

Anomaly Detection: More Money, Less Work

Extended abstract



bachelor project, HBO-ICT

Nino Deserno (1921010),
Sam Rutten (1873350),
Etiënne Sniijders (1867962),
Sean Winter (1532391)

19-04-2021

Lectoraat Data Intelligence

supervisor(s)

Jim Bemelen, opdrachtgever,
Koen Steeghs, procesbegeleider

Abstract

Artificial Intelligence (AI) wordt hedendaags een steeds belangrijker onderwerp. De techniek wordt overal toegepast, ook in de maakindustrie. Het toepassen van deze techniek in de maakindustrie is van maatschappelijk belang. Door processen te verbeteren met Quick Response Manufacturing, kunnen levertijden verlaagd worden en aan de vraag van de klant voldaan worden.

Heb doel van dit project is het ontwikkelen van een demonstrator die met een Artificial Intelligence toepassing een proces kan versnellen in de maakindustrie. Middels het uitvoeren van een GAP analyse zijn de huidige situatie en de gewenste situatie in kaart gebracht. In het verbeterde proces wordt de medewerker ondersteunt door de intelligent agent waar de focus ligt bij het tellen.

De meest voorkomende technieken die onder AI vallen in de industrie zijn Machine Learning, Deep Learning en Computer Vision. In de demonstrator wordt gebruik gemaakt van Computer Vision en is opgedeeld in twee onderdelen: Shape Detection en Object Detection. De techniek 'OpenCV' is gebruikt voor shape detection en 'Yolov4' is gebruikt voor Object Detection. De demonstrator is een fysieke opstelling die bestaat uit een lopende band, met daarbovenop een cabine. Als de producten langs de camera komen, welke in de cabine gemonteerd is, worden zij geteld. Deze live feed wordt getoond op een graphical user interface die shape detection en object detection op twee verschillende tabbladen laat zien.

1

Inleiding

Artificial Intelligence (AI) wordt hedendaags een steeds belangrijker onderwerp. De techniek wordt overal toegepast, ook in de maakindustrie. Een van de doelstellingen is om 'slimme machines' te maken die in staat zijn om te zien, te communiceren en hetzelfde werk te doen als mensen, met een grotere precisie, betere en snellere resultaten. Door machines in staat te stellen informatie uit de fysieke wereld waar te nemen en mensen te helpen bij complexe processen, wordt de deur geopend voor vele mogelijkheden.

In het kort is Artificial Intelligence een systeem of een computer die kennis opdoet en met deze kennis acties kan uitvoeren. Binnen Industrie 4.0 worden verschillende technologieën toegepast. Deze zijn: Modeling, Diagnostics, Prediction, Optimization, Decision en Deployment. Het toepassen van deze technologieën helpt bij het opstellen van een Quick Response Manufacturing-proces (QRM). Hierbij wordt gestreefd naar kortere doorlooptijden.

Aanleiding

Het lectoraat Data Intelligence bestudeert de mogelijkheden en nieuwste inzichten in de wereld van Data Intelligence. Zij bedenken oplossingen op het gebied van slim omgaan met data en werken het liefst aan maatschappelijke projecten die Limburg sterker maken. Hun doelstelling is het ontwikkelen en valideren van data gedreven innovatieve toepassingen (Zuyd Hogeschool, sd).

Doelstelling

Het Data Intelligence lectoraat wilt bedrijven aan de hand van projecten laten zien hoe AI toepassingen ingezet kunnen worden. Hiermee hopen zij de visie over het belang van toepassingen binnen industrie 4.0 over te brengen. De focus van dit project ligt op het ontwikkelen van een demonstrator welke aantoont dat een Artificial Intelligence toepassing een proces kan versnellen in de maakindustrie met als toepassing Quick Response Management (QRM). Door het demonstreren van het project worden bij de bedrijven inzichten gecreëerd omtrent de mogelijkheden die toe te passen zijn op de werkelijkheid. Het bereiken van deze doelstelling wordt ondersteund met een hoofdvraag en bijbehorende deelvragen.

Hoofdvraag:

Om het project succesvol te kunnen uitvoeren dient duidelijk te zijn op welke vraag het project antwoord moet geven. De onderzoeksvraag luidt als volgt:

“Hoe kan het proces binnen de industrie verbeterd worden door Industrie 4.0 toe te passen?”

Deelvragen:

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, zijn deelvragen opgesteld. Het beantwoorden van de deelvragen levert een bijdragen aan het beantwoorden van de hoofdvraag. De deelvragen van dit onderzoek luiden als volgt:

1. Wat is Artificial Intelligence?
2. Welke Artificial Intelligence technologieën worden toegepast binnen industrie 4.0?
3. Wat is het huidige proces binnen de maakindustrie?
4. Wat is de gewenste situatie binnen de maakindustrie?
5. Welke best practices van Artificial Intelligence technologieën kunnen toegepast worden binnen de maakindustrie?

2

Theoretisch kader

De focus van het theoretisch kader ligt bij het definiëren van Artificial Intelligence en bijbehorende termen, waardoor duidelijk wordt wat met de terminologie bedoeld wordt. Artificial Intelligence wordt gedefinieerd als het lerend vermogen van een computer of machine waardoor deze menselijke handelingen over kan nemen.

Artificial Intelligence is te classificeren in twee verschillende soorten. Dit zijn Narrow AI en Strong AI. Bij Narrow AI voert de Intelligent Agent een bepaalde taak zo efficiënt mogelijk uit. Een voorbeeld hiervan is een algoritme als tegenspeler van een spel. Het streven van Strong AI is dat de computer/robot op dezelfde manier kan denken en handelen als een mens.

Naast Narrow AI en Strong AI heeft Artificial Intelligence meerdere technologieën die toegepast kunnen worden. Machine Learning geeft een computer de mogelijkheid om volgens een model te leren. Deep Learning is een vertakking van Machine Learning dat zich focust op de concepten in de wereld. Hierbij wordt de wereld gezien als een hiërarchie van concepten. Computer Vision is gebaseerd op Deep Learning. Het is een vorm van Machine Learning welke gebruik maakt van een architectuur die lijkt op het menselijke brein.

Naast deze onderwerpen bestaat ook een vorm van Artificial intelligence die compleet gericht is op de industrie. Industrial Artificial Intelligence (IAI) is een combinatie van Artificial Intelligence technieken en standaard processen in de industrie om intelligente systemen te ontwikkelen die in de industrie ingezet kunnen worden.

Het toepassen van Artificial Intelligence binnen Industrie 4.0 brengt een aantal voor- en nadelen met zich mee. Met Artificial Intelligence is het mogelijk om de werkdruk te verlagen, de technologie kan complexe acties ondernemen, werkt continue zonder downtime en kan overal ingezet worden. Ook wordt met Quick Response Management het proces versneld. Daartegenover staat wel dat het implementeren van deze techniek(en) hoge kosten met zich meebrengt.

3

Methodie

Het project is uitgevoerd volgens de onderzoeksmethode Design science research van Alan R. Hevner. De stappen zijn toegepast volgens de agile ontwikkelmethode. Deze methodes zijn gericht op het ontwikkelproces van het eindproduct. Tijdens de projectperiode zijn meerdere versies van het eindproduct gepresenteerd en geëvalueerd om de tussenresultaten te valideren met de opdrachtgever om tot een demonstrator te komen.

In Figuur 3.1 Design Science Research-matrix (DSR-matrix) zijn 4 verschillende domeinen afgebeeld. Met een DSR-matrix is het mogelijk om een project te plaatsen in een domein. Dit domein bepaald de aard van het project.

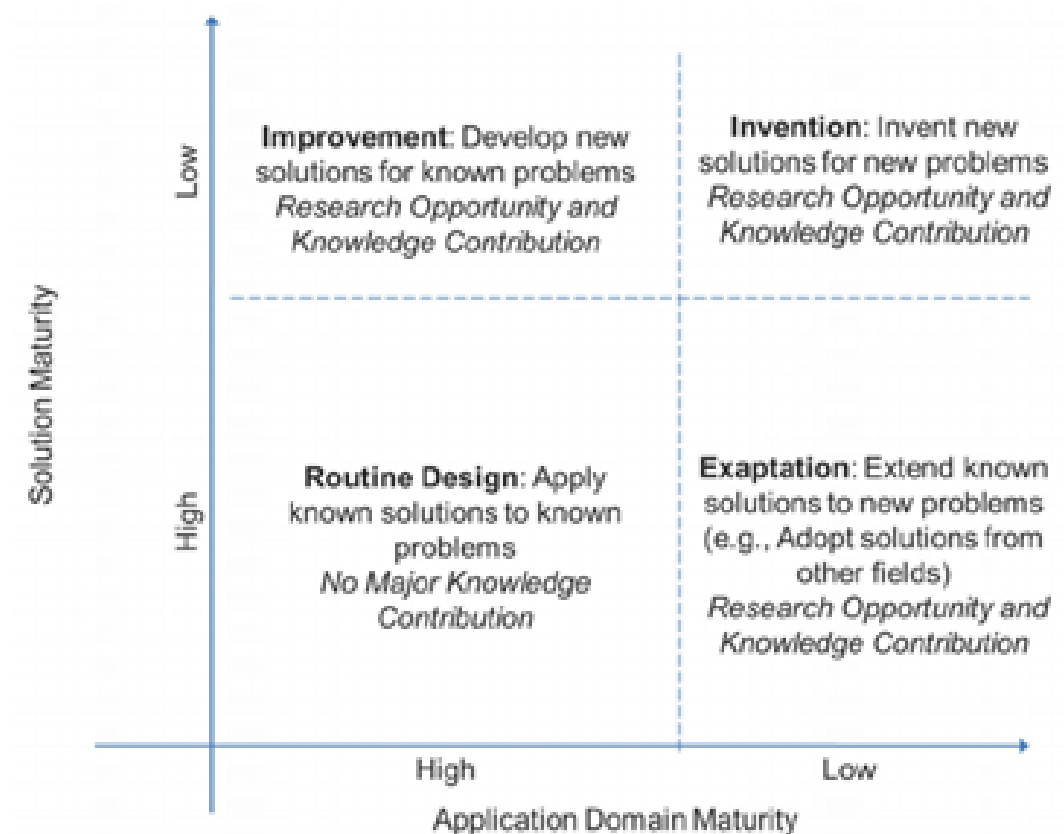


Figure 3.1: Design Science Research-matrix

De aanleiding voor dit project was een bestaand probleem dat al langere tijd een bottleneck vormt. Voor dit probleem wordt een nieuwe oplossing ontwikkeld waardoor het project onder "Invention" geplaatst kan worden. Door het uitvoeren van de veranderingen in het proces wordt gezorgd voor een verbetering van

doorlooptijd en effectiviteit. Om tot deze verbetering te komen wordt dit project aangepakt volgens de Design Science Research van A. Hevner (Zuyd, 2020). In Figuur 3.2 Design Science Research Cycle is het model van de Design Science Research weergegeven.

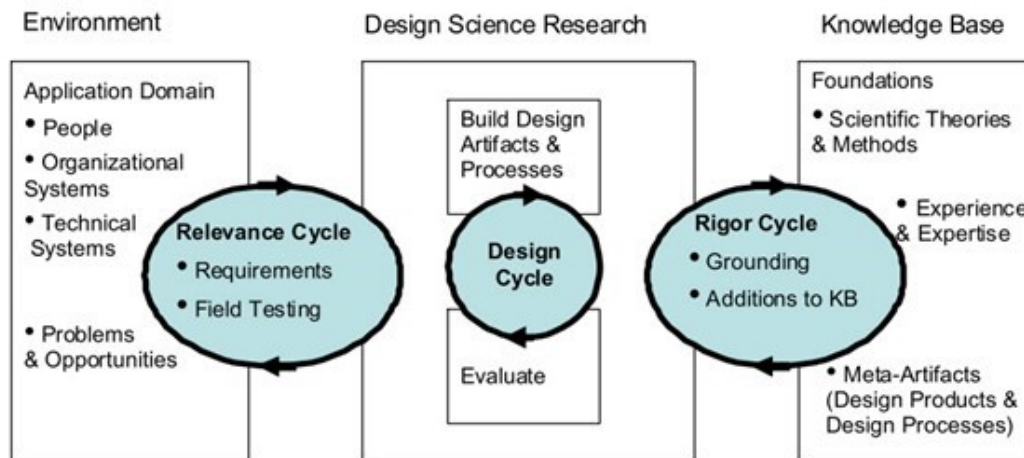


Figure 3.2: Design Science Research Cycle

De methode van A. Hevner dient als raamwerk waarin meerdere methodes terug te vinden zijn. In Figuur 3.2 Design Science Research Cycle wordt schematisch weergegeven hoe de methode van Hevner te werk gaat (Alan R. Hevner, 2013). De stappen worden op een agile manier uitgevoerd binnen het project. Het onderzoek en het ontwikkelen van de demonstrator zijn gelijktijdig uitgevoerd. Op deze manier blijft de ontwikkeling van het artefact gelijktijdig lopen en kunnen aanpassingen gedaan worden waar nodig.

Het ontwikkelproces binnen het project is doormiddel van de agile methode opgedeeld. Hierbij is elke drie weken een versie van het product gerealiseerd en gevalideerd. Met behulp van testen en het voeren van gesprekken met de opdrachtgever is een Minimum Viable Product (MVP) ontwikkeld.

De focus van het project is gericht op het ontwerpen en realiseren van een demonstrator. Met een theoretisch kader zijn duidelijke definities opgesteld. Ook is een GAP-analyse uitgevoerd binnen het onderzoek om een beter beeld te krijgen bij de huidige situatie. Op basis van de requirements en de informatie van de huidige situatie, is een gewenste situatie opgesteld. Na het onderzoeken van de GAP is het ontwikkelen van de demonstrator gestart. Vervolgens is een ontwerp opgesteld voor de demonstrator en de graphical user interface (GUI).

Tot slot start, na het afronden van de demonstrator, de disseminatiefase. In de disseminatiefase wordt de demonstrator in combinatie met een posterpresentatie gepresenteerd. Verder wordt alle documentatie overgedragen aan de opdrachtgever zodat het project waar nodig verder uitgewerkt kan worden. subfig

4

Resultaten

In het onderzoek is, naast een theoretisch kader, ook een GAP analyse uitgevoerd waarbij de huidige situatie vergeleken is met de gewenste situatie. De huidige situatie is gebaseerd op een proces van BagMatic voor het verpakken van schroeven en moeren. Hierbij telt een medewerker het aantal schroeven en moeren handmatig om de producten vervolgens machinaal te verpakken. Als laatste wordt de verpakking door de machine afgescheurd worden en een nieuwe wordt automatisch klaar gehangen. Het gehele huidige proces is in kaart gebracht in Bijlage 1: Huidige proces.

Om de gewenste situatie in kaart te brengen zijn het theoretisch kader, de huidige situatie en de requirements geraadpleegd. In de gewenste situatie worden een aantal handelingen, die de medewerker moest uitvoeren, door een intelligent agent vervangen. Hierdoor is de verwachting dat het proces niet alleen sneller gaat, maar ook met meer precisie. Hierbij zal de intelligent agent zelf de producten tellen en een signaal doorsturen naar de GUI met de getelde producten. Wanneer het gewenste aantal bereikt wordt, krijgt de verpakkingmachine een signaal dat de producten verpakt kunnen worden. Als laatste wordt de verpakking geseald, afgescheurd en een nieuwe verpakking wordt opgehangen. Dit proces is in Bijlage 2: Gewenste proces afgebeeld.

Op basis van de informatie uit de huidige situatie en de gewenste situatie kan worden vastgesteld waar de grootste GAP ligt. Door de GAP in kaart te brengen kan een concreet verbeterplan opgesteld worden (Meulenbroeks, sd). Uit de situaties is te herleiden dat het grootste verschil de implementatie van de Intelligent Agent is, daarom is gekozen om binnen dit project de implementatie van de intelligent agent uit te werken. Het proces van de GAP is in Figuur 5 afgebeeld. De focus van de Intelligent Agent ligt op het tellen van de producten. In deze afbeelding zijn de, met groen aangeduide stappen, aanpassingen op het huidige proces.

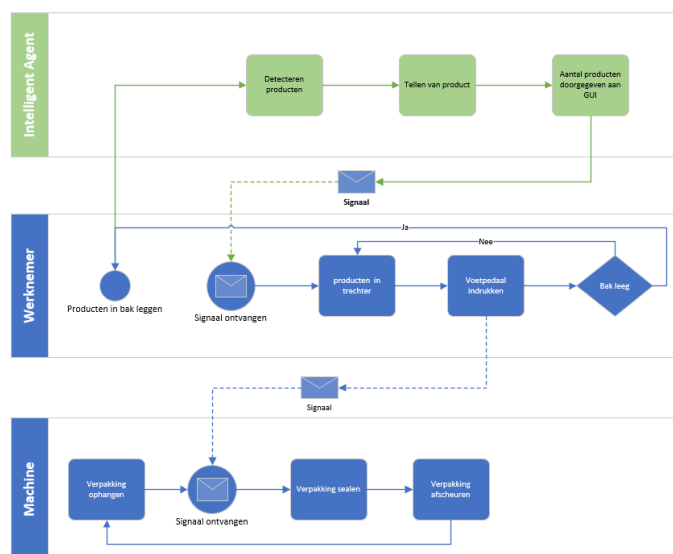


Figure 4.1: Uitgevoerde situatie

De aanpassingen aan de huidige situatie (zie Figuur 4.1 Uitgevoerde situatie) brengen voor- en nadelen met zich mee. Voordelen van deze methode zijn een snelle telmethode, de Intelligent Agent telt sneller dan een mens en neemt de bottleneck weg uit het proces, de samenwerking tussen mens en een Intelligent Agent verhoogt de controle op het proces en de Intelligent Agent kan (na verdere ontwikkeling) een werknemer vervangen waardoor de kosten van de werknemer wegvallen.

Nadelen van de implementatie van de Intelligent Agent zijn hoge implementatiekosten, de toevoer wordt niet automatisch geregeld en de werknemer moet handmatig een signaal doorvoeren naar de machine om het verpakken te regelen.

De focus van het project ligt op het ontwikkelen van een functionele demonstrator die producten kan tellen. Uit het onderzoek zijn meerdere manieren voortgekomen over detecteren van producten. De focus is gelegd op 'OpenCV' en 'Yolov4'. Dit zijn technieken die respectievelijk shape- en object detection mogelijk maken. Voor deze technieken is gekozen omdat dit de leidende technieken zijn op de huidige markt.

Met OpenCV is het mogelijk om de vormen van de producten te detecteren. Door het gebruik van verschillende groottes en vervagingen van de afbeelding kan het programma afgesteld worden. De waarden van de vormgrootte en het vervagingsniveau zijn afhankelijk van het te tellen product.

YOLO staat voor 'you only look once'. YOLO is een real time object detection techniek die gebruik maakt van convolutional Neural Network (CNN). Deze techniek wordt getraind door een model welke de ontwerper meegeeft. Op basis van dit model kan de techniek afbeeldingen verdelen in stukken waardoor de objecten herkend kunnen worden in de vorm van een class (Orac, 2020).

Om objecten te detecteren en te classificeren maakt Yolov4 gebruik van een 'One-stage detector'. Een 'One-stage detector' wordt gebruikt voor het maken van voorspellingen en het classificeren van objecten. In Figuur 4.2: Object Detection Yolov4 is globaal de werking van YOLO afgebeeld

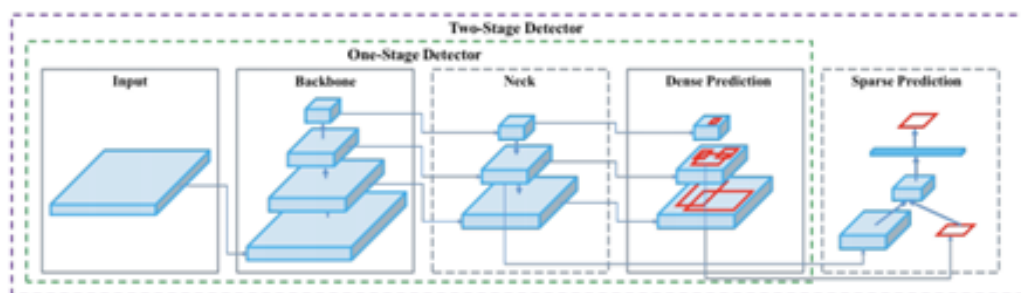


Figure 4.2: Object Detection Yolov4

De voorspellingen worden gemaakt over de objecten binnen de visie van de Intelligent Agent om zo de juiste producten te detecteren. OpenCV en Yolov4 zijn gebruikt bij het ontwikkelen van de demonstrator.

Beschrijving Artefact

De voorspellingen worden gemaakt over de objecten binnen de visie van de Intelligent Agent om zo de juiste producten te detecteren. OpenCV en Yolov4 zijn gebruikt bij het ontwikkelen van de demonstrator.

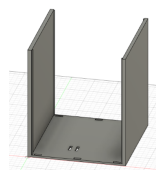
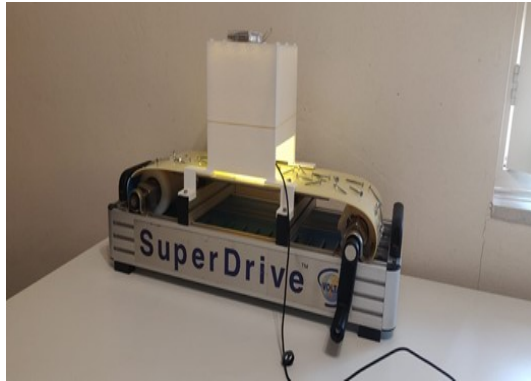
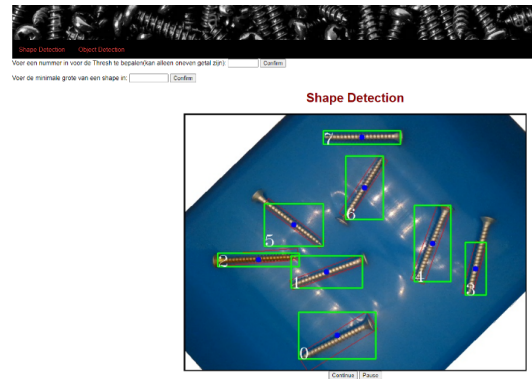


Figure 4.3: Cabine ontwerp

De fysieke opstelling van de demonstrator bestaat uit een aantal onderdelen. Als eerste is een cabine ontworpen om de lichtinval van de demonstrator te controleren (zie Figuur 4.3 Cabine ontwerp). Hierbij wordt gebruik gemaakt van een vaste lichtbron in de cabine. Daarnaast wordt een camera in de cabine geplaatst. Met deze camera wordt een live feed getoond in de Graphical User interface. Om een doorloop van producten te simuleren is de cabine op een lopende band gezet. De gehele opstelling wordt in Figuur 4.4 (a) afgebeeld



(a) Fysieke Opstelling



(b) Graphical User Interface

Figure 4.4: Demonstrator

De cabine is op de lopende band geplaatst. De camera en de verlichting zijn aan de binnenkant van de cabine gemonteerd. Binnen de cabine vindt het tellen van de producten plaats.

In de Graphical User Interface wordt de live feed van de camera getoond. De GUI wordt weergegeven in de vorm van een webpagina doormiddel van Flask. Het is opgedeeld in twee tabbladen, Object detection en Shape detection. Op de pagina van shape detection kan de nauwkeurigheid (thresh) en de grootte van het product van de Intelligent Agent veranderd worden. Daarnaast is het mogelijk om de live feed te pauzeren. Bij het pauzeren van de live feed wordt het frame stopgezet en worden de producten in het betreffende frame geteld. Verder is op de pagina een counter en een passed variabele toegevoegd. De counter toont het aantal producten op het scherm en de passed variabele geeft informatie over het aantal voorbij gekomen producten. In Figuur 4.4 (b) is de GUI afgebeeld.

5

Discussie

Tijdens de projectweken zijn wekelijks twee momenten voorgekomen waarbij de voortgang van het project besproken is met de opdrachtgever en de procesbegeleider. Doormiddel van deze werkwijze zijn veel onduidelijkheden opgehelderd en zijn potentiële problemen met de demonstrator boven water gekomen. Het demonstreren van het artefact in een andere setting heeft bijvoorbeeld als praktische test gewerkt waardoor problemen zoals teveel lichtinval van buiten aan bod komen. Bij het ontwikkelen is hier geen rekening mee gehouden wat de kwaliteit van de demonstrator beïnvloedt.

Tijdens de onderzoeksfase werd de nadruk gelegd op het theoretisch kader en de GAP analyse. De focus is op het theoretisch kader en de GAP gelegd zodat de definities voor Artificial Intelligence en de te realiseren demonstrator duidelijk waren. Doormiddel van deze informatie kon de project groep kiezen uit meerdere mogelijkheden tijdens het ontwikkelen van het artefact.

Tijdens het ontwikkelen van de demonstrator is het niet gelukt om het 'Object Detection'-onderdeel in de Graphical User Interface te implementeren. Dit betekent dat deze losstaat van het eindproduct.

Van het gewenste proces is het gedeelte van de Intelligent Agent uitwerkt. Om tot de gewenste situatie te komen dient het product doorontwikkeld te worden. Om dit te realiseren is meer onderzoek nodig naar de automatisering van een proces. Aanbevolen wordt om de toevoer naar de lopende band automatisch te regelen en ervoor te zorgen dat de communicatie tussen de verpakkingsmachine en de Intelligent Agent automatisch gebeurt. Op deze manier wordt de maatschappelijke impact duidelijk doordat het proces met Quick Response Manufacturing geoptimaliseerd kan worden. Uiteindelijk kan dit ervoor zorgen dat de industrie op loonkosten bespaart.

6

Conclusie

Artificial Intelligence (AI) wordt hedendaags een steeds belangrijker onderwerp. De techniek wordt overal toegepast, ook in de maakindustrie. Het Data Intelligence lectoraat wilt bedrijven laten zien hoe AI bij kan dragen aan de huidige processen. Hiermee hopen zij de visie over het belang van toepassingen binnen industrie 4.0 over te brengen. De focus van dit project ligt op het ontwikkelen van een demonstrator welke aantoont dat een Artificial Intelligence toepassing een proces kan versnellen in de maakindustrie met als toepassing Quick Response Management (QRM).

Het project is uitgevoerd volgens een Agile werkmethode. Daarnaast is de onderzoeksmethode Design Science Research Methodologie van Alan R. Hevner gebruikt tijdens het project. Deze methode is gericht op het ontwikkelen/verbeteren van een artefact. De hoofdvraag “Hoe kan een proces binnen industrie 4.0 verbeterd worden door Artificial Intelligence toe te passen?” staat centraal. Deze vraag wordt beantwoord middels deelvragen. De deelvragen zijn beantwoord door het uitvoeren van een literatuuronderzoek en het opstellen van een GAP-analyse waar de huidige situatie vergeleken wordt met de gewenste situatie

Binnen de maakindustrie worden verschillende AI technieken toegepast. Het gebruik van de technologie binnen deze sector wordt anders aangeduid, dat wordt aangeduid met IAI (industriële Artificial intelligence).

Het detecteren van objecten of vormen is op meerdere manieren mogelijk. Tijdens het onderzoek is de focus gelegd op 'Yolov4' en 'OpenCV'. YOLO staat voor 'you only look once', YOLO is een real time object detection techniek die gebruik maakt van convolutional Neural Network. Terwijl OpenCV focust op shape detection.

Het gebruik van computer vision technieken benodigd een functionele demonstrator. Om het proces zo goed mogelijk na te bootsen wordt gewerkt met een loopband en een cabine waar de producten doorheen dienen te gaan. Om de lichtinval van de demonstrator te controleren wordt een lichtbron binnen de cabine gemonteerd. In de GUI is het mogelijk om via een camera live in de cabine mee te kijken.

Daarnaast is het mogelijk om de live feed in de Graphical User Interface te pauzeren. Bij het pauzeren van de live feed wordt het frame stopgezet en worden de producten in het betreffende frame geteld.

Dus het antwoord op de vraag: “Hoe kan een proces binnen industrie 4.0 verbeterd worden door artificial intelligence toe te passen?” is door computer vision toe te passen in combinatie met een intelligent agent. Dit verbetert het proces en maakt het sneller. De grootste GAP tussen de huidige en de gewenste situatie wordt hiermee opgelost.

Het uitwerken van het gewenste proces kan veel impact hebben op de maatschappij. Het kan ervoor zorgen dat de huidige functies vervallen. Dit kan resulteren dat bedrijven, welke gebruik maken van de technologie, op den duur geld besparen op loonkosten en dergelijke. Het optimaliseren van een proces met Artificial Intelligence en het toepassen van QRM zorgt immers voor meer inkomsten voor minder werk omdat de doorlooptijd van het proces korter is.

Bibliography

Alan R. Hevner, S. G. (2013). Positioning And Presenting Design Science Research For Maximum Impact. South Florida: MIS Quarterly.

Chakraborti, N. (2020). Detect Objects Using Python and OpenCV. Opgehaald van medium: <https://ch-nabarun.medium.com/detect-objects-using-python-and-opencv-3cda4b514d7f>

Hevner based Design Science Research Process. (2020). Opgehaald van Data intelligence Zuyd: <https://dataintelligence.zuyd.nl/wp-content/uploads/2020/02/Hevner-design-science-process-A4.pdf>

Meulenbroeks, D. (sd). GAP-analyse. Opgehaald van markteffect: <https://www.markteffect.nl/meer/kennisbank/GAP-analyse>

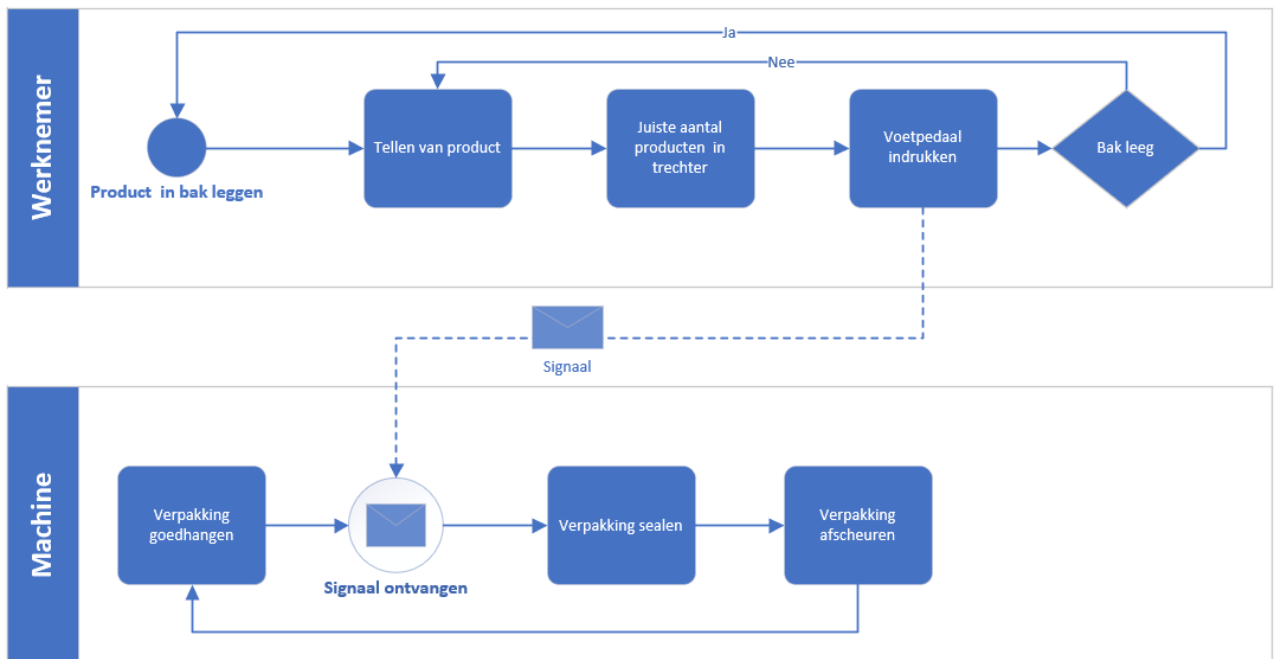
Orac, R. (2020). What's new in YOLOv4? Opgehaald van towardsdatascience: <https://towardsdatascience.com/whats-new-in-yolov4-323364bb3ad3#:~:text=What%20is%20new%20in%20YOLOv4,the%20learning%20capability%20of%20CNN>.

Zuyd Hogeschool. (sd). Zuyd Onderzoek: Lectoraten. Opgehaald van <https://www.zuyd.nl/onderzoek/lectoraten/data-intelligence>

Appendices

A

Huidige proces



B

Gewenste situatie

