

Investeren in robotica & machine vision:

De weg naar sneller, beter, economischer en betrouwbaarder produceren en controleren



De wereldwijde verkoopcijfers van zowel robots als machine vision systemen blijven stijgen. Dit vooral in de industrie, waar deze fenomenen de basis leggen voor snelle en betrouwbare geautomatiseerde productieprocessen. IoT, AI en Deep Learning zorgen daarbij voor steeds intelligentere toepassingen, waardoor de markt alleen maar verder groeit. Robots zijn nooit ziek, werken dag en nacht onvermoeibaar door en worden mede dankzij de combinatie met machine vision steeds breder inzetbaar. Zowel robots als vision systemen zijn er in vele soorten en maten. Zo zijn er supernauwkeurige medische robots voor het uitvoeren van operaties maar ook krachtige

assemblage- en lasrobots waarmee in rap tempo auto's in elkaar worden gezet. Vision systemen zijn er in 2D, 3D, kleur en zwart/wit, waarmee snelle 100% controles kunnen worden uitgevoerd op onder meer vorm, afmeting, kleur, beschadigingen en positie. Behalve voor kwaliteitscontroles worden met vision ook robots en productielijnen aangestuurd. Niet alleen de wens om snel en nauwkeurig (onbemand) te produceren, maar ook prijsdalingen van hard- en software zorgen daarbij voor een wereldwijde verkoopboost. De vraag is dan ook niet of productiebedrijven moeten investeren in robotica en machine vision, maar hoe en wanneer!

In dit whitepaper leggen we uit wat u van robotica en machine vision mag verwachten en waar u op moet letten als u van plan bent hierin te gaan investeren. We kijken naar de wereldmarkt, naar de verschillende typen robots en vision systemen, naar keuzecriteria, kosten en we geven een aantal voorbeelden van toepassingen.

Sneller en veiliger

De Unimate was de eerste digitaal programmeerbare robot die in de jaren vijftig is gebouwd door George Devol. Deze robotarm werd in eerste instantie ingezet om gevaarlijk fabriekswerk te doen. Zo werden met de Unimate robot gloeiend hete metalen gietstukken van de lopende band gehaald en vervolgens op een auto gelast. Niet alleen deed de Unimate deze werkzaamheden sneller en efficiënter, maar de robot verhoogde ook de veiligheid van werknemers doordat deze minder blootgesteld werden aan hitte en schadelijke dampen. Daarmee stuiten we gelijk op twee belangrijke redenen om menselijke handelingen uit te laten voeren door robots. De eerste is verkorting van de cyclustijd, sneller produceren dus en de tweede is het elimineren van gevaarlijk werk waardoor het aantal arbeidsongevallen zal dalen.

Maar er zijn natuurlijk meerdere redenen om robots in te zetten in de productie. Het acht uur per dag uitvoeren van saaiere werkzaamheden met een hoog repeterend karakter is voor mensen immers geen aantrekkelijk perspectief. Zeker niet als dit bijvoorbeeld in een lawaaiige omgeving moet gebeuren. Robots zijn niet kieskeurig en kunnen ook probleemloos in ongezonde omgevingen worden ingezet. Omdat ze bovendien niet gebonden zijn aan CAO's, geen weekend vieren en nooit op vakantie gaan, kunnen ze de productiviteit een behoorlijke boost geven. Zeker als er ook 's nachts door de robot doorgewerkt kan worden. Een ander punt is gewicht. Volgens de ARBO-wet mogen mensen zonder tilhulpmiddelen geen voorwerpen tillen/verplaatsen die zwaarder zijn dan 20 kg. Maar er worden nu eenmaal vele producten geproduceerd die meer dan 20 kg wegen. Ook daar bieden robots uitkomst omdat deze in vele formaten en capaciteiten beschikbaar zijn. Ze zijn er dus ook voor het hanteren van (zeer) zware voorwerpen zoals platen, deuren, metaalconstructies, kabels, omvangrijke gietijzeren werkstukken, etc.

Stroomversnelling

Aanvankelijk voerden robots handelingen uit in vaste patronen. Bijvoorbeeld het monteren van bepaalde onderdelen of het lassen van telkens dezelfde onderdelen. Maar de huidige technologie op het gebied van machine vision heeft de mogelijkheden van robots inmiddels aanzienlijk verruimd. Met vision heeft de robot als het ware een 'eigen gezichtsvermogen'

Groeiende wereldmarkt voor robotica en machine vision

Wereldwijd zijn er volgens gegevens van de International Federation of Robotics momenteel meer dan 2,7 miljoen robots in gebruik. En dat aantal blijft toenemen. In 2019 werden er wereldwijd tegen de 375.000 robots verkocht, waarbij Azië maar liefst twee derde daarvan voor haar rekening heeft genomen. De Europese industrie zij gewaarschuwd want Aziatische fabrikanten blijven in fors tempo robots installeren. Dit vaak ook in combinatie met machine vision, waarvan de omzet wereldwijd rond de 28 miljard euro bedraagt. Een groot deel daarvan wordt gerealiseerd in combinatie met de verkoop van robots die hierdoor intelligentere taken kunnen uitvoeren. Volgens cijfers van ING is het aantal industriële robots in Nederland de afgelopen tien jaar vervienvoudigd en zijn er momenteel zo'n 12.000 robots in gebruik. Andere bronnen melden dat door 29% van de Nederlandse productiebedrijven gebruik wordt gemaakt van robots waarvan een toenemend aantal is uitgerust met vision systemen. Mede door de prijsdaling van industriële robots en vision systemen, plus de komst van cobots is de verwachting dat het aantal robotgebruikers in ons land, maar ook daarbuiten, sneller zal toenemen dan op grond van de overall industriële groeicijfers is te verwachten. Robotica en machine vision maken (deels) onbemande productie mogelijk, waardoor onze industrie haar productiviteit en winstgevendheid kan verbeteren.

gekregen waardoor deze veel flexibeler kan werken en niet meer één vaste, maar meerdere verschillende taken kan uitvoeren. Hiervoor wordt de robot gecombineerd met camera's, scanners, sensoren en bijbehorende software die de inzetbaarheid van robots significant verhoogt.

Kwaliteitswinst

Door robots te combineren met machine vision systemen kunnen bewerkingen met een hoge repeteerbare nauwkeurigheid en een optimale kwaliteit en betrouwbaarheid worden uitgevoerd. Geavanceerde lasrobots zijn hiervan een goed voorbeeld. Optische lasnaadvolgsystemen zorgen daarbij voor een kwalitatief optimale lasverbinding. Dit bovendien keer op keer. Lasrobots leveren altijd dezelfde hoge kwaliteit en zijn ook qua snelheid de mens veelal de baas.

Verschillen typen robots

Voordat we ingaan op de verschillende typen machine vision systemen kijken we eerst naar de momenteel meest populaire robottypen. Deze komen we in verschillende markten tegen. Zo is in de medische wereld de Vinci operatierobot inmiddels een bekend fenomeen, terwijl ook een 3D printer als een soort robot getypeerd zou kunnen worden. En wat te denken van de grasmaairobot? In de industrie praten we natuurlijk over andere soorten robots, waarbij we globaal drie robottypen onderscheiden, te weten: industriële robots, delta- of spinrobots en collaboratieve robots (cobots). Industriële robots vinden we in vrijwel alle productie omgevingen. Ze assembleren auto's, lassen componenten aan elkaar, plaatsen onderdelen zoals autoruiten en koplampen, ze laden en lossen bewerkingsmachines in de metaalindustrie, wisselen gereedschappen, etc. Delta- of spinrobots komen we vooral tegen in productielijnen waar ze met vacuümgreepers componenten van een lopende band pakken en deze overzetten naar een andere machine. Ook worden deltarobots bijvoorbeeld gebruikt om koekjes of chocolaatjes van de band te plukken en deze in doosjes te leggen die vervolgens worden geseald en bedrukt, klaar voor aflevering. Vision systemen worden hierbij veelal ingezet om niet alleen de robotbewegingen aan te sturen maar ook om de productkwaliteit te bewaken.

Cobots

Over de relatief nieuwe cobots wordt vaak gezegd dat deze makkelijk naast mensen kunnen werken en als een soort 'mechanische collega' specifieke handwerk- en handlingtaken voor hun rekening kunnen nemen. Dit laatste is de vraag. Want zodra een robot tussen mensen gaat werken, heb je ook met lastige veiligheidsvraagstukken te maken. Niet voor niets doen Industriële robots hun werk vaak in een door hekken afgesloten en met sensoren beveiligde ruimte. Dit is in de regel veiliger dan wanneer sprake is van een cobot die in de nabijheid van mensen werkt.

Vaak is in dat geval een tussenvorm van een industriële robot en een cobot een betere en veiligere oplossing. Doorgaans is er geen directe interactie tussen mens en de robot/cobot maar is meer sprake van co-existentie, waarbij de cobot de werkzaamheden van de mens aanvult cq. deels overneemt. In zo'n situatie kan er geen sprake zijn van een hekwerk rondom de robot/cobot. Met een 'safety-scanner' wordt in zo'n geval in de gaten gehouden of de mens niet te dichtbij komt, in welk geval de robot onmiddellijk stopt. Is sprake van een veilige afstand, dan werkt de robot op volle snelheid. Een hekwerk of scherm is dan bijvoorbeeld alleen nodig indien er producten kunnen losraken en zo een gevaar kunnen opleveren voor de omgeving. Er zijn specifieke (industriële) robotvarianten die deze tussenvormen bieden. Welke keuze de beste is, heeft vooral met veiligheid te maken (safety functionaliteit). Een cobot heeft naast een bepaalde safety functionaliteit nog als

Praktijkvoorbeelden robotica & vision



Product wordt aan begin van de band met vision camera gecontroleerd op afmeting en positie. Vervolgens wordt het product met 'linear line tracking' over de band gevolgd.



Product wordt door cobot van de lopende band gepakt.



Indien bij controle door het machine vision systeem is geconstateerd dat het product niet correct is, wordt dit door de robot van de band gehaald en op een werktafel gelegd. Nadat een medewerker het product heeft gerepareerd legt deze het product op de werktafel, waarna de robot het weer oppakt.



Het product wordt vervolgens op een draaischijf geplaatst waarbij met 'circular line tracking' en een 3D camera een nacontrole plaatsvindt. De tweede cobot pakt het product vervolgens op en plaatst het, afhankelijk van de uitslag van de eindcontrole, in een goedkeur of afkeur bak.

extra dat deze is opgebouwd uit afgeronde componenten die glad zijn afgewerkt. Daarnaast stopt de cobot automatisch indien deze wordt aangeraakt. Dat doet een industriële robot met uitgebreide safety functionaliteit niet. Is er geen sprake van 'directe samenwerking' met mensen, dan blijft een robot die rondom wordt beveiligd door een hekwerk de meest eenvoudige/geëigende oplossing.

Machine vision systemen: 100% controle over kwaliteit en beweging

Het grote voordeel van de toepassing van vision systemen is dat deze elke keer op dezelfde manier meten en dat er sprake is van 100% controles. In tegenstelling tot de mens heeft het vision systeem geen last van vermoeidheid en is de kans op foute waarnemingen of het missen van een waarneming uiterst klein. Doordat met vision fouten direct aan het licht komen, kan snel worden ingegrepen en product afkeur worden voorkomen/beperkt. Ook kunnen processen op basis van vision waarnemingen automatisch worden bijgesteld, wat een constantere kwaliteit oplevert en het productierendement verhoogt. Worden er periodiek steekproeven genomen om de productkwaliteit te controleren, dan is immers onbekend hoeveel foute producten er voorafgaand aan het afkeurmoment al zijn geproduceerd. De productieparameters zullen dan bijgesteld moeten worden en er zullen extra controles moeten plaatsvinden om de mogelijk foutief geproduceerde producten uit de keten te halen. Met machine vision kunnen deze onmiddellijk worden gedetecteerd en uit de lijn genomen. Vaak is het kwaliteitsverloop overigens al eerder zichtbaar zodat eerder kan worden ingegrepen (wat dus ook automatisch kan) om de productiekwaliteit op het gewenste niveau te houden en afkeur te voorkomen.

Predictive maintenance

Behalve voor het controleren van producten zijn vision systemen ook ideaal voor het bewaken van machines en processen. Door 100% controle kunnen immers ook veranderingen feilloos worden gedetecteerd. De snelheid en de mate waarin die veranderingen optreden leveren belangrijke informatie op over bijvoorbeeld machine- en gereedschapslijtage. Ook kan dit aanleiding zijn om het proces bij te sturen door bepaalde parameters aan te passen. Vision legt hiermee niet alleen de belangrijke basis voor predictive maintenance, maar ook voor procesoptimalisatie (OEE), resulterend in zo laag mogelijke kosten en een zo hoog mogelijke output.

Snel en betrouwbaar

Met machine vision systemen worden veelal kwaliteits-, vorm-, kleur-, positie- en dimensiemetingen verricht. Vision systemen zijn 'de ogen' van de machine of robot waarbij sprake is van drie hoofdcomponenten: camera met lens, belichting en software.

Cobot met 'circular line tracking' en 3D lasercamera



Yaskawa HC 10 cobot met 'circular line tracking' en vision met LMI Gocator 3D laser line scanner.

De producten op de draaischijf worden door een 3D laser applicator gecheckt op afmetingen/positie en volume en vervolgens met de cobot opgepakt. Deze krijgt de positie-informatie van het 'circular line tracking' systeem. Dit meet de draairichting en -snelheid plus de afstand van het product tot het middelpunt. Hierdoor 'weet' de robot precies waar deze producten moet oppakken.

Vision systemen zijn er voor twee- en driedimensionale metingen. Ze kunnen kleuren, vormen en afmetingen meten, zien of een product schoon is, al dan niet beschadigd is, de juiste barcode bevat, etc. Waren industriële camera's aanvankelijk uitgerust met een CCD beeldchip, inmiddels zijn deze vervangen door betere en snellere CMOS beeldchips, waarvan inmiddels de 4de generatie beschikbaar is met een uitstekende signaal/ruis verhouding. Typische CMOS resoluties bedragen momenteel 5 tot 12 Mp. Nieuw op de markt verschijnende camera's hebben almaar hogere resoluties zodat er steeds gedetailleerdere beelden met vision camera's gecreëerd kunnen worden.

Naast de gewenste resolutie is ook een juiste belichting cruciaal voor een snelle en trefzekere beeldopbouw. Afhankelijk van wat men wil controleren kan bijvoorbeeld opvallend licht worden gebruikt of backlight. In dit laatste geval zijn alleen de buitencontouren en eventueel in het product aanwezige gaten zichtbaar. Met deze methode worden onder meer de vorm en afmetingen van een product en die van de eventueel aanwezige gaten gemeten. Een andere belichtingsmethode is diffuse topverlichting. Dit creëert een egale belichting en voorkomt schaduwwerking die mogelijk tot een verkeerde beeldinterpretatie kan leiden. LED buizen of lampen zijn in veel gevallen een effectieve en goedkope lichtbron. Preciezere lichtbronnen zijn lasers die ook in 3D scanners worden gebruikt en LED-lines. Deze hebben een weliswaar lagere lichtintensiteit maar leveren gedefinieerde, scherp afgebakende lichtlijnen zodat het beeld niet wordt verstoord door omgevingslicht.

Betrouwbaarheid waarborgen

Los van de hardwarematige keuze dient zich bij vision systemen ook een andere en vaak lastige uitdaging aan. Met name geldt dit bij de configuratie van vision systemen die meerdere producten of producteigenschappen moeten gaan bewaken/controleren. Want laat tien mensen naar een product/object kijken en je krijgt tien verschillende beoordelingscriteria. Welke kies je teneinde betrouwbare conclusies uit de door de camera(s) opgenomen beelden te kunnen trekken? Let wel, op een vision systeem moet onvoorwaardelijk vertrouwd kunnen worden. Dit is immers ook de reden om in vision te investeren. De controles moeten sneller, beter en betrouwbaarder gaan dan wanneer deze door mensen zouden worden uitgevoerd. Een goede configuratie en definiëring legt hiervoor de basis.

Razendsnel

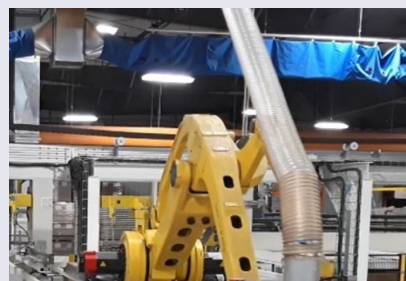
Machine vision systemen kunnen controles in een moordend tempo uitvoeren en verslaan de mens op dit vlak met een factor tien tot honderd. Typische beeld opname tijden variëren van 0,1 tot 0,2 seconde per camera. Dit betekent dat afhankelijk van de complexiteit van de meting en de praktijkomstandigheden, vision systemen tot honderden producten per minuut kunnen controleren. Bij 'relatief eenvoudige' waarnemingen, kunnen al met één camera opstelling zeer hoge opnamesnelheden worden bereikt. Is sprake van 'complexere metingen', waarbij naast vorm en kleur bijvoorbeeld ook afmetingen gecontroleerd moeten worden, dan zullen vaak meerdere camera's moeten worden ingezet. Daarbij kan het bij producten, die zeer snel op een lopende band voorbij komen, nodig zijn om de band onder te verdelen in secties. Elke sectie wordt daarbij voorzien van een of meerdere camera's. Hebben de camera's in zo'n toepassing nog meer tijd nodig om de vereiste beeldinformatie te verzorgen, dan kan men deze ook pendelend laten meebewegen met de lopende band.

Pick and place applicatie



Soepzakken worden op start/stop band aangevoerd. De robot pakt de zakken per twee op en plaatst deze in dozen. De volledige applicatie wordt aangestuurd vanuit de robot controller.

Palletteren van platen



Platen worden met de robot vanaf de transportband opgepakt en vervolgens in een bak op een pallet geplaatst en gestapeld.

Netwerkkeuze

Camerabeelden worden via een datanetwerk naar een industriële computer gezonden, waarbij de gewenste/noodzakelijke communicatiesnelheid de keuze voor het gebruikte netwerktype bepaalt. Zo zijn bijvoorbeeld met Gigabit Ethernet snelheden tot 10 Gb/s mogelijk en met CoaXPress over vier kanalen snelheden mogelijk tot 12,5 Gb/s per kanaal! Met glasvezel kunnen zelfs nog hogere snelheden worden gerealiseerd. Bedenk bij het berekenen van de beeldverwerkingscapaciteit dat de software ook een fractie van een seconde nodig heeft om de beelden te verwerken en op basis hiervan al dan niet een actie te initiëren. Veelal is dat goedkeur/afkeur, maar ook kan het vision systeem bijvoorbeeld worden ingeschakeld om de positie van een product te bepalen op basis waarvan een palletizer of robot wordt aangestuurd om het product op te pakken. De beeldinformatie van het vision systeem wordt in productiesituaties meestal verwerkt via een PLC maar kan ook rechtstreeks door de robotbesturing met Direct I/O worden verwerkt.

Goed voorbereiden

Om ervoor te zorgen dat de investering in robotica en/of machine vision rendabel wordt, is het zaak om eerst heel goed 'op papier' te zetten welke taken en handelingen die nu nog door mensen worden uitgevoerd men zou willen automatiseren. Bedenk daarbij dat een robot geen alleskunner is. De mens is nog steeds de 'meest flexibele robot'. Als robots worden gecombineerd met machine vision, scanners of sensoren kunnen we echter heel dicht in de buurt van de 'menselijke flexibiliteit' en inzetbaarheid komen. Bij het uitvoeren van visuele inspecties door machine vision systemen zal men eveneens rekening moeten houden met het feit dat mensen in staat zijn om in één oogopslag vorm, kleur, afwijkingen en andere fouten in een product te ontdekken. Beperkende factoren hierbij zijn snelheid en vermoeidheid. Vision systemen kunnen beelden met enorme snelheden verwerken, maar zullen goed 'geïnstrueerd' moeten worden over wat ze moeten meten en welke conclusies (bijvoorbeeld goedkeur/afkeur) hieraan gekoppeld worden. Het definiëren van selectiecriteria is dan ook een belangrijk onderdeel van de voorbereiding bij de keuze van een vision systeem.

Integrale systeembenadering

Om robotica- en visionprojecten tot een succes te maken is het cruciaal uit te gaan van een integrale systeembenadering. Gestart wordt met een nauwkeurige analyse van wat men precies van de robot en/of het vision systeem verwacht. Welke handelingen moeten door de robot worden uitgevoerd onder welke omstandigheden en welke rol speelt het vision systeem daarin? Welke resolutie is nodig? Welke belichting? Welke nauwkeurigheid? Welke snelheid? Is er sprake van bijzondere omstandigheden zoals vervuiling, direct invallend zonlicht, vocht, extreme koude of warmte?

Vision meet – en detectiesysteem t.b.v. productie van pallets



Plankendek met aanwezigheid van tussenliggers



Veegmachine aan het werk om de tussenliggers weg te veegen



Overzetstation. Hier worden de planken per laag de productielijn ingebracht



Userinterface EVI (EKB Vision Intelligence) met visualisatie.

Bij robots zal men ook de tool(s) moeten selecteren/ontwerpen waarmee producten worden opgepakt of waarmee de robot bijvoorbeeld slijp-, boor-, zaag- of laswerkzaamheden verricht. Dedicated software zorgt er vervolgens voor dat de robot de juiste bewegingen uitvoert en dat met het vision systeem met de gewenste snelheid de juiste beelden worden verwerkt.

Niet alle systemen/fabrikaten werken feilloos samen!

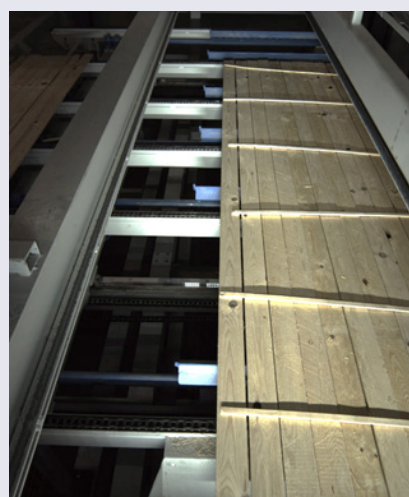
Vision systemen die worden gecombineerd met robots en/of geïntegreerde productielijnen vergen altijd maatwerk. Van standaardoplossingen is zelden sprake en het opbouwen van een vision systeem betekent dan ook het combineren van exact de juiste hard- en software die optimaal geschikt is voor de specifieke situatie en de wensen en eisen van de gebruiker. Dit goed kunnen invullen vereist expertise en ervaring die een onnodig dure en/of niet optimaal werkende oplossing voorkomt. Want bedenk dat componenten van verschillende fabrikaten niet altijd dezelfde taal spreken waardoor problemen kunnen ontstaan op het gebied van interfacing. Een juiste hardware selectie op basis van ervaring en kennis van de verschillende merken/systemen voorkomt dit. Bedenk ook dat er vaak ook koppelingen moeten worden gemaakt met bijvoorbeeld centrale besturings- en MES/ERP-systemen. Niet zelden moet hiervoor dedicated software worden geschreven teneinde de gegevensuitwisseling tussen de verschillende systeemcomponenten en de hieruit gedestilleerde beeldinformatie te optimaliseren.

Artificial intelligence/Deep Learning

Door de opkomst van Artificial Intelligence (AI) en Deep Learning (DL) kunnen robotica- en vision systemen adaptieve vermogens ontwikkelen en steeds complexere vraagstukken oplossen waardoor de betrouwbaarheid en inzetbaarheid toenemen. Prijsdalingen op het gebied van robot en vision hardware zullen de drempel om deze technieken toe te passen daarbij verder verlagen. Wat niet wegneemt dat er in alle gevallen goed nagedacht zal moeten worden over wat in welke situatie de beste oplossing is. De componenten zullen goed moeten kunnen samenwerken. Het systeem moet schaalbaar zijn en softwarematig gemakkelijk aan te passen aan andere taken en omstandigheden. Maar vooral moet het systeem precies doen waarvoor het wordt gekocht en daarvoor is een integrale systeembenadering door deskundigen met verstand van zaken onontbeerlijk. Vooral complexere systemen vergen behoorlijke investeringen en het is uiteraard zaak om ervoor te zorgen dat die investering ook daadwerkelijk in de daarvoor gestelde termijn wordt terugverdiend.



Installatie van Vision camera met belichting



Opname van de Vision camera van plankendeck met tussenliggers



Wijkermeerweg 31
1948 NT Beverwijk
Tel.: +31 (0) 251 26 19 20
E-mail: beverwijk@ekb.nl

Your Integration Partner



info@ekb.nl | www.ekb.nl