laadtunnel zit een elektrode, die de druppels een statische lading geeft. De afbuigplaat geeft de geladen druppels een bepaalde richting mee waardoor deze op de juiste plek terecht komen op het te printen oppervlakte. De ongeladen druppels worden in de catcher opgevangen en gaan via de retourleiding terug het inktcircuit in, zodat er geen inkt verloren gaat. [28] [31]



Figuur 23: Werking continu inkjetprinter [32]



Figuur 22: Een microscopische SEM-foto van de inkt druppeltjes een papieren ondergrond [31]

2.7.2 Laserprinter

De laserprinter gebruikt bij Aminolabs is de Smartlase C350, geproduceerd door het bedrijf Markem-Imaje. Lasermarkering is een contactloze afdrukmethode die gebruikt kan worden op een gevarieerd aantal ondergronden. De techniek maakt gebruik van een sterke laser die de toplaag van het product graveert, zodoende wordt er een permanente codering opgebouwd (Figuren 24 en 25). De techniek biedt tal van voordelen ten opzichte van andere print technologieën. [33]

Enkele voordelen van een **laserprinter**:

- **Lage operationele kosten:**

Hoewel de investeringskosten van een laserprintsysteem duurder zijn, zijn de bedrijfskosten aanzienlijk lager gedurende de volledige levensduur van de machine. Dit omdat er geen verbruiksartikelen zijn die moeten worden aangeschaft zoals inkt. Bovendien zijn de machines zo geavanceerd, dat hun componenten zijn gebouwd om lang mee te gaan, waardoor er op de lange termijn meer geld wordt bespaard. Sommige systemen gaan tot tien jaar mee, ondanks dat ze dagelijks worden gebruikt. [33] [34] [35]



Figuur 24: Controller en laser module Smartlase [35]



- **Functionaliteit:**

De lasers kunnen continue of intermitterende bewegingsprocessen van het pakket ondersteunen. Ze zijn gemakkelijker te bedienen dankzij hun geïntegreerde aanraakschermen, sommigen printers kunnen tweedimensionale barcodes afdrukken, evenals twee tot vier regels tekst en de snelheid aftastende as-encoders helpen lasers te integreren met de beweging van de verpakkingslijn. [33] [34] [35]

De afdrum mogelijkheden kunnen streepjescodes en tekstregels met een snelheid van 125 voet per minuut toevoegen. Afhankelijk van de berichtgrootte, het type substraat en het laservermogen, kan een lasersysteem een topsnelheid bereiken van maximaal 5200 delen per minuut. De ingebouwde technologie van een laserprinter met hoge resolutie, inclusief geïntegreerde programmeerbare logische controllers, barcodescanners of weegschalen, kan codes, fotocellen voor afdrucken en transportsnelheid van de transportband inpakken, zodat de productiviteit kan worden beheerd en beoordeeld. [33] [34] [35]



Figuur 25: Voorbeelden van laserprint coderingen op variërende verpakkingen [35]

De prints gemaakt door een laserprinter zijn zeer nauwkeurig aangebracht en bevatten een hoge resolutie. Ook bevatten de prints met weinig variatie. Bijkomend kan er gekozen worden voor volledige tekens in plaats van tekens opgebouwd uit puntjes. Al deze eigenschappen maken van laserprinters een aantrekkelijk systeem voor OCR-controle. [33] [34] [35]

- **Lage werkingskost**

Laserprinters hebben ten opzichte van andere printmethodes zoals inkjet of *thermal transfer* printen lage werkingskosten. Doordat er geen verbruiksproduct nodig is in de vorm van de inkt of inktlint.

Enkele nadelen van een **laserprinter:**

- **Gevaarlijk:**

Doordat er gebruik wordt gemaakt van sterke lasers, is het uitermate belangrijk dat er voldoende veiligheidsstappen worden genomen om de ogen van de operators te beschermen.

- **Eenmalige kosten:**

Laserprinters hebben ten opzichte van andere printmethodes zoals laser printen hoge éénmalige kosten. [33] [34] [35]

- **Permanente print**

Indien er printfouten optreden kan de verpakking niet worden herbruikt, aangezien de codering permanent in de verpakking is gegraveerd.

2.7.3 Thermal transfer printer

De *thermal transfer* printer gebruikt bij Aminolabs is de Smartdate X60 geproduceerd door het bedrijf Markem-Imaje. Deze printer wordt bijna uitsluitend gebruikt voor het aanbrengen van coderingen op labels (Figuren 26, 27, 28 en 29).

Thermische overdrachtsprinters bevatten een reeks kleine resistoren langs de printlijn (8 of 12 per mm). Deze verwarmingspennen, die elk een enkele pixel vertegenwoordigen kunnen worden verwarmd of afgekoeld wanneer het te bedrukken materiaal over de printkop wordt gevoerd. De afbeelding die geprint moet worden, wordt bepaald door de besturingsmicroprocessor in de machine die regelt welke punten in- en uitgeschakeld worden. De inkt op basis van was of hars die wordt aangebracht op een zeer dunne polyesterfolie, wordt gesmolten door de hitte van de verwarmingspennen en brengt de inkt over op het verpakkingsmateriaal of etiket. Thermische transferprinters kunnen ook zonder lint worden toegepast door gebruik te maken van speciaal behandeld papier dat zwart wordt verkleurd bij het optreden van verwarming op een manier zeer gelijkaardig met de werking van traditionele faxmachines. De extra kost van het printlint bij de eerst vermelde techniek weegt echter vaak minder zwaar door dan het verlies in print kwaliteit en de verminderde levensduur van de printkoppen die optreedt bij het gebruik van direct *thermal transfer* printers. [36] [37]



Figuur 26: Voorbeeld van een thermal transfer print [67]



Figuur 27: Thermal transfer lint [67]

Enkele voordelen van een **Thermal transfer printer**:

- **Hoge resolutie:**

De *thermal transfer* printer produceert coderingen die opgebouwd zijn uit volledige tekens met hoge resolutie. De printtechniek is zeer goed te combineren met OCR-toepassingen. Ook is er een mogelijkheid om OCR-controle toe te passen op het inktlint voordat het label op het product wordt aangebracht. [36] [37] [29]

- **Lage aankoopkosten en simpel om te onderhouden:**

Indien de *thermal transfer* printtechniek wordt vergeleken met de inkjet- en de laserprinter, dan is deze techniek samen met de inkjetprinter veel goedkoper om aan te kopen dan de laserprinter. Ook is de techniek zeer simpel waar door onderhoud vaak goedkoper en makkelijker uitvalt als bij de andere technieken. [29]

- **Eenmalige kosten:**

Thermal transfer printers hebben ten opzichte van andere printmethodes lage éénmalige kosten. Doordat er een verbruiksproduct nodig is in de vorm van de inkt linten. [29]

Enkele nadelen van een *Thermal transfer printer*:

- **Enkel op flexibele verpakkingen:**

Thermal transfer printers zijn alleen maar toe te passen op flexibele ondergronden die over een spoel kunnen worden gewikkeld. De printtechniek is daarom alleen toe te passen op labels en op flexibele folie verpakkingen. [29]

- **Moeilijk om op te starten:**

Thermal transfer printers zijn in de praktijk moeilijk om in het begin van het productieproces af te stellen, zodat de codering op de aangewezen plek op de label wordt geprint. Vaak zijn er meerdere pogingen nodig en een reeks afstelstappen nodig om de gewenste positionering op het label te behalen.

- **Hoge werkingskost**

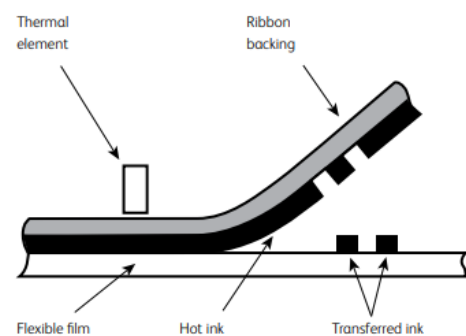
Thermal transfer printers hebben ten opzichte van andere printmethodes zoals laserprinters hoge werkingskosten. Doordat er een verbruiksproduct nodig is in de vorm van een inktlint.

- **Permanente print**

Indien er printfouten optreden kan de verpakking niet worden herbruikt, aangezien de codering permanent aan de verpakking is gesmolten.



Figuur 29: Afbeelding van binnenzijden thermal transfer printer [38]



Figuur 28: Vereenvoudigde afbeelding van de werking van thermal transfer printers [29]

3. Materialen en methoden

In dit onderdeel van de thesis wordt beschreven met welke methoden en materialen de resultaten werden bekomen.

3.1 Opstellen eisenpakket

Als start van de masterproef werd er een eisenpakket opgesteld, dit eisenpakket bevat alle voorwaarden waaraan het te selecteren visiesysteem moet voldoen om efficiënt te worden gebruikt in het productieproces van Aminolabs. Om een beeld te krijgen van deze eisen, werd er twee weken meegelopen tijdens de productie en inpakken van de verschillende producten. Deze twee weken maakten het mogelijk om door middel van observatie en het stellen van gerichte vragen het productieproces en de noden ervan te leren kennen.

3.1.1 Veel voorkomende printfouten

Vervolgens werd er onderzocht wat de oorzaken zijn van printfouten door middel van een literatuurstudie en door het meelopen in het productieproces waar de producten met foute codering bijgehouden worden.

3.2 Evaluatie

Door middel van een marktonderzoek op het internet en het bijwonen van de verpakkingsbeurs Empack (in Mechelen op 12/10/2017, op deze beurs waren veel producenten van visiesystemen aanwezig) werd er onderzocht welke visiesystemen op de markt zijn. In deze thesis werd er gefocust op producenten van visiesystemen die gesitueerd zijn in de Benelux. Vervolgens werden de bedrijven die geanalyseerd werden gedurende het marktonderzoek gecontacteerd en gevraagd om een demotest uit te voeren op enkele coderingen uit het brede productengamma van Aminolabs. Tijdens deze demo-testen werd er aangetoond of een potentieel visiesysteem een codering kan lezen in labo omstandigheden, alsook was er de mogelijkheid om gerichte vragen te stellen. Aanvullend werden er offertes aangevraagd van de verschillende visiesystemen.

Op basis van zowel de offertes als de resultaten van de demo's werden enkele visiesystemen gequoteerd op: de prijs, het soort product, de levertermijn, de garantie en de kosten voor technische interventies.

3.2.1 Kosten baten analyse:

Op basis van doorgestuurde offerten en productiedata van Aminolabs werden de extra kosten bestaande uit eenmalige en variabele kosten vergeleken met de baten die optreden bij de inbouw van een visiesysteem op een verpakkingslijn. Op basis van deze analyse werd een oordeel geveld over de economische haalbaarheid van het geselecteerde visiesysteem. De variabele kosten die werden berekend zijn: De hardware en software kosten, kost voor een *touchpad*, geschatte installatie kosten voor zowel het visiegedeelte als het mechanisch gedeelte en de extra ombouwkosten voor zowel nieuwe als routine producten. De baten die werden berekend zijn: de gemiddelde winst door verminderde *uitvoeringstijd* voor zowel het huidige productiegemiddelde, als bij een mogelijke toekomstige productiecapaciteit (gesimuleerd door de maximale capaciteit die gehaald werd op één maand te gebruiken als het gemiddelde) en de bijkomende winst door vermeden imagoschade en verminderde *reworks*.

3.2.2 Testen van geselecteerd visiesysteem:

Om zeker te zijn dat een systeem voldoet aan het eisenpakket werden de camera-systemen onderworpen aan *online* testen te Aminolabs om de herkenningspercentages, foutpercentages en afwijzingspercentages te achterhalen. De testen werden uitgevoerd op potjes lijn 3 in AminoLabs

(Bijlage B: Figuur 69), door middel van een In-Sight 7600 *color* smartcamera van Cognex met een blauwe optische filter, een Hue-filter en koepelverlichting (Afbeeldingen: Bijlage B). De verpakkingen die gebruikt werden tijdens deze test waren: cilindrisch zwarte HDPE potjes (485 ml) met diameter 7,5 cm en hoogte 13,5 cm met een gele codering die op de onderzijde werd aangebracht door middel van een inkjetprinter, cilindrische grijze PET potjes (1000ml) met diameter 11,3 cm en hoogte 13,0 cm met een zwarte codering die op de onderzijde werd aangebracht door een inkjetprinter, cilindrische witte PET potjes (1500 ml) met diameter 10,5 cm en hoogte 20,5 cm met een zwarte codering die werd aangebracht op de onderzijde door een inkjetprinter. De afstand tussen de camera en de onderzijde van het potje is 8,5 cm en de afstand tussen het mondstuk van de inkjetprinter en de onderzijde van het potje is 3,3 cm. De teken hoogte die werd gebruikt is 0,3 mm, de teken dikte die werd gebruikt is 0,05 mm en de teken tussen ruimte is 1mm.

Voor de industriële testen voor het merk Cognex werd gebruik gemaakt van de volgende testmethode gebruikt:

Instellen van de parameters:

Door één potje stationair boven de camera te plaatsen, werden instellingen van parameters zoals de belichting, scherpte van het beeld, de te gebruiken filters, ect. verkregen. Deze instellingen werden vervolgens gebruikt gedurende de gehele test

Maken van een bibliotheek:

Bij de start van elke testreeks, werd er steeds een bibliotheek opgesteld. Dit werd verwezenlijkt door steeds 5 potjes te laten lezen door de camera. De afbeeldingen die gemaakt werden tijdens deze stap, werden gesegmenteerd in hun individuele tekens. Vervolgens werden deze individuele tekens manueel vertaald naar een alfanumeriek teken. Deze tekens vormen de bibliotheek van tekensjablonen die gebruikt wordt voor de testen, voor deze testreeks zijn er steeds 5 opties per teken.

Instellen van de camera:

De In-Sight 7600 *color* smartcamera van Cognex werd vervolgens ingesteld om specifiek naar de alfanumerieke tekenset "LOT" te zoeken, om vervolgens de positie van de rest van de codering automatisch te schatten aan de hand van de coördinaten van "LOT". Deze stap wordt ingevoerd om een oplossing te bieden aan de coderingen die steeds roteren ten opzichte van de camerapositie en om geheugen te sparen en snelheid te winnen.

Testfase:

Vervolgens worden er 50 of 25 stalen getest per testreeks. De coderingen werden door het OCR-systeem vergeleken met de tekensjablonen in de bibliotheek. Als al de tekens binnen vooraf bepaalde tolerantiegrenzen liggen van de tekensjablonen in de bibliotheek wordt de codering als een correcte codering bestempeld. Als de tekens niet binnen deze vooraf bepaalde grenzen liggen worden ze afgekeurd en zal het product uitgeworpen worden. De potjes werden vervolgens manueel gecontroleerd door een operator. Hierna werden de verschillende potjes onderverdeeld in de 4 mogelijke uitkomsten (Goed voor de camera en goed voor AminoLabs, Slecht voor de camera en slecht voor AminoLabs, Slecht voor camera maar goed voor AminoLabs, Goed voor camera maar slecht voor AminoLabs) met telkens een "goed" of "slecht" resultaat voor de camera controle en de manuele controle. Als een codering geclassificeerd wordt als "goed", is deze beoordeeld als leesbaar. Indien een codering geclassificeerd wordt als "slecht", is deze beoordeeld als niet leesbaar.

4. Resultaten

4.1 Het eisenpakket

In dit onderdeel van de masterproef wordt het eisenpakket waaraan het OCR-systeem moet voldoen beschreven. Deze informatie werd verkregen door enkele dagen mee te lopen bij het productieproces in Aminolabs.

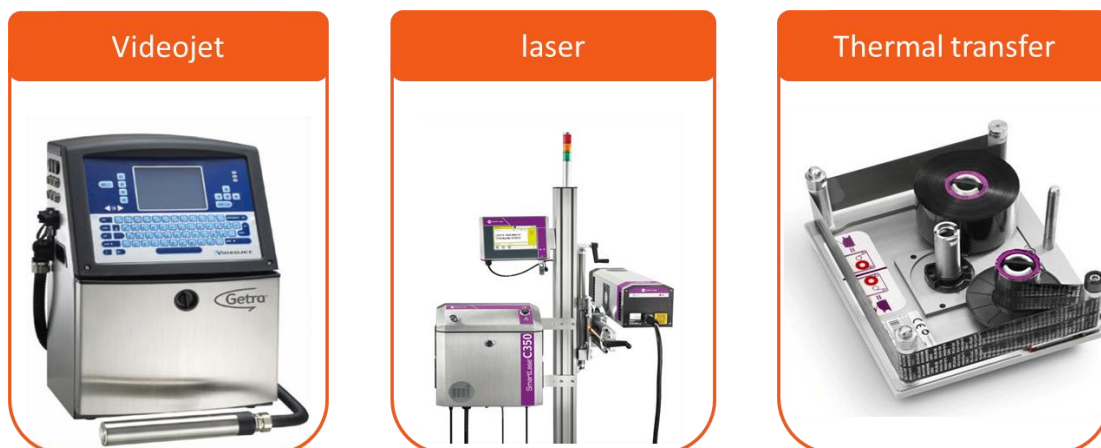
Compatibel met variabele printpositie

Het OCR-systeem moet compatibel zijn met alle printposities die aangeboden worden door Aminolabs. Ten eerste moet het visiesysteem in staat zijn om accuraat coderingen te lezen op de onderzijde van plastic potjes, *pouches*, ect. Vervolgens dient het visiesysteem coderingen te kunnen scannen op labels. Ook de herkenning van coderen op deksels en op de nek van plastic verpakkingen dient mogelijk te zijn.

Compatibel met variabele coderingsmethoden

Zoals aangehaald werd in het deel printmethodes maakt Aminolabs gebruik van drie printmethodes (Figuur 30): continu inkjetprinter (videojet), laserprinter en *thermal transfer* printer. Het OCR-systeem moet de mogelijkheid bieden om elk van deze printmethodes te lezen.

Het systeem moet ook flexibel zijn in het omschakelen tussen de verschillende printmethodes aangezien deze door elkaar gebruikt worden op de verschillende verpakkinglijnen.



Figuur 30: Afbeeldingen verschillend printmethodes [39] [38] [35]

Compatibel met aanwezige verpakkingslijnen

Het visiesysteem moet uiteraard compatibel zijn met de aanwezige verpakkingslijnen. In de productieafdeling van Aminolabs wordt geproduceerd op verschillende verpakkingslijnen, elk opgebouwd uit verschillende gespecialiseerde machines die sterk verschillen van lijn tot lijn. Zo zijn er verschillende machines met dezelfde functie die van verschillende leveranciers zijn aangekocht (dit zijn machines die een vergelijkbare functie hebben maar die elke op een iets andere wijze opgebouwd zijn), ook zijn de machines niet altijd in dezelfde volgorde opgenomen in de verpakkingslijn. Zo hangt de configuratie van de verpakkingslijnen veelal af van de aanwezige ruimte op de productie vloer, alsook van de volgorde van aankoop. Er zijn dus heel wat verschillen tussen de aanwezige verpakkingslijnen die in rekening moeten worden gebracht.

Eén van de meest voor de hand liggende problemen is dat er uiteraard genoeg plaats moet zijn vlak na de codering om een camera met bijhorende belichting te plaatsen. Ook moet er voldoende ruimte worden voorzien om het *triggersignaal* naar de camera te transporteren (doormiddel van een 24volt kabel). Vervolgens moet het ook mogelijk zijn om makkelijk en snel inputgegevens in de camera te wijzigen zodat een vlotte overgang tussen de verschillend producten kan worden gegarandeerd.

De meest efficiënte methode voor het invoeren van inputgegevens en het lezen van uitputsignalen is via een tablet, een andere minder intuïtieve manier is door de aansluiting van een computer bij elke productiewijziging. Ook hiervoor moet de nodige ruimte aanwezig zijn en moeten er de nodige ethernet, usb- en volt in-en uitgangen aanwezig zijn.

Ten slotte mag de geplaatste camera ook geen last hebben van de processtappen voor en na de visiestap. Er mogen bijvoorbeeld geen inktresten op de lens terecht komen bij foutief *triggeren* van de inkjetprinter. Een oplossing voor dit probleem is het aanbrengen van een stukje doorzichtig plexiglas boven de camera die gemakkelijk kan worden schoongemaakt of vervangen worden wanneer er spatjes inkt op terecht komen.

Ook mag de camera geen hinder ondervinden van poeder of stof dat vrijkomt bij het vullen van de verpakkingen. Dit zou opgelost kunnen worden door de installatie van plexiglas boven de camera of door de installatie van een afspruitmechanisme aangedreven op perslucht die automatisch een luchtstroom spuit op de onderzijde van de verpakkingen bij elk triggersignaal.

Gebruiksgemak

Voor een bedrijf als Aminolabs is het zeer belangrijk dat het gebruiksgemak van het OCR-systeem zeer hoog is. Zo mag de ombouwsnelheid van de lijn tussen de productie van twee verschillende producten niet sterk worden vertraagd door de aanwezigheid van een visiesysteem. Hierdoor zou de productiecapaciteit kunnen worden verlaagd wat uiteraard nefast is voor de winstmarge.

Ook mag het aantal handelingen en de moeilijkheidsgraad hiervan niet te hoog zijn bij het ombouwen, aangezien het personeel in de productie niet de nodige opleidingsgraad heeft behaald om de diepgaande werking van visiesystemen te begrijpen.

Compatibel met alle aangeboden producten

Vervolgens moet het visiesysteem ook compatibel zijn met alle aangeboden producten en verpakkingen die aangeboden worden door Aminolabs. Aangezien er veel wordt geroteerd tussen de verschillende producten op de verpakkinglijnen is het noodzakelijk dat het visiesysteem alle producten kan lezen, het is niet mogelijk om de visiesystemen zo in te stellen dat ze gespecialiseerd zijn in één of enkele producten.

Hieronder wordt een opsomming gemaakt van alle variaties waarmee het visiesysteem compatibel mee moet zijn:

- Elke kleur en afwerkingsvorm (mat, glanzend, geborsteld, ect.) van elke verpakking moet kunnen worden gelezen.
- De hele range aan producten moet kunnen worden gelezen (potjes, emmers, flessen, zakjes, *pouches*, blisterverpakking, bulkverpakkingen, enz.).
- Er moet kunnen worden gelezen ongeacht van het verpakkingsmateriaal (PET, PE, PP, papier, ect.).
- Lezen onafhankelijk van eventueel reliëf of versiering op onder andere de onderzijde van plastic potjes.



Figuur 31: Voorbeeld van de variatie aan plastic potjes dat Aminolabs aanbiedt

Kostprijs

Tot slot zijn de kostprijs en de werkingskosten van het systeem uiteraard ook van cruciaal belang. In Aminolabs wordt een bedrijfsstrategie gevolgd waarbij elke investering binnen het jaar moet worden terugverdiend voordat er wordt overgegaan tot aankoop.

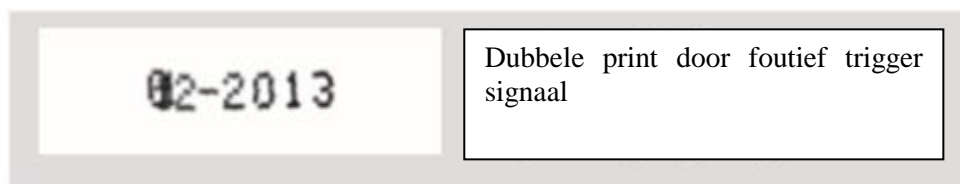
4.1.2 Veel voorkomende printfouten

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke printfouten er kunnen voorkomen in de productie bij Aminolabs. Onder printfouten worden alle coderingen beschouwd die niet meer correct kunnen worden gelezen door een mens.

- **Foute positie van codering (Figuur 32)**

Een eerste mogelijke foute codering treedt op als deze codering fout is gepositioneerd op de verpakking. Een mogelijke oorzaak hiervan is een fout afgestelde *trigger*, de *trigger* is de sensor die zowel de printer als de camera (enkele milliseconde na de printer) aanstuurt als er een product over de band wordt getransporteerd. Door het fout aansturingssignaal zal de timing van de printer fout zijn, waardoor codering ofwel te vroeg of te laat worden aangebracht. Hierdoor komt de codering op een verkeerde positie terecht op het product of in sommige extreme gevallen zelfs helemaal niet op het product.

Aanvullend kan de foute positie van de codering ook veroorzaakt zijn door een menselijke fout, waarbij de operator de instellingen van de printer foutief heeft uitgevoerd waardoor de codering niet op de aangewezen plek op de verpakking wordt aangebracht.



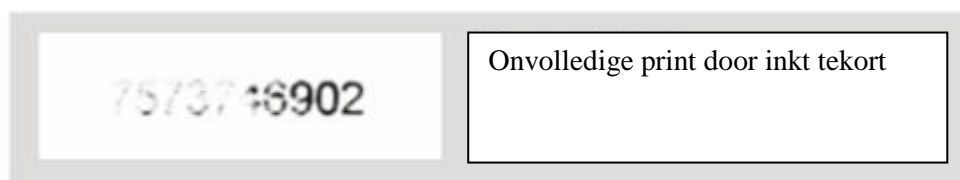
Figuur 32: Voorbeeld van codering waarbij de trigger fout is afgesteld [23]

- **Onvoldoende inkt aangebracht (Figuur 33)**

Als er onvoldoende inkt wordt aangebracht op een product kan dit meerder oorzaken hebben. De eerste mogelijke oorzaak is dat het verbruikersproduct (inkt of het inktlint) simpelweg opgebruikt is waardoor er onvoldoende inkt kan worden opgezogen of gesmolten om op het product te worden aangebracht.

Een tweede mogelijke oorzaak is het voorkomen van een verstopping in de inkjetprinter of in het mondstuk waardoor de inktflow geheel of gedeeltelijk wordt tegengehouden.

Een derde en laatste mogelijke oorzaak is een instellingsfout van de printer waardoor er onvoldoende inkt wordt aangezogen of onvoldoende *dots* worden aangebracht.



Figuur 33: Voorbeeld van een codering waarbij onvoldoende inkt aanwezig was bij het inkjet proces [23]

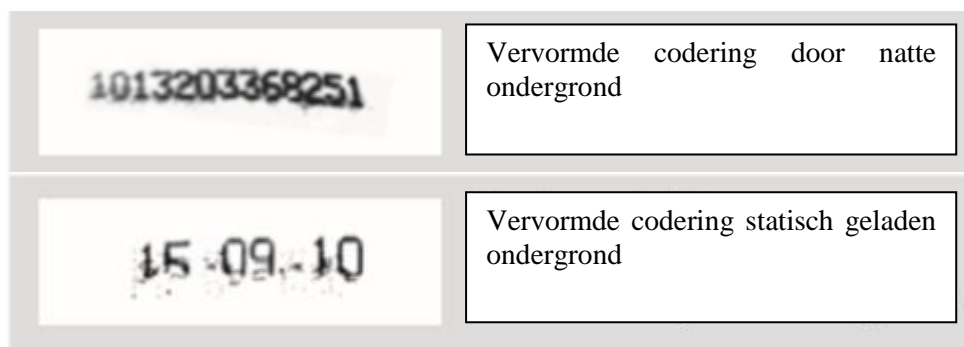
- **Onleesbare coderingen**

Soms gebeurt het dat er stof, water of andere externe verontreinigingen terechtkomen op de verpakkingen (Figuur 34). Hierdoor kan de coderingen vervormd worden bij het aanbrengen waardoor de tekst niet meer leesbaar is door mens en machine. Ook het al dan niet statisch geladen zijn van de ondergrond kan invloed hebben op de printkwaliteit (Figuur 34).

Een andere mogelijke reden van onleesbare coderingen is de aanwezige van reliëf op de verpakking, de codering kan in die mate vervormd dat de inhoud onleesbaar is.

Een andere reden van het ontstaan van onleesbare verpakkingen treedt op als de aangebrachte codering mechanisch vervormd wordt voordat de inkt voldoende gedroogd is. De mechanische vervorming kan gebeuren door een operator tijdens de *handling* of door de verpakkinglijn zelf, waarbij de codering wordt uitgeveegd, weggeschuurd of vervormd.

Tot slot kan er ook sprake zijn van een printermalfunctie, waardoor de inktdruppels, de laser of het inktlint niet de juiste oriëntatie en positie meekrijgen waardoor een foutieve codering wordt verkregen.



Figuur 34: Voorbeelden van onleesbare codering door natte ondergrond en door een statisch geladen ondergrond [23]

- **Foutieve inhoud van codering**

Één van de ernstige printfouten die kan optreden is als de codering een foutieve inhoud meekrijgt tijdens de productie. Dit kan gebeuren doordat de operator een typefout maakt of de verkeerde informatie heeft meegekregen tijdens het opstarten van een lot. Dit is een zeer ernstige fout, aangezien deze niet altijd door het OCR-systeem wordt opgemerkt. Zo is er de kans dat ook bij het instellen van het OCR-systeem dezelfde fout wordt gemaakt waardoor indien onopgemerkt het heel lot verkeerd wordt gecodeerd. Dit probleem is alleen op te lossen door de instellingen van de beide systemen onafhankelijk van elkaar uit te voeren of de inhoud van de codering en de master *image* in het OCR-systeem automatisch door bijvoorbeeld een *Enterprise Resource planning* systeem te laten genereren.

4.2 Evaluatie

Offertes

In dit onderdeel van de masterthesis worden de offertes die werden aangevraagd bij de verschillende bedrijven die OCR-systemen aanbieden vergeleken op basis van onder andere: de prijs, het soort product, de levertermijn, de garantie en de kosten voor technische interventies.

4.2.1 Cognex

Het *In-Sight 7600* visiesysteem serie met geïntegreerde belichting en autofocusstelsel (resolutie: 640 x 480) aangeboden door Cognex, is ontworpen met de volledige reeks krachtige Cognex visiealgoritmen en handige functies (zoals visie-instrumenten; waaronder *PatMax RedLine*, *SurfaceFX* en *OCR-Max* voor snelle locatie en inspectie van onderdelen) om te helpen applicaties eenvoudig en betrouwbaar op te lossen. Als het gaat om fabrieksautomatisering, past één maat zelden voor alle toepassingen. Daarom is de *In-Sight 7600* ontworpen met *Flexible Image Technology™* die de beeldvorming optimaliseert en de noodzaak van dure externe verlichting minimaliseert. Door het modulair karakter (Figuur 36) van de *In-Sight 7600* serie wordt een hele reeks aan modulaire licht, lens- en optiekmodules aangeboden. Hierdoor wordt het ultieme flexibel systeem bekomen dat de mogelijkheid biedt om zich aan de specifieke toepassing aan te passen. Om de visietoepassingen te configureren biedt Cognex een systeem gebaseerd op spreadsheets aan dat vergelijkbaar is met Excel. Deze intuïtieve gebruikersinterface wordt weergegeven in Figuur 38. [40] [41] [42]



Figuur 35: Beeld van de modulaire opbouw van de *In-Sight 7600* serie [40]

Funcities:

De onderstaande afbeeldingen bevat de functies en de UI die de In-Sight 7600 series bezit (Figuren 37 en 38).

Reeks van verbeterde visie-instrumenten, waaronder; PatMax RedLine, SurfaceFX en OCRMax voor snelle locatie en inspectie van

Flexibel Image Technology (FIT) optimaliseert de beeldvorming en minimaliseert de behoefte aan dure externe verlichting.

Verwisselbare lenzen met C-bevestiging en S-bevestiging en een autofocusoptie voor de beste afbeeldingsresolutie op basis van de werkafstand

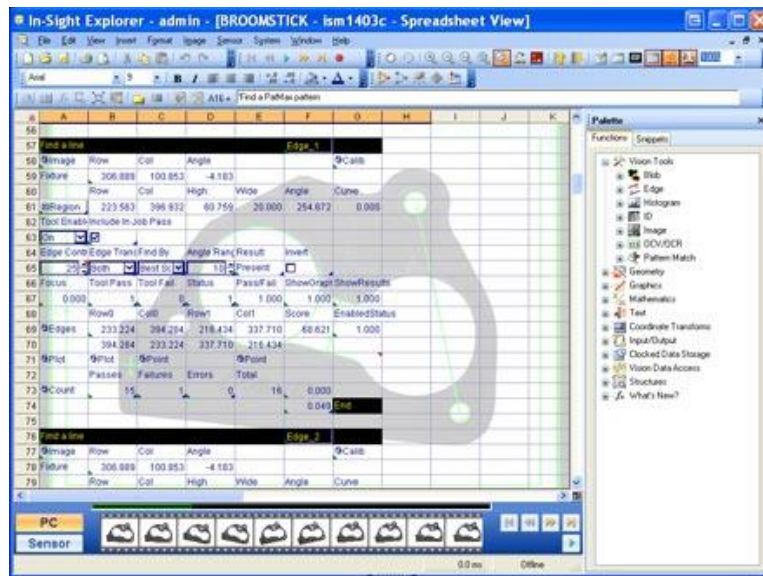
Onboard SD-kaart voor extra gegevensopslag en eenvoudige overdracht van taakbestanden tussen systemen.

Wrap-around LED-indicatielampje geeft duidelijke visuele goedkeurings- / uitvalinspectie resultaten die van een afstand kunnen worden bekeken, ongeacht de oriëntatie van het product.

Behuizing met IP67-classificatie biedt bescherming in ruwe fabrieksomgevingen.



Figuur 36: Functie lijst van de Touchpad 7000 series [40]



Figuur 37: Cognex spreadsheet [41]

Extra optie de Visionview In-Sight (Figuur 39):

De *VisionView* bedieningsinterface is een *touchpad*, die specifiek ontwikkeld is voor het besturen van In-Sight *vision* systemen op de fabrieksvloer. Het bedieningspaneel biedt een ergonomische en makkelijke manier aan voor het besturen van het In-Sight *vision* systeem door de aanwezige operators. Aanvullend biedt de *visionview900* ook een beveiligingsfunctie aan, doormiddel van de toegangsbescherming functie met wachtwoord. [43]



Figuur 38: Vision view 900 [43]

4.2.2 Wenglor

De visiesensor *weQubeVision* met resolutie (736*490 pixels) is gebaseerd op de Wenglor *MultiCore*-technologie (Figuur 40). De functies autofocus, *ROI* en *tracking* zorgen voor optimale objectdetectie.

De volgende beeldverwerkingsmodules zijn beschikbaar: controle van de dimensienauwkeurigheid, sorteerprocedures, aanwezigheidsbesturing, objecttelling, positie-uitvoer, pixel telling, filteropties en statistische evaluatie. Dankzij de geïntegreerde kleurenimage-chip zijn alle functies voor beeldverwerking ook beschikbaar voor toepassingen op afstand. [44]

Om de visiesensor in staat te stellen om OCR-controle uit te voeren, dient ook de software *upgrade weQubeOCR* aangekocht te worden. Dit is het softwarepakket voor karakterherkenning ontwikkeld door Wenglor, het leest voor gedefinieerde OCR-A- en OCR-B-lettertypen over meerdere regels in een enkele scanbewerking. De *teach-in*-functie biedt de extra optie om in nieuwe lettertypen te leren. [45]

Tot slot dient ook de software upgrade *weQubeVision Pattern Matching* een het softwarepakket voor objectdetectie te worden aangekocht.

Het softwarepakket maakt het mogelijk om objecten in het beeld te herkennen ongeacht hun positie en rotatieoriëntatie in slechts drie eenvoudige stappen en om vervolgens op hun basis andere beeldverwerkingsfuncties te gebruiken. [46] [47]

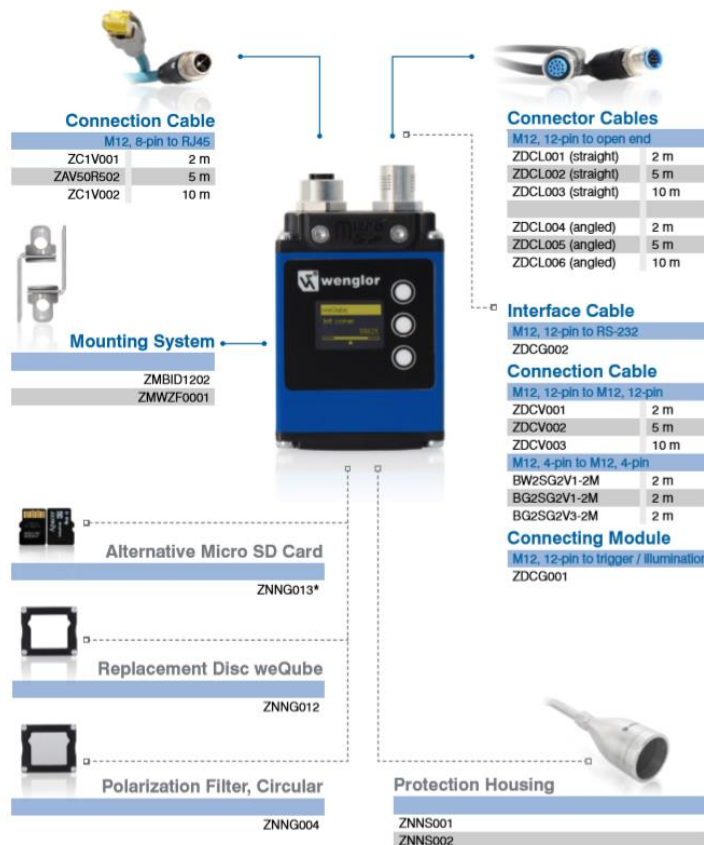


Figuur 39: *weQubeVision* visiesensor van Wenglor [44]

Funcities:

De onderstaande afbeelding (Figuur 41) bevat alle de functies en opties die de weQube vision bezit. Zo bevat de camera 2 mogelijke uitwisselbare kabelconnectiepoorten voor het transporteren van inputs en outputs (enkele mogelijke aansluitingen zijn een connectie poort voor een kabel met 6 pinnen naar een open uiteinden en een connectie poort voor een kabel met 12 pinnen naar een open uiteinde elk in verschillende lengetes).

Ook biedt het systeem een mogelijkheid aan voor het aanbrengen van een bevestigingsmechanisme om het systeem op de lijn te bevestigen. Aanvullend kan de camera ook worden geïnstalleerd in een beschermende inox behuizing. De mogelijke uitgangen zijn de volgende: PNP / NPN / *Push-Pull*, Omschakelbaar naar NC / NO, Verlichtingsoutput, RS-232-interface. Tot slot kan de camera ook gebruik maken van uitwisselbare micro SD-kaarten en is er ook de mogelijkheid om een polarisatiefilter te gebruiken. [44]



Figuur 40: Functie lijst van de weQube vision sensor (Wenglor) [44]

4.2.3 Keyence

Keyence biedt onder andere een nieuwe generatie CV-X420 hoge snelheidscontroller (Figuur 42) en een Vision System Camera met 16x Speed en 2MP geheugen Monochrome Camera (Figuur 44) aan die compatibel zijn met de nieuw ontwikkelde LumiTrax visietechnologie. Bij de LumiTrax methode wordt een ultrasnelle visiecamera gekoppeld aan een ultrasnelle gesegmenteerde verlichting om het doelwerkstuk uitermate precies vast te leggen. De LumiTrax is een absoluut nieuwe beeldvormingsmethode waarbij meerdere afbeeldingen worden gemaakt van een product met belichting die vanuit verschillende richtingen invalt (Figuur 43). Dit maakt het mogelijk om de variaties in het werkstuk en de invloed van de omgeving te elimineren die stabiele inspecties voorkomen. Bijhorende kabels, printers, lenzen, ect. die nodig zijn voor het gebruik van de modules zijn inbegrepen in de prijs. Keyence producten maken steeds gebruik van vooraf gemaakte bibliotheken met enkele miljoenen tekens in uiteenlopende fonts, hierdoor moet er ter plaatse geen bibliotheek meer moeten worden aangemaakt, wat een tijdrovende taak is.

Als belichtingsbron werd gekozen voor de multispectrale verlichting van 200mm om een optimale belichting te garanderen op de gehele ROI. [48] [49]



Figuur 41: Keyence new gen CV-X420A [48]



Figuur 42: Vision System Camera 16x Speed 2MP Monochrome Camera [48]



Figuur 43: LumiTraxTM (Integratie van camera belichting en inspectie algoritme) [48]



Figuur 44: Keyence multi spectrale verlichting 200 mm [48]

Aansluitend biedt Keyence ook een iets oudere smartcamera aan die gebruik maakt van een standaard snelheid 2MP monochroom camera, samen met een CV-X150RP standaard controller. Ook hier zijn bijhorende kabels, printers, lenzen, ect. die nodig zijn voor het gebruik van de modules inbegrepen. [49]



Figuur 47: Keyence CV-X150RP image Sensor/controller [48]



Figuur 46: Keyence Vision System Camera Std. Speed 2MP Monochrome [48]



Figuur 45: Keyence White Koepel Light ø152 [48]

Tot slot werd er aan Keyence gevraagd of wat de meest goedkoopste manieren zijn voor OCR-controle in hun gamma. Hiervoor werd er gekozen voor de IV series visiesensor van Keyence. Dit is een conventionele visiesensor met ingebouwde verlichting en *SD(Secure Digital)*-slot die sinds kort ook een OCR-functie tool bevat.

De sensor maakt gebruik van een OCR-tool die controleert of de tekst op de potjes overeen komt met een op voorhand genomen master image (foto van een correcte code). Hiervoor maakt de sensor gebruik van een uitgebreide bibliotheek van enkele miljoenen karakters in verschillende fonts om te bepalen of de codering correct is aangebracht.

Een groot voordeel van deze visiesensor is dat het proces vrij simpel is, zo moet er geen bibliotheek worden aangeleerd. Ook moet er bij de start van het proces enkel een masterfoto maken. Een ander voordeel is dat deze sensor al gebruikt wordt bij Aminolabs voor de controle van labels.



Figuur 48: Keyence IV series visiesensor [59]

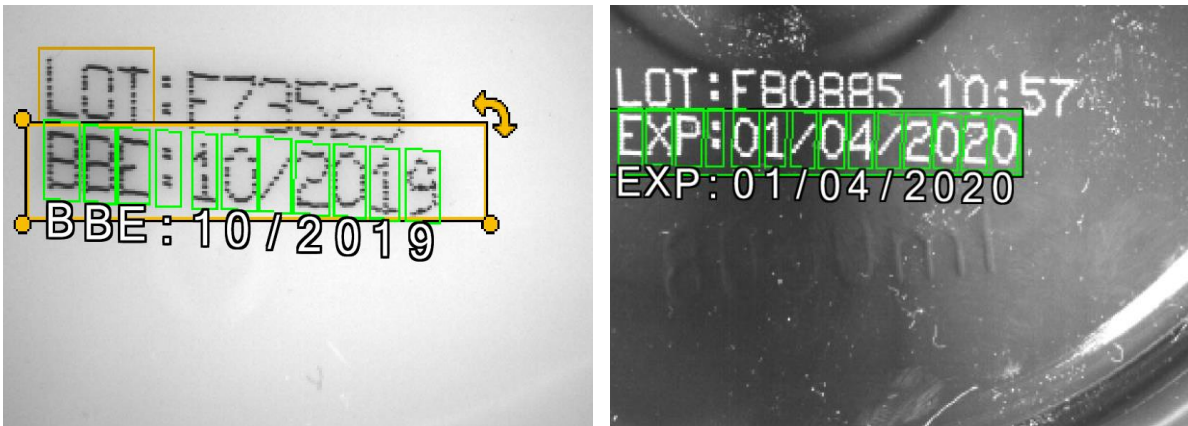
Testen Keyence:

De testen werden uitgevoerd op het hoofdkwartier van Keyence door een Keyence vision IV sensor, een demo en een test rapport werden doorgestuurd. De resultaten van dit test rapport worden in het onderstaande onderdeel van de masterproef besproken.

De resultaten dienen sceptisch te worden bekeken, want dit zijn testen die op een andere manier zijn uitgevoerd dan de testen uitgevoerd samen met Cognex. Daarnaast kunnen bedrijven er baat bij hebben om hun product iets meer in de kijker te zetten, wat de objectiviteit van de resultaten in het gedrang kan brengen. Bijkomend werd er voor deze testen gebruik gemaakt van een goedkope visiesensor (2500 euro) die kwalitatief zeer waarschijnlijk niet op kan tegen de duurdere systemen. De testen kunnen beschouwd worden als een bewijs van leesvermogen op laboschaal en niet als een bewijs van leesvermogen op industriële schaal.

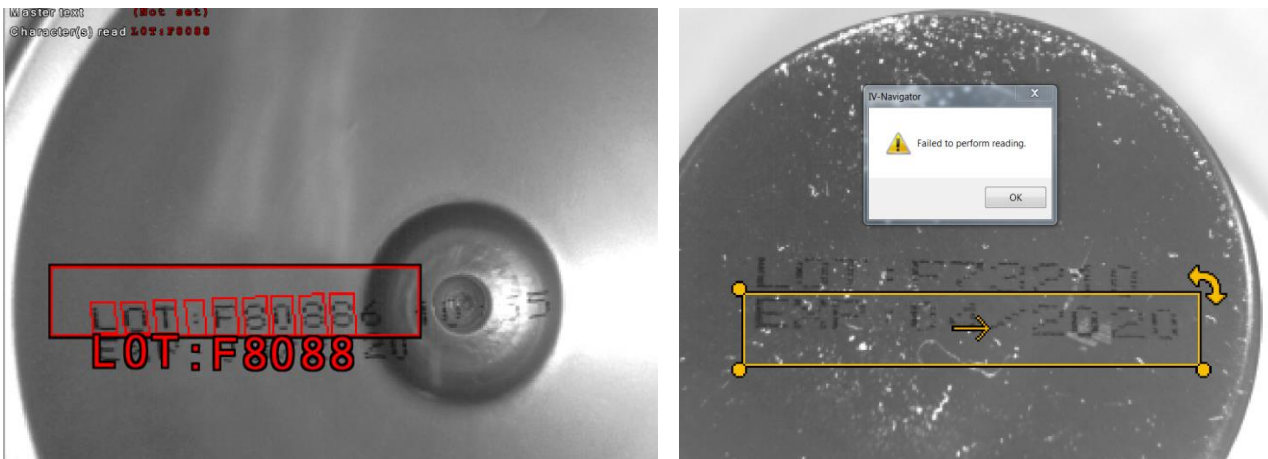
Resultaten test Keyence:

In onderstaande afbeeldingen (Figuur 50) en de afbeeldingen terug te vinden in bijlage J, bevatten de resultaten van de testen van Keyence.



Figuur 49: Foto's genomen met goed gelezen coderingen genomen door de Keyence IV serie vision sensor

Zowel de witte als het zwarte potjes konden op laboschaal goed worden gelezen. Er kan duidelijk worden waargenomen dat er veel contrast is tussen de achtergrondkleur en de kleur van de codering in de onderstaande foto's. Dit wijst op een hoge resolutie en goed gebruik van filters. Wel kan er worden opgemerkt dat de stofdeeltjes bij het zwarte potje sterk naar voorkomen waardoor deze een reëel probleem kunnen vormen voor de toepassing te Aminolabs.



Figuur 50: Foto's genomen met goed gelezen coderingen genomen door de Keyence IV serie vision sensor

Bij de potjes met een geborsteld metalen uitzicht zorgde de weerkaatsing van het aanwezige licht voor een foutief resultaat (Figuur 51). Het OCR-systeem is niet in staat om de verschillende tekens te lokaliseren en vervolgens te segmenteren. Ook het reliëf op de onderzijde van de potjes zorgt voor een probleem met het herkennen van de aangebrachte codering. Wel kunnen we zien dat indien er geen reliëf aanwezig is de grijze potjes goed leesbaar zijn door de visiesensor.

Bespreking van de Keyence testen:

De resultaten bekomen door deze test zijn niet super behulpzaam aangezien ze niet uitgevoerd zijn op de zelfde manier als de testen van Cognex. Ook is de gebruikte visiesensor veel goedkoper en niet vergelijkbaar met de smartcamera aangeboden door Cognex. Er kan worden geconcludeerd dat deze visiesensor goede resultaten haalt op vlakke oppervlakte maar tekort schiet als er reliëf of reflectieve ondergronden aanwezig zijn. Om een goede vergelijkende analyse te maken is er bijgevolg extra onderzoek nodig.

4.2.4 Meliscout

Het *Vision secure-model*, aangeboden door Roosjen, de officiële afgevaardigde van Meliscout Vision Engineering in België, voldoet perfect aan de vereisten van de farmaceutische, cosmetische en voedingsmiddelenindustrie. Het kleine ingebedde systeem is geschikt voor talrijke automatische inspecties. De *vision secure* biedt oplossingen voor beeldanalyse voor toepassingen zoals detectie van afwijkingen op verpakkingen, lezen van streepjescodes en datamatrixcodes, optisch lezen van tekens (OCR / OCV), indicatie van posities, dimensionale controle en vele andere taken die vaak voorkomen in de productie. Functies voor flexibele aanpassing aan specifieke vereisten in verpakkingsprocessen worden verstrekt. Enkele camera en meerdere camera-configuraties, waaronder maximaal 16 items zijn beschikbaar. Een solide metalen behuizing beschermt optica en elektronica, zelfs in veeleisende industriële omgevingen. [50] [51]

Enkele voorwaarden:

Er is een vaste focusafstand (80mm nodig voor de camera om deze in staat te stellen tot het lezen van tekst. De potjes dienen ook recht voorbij te komen om op een afdoende manier te kunnen controleren. Verder is er ook voldoende contrast nodig, zwarte tekst op een witte achtergrond werkt het best, gele tekst op zwarte ondergrond zal indien de juiste belichting wordt gebruikt ook afdoende contrast creëren. [51]

Functies en onderdelen van het Meliscout-pakket:

Het Meliscout-pakket bestaat uit 2 compatibele visiecamera's en een line controller met *touchpad*, de functies en onderdelen hiervan worden in dit deel van de masterproef afzonderlijk besproken. [51]

1. Meliscout line controller (Figuur 52)

Het line controlersysteem van Meliscout bevat een 8 inch *touchpad* dat speciaal is ontwikkeld voor de visualisatie en aansturing van Vioprint multifunctionele *smartcamera's*. Daarnaast biedt het systeem ook de mogelijkheid tot een paswoord beschermde toegang, een geïntegreerde inox behuizingen en aansluitingen voor *LAN*, *HDMI* en *USB*. Aanvullend biedt het controlesysteem de mogelijkheid tot Nederlandstalig bediening, aansluiting tot maximaal 8 camera's en de integratie van een *User management* systeem.



Figuur 51: MELISCOUT line controller met smartcamera [50]

2. Meliscout multifunctionele Monochroom smartcamera (Figuur 53)

De *smartcamera* aangeboden door Meliscout biedt de volgende mogelijke functies aan: code reading, OCV-controle, positiecontrole, aanwezigheidscontrole of een combinatie van bovenvermelde functies (tot 10 opgaves per controle zijn mogelijk). Het visiesysteem is vrij programmeerbaar door de eindklant zonder de noodzaak voor programmatie in de *source* code.

Aanvullend kan het visiesysteem ook behuïsd worden in een geanodiseerd aluminium case (afmetingen behuizing: 50 x 50 x 80 mm) voor het verkrijgen van een hygiënisch (GMP) design

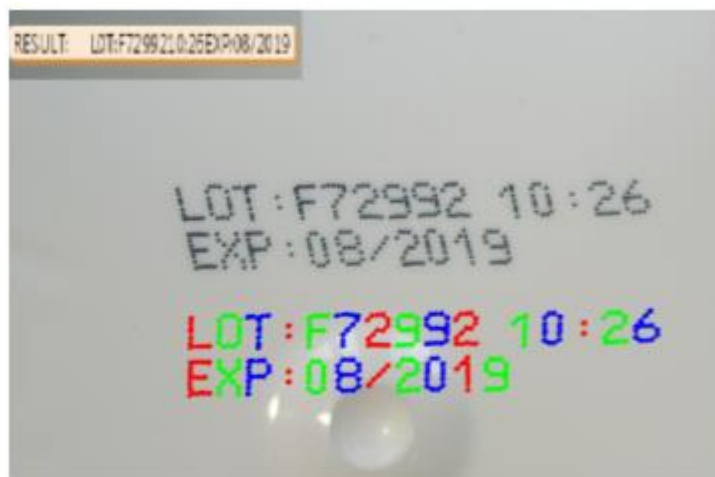
De belichting van de codering gebeurt door middel van een witte *LED* belichting opgebouwd uit *power LED*'s. Ook is het systeem voorzien van een *LED*'s voor de statusweergave (trigger en resultaat). Het visiesysteem kan worden aangesloten met een USB kabel of door middel van een industriële kabel met IP 65 *socket* en is voorzien van 4 in- en uitgangen (24 V DC). De focusafstand voor *code reading* is tussen de 80 en de 100 mm en de resolutie bedraagt 1280 x 960 pixels. [51]



Figuur 52: Foto van MELISCOUT multifunctionele Monochroom smartcamera [50]

Test Meliscout (Figuur 54)

De resultaten dienen sceptisch te worden bekeken, want dit zijn testen die op een andere manier zijn uitgevoerd dan de gene uitgevoerd samen met Cognex. Daarnaast kunnen bedrijven er baat bij hebben om hun product iets meer in de kijker te zetten, wat de objectiviteit van de resultaten in het gedrang kan brengen. De testen kunnen beschouwd worden als een bewijs van leesvermogen op laboschaal en niet als een bewijs van leesvermogen op industriële schaal. [51]



Figuur 53: Afbeelding van geteste potje door Roosjen Nv (d.m.v. Meliscout vision secure) [50]

Bespreking test Meliscout

De resultaten bekomen door deze test zijn niet super behulpzaam aangezien ze niet genomen zijn op de zelfde manier als de testen van Cognex. Er kan worden geconcludeerd dat deze visiesensor goede resultaten haalt op vlakke oppervlakte maar de test bevat geen producten met extreem reliëf of reflectieve ondergronden hierdoor is het onmogelijk te besluiten of het aangeboden systeem voldoet aan de eisen. Wel kan er worden opgemerkt dat het aangeboden systeem gespecialiseerd is in “continu Inkjetbedrukking” op kunststof oppervlakten, dus het lezen van de zwarte coderingen op witte ondergrond was geen probleem op laboschaal. Ook mag het product 360° draaien zonder problemen voor het visiesysteem, door de aanwezige locatie algoritmes. Om een goede vergelijkende analyse te maken is er bijgevolg extra onderzoek nodig.

4.2.5 Vergelijking van de verschillende Visiesystemen:

In dit hoofdstuk van de thesis worden de verschillende visiesystemen gerangschikt op basis van onder andere de prijs, levertermijn, de garantieduur, installatiekosten. [51] [49] [42] [47]

Prijs

Als de prijzen van de verschillende visiesystemen voor één lijn te Aminolabs worden vergeleken, wordt de volgende rangschikking behaald (de systemen staan opgelijst van het duurste systeem naar het goedkoopste systeem). Software en niet vermelde hardware zoals; kabels, lenzen, lichtfilters en standaard verlichting zijn inbegrepen in deze prijs.

1. **Meliscout:** € 18.100,00 voor het *Multi* camera systeem met 2 camera's met een multifunctionele *touchpad* inbegrepen. Dit camera systeem bevat één camera voor OCR controle en één camera voor *sleeve* controle
 2. **Meliscout:** € 16.700,00 voor enkel het OCR-systeem zonder de camera voor *sleeve* controle
 3. **Keyence:** € 10.010,80 voor de *New gen 16x Speed 2MP Monochrome Camera* met een Multi spectrum koepel belichting inbegrepen
 4. **Cognex:** € 7.194,00 voor de In-Sight 7600 modulaire smartcamera kleur met multifunctionele *touchpad* inbegrepen
 5. **Keyence:** € 5.510,80 voor de normale snelheid 2MP Monochrome Camera met een normale witte koepel belichting inbegrepen
 6. **Wenglor:** € 2.813,25 voor de weQubeVision visiesensor
 7. **Keyence:** € 2.500,00 voor de IV series visie-sensor
- [51] [49] [42] [47]

Er is duidelijk een groot verschil in prijs en kwaliteit tussen de verschillende visiesystemen. Zo zijn de smartcamera's steeds duurder dan de visiesensoren. Ook valt er duidelijk af te leiden dat in het algemeen de kwaliteit van het product (resolutie, snelheid en flexibiliteit) verbetert bij het stijgen van de prijs. De systemen die het meest kosten om aan te kopen worden vaak op maat gemaakt voor de klanten, waardoor ze op lange termijn winstgevender kunnen zijn, omdat ze beter om kunnen gaan met de specifieke eisen die een toepassing met zich meebrengt.

Levertermijn

Als de levertermijn wordt vergeleken tussen de verschillende visiecamera's, wordt onderstaande rangschikking verkregen:

1. **Meliscout:** 2 maanden
 2. **Cognex:** 1 à 2 weken
 3. **Keyence:** 1 à 2 weken
 4. **Wenglor:** 2 à 3 werkdagen
- [51] [49] [42] [47]

Er kan geconcludeerd worden dat de levertermijn vooral afhankelijk is van de al dan niet op maat produceren van de visiesystemen. Over het algemeen is de levertermijn van de standaard visiesensoren met standaardbelichting en beperkte maatwerk en flexibiliteit veel korter dan duurdere systemen zoals die van Meliscout

Installatiekosten [51] [49] [42] [47]

Cognex:

Bij Cognex wordt er gewekt met twee mogelijke manieren voor het installeren van de camerasystemen:

1. **Opleiding voor twee personen**

Bij deze optie krijgen 2 personen uit Aminolabs een opleiding van 2 dagen. Hierna zijn deze personen vertrouwd in het maken van fonts en het besturen en instellen van *In-Sight 7600* camera's. Waarna deze interne "visie experts" de kennis hebben vergaard om de installatie voor hun rekening te nemen. De prijs voor deze opleiding is 1950 euro.

2. **Installatie door visie expert van ESM-vision**

Bij deze optie wordt de installatie van het visiegedeelte van het OCR-systeem gedaan door een externe visie expert van *ESM-vision*. Hierbij wordt geen kennis opgebouwd in Aminolabs, waardoor eventuele aanvullende installaties op andere lijnen ook moet gebeuren door externe visie experts wat de prijs sterk opdrijft. De prijs van de installatie is in dit geval 5250 euro, voor een geschatte week aan werk. Tijdens deze week gebeurt de installatie van het visiegedeelte, met onder andere het realiseren van het inspectieprogramma (*job's*) en het afstellen en testen van de belichting en jobinhoud. Ook het verfijnen van de vele instellingen zoals de nauwkeurigheid, de foutmarge, ect. hoort hierbij.

Wenglor:

Bij Wenglor kan de installatie en afstelling van het visiesysteem ook gebeuren door middel van externe visie experts en intern personeel dat een training heeft gekregen. Indien er wordt gekozen voor de installatie door de externe experts wordt de onderstaande tarieven en diensten voor inbedrijfsname van visiesystemen gehanteerd:

Diensten:

- De effectieve aansluiting op klemmen wordt uitgevoerd door de *technical support engineer* van Wenglor.
- Verder behoren configuratie, mechanisch afregeling van alle Wenglor toestellen alsook de bijstand bij het opzetten van de communicatie met de sturing tot het typisch takenpakket van de *technical support engineer*.
- De klant staat echter wel in voor de montage van de Wenglor toestellen alsook voor het leggen van de kabels naar de sturings- of klemmenkast.

Tarieven Wenglor:

De tarieven die Wenglor hanteert voor technische interventies en verplaatsingen staan weergegeven in onderstaande tabel (Tabel 1).

Tabel 1: Tarieven Wenglor

Tarieven Wenglor		
Technische interventies		
omschrijving	Eenheid	Prijs
Service voor sensoren	Per uur	96,00€
Service systemen: barcode, visie, veiligheid	Per uur	96,00€
Wachttijden ter plaatse door bijvoorbeeld productieprioriteit	Per uur	96,00€
Verplaatsingskosten		
Omschrijving	Eenheid	0.75€
Reiskosten per auto	Per km	96,00€
Reistijd	Per uur	24,00€
Forfait per werkdag	Per dag	24,00€
Forfait per overnachting	Per nacht	79,00€
Forfait voor vliegreis in Europa	eenmalig	550,00€

Opmerking: verplaatsingen worden standaard gerekend vanuit het kantoor van Wenglor in Dronen.

Keyence:

Er zijn geen extra opleidings- en ondersteuningskosten.

Meliscout:

Het installeren van het systeem en opleiding van het personeel bij Mivas in België kost ca 900 euro, in deze prijs zit onder andere het opzetten en het afstellen van het visiegedeelte van het OCR-systemen de opleiding van het personeel van Aminolabs.

Opmerking: Bovenstaande is een realistische schatting van de tijd die nodig is voor installatie, begeleiding en training. Verdere scholing, langere installatietijden of begeleiding van de validatie worden na de installatie berekend. Er kan als alternatief ook overeenkomen worden dat de gepresteerde uren gewoon tegen uurtarief worden berekend.

Prijs voor technische interventies

Als er een ranking van de prijs van de technische interventies wordt gemaakt wordt de volgende verdeling bekomen:

1. **Meliscout:** eerste 12 maanden gratis
2. **Keyence:** €0/uur
3. **Wenglor:** €96/uur exclusief verplaatsingskosten
4. **Cognex:** €119/uur exclusief verplaatsingskosten
[51] [49] [42] [47]

Er kan worden concluderen dat er een zeer groot verschil is tussen de verschillende prijzen voor technische interventies. Er kan worden geconcludeerd dat bedrijven zoals Cognex en Wenglor veel geld vragen voor een dienst, die andere bedrijven ofwel gratis doen ofwel meegenomen hebben in de eenmalige kost. Maar het is absoluut niet zeker of Keyence wel degelijk ter plaatsen komt bij het voorkomen van problemen, terwijl dit één van de belangrijkste inkomsten bronnen is van bedrijven als Esm-vision.

Samenvattende tabel van de vergelijkende analyse op basis van de aangeboden offertes:

Tabel 2: Samenvattende tabel van de vergelijkende analyse op basis van de aangeboden offertes

Merk	Cognex	Wenglor	Keyence	Meliscout
Eigenschap				
Prijs	€6.334 (hardware en software) + €860 (<i>touchpad</i>)	€2.813,25 (hardware en software)	€5500 (oudere versie) Of €10000 (nieuwe generatie)	€ 18.100,00 (systeem met 2 camera's + <i>touchpad</i>) of €16.700 (systeem met 1 camera)
Product	In-Sight 7600 series Modulaire Smartcamera kleur (extra belichting)	weQubeVision visiesensor monochroom met OCR-functie (standaard belichting)	Keyence Vision System Camera Modulaire smartcamera Monochroom (extra belichting)	Monochroom smartcamera met extra camera voor sleeve controle (extra belichting)
Levertermijn	1 à 2 weken	2 à 3 werkdagen	1 à 2 weken	2 maanden
Installatie kost	€5250 voor de opstart (één week) Of €1.950 training voor 2 personen (2 dagen)	€96/uur (exclusief verplaatsingskosten, gedurende enkel dagen)	Gratis (één dag geschatte opstart tijd)	€900 (max. 8 werkuren per dag)
Prijs voor technische interventies	€119/uur voor interventies (excl. verplaatsingskosten)	€96/uur (exclusief verplaatsingskosten)	Gratis	Eerste 12 maanden gratis (max. 8 werkuren per dag)

Opmerking: de garantie voor deze visiesystemen is steeds 1 jaar

4.2.2 Datamatrix

In dit onderdeel van de masterproef werd elke onderzocht OCR-systeem gequoteerd waarbij 5 punten konden worden verdiend als het product volledig voldeed aan de eigenschap en een 1 als het product helemaal niet voldoet aan de eigenschap. Aangezien de prijs zwaarder doorweegt dan de andere criteria werd een hoger gewicht toegekend aan dit criteria, de scores voor de prijs staan voor deze evaluatie op 25. Ook het compatibel zijn met het eisenpakket weegt zwaarder door dan de overige criteria, hierdoor staan de scores voor dit criteria op 15. De analyse werd uitgevoerd voor zowel de In-Sight 7600 Color camera van Cognex, de visiesensor weQubevision van Wenglor, zowel de CV-200 M als de CA-HX200m en de IV serie visiesensor van Keyence en tot slot de Multifunctionele smartcamera van Meliscount.

Uitleg en bespreking van de datamatrix:

Prijs:

In deze categorie werden het vermogen van verschillende visiesystemen gequoteerd op basis van de eenmalige aankoop prijs van de hardware en software. Het Visiesysteem met de laagste prijs krijgt een score van 25 toegewezen. De andere visiesystemen krijgen een score die aangeeft hoeveel verschil er proportioneel tussen de prijs van het goedkoopste systeem en hun prijs aanwezig is. Het systeem met de laagste prijs is de visiesensor van Keyence met een prijs van 2500 euro. De prijs van het systeem van Wenglor is 2813.25 euro, indien dit vergeleken wordt met het systeem van Keyence kan er worden achterhaald dat dit systeem $\frac{€2813,25}{€2500} = 1,125$ keer duurder is dan de visiesensor van Keyence. De proportionele score voor dit systeem is $\frac{25}{1,125} = 22,22$ afgerond krijgt dit systeem een score van 22. De oudere versie van Keyence heeft een prijs van 5500 euro indien een analoge berekening wordt gemaakt is dit systeem $\frac{€5500}{€2500} = 2,2$ keer duurder. Proportioneel is dit $\frac{25}{2,2} = 11,36$ afgerond krijgt dit systeem een score van 11. Analooog krijgt het systeem van Cognex een score van 10, het nieuwe systeem van Keyence een score van 6 en het systeem van Meliscount een 3.

Flexibiliteit:

Voor deze categorie werd het vermogen van de visiesystemen voor om te gaan met de hoge variabiliteit van producten te Aminolabs geanalyseerd en gequoteerd. Om een goede flexibiliteit van de OCR-systemen te bekomen wordt er onder andere gekeken naar de ombouwtijd, de modulariteit van het product, het vermogen om meerdere combinaties van ondergrond materiaal en printmethode aan te kunnen en de afmetingen van de camera.

De Cognex en Keyence smartcamera's werden gequoteerd met een 5, omdat dit systemen zijn die zowel een snelle ombouwtijd en een hoge modulariteit bezitten.

De Meliscount kreeg een score van 4, aangezien het een zeer nauwkeurig systeem is, waarbij de focus ligt op snelheid en nauwkeurigheid en niet op ombouwtijd en modulariteit. Hierdoor zal het systeem niet efficiënt om kunnen gaan met frequente wijzigingen van het te controleren product.

De visiesensoren van Keyence en Wenglor bezitten niet de nodige modulariteit van onder andere: belichting, filters en lenzen, die nodig is om alle producten te Aminolabs te kunnen lezen. Daarom kregen de visiesensoren elk een score van 2/5.

Installatie, technische interventies en opleiding:

Zowel de visiesensor van Wenglor en de smartcamera's van Meliscount krijgen een score van 5 omdat ze op een goedkope en betrouwbare wijze opleiding en de technische interventies en installatie werden, voorzien in hun offertes.

De verschillende producten van Keyence worden met een 3 gequoteerd. Deze producten werden met deze score gequoteerd, omdat Keyence aangaf zowel technische interventies, installatie en opleiding gratis uit te voeren, maar Keyence is een bedrijf waar er eerder wordt gefocust op het product en de verkoop ervan en minder op de installatie en *aftercare*. Zo bleek uit de offerte en uit onderlinge

gesprekken dat de installatie en opleidingsduur gedurende maximaal één dag werd geschat, wat betekent dat de installatie en opleiding voornamelijk door personeel van Aminolabs zal moeten gebeuren.

Voor het systeem van Cognex werd de score voor technische interventies en opleiding gequoteerd met een 5 op 5. Deze score werd behaald aangezien er in de offerte van Cognex in tegenstelling tot andere producenten wel een zeer gedetailleerd planning voor installatie en opleiding werd opgenomen. De tijdsduur van het installatieproces werd op een hele week geschat of kon worden overgenomen door de opleiding van 2 personen gedurende 2 dagen waarna de installatie intern kan gebeuren.

Compatibiliteit met het eisenpakket:

In deze categorie werden de visiesystemen gequoteerd op hun vermogen om overweg te kunnen met het specifieke eisenpakket (verschillende kleuren, reliëf, snelle ombouwtijd, ect) te Aminolabs. Er kan geconcludeerd worden dat er geen enkel systeem een 15 scoort wat wilt zeggen dat het eisenpakket te uitdagend is voor de geteste visiesystemen. De Cognex, de *new gen* smartcamera van Keyence en de Meliscout smartcamera's scoren een 13, door de goede belichtingstechnieken, complexe algoritmes en hoge resolutie van de aangeboden systemen. De systemen blijven het echter moeilijk hebben met de grote variabiliteit tussen de verschillende producten en het extreme reliëf dat soms aanwezig is op sommige verpakkingen. De andere visiesystemen scoren echter slechter met een score van 5. Deze systemen zijn simpelweg niet in staat om te voldoen aan het eisenpakket, doordat ze ofwel standaard belichting bevatten, ofwel niet de gewenste flexibiliteit bezitten, ofwel niet het nodige complexe OCR-algoritme en geheugenkracht bezitten die nodig is voor deze toepassing. Zo hebben systemen respectievelijk een resolutie van (2.000.000 pixels voor de smartcamera's van Keyence, tot 1.920.000 pixels voor de smartcamera van Cognex, 1.200.000 pixels voor de smartcamera van Meliscout, 353.280 pixels voor de visiesensor van Wenglor en 360.690 pixels voor de visiesysteem van Keyence). De resolutie is zeker niet de doorslaggevende eigenschap voor het al dan niet slagen van een OCR-toepassing daarvoor zijn de interne algoritme en geheugenkracht te belangrijk (deze eigenschappen zijn niet terug te vinden in de *datasheets*, maar werden wel geobserveerd tijdens de demotesten) voor. De resolutie van de verschillende systemen geeft wel een beeld van het verschil in kwaliteit tussen de verschillende visiesystemen.

Future proof:

Deze categorie geeft de systemen een score op basis van wat hun verwachte levensduur is en hoe goed het systeem om kan gaan met *updates* en *upgrades*. Hiervoor wordt op het algemeen goed gescoord door de verschillende visiesystemen, dit door het modulaire karakter van zowel de hardware als de software van de meeste systemen waardoor een nieuweversie gemakkelijk kan worden geïmplementeerd. De oude versie van de smartcamera van Keyence is uiteraard ook te *upgraden en up te daten*, maar bevat minder geheugen een minder goede camera en minder achterliggend snuffjes vandaar dat dit systeem gequoteerd wordt met een 4, ook is de kans groot dat indien er nieuwe ontwikkelingen worden gedaan voor Keyence dat deze eerst worden geïmplementeerd in de nieuwe versies. Ook bevatten de visiesystemen ook meer dan voldoende geheugen om updates te kunnen gebruiken. De visiesensoren van Wenglor en Keyence hebben ofwel niet voldoende geheugen om meer complexere software te kunnen implementeren of zijn niet afdoende modulair opgebouwd waardoor nieuwe hardware zoals belichting of filter niet makkelijk kan worden geïmplementeerd in het visiesysteem. Hierdoor werden deze systemen gequoteerd met een score van 3 uit de mogelijke 5.

Gebbruiksgemak:

In deze laatste categorie worden de verschillende visiesystemen gequoteerd op hun vermogen om gemakkelijk te worden gebruikt in de productie door de operators.

Het systeem van Cognex kreeg een score van 4. Deze score werd verkregen omdat het systeem van Cognex gebruik maakt van een zeer intuïtief op Exel gebaseerde User interface, in combinatie van de aanwezigheid van een *touchpad*. De aanwezigheid van een *touchpad* is zeer belangrijk voor het verkrijgen van gebruiksgemakkelijke visiesystemen, doordat de aanwezige informatie op de *touchpad*

kan worden beperkt tot enkel drukknoppen die gemakkelijk zijn voor de operators om te gebruiken. De smartcamera's van Keyence kregen een score van 4. Door het feit dat het systeem is uitgerust met een bibliotheek bestaande uit miljoenen mogelijke tekens maakt dit systeem zeer gebruiksgemakkelijk. Er is echter geen *touchpad* voorzien waardoor de operatoren de machine moet besturen doormiddel van een laptop.

Het visiesysteem van Meliscout krijgt wel een 5, door de aanwezigheid van een *touchpad* en de beperkt aantal, zeer intuïtieve stappen nodig om het systeem te besturen.

Tot slot kregen de overige visiesensoren een score van 3, deze systemen zijn zeer simpel opgebouwd waardoor er weinig mogelijke stappen zijn en er dus ook spraken is van gebruiksgemak. De systemen zijn echter niet in staat om, om te gaan met het eisenpakket waardoor het gebruiksgemak sterk daalt doordat er veel zal moeten worden getest voordat het systeem werkt.

In de onderstaande tabel (Tabel 3) staan de resultaten van deze datamatrix weergegeven.

Tabel 3: Datamatrix

Merk en Product Eigenschappen	Cognex (In-Sight 7600 Color)	Wenglor (Visiesensor weQubeVisi on)	Keyence (CV-200 M, CA-HX200m, IV serie visiesensor)			Meliscout (Multifuncti onele smartcamera)
Prijs	10	22	6	11	25	3
Flexibiliteit (belichting, ombouwtijd, ect.)	5	2	5	5	2	4
Installatie/ technische interventies/opleiding	5	5	3	3	3	5
Compatibel met het eisen pakket	13	5	13	10	5	13
Future proof	5	3	5	4	3	5
Bediening/gebruiksgemak	4	3	4	4	3	5
Totaal	42	40	36	37	41	35

Conclusie van de datamatrix:

Aan de hand van de datamatrix kan er worden geconcludeerd de het In-Sight 7600 aangeboden door Cognex de hoogst score heeft behaald van 42. De visiesensoren van Keyence en Wenglor volgen met een score van respectievelijk 41 en 40. De smartcamera's van Keyence en Meliscout volgen met een totaalscore van 36, 38 en 35.

Er kan worden geconcludeerd dat de prijs van de *smartcamera* aangeboden door Meliscout te hoog ligt om enerzijds op één jaar tijd terug te worden verdiend door de relatief lage productieaantallen van Aminolabs. Dit is ook terug te zien in de datamatrix waar de lage score van de prijs niet kon worden opgehaald door de kwaliteit. De aankoop van dit visiesysteem is dan ook uitgesloten.

Ook kan er worden geconcludeerd dat de visiesensoren onvoldoende flexibiliteit en leesvermogen bieden om in Aminolabs te kunnen worden gebruikt, wel is de prijs ten opzichte van smartcamera's zeer laag waardoor ze toch relatief hoge totaalscores behalen.

De systemen die op een efficiënte manier gebruikt kunnen worden in de productie bij Aminolabs zijn de *smartcamera* van Cognex, en de *smartcamera's* van Keyence. Op voorwaarde dat er geen extreem reliëf of reflectie optreedt, is de zou de kwaliteit van deze systemen hoog genoeg moeten zijn voor het controleren van alle coderingen die voor kunnen komen te Aminolabs. De prijs van het Keyence systeem is een kleine 4000 euro duurder ten opzichte van deze het Cognex systeem, maar dit verschil wordt voor een groot deel uitgebalanceerd door het verschil in installatiekosten tussen de beide systemen. Ook is de kwaliteit en gebruiksgemak van beide systemen vergelijkbaar met elk hun specialiteiten en pijnpunten.

Anderzijds scoort het oude systeem van Keyence hoger, dan het nieuwe systeem, dit verschil is te wijten aan het feit dat de nieuwe versie bijna dubbel zo duur is en er door het hoge “gewicht” van de prijs niet voldoende kan worden gedifferentieerd door middel van deze analyse, tussen deze 2 systemen op basis van de kwaliteit. Er kan dus worden geconcludeerd dat indien de prijs het doorslag gevend criteria is er best kan worden gekozen voor de oude versie, maar indien de kwaliteit (compatibiliteit met het eisenpakket en het *future proof* zijn) er best gekozen wordt voor de nieuwe versie. Meer dan waarschijnlijk gaat de prijs van deze nieuwe versie op termijn ook dalen.

4.3 Kosten-batenanalyse van een visiesysteem bij Aminolabs

Voor het berekenen van de kosten-batenanalyse voor het *In-Sight 7600 color OCR-camera* werden eerst de kosten berekend die dit systeem met zich meebrengt. De meeste waarden werden berekend door middel van data verkregen uit een offerte doorgestuurd door ESM-vision. De data die niet gehaald werden uit deze offerte, werden berekend uit interne cijfers van Aminolabs (Bijlage I).

Kosten

De onderstaande tabel (Tabel 4) bevat alle kosten die van belang zijn, om aan te tonen of het camerasysteem aangeboden door Cognex, al dan niet economisch haalbaar is voor de huidige productiecapaciteit van Aminolabs.

Berekeningen en uitleg

Eenmalig kosten

De tabel van de kosten wordt gestart met de éénmalige kosten, hiermee werden alle kosten die slechts eenmalig gemaakt moeten worden bij de aankoop van een OCR-systeem.

De eerste éénmalige kost die besproken wordt, is die van de hardware. Onder hardware en software valt de kleurencamera, de belichting, de lenzen en filters (lenzen en filters zullen bestaan uit een aantal opties die elk gespecialiseerd zijn in één of enkele producten), bedrading, triggersensor, visie- en lokalisatietools, etc. De totale kost van het hardware gedeelte bedraagt 6334 euro.

Een tweede éénmalige kost die wordt aangehaald in de kostenanalyse is die van de *touchpad*. De *touchpad* kan bij hardware kunnen worden opgedeeld, maar wordt beschouwd als een niet noodzakelijk hardware product. De *touchpad* is echter een zeer nuttige optie die er voor zorgt dat het gebruiksgemak dermate verhoogd wordt zodat een meerkost van 860 euro gerechtvaardigd is.

Vervolgens zijn er nog de geschatte installatiekosten van het visiegedeelte dat Esm-vision voor zijn rekening neemt. Deze kost wordt geschat op 5250 euro en bevat het schrijven van een visieprogramma, het instellen en afstellen van de camera en belichting. Deze kost is echter vrij hoog ten opzichte van de kost voor de hardware en software. De kost van 5250 euro kan vervangen worden door een opleiding voor 2 mensen van 2 dagen voor 2000 euro die vervolgens zelf de installatie van het visiegedeelte voor hun rekening kunnen nemen, waarna enkel de personeelskosten van de techniekers van Aminolabs moeten inrekening worden gebracht.

Aanvullend dient de geschatte kost van de installatie van het mechanisch gedeelte van het visiesysteem in kaart worden gebracht in de kostenanalyse. Dit is de moeilijkste éénmalige kost om te schatten aangezien deze in huis wordt gedaan en er nog geen ervaring is in het installeren van visiecamera's. Dit deel van de kosten analyse bevat het fabriceren en installeren van een gestandaardiseerd bevestigingsmechanisme voor de camera vlak na de printer (op een manier waarbij slechts enkele posities mogelijk zijn voor de printer en camera-afstand). Ook bevat dit deel het plaatsen van een doorschijnend beveiligingsplaatje boven de camera zodat er geen inkt op de lens terecht kan komen bij een foutief triggersignaal. Ook kunnen er nog enkele extra kosten optreden, zoals het zorgen voor extra elektriciteit of het plaatsen van een waarschuwingssignaal (knipperlicht en/of geluidssignaal) indien er een foute codering wordt waargenomen.

Na het optellen van individuele éénmalige kosten wordt er een totale kost van 12944 euro geschat indien het visiegedeelte door Esm-vision wordt uitgevoerd. Indien het installeren van het visie gedeelte intern wordt uitgevoerd in Aminolabs, wordt de totaal kost op 9694 euro geschat.

Variabele kosten:

Naast de eenmalige kosten moeten ook de variabele kosten in rekening worden gebracht in de kostenanalyse. Onder variabele kosten vallen alle kosten die meerdere keren optreden, deze kosten zijn vaak ook zeer variabel tussen verschillende loten, producten en in de tijd.

De extra ombouwkosten tussen de verschillende loten werd geschat op 5 minuten per lot aan de lijn zelf en 15 minuten *offline* voor een nieuw product dat voor het eerst wordt geproduceerd. Het is namelijk zo dat als er een product wordt geproduceerd op een lijn waarvan de bibliotheek al van opgesteld is en de instellingen (zoals de belichting, afstand tussen respectievelijk de printer en het product en de camera en het product, de keuze van de lens, filter, ect) bekend zijn, de extra handelingen beperkt blijven tot het opzoeken van de instellingen in een tabel of ERP-systeem. Eventueel het vervangen van de lens of filter en vervolgens het intypen van enkele waarden op de *touchpad*. Nieuwe producten die voor het eerst worden geproduceerd te Aminolabs, moeten echter eerst nog getest worden om te controleren welke instellingen van zowel hardware als software de beste herkenningpercentages leveren. Indien er gekozen wordt voor een nieuw font of andere afdruk grootte dient de bibliotheek ook opnieuw te worden gemaakt. Dit is echter een tijdroven proces. Omdat witte potjes of andere potjes die sterk lijken op producten die al worden geproduceerd, vrij snel kunnen worden geïntroduceerd in het systeem. Maar voor andere speciale potjes is meerdere uren nodig om deze te implementeren. Hierdoor werd er gekozen voor een gemiddelde extra ombouwtijd van 15 minuten voor de producten die nog nooit werden geproduceerd.

Voor het berekenen van deze kost werd de onderstaande berekening gebruikt waar de extra kost in personeelskosten per lijn per jaar werd berekend. Wat niet werd berekend is de opportuïteitskost (onder opportuïteitskost valt alle niet behaalde winst, die een alternatieve aanwending van het geld behaald zou kunnen hebben).

Vervolgens treden er ook extra onderhoudskosten op deze worden echter niet meegenomen in de berekening omdat deze onmogelijk zijn in te schatten en de techniekers al gedurende het gehele productieproces aanwezig zijn en er dus geen extra personeelskost optreedt op voorwaarde dat er geen visiespecialist wordt aangenomen.

Tot slot treden er ook kosten op bij het foutief uitwerpen van potjes. Deze kost werd berekend door middel van het streefdoel van 1 fout op 10000 potjes en in de veronderstelling dat het 2 minuten duurt om een foute codering te herstellen.

Uitleg berekeningen:

Uit interne data van Aminolabs werd berekend door dat er gemiddeld 201 loten/jaar worden gedraaid op een verpakkingslijn. Indien er wordt van uitgegaan dat er 5 minuten nodig is voor het instellen van de camera, belichting en filter voor producten die al geproduceerd werden in Aminolabs. Dan is de extra kost hiervoor 2,5 euro per lot, indien de bruto personeelskost als 30 euro/uur wordt geschat. Als deze twee waarden worden vermenigvuldigt wordt er een extra ombouwkost voor routine producten van 502,5 euro/jaar/lijn bekomen.

Vervolgens werd de extra ombouwtijd voor nieuwe producten die nog nooit werden geproduceerd geschat op 15 minuten. Deze extra tijd van 15 minuten kost Aminolabs 7,5 euro per nieuw lot indien er wordt van uitgegaan dat een personeelslid 30 euro bruto per uur verdient en dus 0,5 euro per min.

Tot slot werd er de gemiddelde extra kost per jaar per lijn door foutief uitgeworpen producten berekend. Hiervoor werd eerst uit interne data berekend dat er gemiddeld 465.000 potjes per lijn per jaar worden geproduceerd in Aminolabs. Indien er een economisch haalbare verpakkingslijn moet worden bekomen, mag er slecht 1 op 10000 potjes foutief worden uitgeworpen. De kosten van één uitgeworpen potje (waarbij het 2 minuten duurt om de fout te herstellen) is 1 euro per potje. Als deze drie waarden worden vermenigvuldigt wordt er een gemiddelde extra kost van 46.5 euro per lijn per jaar bekomen

Berekening:

Gemiddelde extra ombouwkost voor routine producten:

$$201 \frac{\text{loten}}{\text{jaar}} * \left(2,5 \frac{\text{euro}}{\text{lot}} \right) = 502,5 \frac{\text{euro}}{\text{jaar lijn}}$$

Gemiddelde extra ombouwkost voor nieuwe producten:

$$15 \frac{\text{min}}{\text{lot}} / 0,5 \frac{\text{euro}}{\text{min}} = 7,5 \frac{\text{euro}}{\text{lot}}$$

Gemiddelde extra kosten door foutief uitgeworpen producten:

$$465.000 \frac{\text{potjes}}{\text{lijn jaar}} * \frac{1}{10000} \text{potjes} * 1 \frac{\text{euro}}{\text{foutief potje}} = 46,5 \frac{\text{euro}}{\text{jaar lijn}}$$

Tabel 4: Samenvattende tabel van de kosten van een In-Sight 7600 serie visiecamera van Cognex

Kosten		
Enmalige kosten	Installatie door Esm-visie	Installatie door Aminolabs
Hardware en software (Kleuren camera, belichting, lenzen, filters, ect.)	6334 euro	6334 euro
Touchpad	860 euro	860 euro
Geschatte Installatiekosten (visie gedeelte)	5250 euro	2000 euro
Geschatte Installatie kosten (mechanisch gedeelte)	500 euro	500 euro
Totaal	12944 euro	9694 euro
Variabele kosten (per jaar)		
Ombouwkosten (5 min per lot aan de lijn, 15 min offline)	201 euro per jaar per lijn + 7,5 euro per nieuw lot	
Onderhoudskosten	Niet opgenomen in de studie	
Kosten voor foutief uitgeworpen potjes (1/10000 - 2min per fout)	46,5 euro per jaar per lijn	
Totaal	13191,5 euro na het eerste jaar	9941,5 euro na het eerste jaar

Baten

De resultaten voor de baten staan weergegeven in onderstaande tabel (Tabel 5).

Berekeningen en uitleg:

De winst in *uitvoeringstijd* omvat de winst die kan worden gemaakt door 1,37 seconde per potje minder tijd te moeten steken in de controle van de verschillende producten door de aanwezigheid van een visiesysteem. Deze tijdswaarde werd als volgt berekend: door 50 potjes met en zonder manuele controle te *timen* op basis van de verstreken tijd van het moment dat ze worden vastgenomen tot het moment dat ze in de doos werden gestapeld te vergelijken met tijdswaardes van dezelfde potjes zonder dat de controle van de codering werd uitgevoerd. Uit deze test kon worden geconcludeerd dat de handelingstime voor één potje dat manueel werd gecontroleerd op alle parameters inclusief de codering gemiddeld 2,58 seconde is, zonder deze de controle van de codering was de gemiddelde *uitvoeringstijd* afgenomen tot 1,212 seconde. Dit betekent dat er kan worden geschat dat door de aanwezigheid van het visiesysteem er een tijdswinst van 1,37 seconde per potje kan worden gehaald.

Als de behaalde tijdswinst per potje, om wordt gerekend naar winst door verminderde *uitvoeringstijd* ($\frac{\text{euro}}{\text{jaar}} \cdot \text{lijn}$) kan er worden achterhaald wat de baten zijn van de aanwezigheid van een dergelijk visiesysteem.

De berekeningen werden uitgevoerd door middel van verkregen productiedata van Aminolabs (zie bijlage I) en met een personeelskost van 30 euro per uur. In de gemaakte berekening werd zowel de winst door *uitvoeringstijd* voor de gemiddelde huidige productiedata, alsook voor de maximale capaciteit gesimuleerd door de productieaantallen van de beste productiemaand te gebruiken als gemiddelde productiecapaciteit. De huidige productie op de verschillende verpakkinglijnen verloopt zeer grillig doordat niet alle lijnen continu worden gebruikt. Hierdoor worden de bekomen winsten sterk gedrukt, ook kent Aminolabs een sterke groei waardoor cijfers van eind 2017 niet geheel relevant zijn voor het al dan niet aankopen van een visiesysteem.

Daarom werd aanvullend de berekening bij maximale capaciteit uitgevoerd zodat er een beeld kan worden gevormd, over wat de winst door de invloed van het camerasysteem zal zijn op langere termijn.

Aanvullend werd de bijkomende winst geschat op basis van enkel interne cijfers van het aantal *reworks* (*reworks* is de verzamelnaam voor alle producten die herwerkt zijn, door invloed van een productie fout) op de verschillende lijnen. Er dient echter opgemerkt te worden dat deze cijfers niet volledig zijn aangezien de kleine printproblemen ter plaatse worden opgelost zonder dat er een rapport van wordt gemaakt. Ook zijn deze *reworks* niet optimaal geclassificeerd waardoor het niet altijd mogelijk was om te bepalen of een *rework* al dan vermeden wordt door de aankoop van een OCR-systeem. Aanvullend kan de winst door vermeden imagoschade ook zeer moeilijk worden berekend. Na overleg met experts te Aminolabs werd er een zeer conservatief cijfer van 2500 ($\frac{\text{euro}}{\text{jaar}} \cdot \text{lijn}$) geschat voor de bijkomende winst.

Het reële cijfer ligt vermoedelijk een stuk hoger.

Berekeningen van winst door verminderde *uitvoeringstijd*:

Tabel 5: Productieaantallen van Aminolabs per verpakkingslijn

Totaal aantal potjes per jaar uit grafieken (zie bijlage I)	Gemiddeld aantal producten per jaar	Maximum aantal producten geproduceerd op een maand
Potjeslijn 1	657.450	78.565
Potjeslijn 2	526.320	65.111
Potjeslijn 3	222.312	46.484
Potjeslijn 4	625.700	13.9596
Pottenlijn 1	958.061	99.366
Pottenlijn 2	379.493	56.867
Pottenlijn 3	337.942	86.392
Bulklijn 1	315.922	62.611
Bulklijn 3	420.183	51.040

Uitleg berekeningen:

De gegevens in de tabel met de productieaantallen van Aminolabs per verpakkingslijn werden berekend uit interne productiedata (Bijlage I). Uit de gegevens die in deze tabel staan werd het gemiddelde aantal winst per jaar per lijn berekend. Eerst werd het gemiddelde brutoloon van 30 euro/uur omgezet naar seconden door deze waarde te delen door 3600. Vervolgens werd de bekomen waarde vermenigvuldigt met de 1,37 seconde tijdswinst die het gebruik van een visiesysteem met zich meebrengt en zowel het gemiddeld aantal producten/jaar/lijn als het maximaal voorkomend aantal producten op één maand omgezet naar een jaar. Het resultaat van deze berekening is de winst door verminderde *uitvoeringstijd* per jaar.

Potjes lijn 1:

Gemiddeld aantal winst door verminderde *uitvoeringstijd* per jaar:

$$\frac{30 \frac{\text{euro}}{\text{uur}}}{3600} * 657450 \frac{\text{potjes}}{\text{jaar}} * 1.37 \text{seconde} = 7505.89 \frac{\text{euro}}{\text{jaar}}$$

Maximaal aantal winst door verminderde *uitvoeringstijd* per jaar

$$\frac{30 \frac{\text{euro}}{\text{uur}}}{3600} * (78565 * 12) \frac{\text{potjes}}{\text{jaar}} * 1.37 \text{seconde} = 10763.4 \frac{\text{euro}}{\text{jaar}}$$

Potjeslijn 2:

Gemiddeld aantal winst door verminderde *uitvoeringstijd* per jaar:

$$\frac{30 \frac{\text{euro}}{\text{uur}}}{3600} * 526320 \frac{\text{potjes}}{\text{jaar}} * 1.37 \text{seconde} = \frac{\text{euro}}{\text{jaar}}$$

Maximaal aantal winst door verminderde *uitvoeringstijd* per jaar

$$\frac{30 \frac{\text{euro}}{\text{uur}}}{3600} * (65111 * 12) \frac{\text{potjes}}{\text{jaar}} * 1.37 \text{seconde} = \frac{\text{euro}}{\text{jaar}}$$

De berekeningen voor de andere lijnen worden op analoge wijze uitgevoerd.

Tabel 6: Samenvattende tabel van de kosten van een In-Sight 7600 serie visiecamera van Cognex

Baten					
Winst door verminderde uitvoeringstijd	Gemiddelde winst huidige gemiddelde capaciteit	Gemiddelde winst onder maximale capaciteit	Bijkomende winst (imago schade, en winst door vermeden reworks)	Totaal gemiddelde capaciteit	Totaal maximum capaciteit
Eenheid	<i>euro</i> <i>jaar</i> <i>lijn</i>	<i>euro</i> <i>jaar</i> <i>lijn</i>	<i>euro</i> <i>jaar</i> <i>lijn</i>	<i>euro</i> <i>jaar</i> <i>lijn</i>	<i>euro</i> <i>jaar</i> <i>lijn</i>
Potjeslijn 1	7505	10763	2500	10005	13263
Potjeslijn 2	6008	8920		8508	11420
Potjeslijn 3	2538	6368		5038	8868
Potjeslijn 4	7143	19124		9643	21624
Pottenlijn 1	10937	13613		13437	11077
Pottenlijn 2	4332	7790		6832	9492
Pottenlijn 3	3858	11835		6358	1611
Bulklijn 1	3603	8577		6103	10290
Bulklijn 3	4797	6992		7297	14335

Conclusie kosten baten analyse

Bij de huidige gemiddelde productieaantallen is het enkel economisch haalbaar voor pottenlijn 1 als de installatie gebeurt door externe experts van Esm-vision. Door de bedrijfscultuur te Aminolabs wordt er gesproken van economisch haalbaar indien een aangekocht product is terugverdiend op één jaar. Het kantelpunt voor het al dan niet economische haalbaarheid voor de huidige gemiddelde productie is 1155416 potjes/jaar op één verpakkingslijn.

Indien de installatie intern gebeurt door personeel dat een tweedaagse opleiding heeft gekregen, zakt het kantelpunt tot 870788 potjes/jaar op één verpakkingslijn. Voor de huidige gemiddelde productie aantallen kan er worden vastgesteld dat zowel potjeslijn 1 als pottenlijn 1 economisch rendabel zijn indien de Cognex In-Sight 7600 wordt geïnstalleerd.

Indien er gekeken wordt naar de toekomstige productieaantallen die gesimuleerd werden door de beste maand van het jaar te gebruiken als de gemiddelde maandelijkse productieaantallen, kan er worden geconcludeerd dat er 4 verpakkingslijnen (potjeslijn 1, potjeslijn 4, pottenlijn 1 en bulklijn 4) rendabel zijn als de installatie gebeurt door externen. Indien de installatie gebeurt door intern personeel zullen er 7 van de 9 onderzochte lijnen rendabel worden in de toekomst. Als er vervolgens ook rekening gehouden wordt met het feit dat de bijkomende winst zeer laag werd geschat, kan er geconcludeerd worden dat het reële aantal rendabel verpakkingslijnen in de toekomst uit 9 van de 9 onderzochte lijnen zal bestaan. Hiervoor moet de behaalde bijkomende winst minimaal 3324,69 euro per jaar bedragen (bijkomende winst wordt gedefinieerd als de winst door vermeden imago schade en de winst door het niet optreden van *rework*-kosten).

4.4 Verslag *on-line* test

4.4.1 Cognex

In dit onderdeel van de masterproef wordt een *In-Sight 7600 color* OCR-camera met resolutie 640 x 480 (Figuur 59) getest van het merk Cognex op potjeslijn 3 (dit is een lijn waar veel ruimte is ter hoogte van de printkop, zie bijlage C waar enkele foto's terug te vinden zijn) in het bedrijf Aminolabs. De camera werd geïnstalleerd door Manuel Hundscheid van het Esm-vision [52]. Uit het uitgebreide assortiment dat Aminolabs aanbiedt werden 3 combinaties van potjeskleuren en printkleuren gekozen die zowel veel gebruikt worden, alsook het gehele spectra voorstellen. Er werd gekozen om te testen op de volgende combinaties: zwart HDPE potje met gele opdruk, grijs PET potje met zwarte opdruk en wit PET potje met zwarte opdruk.



Figuur 54: In-Sight 7000 serie met verschillende lenzen en belichtingsopties [62]

De doelstelling van deze testen is aantonen dat het visiesysteem aangeboden door Cognex voldoet aan de eisen opgesteld door Aminolabs. Hiervoor werd er getest wat procentueel het aantal foute coderingen is dat wordt doorgelaten door de OCR-camera, maar die theoretisch toch afgekeurd zouden zijn moesten ze door een operator zijn gecontroleerd. Ook werd er berekend hoeveel goede coderingen er procentueel worden uitgeworpen die theoretisch doorgelaten zouden zijn, door de operator. Tot slot werd er ook gekeken of het systeem voldeed aan de eisen zoals gebruiksgemak en ombouwsnelheid.

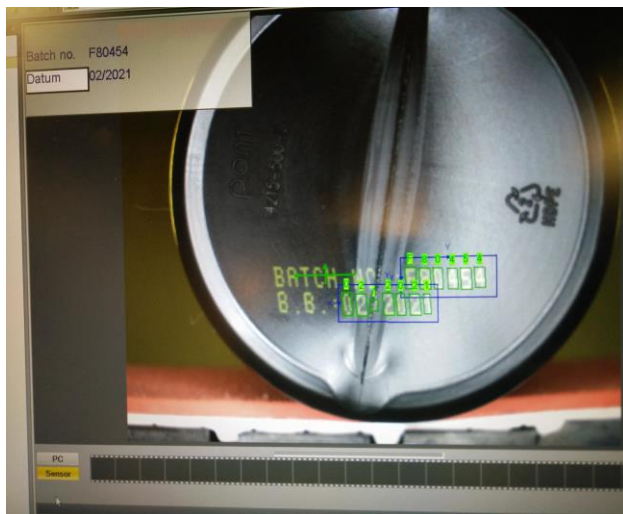
Er zijn 4 mogelijkheden combinaties die kunnen voorvallen bij het testen van de codering:

- Goed voor de camera en goed voor Aminolabs
- Slecht voor de camera en slecht voor Aminolabs
- Slecht voor de camera maar goed voor Aminolabs
- Goed voor de camera maar slecht voor Aminolabs

Zowel de eerste als de tweede combinatie worden beschouwd als een “goed” resultaat aangezien het OCR-controle systeem een goede beoordeling heeft gemaakt van de aangebrachte codering. Het percentage van deze resultaten wordt ook wel de herkenningspercentage of *recognition rate* genoemd. De derde en vierde opties worden als een “slecht” resultaat gezien aangezien de camera hier een foutieve beoordeling heeft gemaakt over de inhoud van de aangebrachte codering. De combinatie waarbij het OCR-systeem te gevoelig is, en bijgevolg producten negatief beoordeeld die door operators te Aminolabs op een afdoende wijze gedrukt zijn wordt ook wel afwijzingspercentage of *rejection rate*

genoemd. Deze optie heeft een negatieve invloed op de productiesnelheid van de lijn, maar een beperkt percentage van foutief uitgeworpen producten is zeker ingecalculeerd in elk automatisch uitwerp systeem. Op termijn mag er gemiddeld slecht in de grootteorde van 1 op 1000 potjes foutief worden uitgeworpen om te kunnen spreken van een economisch haalbaar uitwerpsysteem. De vierde optie wordt gezien als een “zeer slecht” resultaat aangezien er bij deze combinatie foutief gecodeerde producten naar de klant gaan en niet opgemerkt worden door het visiesysteem. Dit is onaanvaardbaar voor de wetgever en voor Aminolabs daarom wordt er gestreefd naar een fout percentage of *error rate* van 0%.

De onderstaande afbeeldingen (Figuren 60 en 61) geven een weergave van het beeld dat de operators zullen zien van respectievelijk een goedgekeurde codering en een codering die afgekeurd werd omdat één van de tekens niet gelezen kon worden.



Figuur 56: Beeld van een goedgekeurde codering



Figuur 55: Beeld van een afgekeurde codering

4.4.1.1 Zwart potjes met gele opdruk

De eerste reeks potjes die getest werden, zijn zwarte HDPE potjes met gele opdruk (Figuur 62). Er werd voor deze combinatie van codering en verpakking gekozen, omdat er voor het uitvoeren van de testen ingeschat werd dat deze combinatie één van de meest uitdagende is om OCR-controle op toe te passen. Dit terwijl het deze combinatie frequent geproduceerd wordt bij Aminolabs.



Figuur 57: Foto gemaakt door Cognex In-sight 7000 smartcamera, met een zwart potje met gele opdruk

Tijdens de eerste stap, namelijk het instellen van de parameters, werd al snel duidelijk dat de standaardbelichting onvoldoende contrast genereerde voor de toepassing met de zwarte potjes met de gele codering. De oplossing voor dit probleem is gebruik maken van een *barlight setup* of een koepelbelichting (Bijlage B), voor het verkrijgen van een homogeen verlichte afbeelding, gecombineerd met optische filters die slechts een beperkt deel van het lichtcentra doorlaten, waardoor achtergrondruis en overbelichting weg worden gewerkt.

Enkele opmerkingen/adviezen:

- De afstand van de printer tot het potje en de afstand van de camera tot het potje kan best gestandaardiseerd worden, zodoende moet niet na elk lot de instellingen van de camera en belichting herdaan worden. Een voorbeeld van hoe dit in de praktijk kan worden bewerkstelligd is door een bevestigingsmechanisme te ontwerpen/plaatsen voor de camera en de inkjetkop die slechts op enkele vooraf bepaalde gestandaardiseerde hoogtes kan worden gefixeerd.
- De camera kan best vlak na de printer staan, anders kan de codering 360° roteren waardoor het moeilijker wordt voor de camera om te lezen.
- Voor de potjes met gele opdruk is het nodig om een kleurencamera te gebruiken in plaats van de goedkopere monochroom camera's.
- De grootte van de camera kan worden verkleind tot op een niveau waarop het op alle lijnen past, de belichting daarentegen moet van een afdoende grootte zijn om een homogene belichting te garanderen.
- De camera is modulair, dit biedt de mogelijkheid om verschillende soorten belichting, filters, lenzen te monteren.

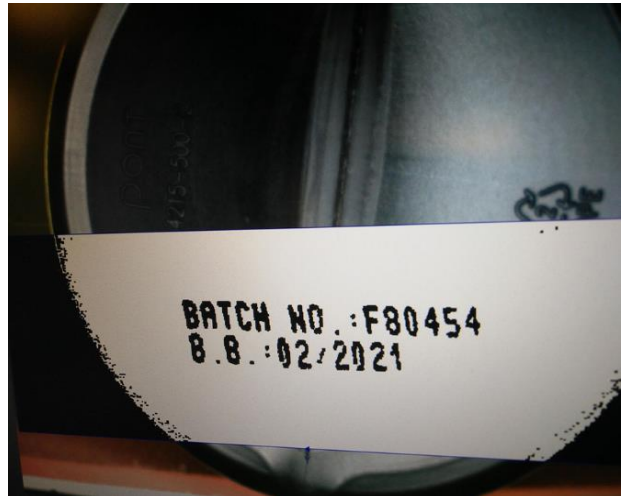
Kleuren camera:

Cognex biedt 2 tools aan om een gekleurde codering te lezen en te extraheren uit een beeld.

1. Door gebruik te maken van de *colorextract-tool* kan een kleur (of kleurcombinatie) worden getraind. De getrainde kleur kan dan middels een functie als binaire beeld worden uitgeven m.a.w. de getrainde kleur wordt omgezet naar wit en de achtergrond zwart.
2. Door gebruik te maken van een *Hue-filter* die de kleur automatisch uit het beeld filtert. Daarnaast worden er nog tal van extra filters gebruikt om het contrast tussen de tekst en de achtergrond te verhogen. Tot slot wordt er nog een laatste filter gebruikt om de ruis te verminderen.



Figuur 59: Beeld na toepassen Hue-filter maar zonder ruis filters



Figuur 58: Beeld na gebruik van extra ruis en contrast filters

Resultaten:

Bij de eerste test met zwarte potjes met gele codering werden 10 testen uitgevoerd om de parameters beter in te kunnen stellen, de resultaten van deze test staan beschreven in onderstaande tabel (Tabel 7). Vervolgens werd er een reeks van 50 potjes uitgevoerd waarbij de belichting en *trigger* "optimaal" zijn afgesteld (Tabel 8). In deze testreeks werd een groter aantal producten getest dan in de andere testreeksen omdat er voor de aanvang van de testen werd ingeschat dat de gele coderingskleur contrast problemen kan veroorzaken. Aangezien er slecht gedurende één dag kon worden getest werd er besloten om voor deze testreeks het aantal producten per test te verhogen naar 50. Tot slot werd de derde reeks uitgevoerd door de foutief uitgeworpen potjes nogmaals te testen (Tabel 9). Deze test werd uitgevoerd om een beeld te krijgen van de consistentie van de resultaten.

De resultaten van de test staan in onderstaand tabellen:

Tabel 7: Resultaten eerste testreeks van 10 potjes (zwarte potjes met gele codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera)

Eerste test gele codering op zwart potje		
OCR-controle	Manuele controle	Aantal (totaal 10)
goed	goed	6
slecht	slecht	2
Goed	slecht	0
Slecht	goed	2

Tabel 8: Resultaten tweede testreeks van 50 potjes (zwarte potjes met gele codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera)

<i>Tweede test gele codering op zwarte potjes</i>		
<i>OCR-controle</i>	<i>Manuele controle</i>	<i>Aantal (totaal 50)</i>
<i>goed</i>	<i>goed</i>	34
<i>slecht</i>	<i>slecht</i>	3
<i>Goed</i>	<i>slecht</i>	0
<i>Slecht</i>	<i>goed</i>	13

Tabel 9: Resultaten derde testreeks van 13 potjes (zwarte potjes met gele codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera)

<i>Derde test gele codering op zwarte potjes (enkel de foute van test 2 werden gebruikt zonder bijtrainen)</i>		
<i>OCR-controle</i>	<i>Manuele controle</i>	<i>Aantal (totaal 13)</i>
<i>goed</i>	<i>goed</i>	2
<i>slecht</i>	<i>slecht</i>	0
<i>Goed</i>	<i>slecht</i>	0
<i>Slecht</i>	<i>goed</i>	11

Bespreking:

Als de eerste 2 testreeksen worden samengevoegd wordt er een herkenningpercentage bereikt van 75 % (= gelijk resultaat voor manuele controle en OCR-controle). Hiervan is 66,66% een goed resultaat voor de beide controles en 8,33% foutief voor beide controles. Dit percentage van foutieve coderingen is best groot en is te wijten aan het extreme reliëf op de onderzijde van de zwarte potjes.

Bijkomend werd er een afwijzingspercentage (onterecht afgekeurde potjes) van 25 % voor de 2 eerste testreeksen vastgesteld. Van de 13 afgekeurde potjes bij testreeks 3 werden er 4 niet gevonden door problemen met segmentatie (dit kan worden bijgetraind), 2 van de potjes werden de tweede keer wel doorgelaten nadat het stof verwijderd werden. 7 potjes werden echter afgekeurd doordat de codering op reliëf op de onderzijde van de potjes werd gedrukt waardoor de codering zodanig werd vervormd dat er niet meer gelezen kon worden.

Het foutpercentage (potjes die doorgelaten werden die foutief waren) op zijn beurt is 0% voor deze testreeks. Door de relatief kleine testreeks kunnen we niet concluderen dat er statistisch nooit een foutief potje zal worden doorgelaten, wel kan er worden geconcludeerd dat dit echter een zeer laag percentage gaat zijn indien dit toch voorkomt.

Als we deze percentages vergelijken met de literatuur waar er herkenningpercentages van 97,95%, afwijzingspercentage van 0,09% en foutpercentages van 1,96% worden gehaald voor getypte karakters van slechte kwaliteit. Hierdoor kan er worden geconcludeerd dat het geteste camerasysteem voor de geteste zwarte potjes met gele bedrukking te lage herkenningpercentages behaalt en dus niet kan worden gebruikt voor de huidige manier van produceren zonder dat de productiesnelheid sterk wordt gehinderd. Wel kan er geconcludeerd worden dat het foutpercentage wel naar behoren is waardoor er wettelijk geen problemen zullen voorkomen door dat er foute coderingen bij de klant terechtkomen. [53]

4.4.1.2 Witte potjes met zwarte bedrukking

Bij de tweede test werden witte potjes met zwarte bedrukking getest. In deze reeks werd gestart met 25 potjes, vervolgens werden er nog 5 andere potjes getest waarop stof werd aangebracht. Deze stoftest werd uitgevoerd omdat er bij de zwarte potjes werd vastgesteld dat stof één van de redenen is voor het foutief uitwerpen.

In de onderstaande tabellen (Tabellen 10 en 11) staan de resultaten voor de testen op de witte potjes met zwarte bedrukking.

Tabel 10: Resultaten eerste testreeks van 25 potjes (witte potjes met zwarte codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera)

<i>Eerste test zwart bedrukking op wit potjes</i>		
<i>OCR-controle</i>	<i>Manuele controle</i>	<i>Aantal (totaal 25)</i>
<i>goed</i>	<i>goed</i>	25
<i>slecht</i>	<i>slecht</i>	0
<i>Goed</i>	<i>slecht</i>	0
<i>Slecht</i>	<i>goed</i>	0

Tabel 11: Resultaten eerste testreeks van 5 potjes met stof (witte potjes met zwarte codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera)

<i>Tweede test zwart op wit (met stof)</i>		
<i>OCR-controle</i>	<i>Manuele controle</i>	<i>Aantal (totaal 5)</i>
<i>goed</i>	<i>goed</i>	5
<i>slecht</i>	<i>slecht</i>	0
<i>Goed</i>	<i>slecht</i>	0
<i>Slecht</i>	<i>goed</i>	0

Bespreking:

Er kan worden geconcludeerd dat de witte potjes met zwarte bedrukking zeer goede resultaten heeft behaald. Het herkenningpercentage bedroeg 100%, bijgevolg bedroeg het foutpercentage en het afwijzingspercentage 0%. De reden voor het laag totaal aantal geteste producten dat 25 en 5 bedraagt voor deze testreeks is de beperkte mogelijke testduur van 1 dag.

Het hoge contrast tussen de zwarte tekst en witte achtergrond maakte het mogelijk om het beeld te overbelichten, hierdoor vallen problemen door ruis, stofhinder en reliëf of onvoldoende contrast weg. Het lezen en controleren van de inhoud voor deze combinatie van potje en codering is goed haalbaar met het gebruikte visiesysteem van Cognex.

4.4.1.3 Grijsz potjes met zwarte opdruk

Bij de derde test werden grijsz potjes met zwarte bedrukking getest. In deze reeks werd gestart met 25 potjes, vervolgens werden er nog 5 andere potjes getest waarop stof werd aangebracht (Figuur 65). Deze stoftest werd uitgevoerd omdat er bij de zwarte potjes werd vastgesteld dat stof één van de redenen is van foutief uitwerpen.



Figuur 60: Foto van de grijsz potjes met aangebracht stof

De resultaten voor de test op de grijsz potjes met zwarte opdruk staan weergegeven in onderstaand tabellen (Tabellen 12 en 13):

Tabel 12: Resultaten eerste testreeks van 25 potjes (grijsz potjes met zwarte codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera)

<i>Eerste test zwart bedrukking op grijsz potjes</i>		
<i>OCR-controle</i>	<i>Manuele controle</i>	<i>Aantal (totaal 25)</i>
<i>goed</i>	<i>goed</i>	24
<i>slecht</i>	<i>slecht</i>	0
<i>Goed</i>	<i>slecht</i>	0
<i>Slecht</i>	<i>goed</i>	1

Tabel 13: Resultaten eerste testreeks van 5 potjes met stof (grijze potjes met zwarte codering, Cognex In-Sight 7600 smartcamera)

<i>Tweede test zwart bedrukking op grijze potjes (met stof)</i>		
<i>OCR-controle</i>	<i>Manuele controle</i>	<i>Aantal (5)</i>
<i>goed</i>	<i>goed</i>	<i>4</i>
<i>slecht</i>	<i>slecht</i>	<i>0</i>
<i>Goed</i>	<i>slecht</i>	<i>0</i>
<i>Slecht</i>	<i>goed</i>	<i>1</i>

Bespreking:

We kunnen concluderen dat de resultaten van de resultaten voor de grijze potjes matig zijn, het herkenningpercentage is 96 %, met een afwijzingspercentage van 4% en een fout percentage van 0%. De reden voor het laag totaal aantal geteste producten dat 25 en 5 bedraagt voor deze testreeks is de beperkte mogelijke testduur van 1 dag. Hierdoor is het niet mogelijk om statistische correcte conclusies te trekken over bijvoorbeeld het afwijzingspercentage van 4% dat gebaseerd is op 1 foutief uitgeworpen product.

Wel kan er worden vastgesteld dat er genoeg contrast is tussen de codering en de achtergrond, maar het reliëf blijft in de meest extreme worst case scenario's een probleem. Stof daarentegen is voor de grijze potjes waarschijnlijk geen probleem aangezien het potje dat werd uitgeworpen niet door de invloed van het aanwezige stof werd afgekeurd.

Door het verfijnen van de instellingen en het optimaal afstellen van de belichting zouden de herkenningpercentages kunnen worden verhoogd voor deze soort van potjes. Wat betekent dat het mogelijk is om deze combinatie van potje en codering mogelijk haalbaar is voor het gebruikte visiesysteem.

Algemene conclusie testen Cognex

Het uitvoeren van OCR-controle op het gehele gamma van producten blijkt niet voor de hand liggend te zijn. De resultaten voor de witte en grijze potten zijn bemoedigend ten opzichte van de waarden gehaald in de literatuur [53] (wel moet er worden opgemerkt dat door tijdgebrek er niet voldoende testen werden uitgevoerd voor statistisch correcte conclusie, ook werden er meer testen gedaan voor de zwarte potjes waardoor deze percentages niet correct vergeleken kunnen worden met de andere testen), maar de resultaten voor de zwarte potjes zijn te laag om op een economisch haalbare manier aan OCR-controle te doen. Wel dient er te worden opgemerkt dat de testen werden uitgevoerd onder niet optimale omstandigheden, zo kan er zeker nog verder onderzoek gedaan worden naar de optimale afstellingen voor de belichting. Er kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van een op maat gemaakte belichting die alle ongewenste lichtinvallen wegwerkt en het contrast kan verhogen door middel van een lichtfilter specifiek voor de gebruikte gele printkleur. Hierdoor zal de lokalisatie, segmentatie en herkenning worden verbeterd en bijgevolg ook de herkenningspercentages. Aanvullend was de bibliotheek slechts opgebouwd uit 5 opties per teken waardoor de minste afwijking tot een afwijzingsreactie veroorzaakt.

Ook de gebruikte job (de interne instellingen van de camera per product) werd ter plaatse opgebouwd en bijgevolg zijn er nog heel wat andere opties die het herkenningspercentage zou kunnen laten stijgen. Zo kan er geëxperimenteerd worden met welke afwijkingspercentages er per teken mogen voorkomen voordat er een uitwerpreactie wordt gegeven. Hoe groter de toegelaten afwijkingspercentages hoe hoger de herkenningspercentages zullen zijn, maar de kans dat er een potje wordt doorgelaten dat ontoelaatbaar is, vergroot.

Aanvullend kan er ook worden geëxperimenteerd met toepassingen waarbij er pas wordt overgegaan tot uitwerpen nadat er twee of meerdere foute coderingen na elkaar voorkomen. Dit aangezien voor de meeste voorkomende printfouten zoals een vervuilde printkop of inkt te kort er meerdere producten na elkaar fout zullen zijn. Dit is echter niet optimaal aangezien er in enkele gevallen printfouten optreden die slechts op één potje voorkomen, zoals een printfout door het aanwezig reliëf of een printfout door plaatselijke vervuiling van het te printen product.

Maar zelfs als er rekening wordt gehouden met het feit dat de testen niet in optimale omstandigheden zijn gebeurd en er de gehaalde herkenningspercentages in de praktijk zeker hoger zullen liggen, kan er geconcludeerd worden dat de camera van Cognex niet zal voldoen onder de huidige productieomstandigheden. Hiervoor treden er te vaak fouten op door het reliëf op de onderzijde van de geteste potjes, dit reliëf zal in de praktijk ook aanwezig zijn en zal ervoor zorgen dat er te vaak producten onterecht worden uitgeworpen. Ook veroorzaakt de gebruikte gele inkt problemen met contrast maar deze zijn wel op te lossen mits voldoende tijd wordt genomen om de filters echt goed afstellen.

Wel zijn er in deze thesis enkele voorstellen opgenomen om het herkenningspercentage te verhogen en zo het geplaatste systeem economisch haalbaar te maken [54]:

- Een eerst voorstel is om dikker te drukken op de verpakkingen waarop veel reliëf voorkomt, dit is mogelijk door het aantal *dots* per teken te verhogen. Er dient wel te worden opgemerkt dat hierdoor de hoeveelheid aangebrachte inkt verhoogt, de lichtweerkaatsing door de langere droogtijd en de printkost verhoogt. Maar de invloed van het aanwezige reliëf op het herkenningspercentage wordt wel verminderd (Figuur 66).



Figuur 61: Afbeelding met aan de boven zijde een bedrukking met verhoogd aantal dots en aan de onderzijde het normaal aantal dots

- Een tweede voorstel is het gebruik maken van de *colorextract*-tool in plaats van de *Hue*-filter, deze tool is arbeidsintensiever doordat de printkleur dient te worden aangeleerd. Het contrast kan echter worden verhoogd tussen de achtergrond kleur en de kleur van de codering. [54]
- Een derde voorstel is het laten uitvoeren van een specifiek lichtonderzoek door de onderzoeksgroep van Cognex om de exacte optische filters en belichting frequenties te achterhalen voor de gebruikte gele kleur. Dit is een extra kost maar er wordt wel de best mogelijke belichting bekomen voor deze specifieke toepassing. [54]
- Een vierde voorstel is het plaatsen van een roterend element op de verpakkinglijn. Dit roterend element wordt bestuurd door een extra visiecamera die de oriëntatie van het product kan bepalen, waarna het roterend element het product zo kan oriënteren waardoor de codering steeds op een reliëf vrij gedeelte van het product komt te staan. [54]
- Een vijfde voorstel is het toevoegen van een datamatrix of barcode om de inhoud van de codering dubbel checken ten opzichte van elkaar en ten opzichte van een ERP-systeem. Datamatrixen en barcodes zijn zeer makkelijk om te lezen voor OCR-applicaties, die instaat zijn om alfanumerieke informatie over te dragen die door een machine te lezen is (Figuren 67 en 68). Hierdoor kunnen ze ook dienen als *back-up* voor als de codering foutief is aangebracht. Eventueel kunnen deze coderingen gebeuren doormiddel UV-fluoriderende inkt zodat de esthetiek van de verpakking niet wordt verstoord omdat deze coderingen onzichtbaar zijn bij normale belichting. [55]



Figuur 63: Voorbeeld van een datamatrix [64]



Figuur 62: Voorbeeld van een barcode [65]

- Een laatste voorstel is het printen met UV-fluoriderende inkt, deze inkt verhoogt het contrast sterk voor nagenoeg alle verpakkingen ongeacht de achtergrond kleur. Enkel voor plastic verpakkingen waar optische witmakers zijn gebruikt voor het verkrijgen van de verpakingskleur kunnen problemen ondervinden door de verhoogde ruis de UV-fluorescentie van deze additieven. Door gebruik te maken van deze inkten zullen de print kosten verhogen, maar bestaat er de mogelijkheid om te besparen op het gebruikte visiesysteem, ook kan de dure belichtingsmethodes worden vervangen door een Uv-licht bron. Een voorbeeld van een soortgelijke technieken is terug te vinden in de volgende patenten [56] [55].



Figuur 64: UV-fluoriderende codering op brief geld [66]

5. Conclusie

Het is zeer belangrijk dat coderingen zoals lotnummers en vervaldata juist worden aangebracht, aangezien het toedienen van foutieve dosissen, foute of vervallen producten nefaste gevolgen kan hebben op de gezondheid van de consument en het imago van het bedrijf. Bijgevolg wordt er in de Europese VERORDENING (EU) Nr. 1169/2011 beschreven dat het aanbrengen van een juiste vervaldata verplicht is.

Vandaag de dag gebeurt de controle van deze coderingen in Aminolabs manueel, maar door de snelheid van de verpakkinglijn, de vele bijkomende taken van de operatoren en de minieme grootte van de coderingen, is deze controle niet sluitend. De manuele controle kan echter worden overgenomen door automatische visiesystemen zoals op *Optical Character Recognition* gebaseerde *smartcamera's*.

Optical Character Recognition (OCR) is de elektronische convertie van gescande of gefotografeerde afbeeldingen van alfanumerieke tekens naar door een computer bewerkbare informatie. De techniek verkrijgt de voorkeur op andere technieken zoals *Optical Character Verification* (OCV), OCV controleert enkel printkwaliteit en niet de inhoud van de codering waardoor er niet kan worden voldaan aan alle eisen.

Alle eisen die de specifieke toepassing in Aminolabs met zich meebrengt, werden beschreven in deze thesis als het eisenpakket. In het eisenpakket staan onder andere: de compatibiliteit met variabele printpositie, de compatibiliteit met variabele printmethode, de compatibiliteit met alle verpakkinglijnen, het gebruiksgemak, de compatibiliteit met alle aangeboden producten en een betaalbare kostprijs die binnen het jaar moet terug zijn verdiend.

Printfouten komen voor in meerdere vormen en in verschillende mate van belang. De meeste printfouten kunnen echter worden opgemerkt een OCR-systeem, enkel als er een dubbele menselijke fout wordt gemaakt of de grenzen van het OCR-systeem te breed worden gemaakt met als doel de afwijzingspercentages te verlagen, kunnen er printfouten naar de klant worden gestuurd. Aanvullend zijn printfouten gemaakt door de inkjetprinter zijn moeilijker te controleren dan deze gemaakt door een laserprinter of een *thermal transfer* printer.

Uit een vergelijkende analyse tussen de verschillende producenten van visiesystemen, kwamen twee mogelijke producenten naar voor die in staat worden geacht om, om te kunnen gaan met het eisenpakket. Deze systemen zijn het *In-Sight 7600 color smartcamera* van Cognex en de *Vision System 16x Speed* en 2MP geheugen Monochrome *smartcamera* van Keyence.

Door middel van testen op een verpakkinglijn te Aminolabs met het In-Sight 7600 model van Cognex werd achterhaald dat extreem reliëf in combinatie van een inkjetprint onvoldoende hoge herkenningpercentages oplevert om op een industriële schaal te worden toegepast. Dit reliëf kan echter in het geval van een witte achtergrond worden weggewerkt doormiddel van overbelichting. Ook stof en een gebrek aan contrast kan worden opgevangen door enkel haalbare veranderingen in het productieproces.

Door het uitvoeren van een kosten-batenanalyse kan worden geconcludeerd dat Aminolabs op de meeste lijnen onvoldoende gemiddelde productieaantallen haalt om de kosten van een visiesysteem op één jaar terug te verdienen. Het kantelpunt voor het al dan niet rendabel zijn van een visiesysteem is 870.788 potjes/jaar op één verpakkinglijn (indien de installatie intern gebeurt). Dit kantelpunt werd tijdens de geanalyseerde periode enkel gehaald voor potjeslijn 1 en pottenlijn 1. Indien er echter een schatting wordt gemaakt van de toekomstige mogelijke productie aantallen, waarbij de toekomstige groei wordt gesimuleerd door de maand met het hoogst productieaantal van de geanalyseerde periode te gebruiken als het gemiddelde maandelijkse productieaantal, kan er geconcludeerd worden dat voor deze simulatie 7 van de 9 geanalyseerde verpakkinglijnen productieaantallen bereiken die boven het kantelpunt liggen

en dat de overige twee verpakkingslijnen productie aantallen halen die slechts een beetje onder de nodige 870788 potjes/jaar liggen. Aanvullend kan er dus geconcludeerd worden dat indien er sprake is van een verhoging van de capaciteit of er een andere planning wordt geïmplementeerd waarbij alle verpakkingen die compatibel zijn met het OCR-systeem in bulk op de verpakkingslijn met machinevisie worden geproduceerd er een rendabel systeem kan worden bekomen.

Er kan geconcludeerd worden dat OCR-controle onder de huidige productieomstandigheden niet vanzelfsprekend is op een economisch rendabele manier. Wel geeft deze thesis enkele aanbevelingen opgelijst in onderstaande tabel (Tabel 13) aan die mogelijk kunnen worden gebruikt voor het verbeteren van machinevisie.

Extra onderzoek en testen kunnen gedaan worden voor de systemen aangeboden door Keyence, ook kunnen de testen uitgebreid worden naar andere verpakkingen en codeermethode. Tot slot kan het selectie proces ook worden uitgebreid naar andere producenten van visiesystemen in de Benelux en erbuiten.

Tabel 14: Aanbevelingen voor het verbeteren van machinevisie

Aanbevelingen voor het verbeteren van machinevisie		
Printer-instellingen	Keuze van verpakkingen en Camera-instellingen	Andere aanbevelingen
Standaardisatie van printinstellingen: <ul style="list-style-type: none"> • Teken hoogte • Teken dikte • Tussenruimte tekens • Afstand tussen printer en verpakking • Font 	Gebruik maken van OCR “vriendelijke” verpakkingen: <ul style="list-style-type: none"> • Verpakkingen met beperkte reliëf in de ROI • Verpakkingen met beperkte lichtreflectie in de ROI • De kleur van de verpakking in de ROI heeft best veel contrast met de kleur de van codering • Witte verpakkingen zijn optimaal doordat ze onafhankelijk van reliëf kunnen worden gelezen 	Standaardiseren van visieproces en focussen op gebruiksgemak: <ul style="list-style-type: none"> • Vermijden van een onnodig aantal handelingen voor operatoren (keuze voor een <i>touchpad</i> als inputmedium voor operatoren) • Standaardisatie zorgt voor minder instellopties en meer gebruiksgemak voor operatoren
Gebruik van OCR “vriendelijke” printmethoden: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Thermal transfer</i> printer • Laserprinter • Vermijden van inkjetprinter 		Vermijden van vervuiling in de ROI: <ul style="list-style-type: none"> • Stof • Vloeistoffen • Andere vervuilingen
Contrast verhogende aanbevelingen: <ul style="list-style-type: none"> • UV-fluoriderend bestanddeel toevoegen in de inkt • Keuze van inktkleur baseren op contrast met ondergrond (wit op zwart in plaats van geel op zwart) 	Standaardisatie van camera instellingen: <ul style="list-style-type: none"> • Belichting (lichtintensiteit, invalshoek, ect.) • Optische-filters • Ruisfilters • Segmentatie-algoritme • Lokalisatie-algoritme • Herkennings-algoritme 	Vermijden van printen op delen van de verpakking met veel reliëf: <ul style="list-style-type: none"> • Keuze van printlocatie wijzigen a.d.h.v. locatie reliëf (label, nek, onderzijde, deksel) • Plaatsen van mechanisme waarbij de printer altijd op een reliëfvrijezone print (roterend element met dubbele camera)

<p>Aanbevelingen om reliëf problemen te vermijden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dikker drukken (bijvoorbeeld meer puntjes per teken) 	<p>Bibliotheek met de tekensjablonen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systemen met inbegrepen bibliotheek zijn optimaal • Systemen waar het aanmaken van de bibliotheek intern moet worden gemaakt zijn mogelijk indien er slecht 1 of enkele fonts worden gebruikt 	<p>Indien contrast de hoofdoorzaak is van OCR-falen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het laten uitvoeren van een lichtonderzoek voor de selectie van de optimale belichting en filters
<p>Printpositie bevalen a.d.h.v. OCR-mogelijkheden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vermijden van reliëf • Vermijden van zones met veel visuele ruis (achtergrond afbeeldingen) 	<p>Vermijden van dubbele menselijke fouten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instelling van de camera en de printer gebeurt best onafhankelijk of automatisch 	<p>Een mogelijkheid voor het verhogen van het herkenningpercentage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Onderzoek naar OCR-methoden waarbij er pas na meerdere opeenvolgende fouten wordt overgegaan op uitwerpen
<p>Gebruik maken van OCR “vriendelijke” Fonts:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OCR-A • OCR-B 	<p>Een mogelijkheid voor het verhogen van het herkenningpercentage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhogen van de tolerantiepercentages voor correlatiecoëfficiënten is mogelijk (maar verhoogt de kans op het doorlaten van foutieve coderingen) 	<p>Indien machine visie niet mogelijk is:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indien het niet mogelijk is om te voldoen aan één of meerdere eisen kan er best de mogelijk behouden blijven om manuele controle voor enkele niet compatibele verpakkingen mogelijk te maken

Bijlages

Bijlage A: Specificaties printers

Specificaties SmartLase-series [35]

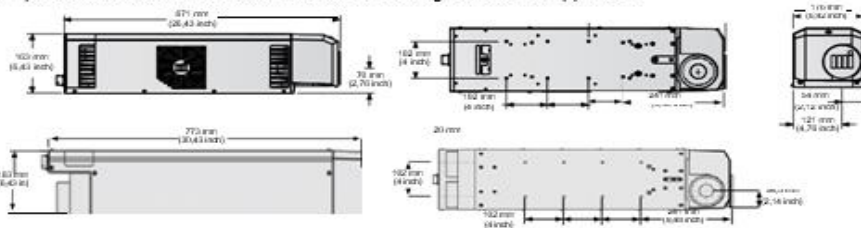
Modelnaam Vermogen laserbuis	SmartLase C150/C150 S 10 W verzegeld CO ₂	SmartLase C350/C350 L/C350 S 30 W verzegeld CO ₂
Productielijnsnelheid (max.)	125 m/min.*	250 m/min.*
Markeersnelheid (max.)	900 lettertekens/s	1800 lettertekens/s
Afdrukfuncties	<ul style="list-style-type: none"> Aantal tekstregels: alleen beperkt door tekenhoogte en bedrukbaar oppervlak Tekenhoogte: van 1 tot 500mm Keuze uit tekens: Chinese, Latijnse en Unicode-lettertypen Grootaanbod aantalen: Engels, Frans, Spaans, Duits, Italiaans, Portugees, Braziliaans, Chinees, Koreaans, Japans, Russisch, Arabisch enz. 	
Standaardcodeergebied en brandpuntsafstand (mm)	<ul style="list-style-type: none"> Lens 100 x 100/fd 140 Aanwijsdiodefunctie standaard op alle laserkoppen 	
Bewerkingen	<ul style="list-style-type: none"> 7" WYSIWYG-kleurenaanraakscherm, QWERTY- of AZERTY-schermttoetsenbord, navigatie via pictogrammen, inclusief online-hulpbestand Opslagcapaciteit voor berichten van 500 opdrachten Upload en download van berichten via USB-flashstation Snel aansluiten/verwijderen van laserkop en accessoires (fotocel, encoder, alarm) Standaard-I/O: ethernet-aansluiting, USB, encoder, sensor, extractorbediening, alarmen, externe vergrendelingen (dubbele kanalen) 	
Overige kenmerken	<ul style="list-style-type: none"> 2 aparte modules: controller met bedieningspaneel en laserkop Gewicht van de controller: 10,6kg - Gewicht van de kop: 17,3kg Stof-/vochtigheidsbescherming: IP54-controller en IP55-laserkop 	<ul style="list-style-type: none"> 3 aparte modules: controller, laserkop en optioneel bedieningspaneel Gewicht van de controller: 10,2kg - Gewicht van het bedieningspaneel: 2,1 kg - Gewicht van de kop: 18,5 kg Stof-/vochtigheidsbescherming: IP55-laserkop, IP54-controller en IP54-bedieningspaneel
Opties	<ul style="list-style-type: none"> Controller: roestvrij staal - Kop: roestvrij staal en materialen met beschermklaag - Bedieningspaneel: materialen met beschermklaag Bedrijfstemperatuurbereik: 5 tot 45 °C - Vochtigheid: 5 tot 90% niet-condenserend Verbindingskabel: controller naar laserkop: 6 m Elektrische stroomvoorziening: 100-240 V met automatische schakeling - Frequentie: 50/60 Hz - Stroomverbruik C350 7 A; 700 VA - Stroomverbruik C150 3 A; 300 VA 	
Accessoires	<ul style="list-style-type: none"> Codeergebieden brandpuntsafstand (mm): Lens 55x55/fd80 - Lens 70x70/fd100 - Lens 120x120/fd175 - Lens 155x155/fd220 - Lens 205x205/fd290 Extern bedieningspaneel IP65-laserkop (geen installatielucht dankzij FS400-koeler) Optionele IP65-adapterset beschikbaar voor installatieluchtoplossing Geïntegreerde laserkrachtmeter Optionele kabeladapter voor 90°-printkop 9 meter lange verbindingkabel. 3 meter lange cULUS-verbindingkabel. Optie van 6 meter ook verkrijgbaar Optie voor industriële aansluitingskaart: RS-232/422-aansluiting, 20 configureerbare operator-I/O's (12 ingangen/8 uitgangen), 2 spanningsvrije relais, USB (optionele scanners) Signaaltoerenrelaiskaart 	
Software	<ul style="list-style-type: none"> Stof- en gasextractor, voet (controller, laserkop en bedieningspaneel), beschermingstunnel, fotocel, encoder, alarmbaken Webgebruikersoppervlak standaard Compatibel met CoLOS Create Professional en CoLOS Enterprise Logo's maken met CoLOS Graphics Compatibel met de Weihenstephan-norm 	

Specificaties Smartdate-series [57]

* Hangt af van de grootte en complexiteit van het bericht evenals de aard van het gemarkeerde oppervlak

Laserkop

SL C150/SL C150S
SL C350/SL C350 S
SL C350 L

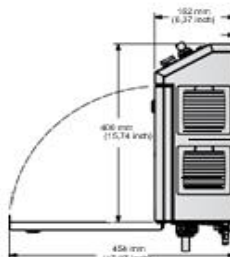


Laserkop

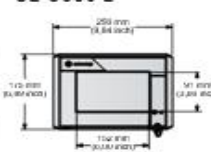
SL C150IP65
SL C350IP65

Controller

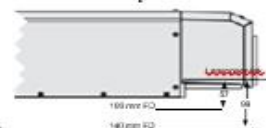
SL C350/SL C350 S
SL C350 L/SL C350IP65



Bedieningspaneel SL C350/SL C350 S SL C350 L



Lens-brandpuntsafstand FD:



Voor meer informatie, bezoek www.markem-imaje.com

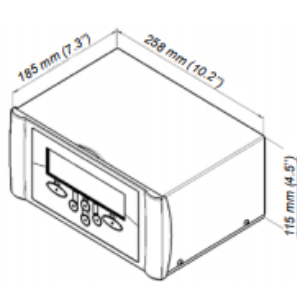


markem·imaje

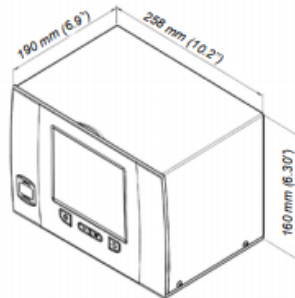
a DOVER company

		SmartDate® X40	SmartDate® X60	SmartDate® X60s	SmartDate® X60/128
Print area	Width	32 mm or 53 mm	53 mm	53 mm	128 mm
	Length	100 mm (cont.) 75 mm (int.)	150 mm (cont.) 75 mm (int.)	100 mm	150 mm (cont.) 75 mm (int.)
Print speed (mm/sec)*	Normal	600 mm/sec	1,000 mm/sec (at full 300 dpi resolution)	1,000 mm/sec (at full 300 dpi resolution)	700 mm/sec
	Hi-speed mode	N/A	1,000 mm/sec	1,200 mm/sec	N/A
	Digital Ribbon Save Print Mode	N/A	1,200 mm/sec	1,800 mm/sec	N/A
Ribbon length		1,100 m	1,100 m	1,100 m	900 m
Ribbon width (Min)		20 mm	20 mm	20 mm	80 mm
Ribbon width (Max)		55 mm	55 mm	55 mm	130 mm
Ribbon save options	Interlace	Yes	Yes	Yes	Yes
	Radial Ribbon Save	Yes	Yes	Yes	Yes
	Multi-print signal	Yes	Yes	Yes	Yes
	Digital Ribbon Save Print Mode	N/A	Yes	Yes	N/A
	Negative ribbon advance	Yes	Yes	Yes	Yes
Intermittent/Continuous		Intermittent or Continuous	Combined	Continuous only	Combined
Left/Right Hand		Easy change, no parts required	Easy change, no parts required	Easy change, no parts required	Easy change, no parts required
Minimum print speed		20 mm/sec	10 mm/sec	10 mm/sec	20 mm/sec

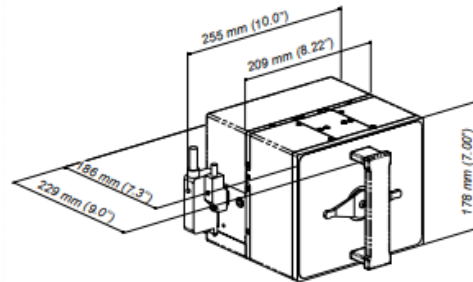
Mono controller



Color controller



Printer



To learn more, visit www.markem-imaje.com



markem·imaje

a **DOVER** company

Specifications Videojet-series [58]

Videojet® 1620
Small Character Ink Jet Printer

Ink Jet. Laser. Thermal Transfer. Labelers. Track & Trace. Supplies. Parts & Service.

Line Speed Capability

Can print 1 to 5 lines of print at speeds of up to 960 fpm (293 mpm) (10 characters per inch, single line of print)

Font Matrix Configuration

Single-line: 5x5, 4x7, 5x7, 7x9, 9x12, 10x16, 16x24, 25x34
Twin-line: 5x5, 5x7, 7x9, 9x12, 10x16
Tri-line: 5x5, 4x7, 5x7, 7x9
Quad-line: 5x5, 4x7, 5x7
Five-line: 5x5

Linear Bar Codes

UPC A&E; EAN 8 & 13; Code 128 A, B & C; UCC/EAN 128;
Code 39; Interleaved 2 of 5; 2D DataMatrix; GS1

DataMatrix Codes

10x10, 12x12, 14x14, 16x16, 8x18, 18x18, 20x20, 22x22, 24x24, 16x26, 26x26, 8x32, 32x32, 34x34, 12x36, 16x36, 16x48

Nominal Character Height

Selectable from 0.079" (2 mm) to 0.40" (10 mm), depending on font

Throw Distance

Optimal: 0.472" (12 mm)
Range: 0.197" (5 mm) to 0.591" (15 mm)

Keyboard

Membrane style with tactile feedback, including 72 numeric, alphabetic, and special function keys. PC-style layout to approximate international PC convention.

Display

320x240 Bright blue backlight 5.7" LCD display.
WYSIWYG onscreen message editing

Custom Logo/Graphics

Can be created by individual user on printer or PC with optional Videojet Logo Creator software

Character Sets

Chinese, Russian/Bulgarian, Turkish/Scandinavian, Greek, Arabic, Japanese/Kanji, Hebrew, Korean, East European and European/American

Languages and Interface Options

English, Arabic, Bulgarian, Czech, Danish, Dutch, Finnish, French, German, Greek, Hebrew, Hungarian, Italian, Japanese, Korean, Norwegian, Polish, Portuguese, Russian, Simple Chinese, Spanish, Swedish, Thai, Traditional Chinese, Turkish and Vietnamese

Data Interface

RS232, RS485 and ethernet (standard)
Clarisoft/Clarinet® via RS232 and ethernet
Message management via USB

Message Storage

250 complex messages

Environmental Protection

IP65 standard, no plant air required; stainless steel cabinet

Printhead

Heated printhead
Positive air (standard)
Diameter: 1.63" (41.3 mm)
Length: 10.62" (269.8 mm)

Printhead Umbilical

Ultra flexible
Length: 9.84' (3 m) optional 19.69' (6 m)
Diameter: 0.91" (23 mm)
Bend radius: 3.00" (76.2 mm)

Make-Up Fluid Consumption

As low as 2.4 ml/hour

Fluids Containers

Ink Smart Cartridge® 0.793 qt. (750 ml)
Make-Up Smart Cartridge 0.793 qt. (750 ml)

Temperature/Humidity Range

32°F to 122°F (0°C to 50°C)
0% to 90% RH non-condensing
With selected inks; actual installation may require additional hardware based on production environment conditions

Electrical Requirements

Nominal supply power 100-120 / 200-240 VAC at 50/60 Hz., 120 W

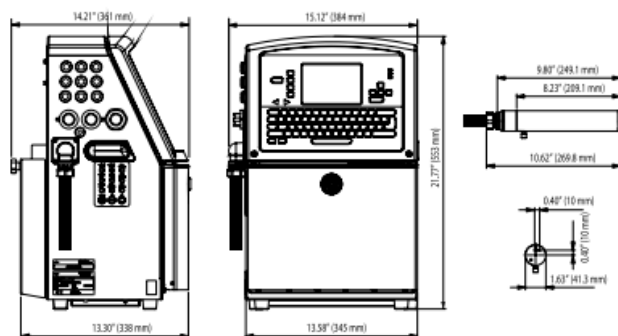
Approximate Weight

Unpacked and dry: 46.2 lbs. (21 kg)

Options

Dry air kit for high humidity (requires plant air)
Expanded I/O for remote message select and remote printer shut-off
60 or 70 micron nozzle
Food grade version
90 degree printhead
Wide range of accessories

Dimensions



800-843-3610
www.videojet.com / info@videojet.com
Videojet Technologies Inc. / 1500 Mittel Blvd.
Wood Dale IL 60191-1073 / USA
Phone 630-860-7300 Fax 800-582-1343



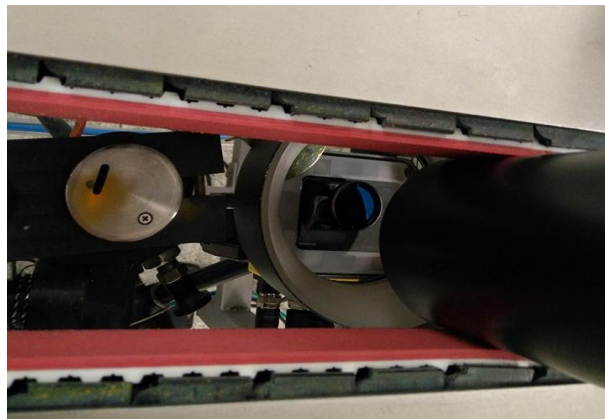
©2011 Videojet Technologies Inc. — All rights reserved.
Videojet Technologies Inc.'s policy is one of continued product improvement. We reserve the right to alter design and/or specifications without notice.

Part No. SLO00525
1620 Spec-0911
Printed in U.S.A.

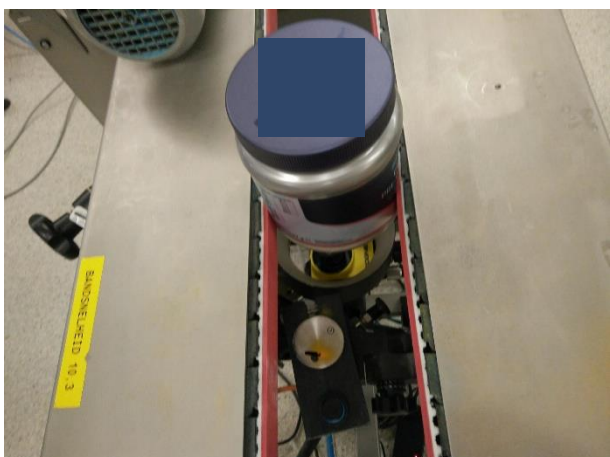
Bijlage B: Foto's van de testen uitgevoerd door Cognex:



Figuur 69: Potjes lijn 3 te Aminolabs voor de testen



Figuur 70: Bovenaanzicht van Cognex In-Sight 7600 color OCR-camera met blauwe filter en koepel-verlichting tijdens testen op zwarte potjes met gele opdruk



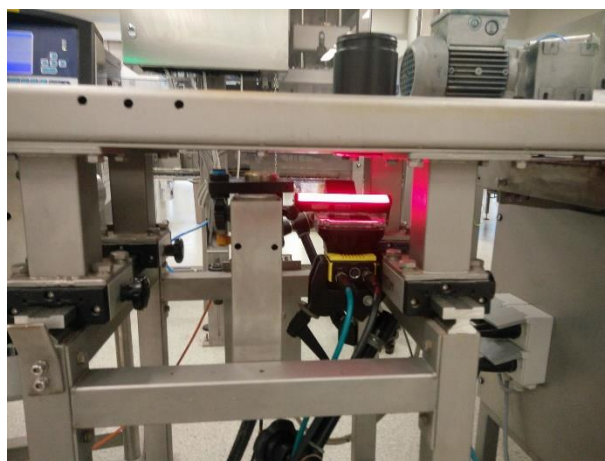
Figuur 71: Bovenaanzicht van Cognex In-Sight 7600 color OCR-camera met koepel-verlichting tijdens testen op grijze potjes met zwarte opdruk



Figuur 72: Bovenaanzicht van Cognex In-sight 7600 color OCR-camera met koepel-verlichting tijdens testen op witte potjes met zwarte opdruk



Figuur 65: Zijaanzicht van Cognex In-sight 7600 color OCR-camera met koepel-verlichting

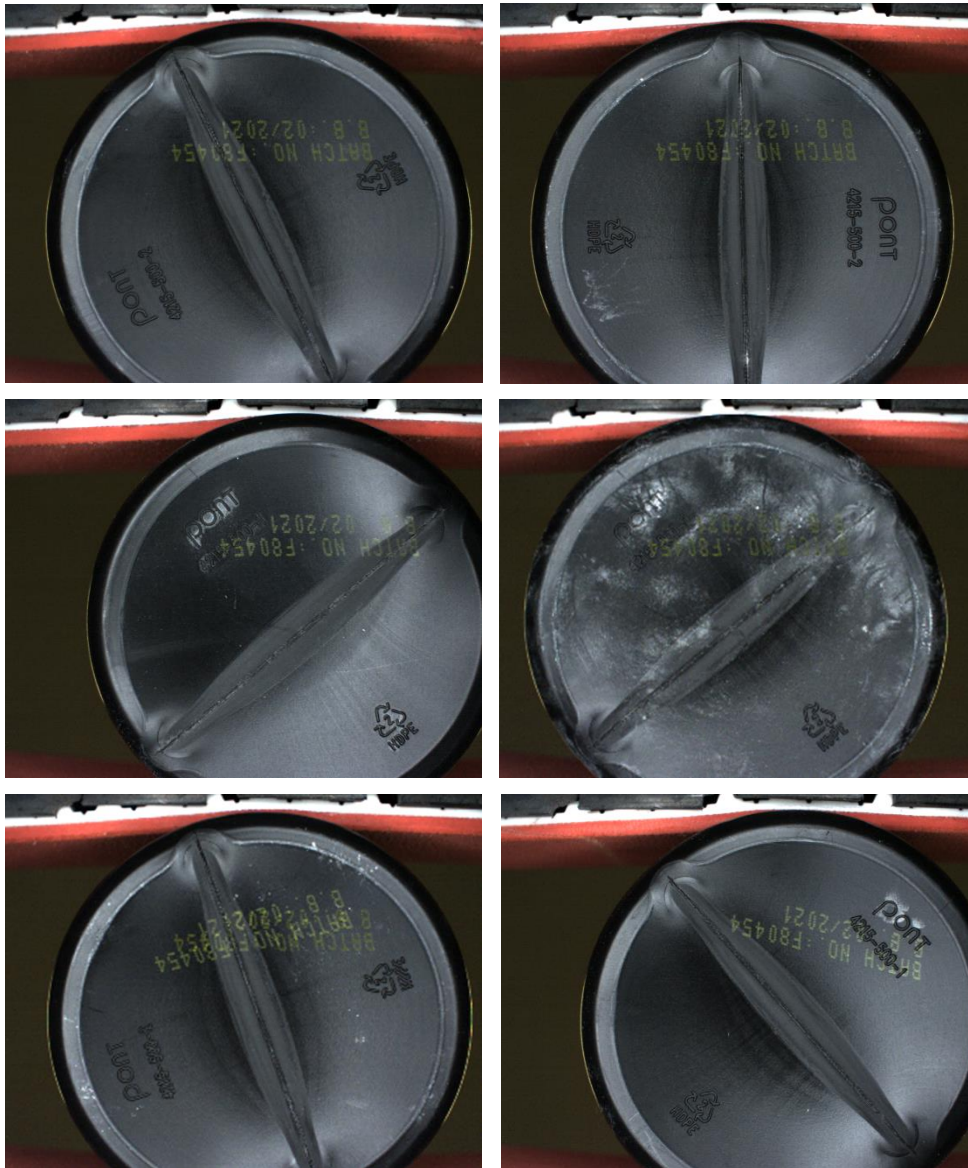


Figuur 74: Zijaanzicht van Cognex In-Sight 7600 color OCR-camera met rode staaf verlichting tijdens testen op zwarte potjes met gele opdruk

Bijlage C: Foto's van de geteste potjes

Zwarte potjes met gele opdruk

Foutieve uitwerpen:



Figuur 66: Foto's van foutief uitgeworpen verpakkingen (zwart met gele codering) gemaakt door de In-Sight 7600

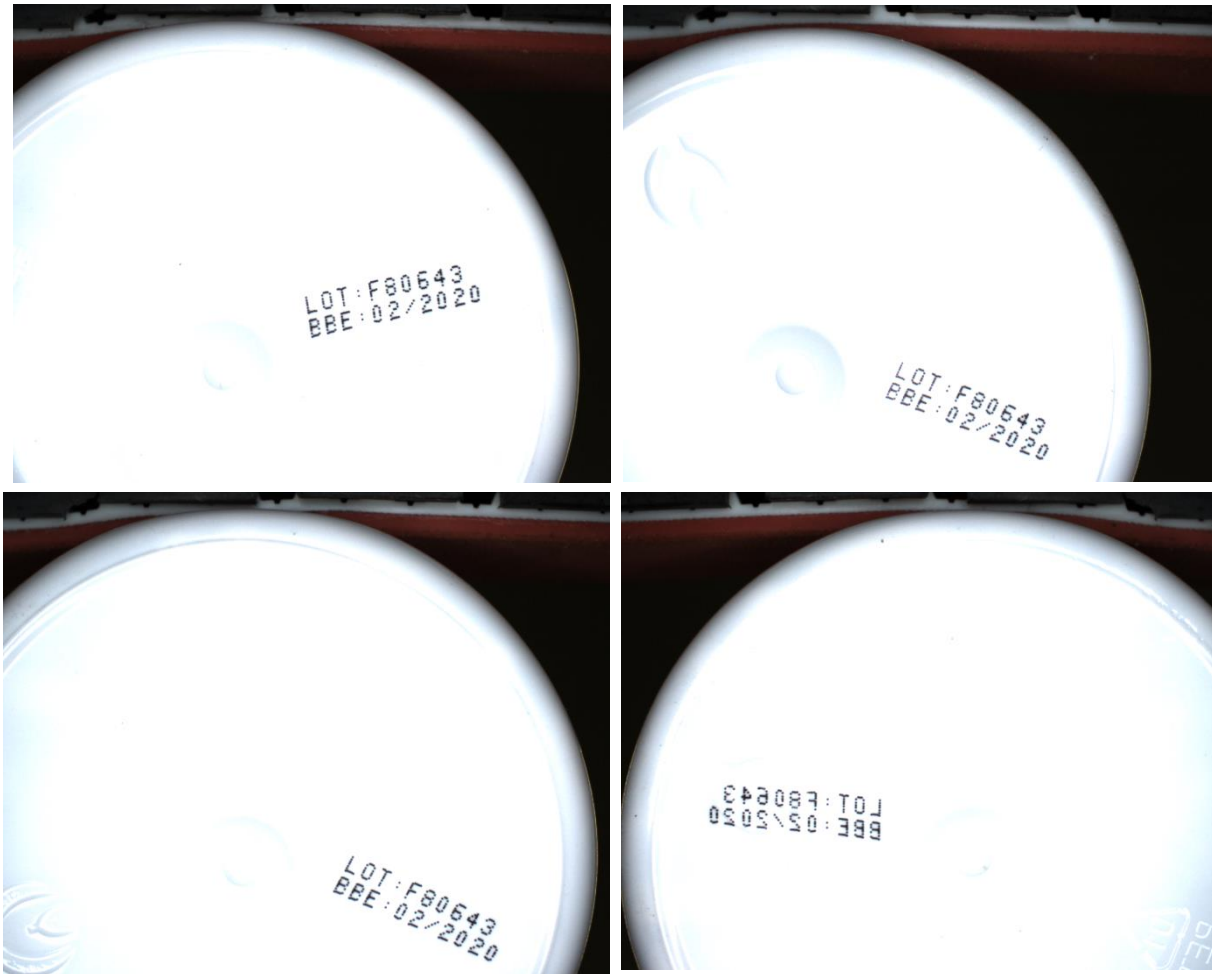
Goed gelezen:



Figuur 67: Foto's van goed gelezen verpakkingen (zwart met gele codering) gemaakt door de In-Sight 7600

Witte potjes met zwarte opdruk

Goed gelezen:



Figuur 68: Foto's van goed gelezen verpakkingen (wit met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600

Goed gelezen met stof:



Figuur 69: Foto's van goed gelezen verpakkingen met stof(wit met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600

Grijze potjes met zwarte opdruk

Goed gelezen:



Figuur 70: Foto's van goed gelezen verpakkingen (grijze met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600

Foutief uitgeworpen:



Figuur 71: Foto's van foutief uitgeworpen verpakkingen (grijze met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600

Goed gelezen met stof:



Figuur 72: Foto's van goed gelezen verpakkingen met stof (grijze met zwarte codering) gemaakt door de In-Sight 7600

Bijlage D: Data sheet IV series Keyence [59]

Data Sheet



IV-HG500CA

Sensor Head, Standard, Color, Automatic focus model



SPECIFICATIONS

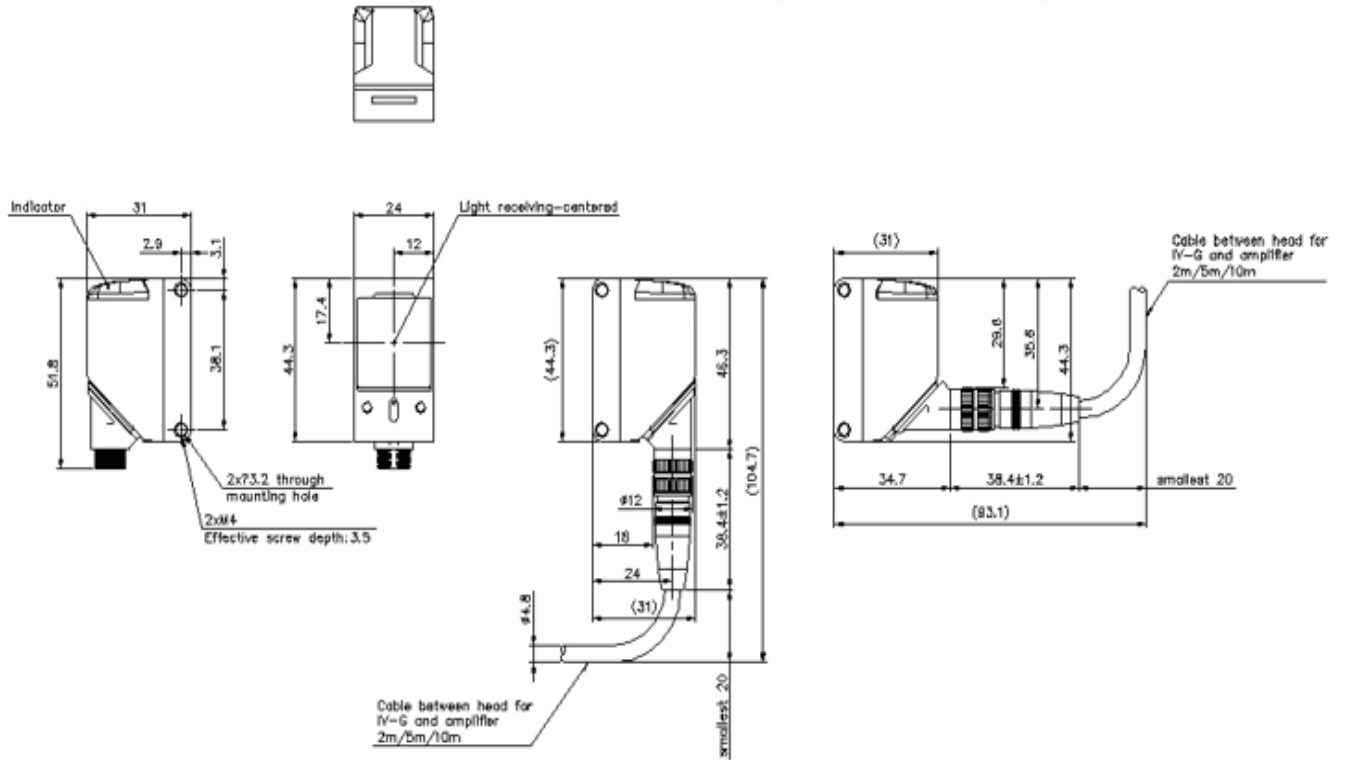
Model	IV-HG500CA	
Type	Standard sensor model	
Installed distance	20 to 500 mm 0.79" to 19.69"	
View	Installed distance 20 mm 0.79" : 10 (H) × 7.5 (V) mm 0.39" (H) × 0.30" (V) to Installed distance 500 mm 19.69" : 200 (H) × 150 (V) mm 7.87" (H) × 5.91" (V)	
Image sensor	Type	1/3 inch color CMOS
	Pixel	752 (H) × 480 (V)
Focus adjustment	Auto ^{†1}	
Exposure time	1/10 to 1/50,000	
Lights	Illumination	White LED
	Lighting method	Pulse lighting/DC lighting is switchable
Indicators	2 (the same display details for both indicators)	
Environmental resistance	Enclosure rating	IP67 ^{†2}
	Ambient temperature	0 to +50 °C 32 to 122 °F (No freezing)
	Relative humidity	35 to 85 % RH (No condensation)
	Vibration resistance	10 to 55 Hz, Double amplitude 1.5 mm 0.06" , 2 hours in each of the X, Y, and Z directions ^{†3}
	Shock resistance	500 m/s ² , 3 times in each of 6 directions ^{†3}
Material	Main unit case: Zinc die casting, Front cover: Acrylic (hard coat), Operation indicator cover: TPU	
Weight	Approx. 75 g	

^{†1} The focusing position can be automatically adjusted at the time of installation. Deactivated during the operation. Focusing position can be registered by program.
^{†2} Except when polarized filter attachment (OP-87899/OP-87900/OP-87901/OP-87902) is mounted
^{†3} Except when IV-HG dome attachment (IV-GD05/IV-GD10) is mounted

Dimensions

iv-g_hg_camera_dimension_01.gif

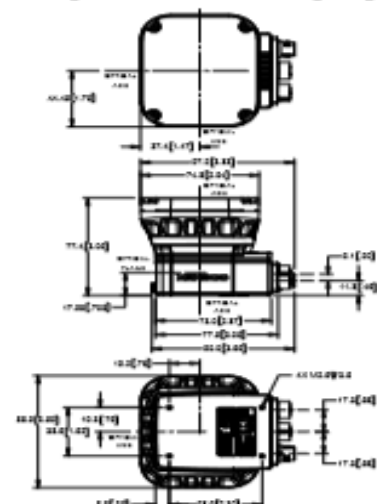
IV-G150MA/G300CA/G500CA/G500MA/G600MA/HG150MA
/HG300CA/HG500CA/HG500MA/HG600MA



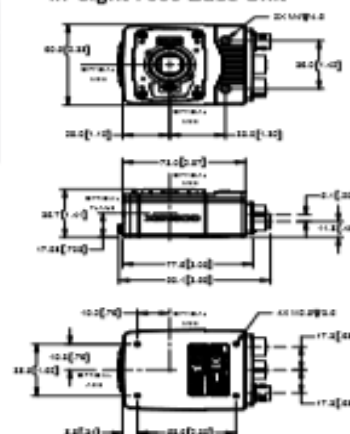
Bijlage E: Data sheet In-Sight 7000 series Cognex [40]

SPECIFICATIONS			
	In-Sight 7600/7800	In-Sight 7801	In-Sight 7802
Job/Program Memory	7.2 GB on board + 8 GB on SD card (included)		
Image Processing Memory	512 MB		
Additional Storage	8 GB SD card, network drive via FTP over gigabit network		
Operating Temperature	0 °C to 40 °C (32 °C to 104 °F)		
Resolution	640 x 480/800 x 600	1280 x 1024	1600 x 1200
Frames Per Second (FPS)	217/165	76	53
Lens Type	C-mount/5-mount/Autofocus		
Light Options	Internal vision torch light, other add-on lighting options; External light powered by 7000; External light independent power		
Internal Light Color	Red, white, blue, IR		
Indicator LEDs	System status; 360-degree viewing LED indicator ring		
Built in I/O	1 optically isolated trigger input; 1 dedicated input; 2 dedicated outputs; 2 bi-directional lines; RS-232; Additional I/O available via external I/O modules: CIO-MICRO or CIO-1400		
Power	24 VDC ±10%, 1.5 A maximum		
Industrial M12 Connectors	3: Power/I/O; Ethernet; External light power/control		
Weight	240 g		
Protection	IP67 with internal light option or C-mount lens cover		
Network Communications	10/100/1000 BaseT with auto MDIX. IEEE 802.3 TCP/IP Protocol.		
IEEE 1588 Support	Timestamp resolution: 8 ns Synchronization accuracy through transparent clock: 5 µs		

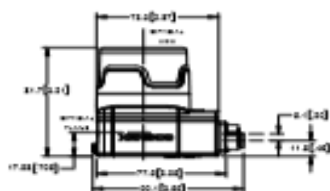
In-Sight 7000 with Internal Lighting



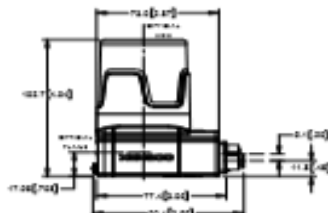
In-Sight 7000 Base Unit



In-Sight 7000 with C-mount Cover



In-Sight 7000 with Extended C-mount Cover



COGNEX

Companies around the world rely on Cognex vision and barcode reading solutions to optimize quality, drive down costs and control traceability.

Corporate Headquarters One Vision Drive Natick, MA 01760 USA

Regional Sales Offices

Americas

North America +1 844-929-2400
Brazil +55 (11) 2825 7301
Mexico +01 800 733 4114

Europe

Austria +40 721 053 8052
Belgium +32 289 370 75
France +33 1 7654 0318
Germany +40 721 053 8052

Hungary +36 30 605 5480
Ireland +44 121 29 65 163
Italy +39 02 3567 8108
Netherlands +31 207 941 309
Poland +48 717 121 060
Spain +34 93 290 26 14
Sweden +46 21 14 55 38
Switzerland +41 445 788 877
Turkey +90 216 600 1695
United Kingdom +44 121 29 65 103

Asia

China +86 21 6038 1133
India +91 20 4014 7840
Japan +81 3 5077 5400
Korea +82 2 539 0609
Singapore +65 632 55 700
Taiwan +886 3 578 0060

ESM VISION

EASY SOLUTIONS FOR MACHINE VISION

YOUR PARTNER FOR MACHINE VISION

Company: E.S.M. Vision v.o.f.
Email: info@esmvision.nl
Website: www.esmvision.nl

www.cognex.com

Bijlage F: OCR-reader Wenglor [60]

OCR Reader

B50R001

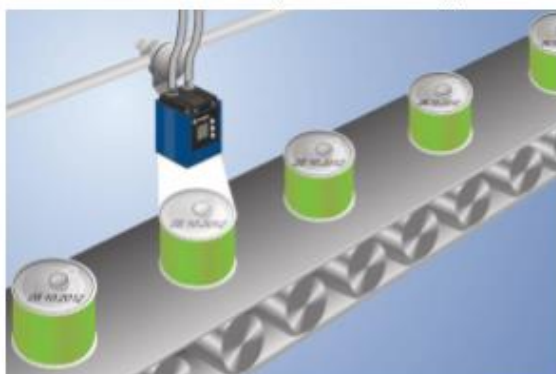
Part Number

weQubeOCR



- MultiCore technology
- OCR reading

The OCR reader is based on the wenglor MultiCore technology and reads up to 100 characters simultaneously. The functions autofocus, region of interest and tracking are available for improved plain text reading. Reliable reading, comparing and good/bad-evaluation of various characters and symbols are easily possible.



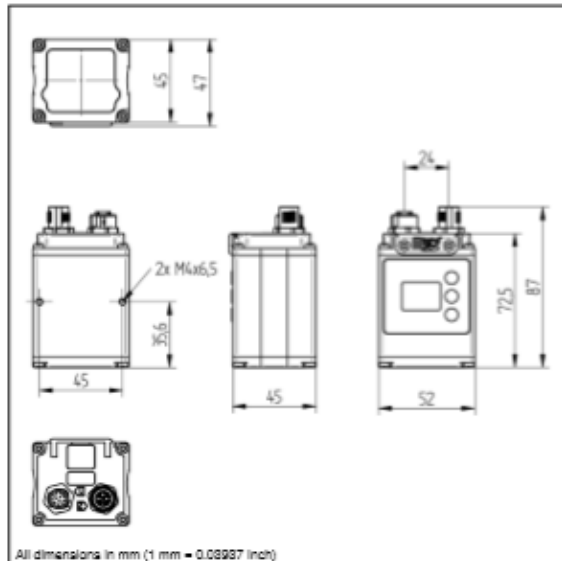
Technical Data

Optical Data	
Working Range	≥ 20 mm
Resolution	736 × 480 Pixel
Image Chip	monochrome
Light Source	White Light
Service Life (T = +25 °C)	100000 h
Visual Field	see Table 1
Frame Rate	25 Hz
Electrical Data	
Supply Voltage	18...30 V DC
Current Consumption (U _b = 24 V)	< 200 mA
Response Time	40 ms
Temperature Range	-25...55 °C*
Inputs/Outputs	6
Switching Output Voltage Drop	< 2,5 V
Switching Output/Switching Current	100 mA
Short Circuit Protection	yes
Reverse Polarity Protection	yes
Interface	RS-232/Ethernet
Protection Class	III
Mechanical Data	
Setting Method	Ethernet
Housing Material	Aluminum
Degree of Protection	IP67
Connection	M12 × 1; 12-pin
Type of Connection Ethernet	M12 × 1; 8-pin
Safety-relevant Data	
MTTFd (EN ISO 13849-1)	227,7 a
Function	
OCR	yes
Tracking	yes
Web server	yes
Configurable as PNP/NPN/Push-Pull	●
Switchable to NC/NO	●
Illumination Output	●
RS-232 Interface	●
Ethernet	●
Connection Diagram No.	002 1008
Control Panel No.	X2
Suitable Connection Technology No.	50 87
Suitable Mounting Technology No.	560

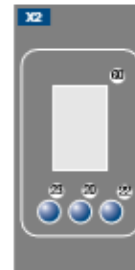
* -25° C: Ambient conditions should not result in condensation; avoid the formation of ice on the front panel!
 55° C: Continuous illumination at max. 1% or flash mode at 100% brightness with an exposure time of ≤ 5 ms; may affect the service life of the product.

Complementary Products

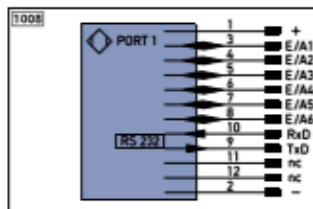
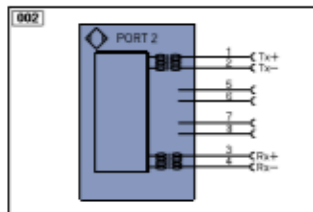
Disk with Polarizing Filter ZNNG004
Feldbus Gateways ZAG000N01, EPGG001
Illumination Technology
Protection Housing ZNNS001, ZNNS002
weQube software DNNF001
weQubeDecode license upgrade DNNL002
weQubeVision license upgrade DNNL001



All dimensions in mm (1 mm = 0.03937 inch)

Ctrl. Panel


- 20 = Enter Button
- 22 = UP Button
- 23 = Down Button
- 60 = Display


Legend

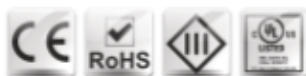
+	Supply Voltage +	PT	Platinum measuring resistor	E/A	Encoder A
-	Supply Voltage 0 V	nc	not connected	E/B	Encoder B
-	Supply Voltage (AC Voltage)	U	Test Input	Max	Digital output MIN
A	Switching Output (NO)	U	Test Input Inverted	Max	Digital output MAX
A	Switching Output (NC)	W	Trigger Input	CK	Digital output CK
V	Contamination/Error Output (NO)	Q	Analog Output	Sync In	Synchronization In
Q	Contamination/Error Output (NC)	O-	Ground for the Analog Output	Sync Out	Synchronization OUT
E	Input (analog or digital)	BZ	Block Discharge	Sp	Brightness output
T	Touch Input	Aw	Valve Output	M	Maintenance
Z	Time Delay (activation)	a	Valve Control Output a		
S	Shielding	b	Valve Control Output 0 V		
RxD	Interface Receive Path	SY	Synchronization		
TxD	Interface Send Path	E+	Receiver-Line		
RDY	Ready	E-	Emitter-Line		
GND	Ground	+	Grounding		
CL	Clock	SwR	Switching Distance Reduction		
E/A	Output/Input programmable	Rx+/-	Ethernet Receive Path		
IO-Link	IO-Link	Tx+/-	Ethernet Send Path		
POE	Power over Ethernet	Rx	Interfaces-Bus A(+)/B(-)		
IN	Safety Input	La	Enabled Light (disengageable)		
SSD	Safety Output	Mag	Magnet activation		
Signal	Signal Output	RS	Input confirmation		
BLD-	Ethernet (gigabit backed) data line (A-D)	SM	Corefactor Monitoring		
E/A	Encoder 0-pulse 0-0 (TTL)	E/A	Encoder A/A (TTL)		
		E/B	Encoder B/B (TTL)		

Wire Colors according to DIN IEC 757

BK	Black
BN	Brown
RD	Red
OG	Orange
YE	Yellow
GN	Green
BU	Blue
VT	Violet
GY	Grey
WH	White
PK	Pink
GN/YE	Green/Yellow

Table 1

Working Distance	20 mm	200 mm	1000 mm
Visual Field	18 × 12 mm	140 × 90 mm	700 × 450 mm



Bijlage G: Datasheet Keyence visiesystemen [48]

Data Sheet

KEYENCE



CV-200M

Digital 2-million-pixel Black-and-white Camera

CE

SPECIFICATIONS

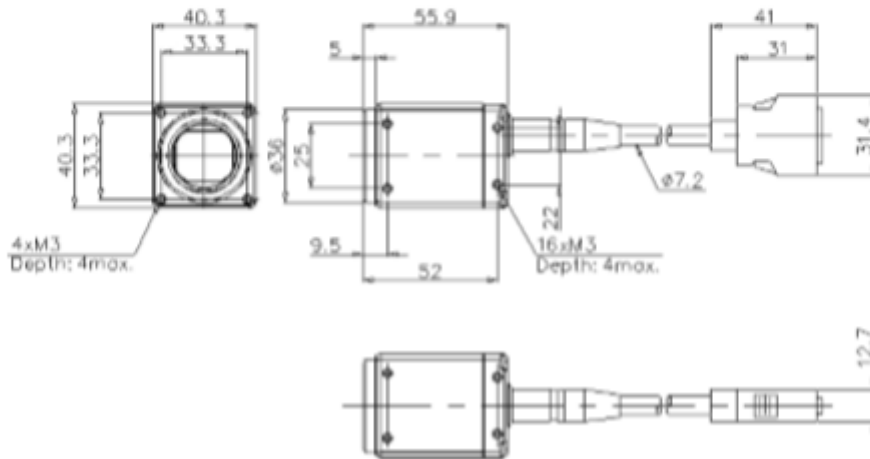
Model	CV-200M	
Type	Camera ¹	
Image pickup element	1/1.8-Inch monochrome CCD image receiving element, square-pixel/all-pixel reading, 2,010,000 pixels Unit cell size: 4.4 x 4.4 μm 0.17 x 0.17 Mil	
Number of valid pixels	1,920,000 pixels 1600 (H) x 1200 (V) ²	
Scanning system	Progressive (58.5 ms: 2,000,000-pixel mode, 47.6 ms: 1,000,000-pixel mode) Interlace (32.7 ms: 2,000,000-pixel mode, 27 ms: 1,000,000-pixel mode)	
Pixel transfer frequency	40 MHz	
Transfer system	Digital serial transfer	
Electronic shutter	1/15, 1/30, 1/60, 1/120, 1/240, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000, 1/10000, 1/20000, 0.05 msec to 9000 msec can be set with numeric values.	
Lens mount method	C mount	
Environmental resistance	Ambient temperature	0 to +40 °C 32 to 104 °F
	Relative humidity	35 to 85 % RH (No condensation)
Weight	Approx. 110 g (not including lens)	

¹ The CA-CN17 camera cable (17 m 55.8') and the CA-CN17R high-flex camera cable (17 m 55.8') cannot be used.
² In 1,000,000-pixel mode, 980,000 pixels (1024 x 960) serve as the processing area.

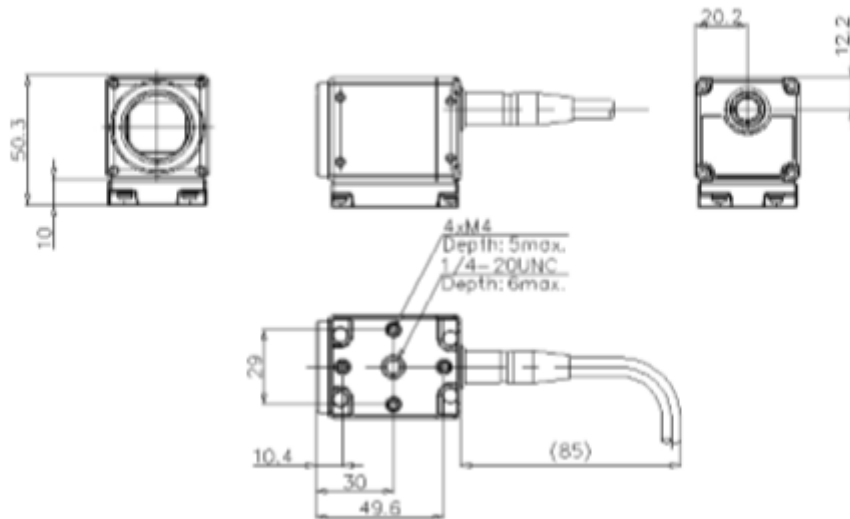
Dimensions

ca-hx200m_dimension_01.gif

CA-HX200M



When plastic fitting (accessory) is attached





CV-X420A

Controller: 2M pixel camera supporting type



CV-X150RP

Image Sensor/Controller



CA-HX200M

Supporting LumiTrax™ 16x Speed 2-megapixel Monochrome camera



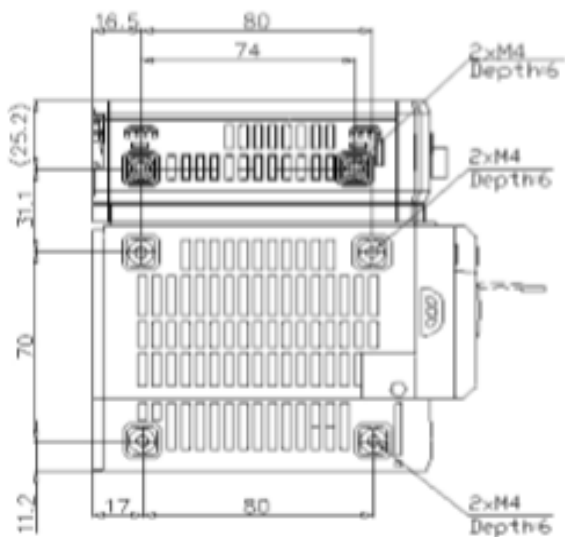
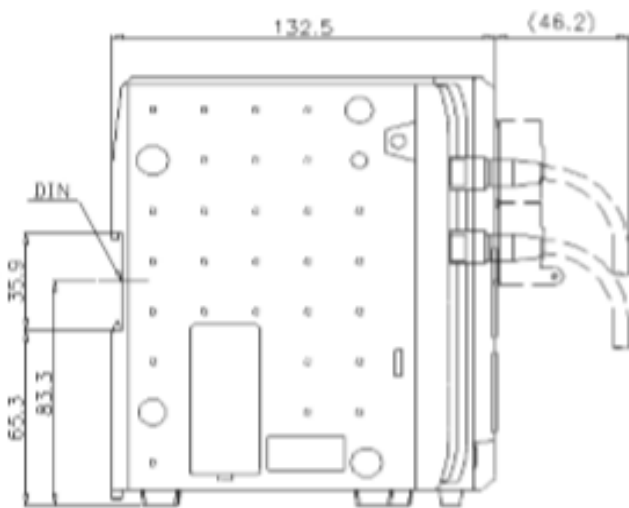
	21M pixel camera		5M pixel camera		2M pixel camera		
			 <small>LumiTrax compatible</small>		 <small>LumiTrax compatible</small>		
Model	CA-H2100M/CA-H2100C	CA-HX500M/CA-HX500C	CV-H500M/ CV-H500C	CA-HX200M/CA-HX200C	CV-H200M/ CV-H200C	CV-200M/ CV-200C	CV-S200M/ CV-S200C
Specs	×16 speed monochrome ×16 speed colour	×16 speed monochrome ×16 speed colour	×11 speed monochrome ×11 speed colour	×16 speed monochrome ×16 speed colour	×7 speed monochrome ×7 speed colour	Monochrome Colour	Compact monochrome Compact colour
Capture range	5104 × 4092 pixels	2432 × 2040 pixels	2432 × 2050 pixels	1600 × 1200 pixels	1600 × 1200 pixels	1600 × 1200 pixels	1600 × 1200 pixels
Transfer time	109.9 ms	27.6 ms ^{*1} / 29.0 ms ^{*1} 50.3 ms ^{*2} / 52.4 ms ^{*2}	61.2 ms	11.6 ms ^{*1} / 11.6 ms ^{*1} 20.1 ms ^{*2} / 20.2 ms ^{*2}	29.2 ms	58.5 ms	58.5 ms

Dimensions

cv-x100_150_170_ca-dc30e_dimension_01.gif

CV-X100/150/170+CA-DC30E

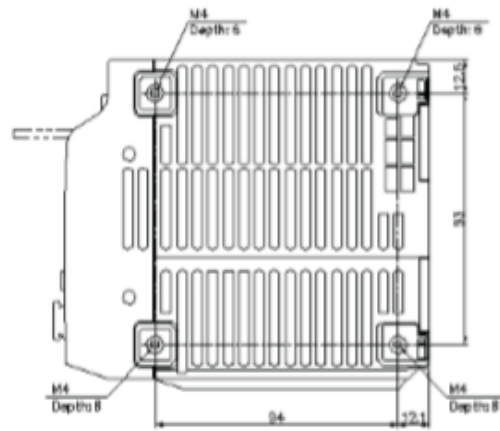
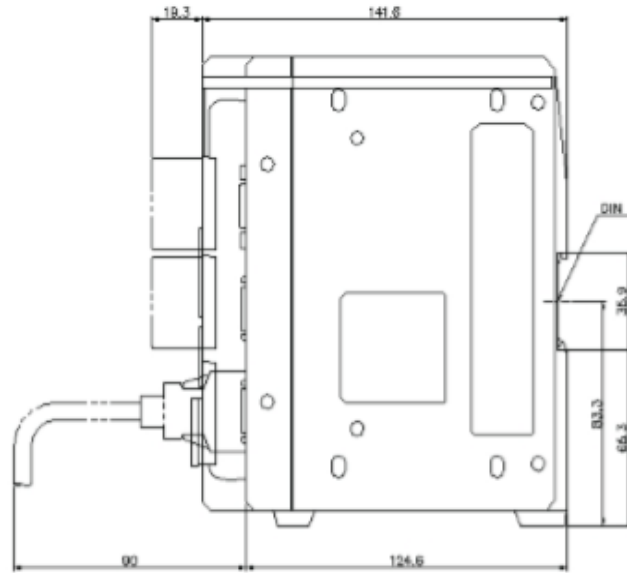
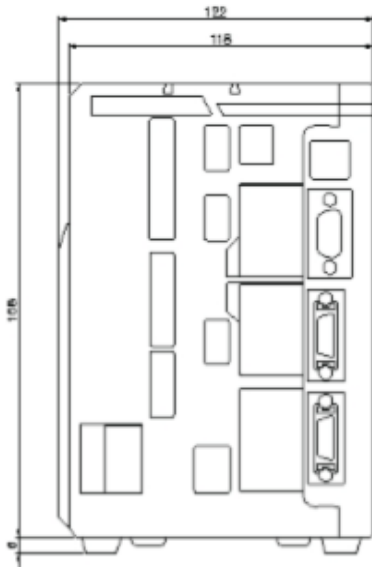
When CA-DC30E is connected



Dimensions

cv-x40_x42_x45_dimension_01.gif

CV-X400/CV-X420/CV-X450



ALL MODELS ARE HDD-LESS



CV-X100 Series				CV-X400 Series NEW				
Standard model			High-speed model for area cameras				Model that supports 3D	
Model	CV-X100	CV-X150	CV-X170	CV-X400	CV-X420	CV-X450	CV-X470	CV-X480
Main image processor	DSP			3-core DSP			7-core DSP	
Max. no. of connectable cameras	2	4	4	2	4	4	4	4
Supported cameras	0.31M to 0.47M pixel	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2M pixel	—	✓	✓	—	✓	✓	✓
	5M pixel	—	—	✓	—	—	✓	✓
	21M pixel	—	—	—	—	—	✓	✓
	CA-HX048C/M	✓ ¹	✓ ¹	✓ ¹	✓	✓	✓	✓
	CA-HX200C/M	—	✓ ¹	✓ ¹	—	✓	✓	✓
	CA-HX500C/M	—	—	✓ ¹	—	—	✓	✓
LJ-V	—	—	—	—	—	—	—	✓

¹The Lumix function is not supported.

Lineup of lights that support a wide range of inspections



Lineup of lenses that can be selected based on the camera type and accuracy requirements



Bijlage H: datasheet Meliscout [61]

VISION SECURE



Die Stärken der VISION SECURE auf einen Blick

- I Complies with requirements of regulated surroundings like in pharmaceutical and food industries.
- I Automatic audit trail (logbook)*
- I Multilevel user and password management*
- I Integrated format management and library
- I Production statistics

Specification Camera

- I Standard dimensions (case) 40x40x80 mm
- I Viewing direction straightforward or 90°
- I LED illumination included, external illumination*
- I Resolution: 1.2 megapixel (standard), high resolution versions upon request
- I Analysis time up from 70 ms (depending on application)
- I 24 V DC technology for power supply, 4 inputs, 4 outputs or 8 I/O*

Touch Display

- I Color display, standard sizes
- I 12", resolution 1024x768, panel mounting or with IP65 case
- I 7", resolution 800x600, IP 65 case

Pre-programmed Applications

- I Barcode reading, e.g. pharma code, code 39, code 128,...
- I Data matrix code reading ECC200
- I Code control and verification
- I Printing inspection
- I Optical character reading*
- I Position measurement and dimensional control
- I Inspection with respect to missing product details

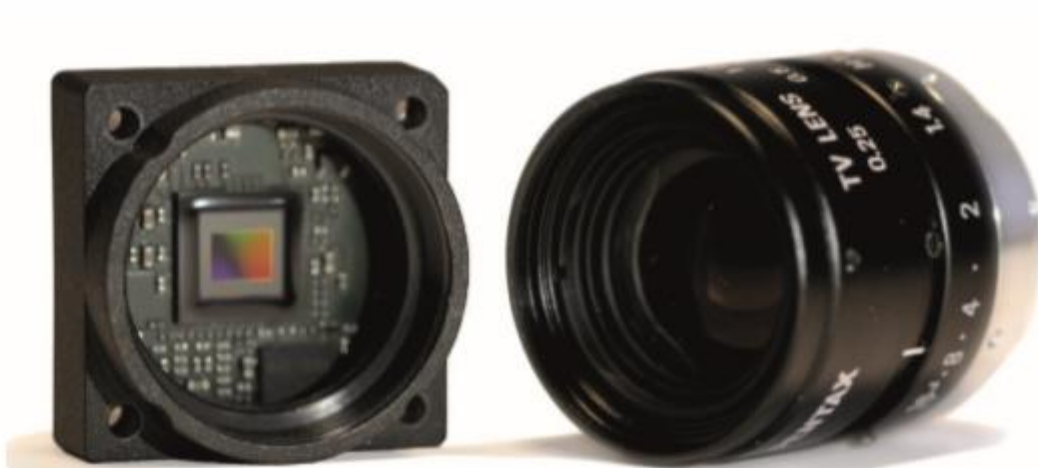
System Properties

- I Each camera can perform up to eight control tasks simultaneously
- I Count statistics for each task
- I Routines once implemented can be saved for retrieval and re-using (format library)
- I One screen can manage up to eight cameras
- I Up to four password levels configurable
- I Alarm screen (text and color) for internal and external trouble
- I Remote maintenance*

* = optional

We designed this camera based on the pharmaceutical GMP requirements and with optimum technical standards ...

...to protect your products!



Bijlage I: productie gegevens Aminolabs

CLASSIFIED

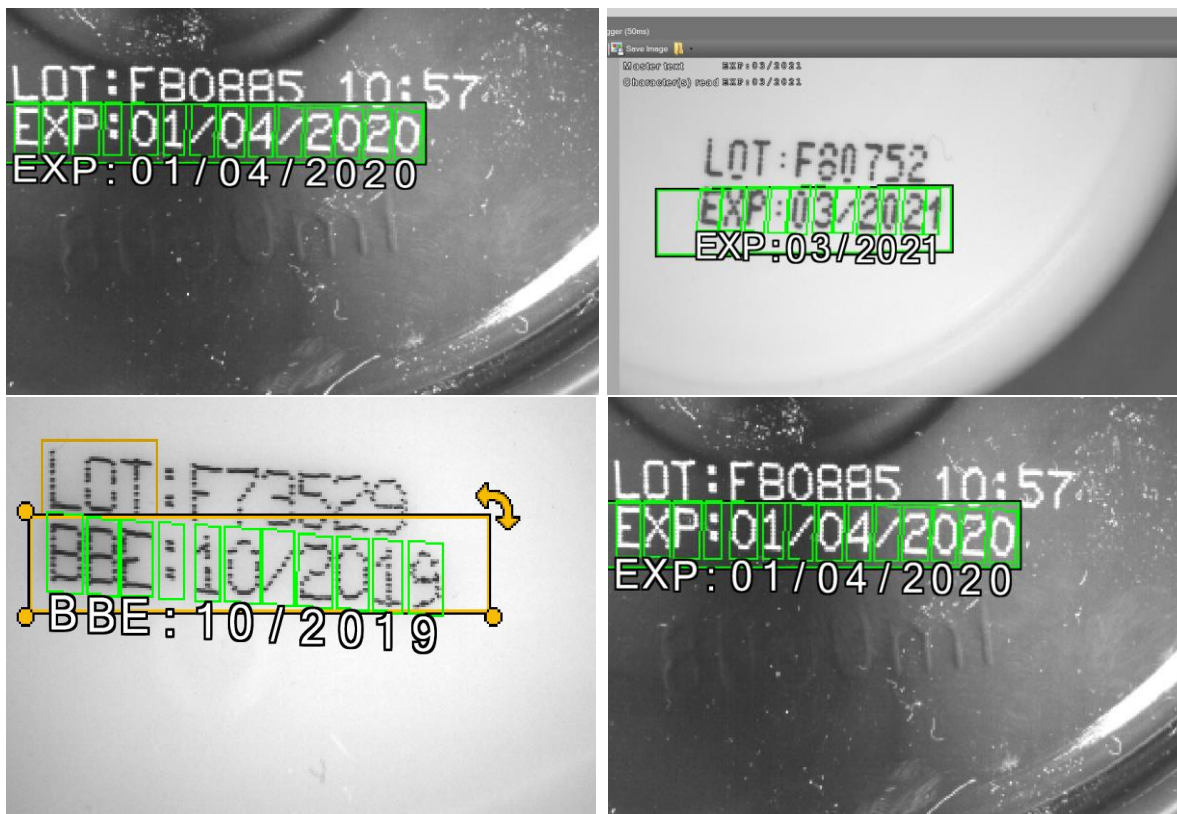
CLASSIFIED

CLASSIFIED

CLASSIFIED

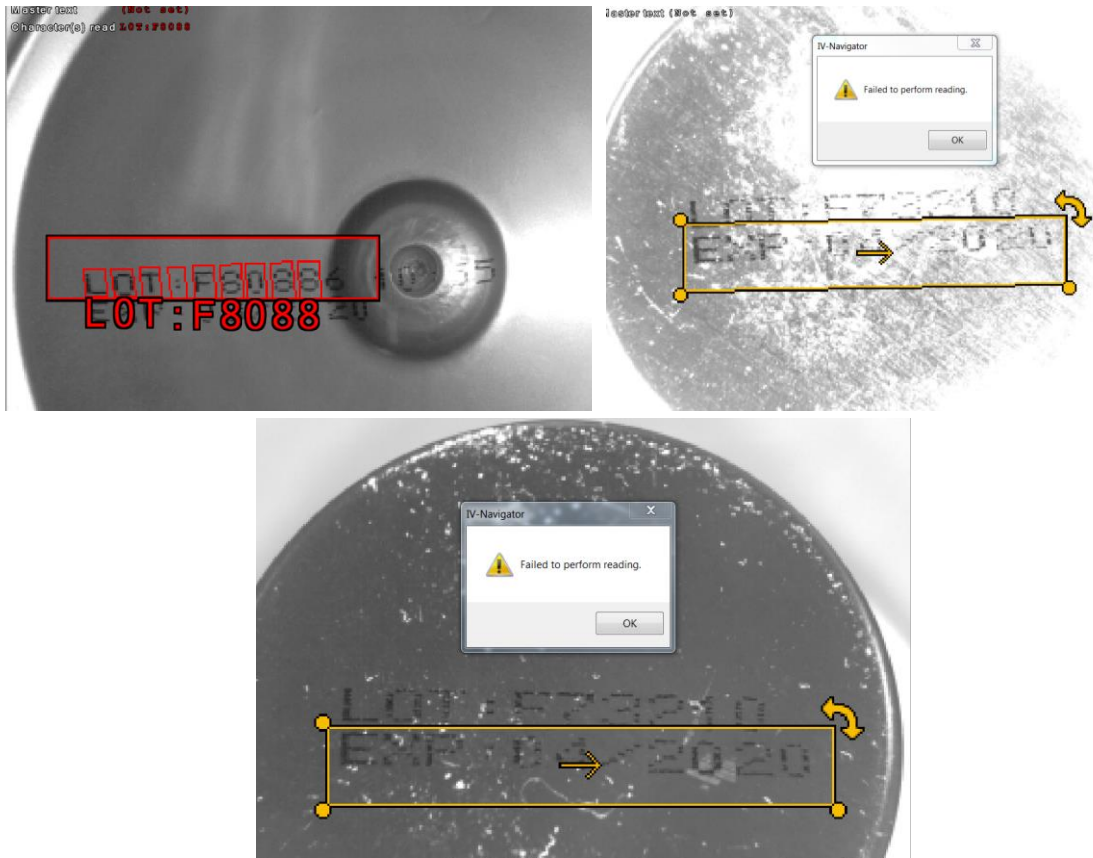
Bijlage J: Foto's testen Keyence (IV serie visiesensor)

Goed gelezen:



Figuur 73: Foto's van goed gelezen coderingen door testen in Keyence (met IV vision sensor)

Slecht gelezen:



Figuur 74: Foto's van slecht gelezen coderingen door testen Keyence (IV vision sensor)

7. Bibliografie

- [1] W. ' . Doôrkiekje, „Verklarende woordenlijst,” zeelandnet.nl, [Online]. Available: (<http://www.zeelandnet.nl/communities/ajhartog/p/76195-verklarende-woordenlijst>). [Geopend april 2018].
- [2] J. Baeten, „websites.khlim,” 2010. [Online]. Available: <http://websites.khlim.be/jbaeten/>. [Geopend april 2018].
- [3] edmundoptics, „6 Fundamental Parameters of an Imaging System,” edmundoptics, 2018. [Online]. Available: <https://www.edmundoptics.com/resources/application-notes/imaging/6-fundamental-parameters-of-an-imaging-system/>.
- [4] V. (. N. 1. V. H. E. PARLEMENT, *betreffende de verstrekking van voedselinformatie aan consumenten, tot wijziging van Verordeningen (EG) nr. 1924/2006 en (EG) nr. 1925/2006 van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Richtlijn 87/250/EEG van de Commissie, Richtlijn 90/496*, Publicatieblad van de Europese Unie, 25 oktober 2011.
- [5] AminoLabs, AminoLabs, 2017. [Online]. Available: <https://aminolabs.com>. [Geopend oktober 2017].
- [6] AminoLabs, „Aminolabs ‘the facts’,” [Online]. Available: https://aminolabs.com/media/1127/4290006_aminolabs_factsheet_3d.pdf. [Geopend oktober 2017].
- [7] NewsRx, „Patents; Researchers Submit Patent Application, "Robust Industrial Optical Character Recognition", for Approval (USPTO 20160034773)". Atlanta Patent 10240, 25 februari 2016.
- [8] L. Eikvil, „OCR,” <https://www.nr.no/~eikvil/OCR.pdf>, 1993.
- [9] I. Microscan Systems, „Understanding Optical Character Recognition,” http://files.microscan.com/industrysolutions/ocr_whitepaper.pdf.
- [10] R. S.K.Singla, „Optical Character Recognition Based Speech Synthesis System Using LabVIEW,” *ScienceDirect*, vol. 12, nr. 5, pp. 919-926, October 2014.
- [11] Nicomsoft Ltd., „Optical Character Recognition (OCR) – How it works,” Nicomsoft, 5 Februari 2012. [Online]. Available: <https://www.nicomsoft.com/optical-character-recognition-ocr-how-it-works/>.
- [12] Oracle®, „Oracle® Distributed Document Capture/Oracle® Document Capture Administrator's Guide,” Oracle, 2010. [Online]. Available: https://docs.oracle.com/cd/E10316_01/capture/capture_help/html_ododd/odc_c_overview.htm.
- [13] P. K. C. V. M. C. Deepthi, „A Review on the Various Techniques used for Optical Character Recognition,” *International Journal of Engineering* , pp. 659-662, januri-februari 2012.
- [14] T. Kotwal, „The Untrusted Computer Problem and Camera Based,” B.S., Electrical Engineering, Tufts University , <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/87272/51480362-MIT.pdf?sequence=2>, 2000.
- [15] S. M. H. Fujisawa, *Machine Learning in Document Analysis and Recognition*, springer, 2008.
- [16] S. Marinai, M. Gori en G. Soda, „Artificial neural networks for document analysis and recognition,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* , vol. 27, nr. 1, pp. 23-35, 2005.
- [17] D. W. H. Terrence Walsh, „Method for automating inspecting labels”. USA Patent US20020087574A1, 15 december 2000.
- [18] J. B. Pedersen, K. Nasrollahi en T. B. Moeslund, „Quality Inspection of Printed Texts,” Aalborg University, The 23rd International Conference on Systems, Signals and Image Processing, 2016.
- [19] Microscan, „Optical Character Verification (OCV),” OMRON, [Online]. Available: <http://www.microscan.com/en-us/resources/know-your-tech/optical-character-verification-ocv>. [Geopend mei 2018].

- [20] ASCII, „ASCII Table and Description,” 2010. [Online]. Available: <https://www.asciitable.com/>.
- [21] i. VISION, „Optimizing an OCR/OCV Inspection,” iKnow VISION, http://info.bannerengineering.com/cs/groups/public/documents/literature/ocr_ocv_qa1.pdf.
- [22] Tom Brennan, „OCR and OCV,” Artemis Vision, <https://www.vision-systems.com/content/dam/VSD/NextGen/04-software.pdf>.
- [23] Baumer, „Monitoring of Printed Product Information,” 2018. [Online]. Available: <https://www.baumer.com/medias/Baumer-VT-OCR-vs-OCV-TR-EN-1105.pdf?context=bWFzdGVyfGRvY3VtZW50c3w5NzYzNTB8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfGRvY3VtZW50cy9oNjEvaDY3Lzg4MzY2NTcyNTAzMzQucGRmfDRhMzJlY2RmMTJkZTkzMzdjN>.
- [24] N. Zuech, „Considerations in OCR/OCV Applications,” AIA, 2000. [Online]. Available: https://www.visiononline.org/vision-resources-details.cfm/vision-resources/Considerations-in-OCR-OCV-Applications/content_id/1325.
- [25] R. M. Bert Dingenen, „Masterproef Integratie van robotvolgsysteem met 2D-visie voor vlakke voorwerpen,” 2015. [Online]. Available: <https://uhdSPACE.uhasselt.be/dSPACE/handle/1942/19485>. [Geopend 2018].
- [26] C. A. d. Mello, „A Comparative Study on OCR Tools”.
- [27] A. I. D. & S. A. M. Gudkov, „Measurement Techniques,” *Metrologiya*, , vol. 6, pp. 15-19, 2011.
- [28] videojet, „Continuous inkjetprinter,” april 2018. [Online]. Available: <http://www.videojet.nl/nl/homepage/products/continuous-inkjet-printers.html>.
- [29] videojet, „An introduction to Thermal Transfer,” Videojet Technologies Inc, Mittel Blvd. Wood Dale IL, 2013.
- [30] C. G. Cui Xiaomenga, „Effect of Instrument Precision on Area Quality Measurement Used In,” *Applied Mechanics and Materials Vols.*, Vols. %1 van %2 pp 236-237, pp. 503-508, 2012.
- [31] Hue P. Le, „Progress and Trends in Ink-jet Printing Technology,” Le Technologies, Inc., Beaverton, Oregon, 1999.
- [32] V. T. Inc., „Continuous inkjetprinter,” Videojet Technologies Inc., 2018. [Online]. Available: <http://www.videojet.nl/nl/homepage/products/continuous-inkjet-printers.html>.
- [33] videojet, „Laser Marking Machines,” videojet, 2018. [Online]. Available: <http://www.videojet.com/us/homepage/products/laser-marking-systems.html>. [Geopend april 2018].
- [34] Griffin-Rutgers, „Inkjet vs. Laser Printing Systems: Which One is Right for Your Business?,” Griffin-Rutgers, [Online]. Available: <https://packagingcoders.com/inkjet-vs-laser-systems-which-one-is-right-for-your-business/>. [Geopend April 2018].
- [35] markem-imaje, „smarlase-c150-and-c350,” 2017. [Online]. Available: <http://www.markem-imaje.be/nl-be/producten/productocoding/laser/smarlase-c150-and-c350&origin=en-us>.
- [36] cabelorganiser.com, „Thermal Transfer Label Printers and How They Work,” 2018. [Online]. Available: <https://www.cableorganizer.com/articles/thermal-transfer-label-printers.htm>.
- [37] markem, *operator manual smartdate3*.
- [38] markem-imaje, „Thermo-transfer,” 2017. [Online]. Available: <http://www.markem-imaje.be/nl-be/producten/productocoding/thermo-transfer>.
- [39] Getra, „Videojet 1220 : basisversie,” 2017. [Online]. Available: <https://www.getra.com/nl/inkjet-coding/kleinkarakter-inktjet/videojet-1220-basisversie>.
- [40] Cognex, „IN-SIGHT 7000 SERIES VISION SYSTEM,” [Online]. Available: <https://www.cognex.com/downloads/literaturemain?event=b9f50403-7f83-4bed-8d45-9ead201143b2>. [Geopend april 2018].
- [41] Cognex, „IN-SIGHT SPREADSHEETS STANDARD AND ADVANCED29/05/2018 9:00 HEURE,” Cognex, [Online]. Available: <https://www.cognex.com/training/classroom->

- training/in-sight-spreadsheets-standard-and-advanced29052018-900-heure-5a48be1f-dfd1-e711-9111-00505693004d. [Geopend april 2018].
- [42] Esm-vision, *offerte Cognex In-sight 7000 serie*, Aminolabs, 2017.
- [43] integro-tech, „VisionView 900,” cognex, [Online]. Available: <http://www.integro-tech.com/vv900/>.
- [44] Wenglor, „B50S001,” Wenglor, [Online]. Available: <https://www.wenglor.com/product-world/products/>. [Geopend april 2018].
- [45] Wenglor, „products:DNNL003,” Wenglor, [Online]. Available: <https://www.wenglor.com/product-world/products/>. [Geopend April 2018].
- [46] wenglor, „DNNL006,” Wenglor, [Online]. Available: <https://www.wenglor.com/product-world/products/>. [Geopend april 2018].
- [47] Wenglor, *offerte: weQube Vision-sensor Wenglor*, Aminolabs, 2017.
- [48] Keyence, „Product Catalogue,” [Online]. Available: https://www.keyence.eu/?aw=gagooglekbenbr102100e&gclid=EAIAIQobChMInKzHtMrk2gIVE53VCh2pJAzEEAAYASAAEgIJvD_BwE. [Geopend April 2018].
- [49] Keyence, *Offertes: Quotation_10426942, Quotation_10427087*, 10426942 15.12.2017, 2017.
- [50] R. NV, *offerte MELISCOUT vision secure*, AminoLabs, 2018.
- [51] Roosjen NV/SA, *offerte 3010437: visiesysteem*, Aminolabs, 2017.
- [52] esmvision, „applications,” cognex, [Online]. Available: <https://esmvision.eu/cognex/>.
- [53] A. G. A. Namane, „CSM neural network for degraded printed character optical recognition,” *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 5, nr. 25, pp. 1171-1186, 2014.
- [54] M. Hundscheid, Interviewee, *visie expert van esm-visie*. [Interview]. 1 maart 2018.
- [55] P. G. A. M. E. O. Thomas M. Dolash, „Background compensating bar code readers”. US Patent US4983817A, 1 maart 1989.
- [56] L. H. Liang, „Apparatus and methods for authentication using partially fluorescent graphic images and OCR characters”. US Patent US6373965B1, 24 juni 1994.
- [57] M. imaje, „<http://www.markem-imaje.com/products/product-coding/thermal-transfer/smartdate-x60>,” 2018. [Online]. Available: <http://www.markem-imaje.com/products/product-coding/thermal-transfer/smartdate-x60>.
- [58] Videojet, „videojet 1620,” 2011. [Online]. Available: <http://www.videojet.com/content/dam/pdf/NA%20-%20English/Videojet-1620-Spec-Sheet.pdf>.
- [59] KEYENCE, „Vision SensorIV series: IV-HG500CA,” KEYENCE, [Online]. Available: <https://www.keyence.com/products/vision/vision-sensor/iv/models/iv-hg500ca/index.jsp>. [Geopend april 2018].
- [60] Wenglor, „Image Processing and Smart Cameras,” 2018. [Online]. Available: <https://www.wenglor.com/product-world/products/>.
- [61] Meliscout, „Vision Secure – die Pharmakamera,” 2018. [Online]. Available: <http://www.meliscout.de/Smart-Kamerasysteme/index.php/>.
- [62] directindustry, „products,” [Online]. Available: <http://www.directindustry.com/prod/cognex/product-23274-824373.html>. [Geopend april 2018].
- [63] Stackoverflow, „Remove background noise from image to make text more clear for OCR,” Stackoverflow, 24 November 2015. [Online]. Available: <https://stackoverflow.com/questions/33881175/remove-background-noise-from-image-to-make-text-more-clear-for-ocr>.

- [64] accusoft, „datamatrix,” accusoft, [Online]. Available: <http://help.accusoft.com/BarcodeXpress/v10.0/linux/Data%20Matrix.html>.
- [65] barcodeinc, [Online]. Available: <https://www.barcodesinc.com/faq/>.
- [66] „Lake Image Systems Automates UV Variable Data Validation on Security Labels for a Global Security Printer,” 2018. [Online]. Available: <http://www.lakeimage.com/casestudies/lake-image-systems-automates-variable-data-validation-on-security-labels-for-a-global-security-printer/>.
- [67] videojet, „Thermal Transfer Ribbons,” videojet technologie inc, 2018.
- [68] Keyence, „machine vision MARKING INSPECTION,” KEYENCE CORPORATION, 50 Tice Blvd., Woodcliff Lake, 2008.

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:
Selectie van een inline geautomatiseerde visuele controle voor een verpakkinglijn bij Aminolabs

Richting: **master in de industriële wetenschappen: verpakkingstechnologie**
Jaar: **2018**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Pauwels, Arne

Datum: **6/06/2018**