

Artificial intelligence, Smart Industries

Pieter Simoens over industrie 5.0

Mens en machine samen op de fabrieksvloer: nachtmerrie of droomhuwelijk?

Hoe zien onze fabrieken er in 2035 uit? Je hoeft geen groot visionair te zijn om je een ultramoderne productiehal voor te stellen die is volgestouwd met robots en artificiële intelligentie (AI). Een nachtmerriescenario à la 'rise of the machines'? Niet noodzakelijk, want ook de mens zal in de fabriek van de toekomst een belangrijke rol spelen. Meer zelfs: als we de sterktes van mens en machine optimaal weten te combineren, kunnen we misschien zelfs de basis leggen voor een droomhuwelijk dat – tegen 2035 – het tijdperk inluidt van de vijfde industriële revolutie. Met slimme fabrieken waarin niet automatisering, digitalisering en massaproductie centraal staan, maar wel maatwerk en personalisatie – gestuurd door menselijke creativiteit.

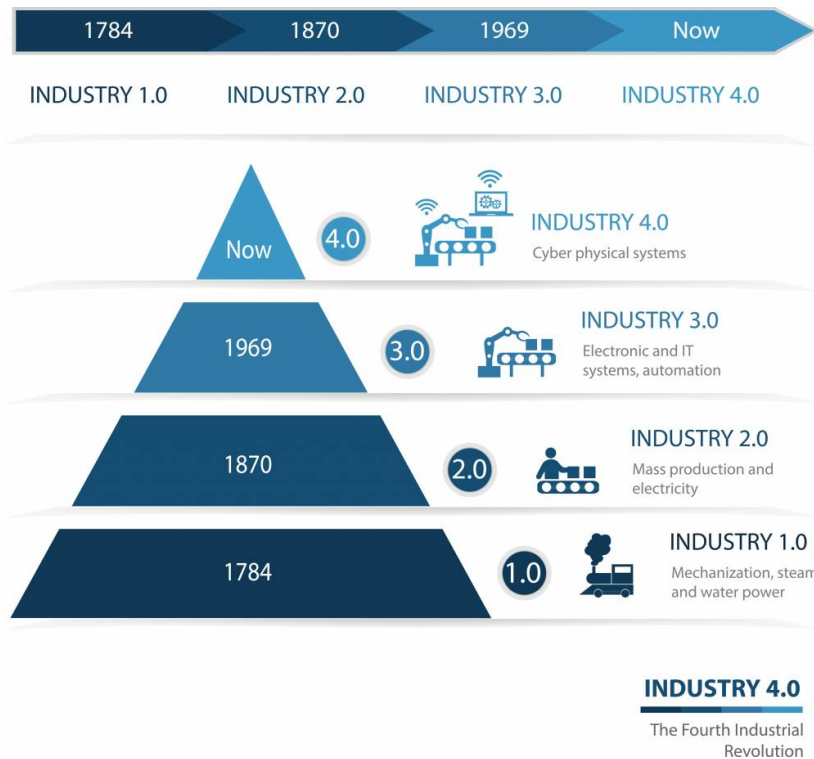
Industrie 5.0: een verhaal van slimme robots en menselijke creativiteit

De maakindustrie (het deel van de industrie dat materialen tot nieuwe producten verwerkt) is de voorbije 300 jaar in sneltreinvaart geëvolueerd; een evolutie die begon in de 18e eeuw toen de agrarische samenlevingen in Europa en Amerika verstedelijkten en de ijzer- en textielindustrie tot bloei kwamen, onder meer dankzij de uitvinding van de stoommachine.

Net voor de Eerste Wereldoorlog zagen nieuwe industrieën (zoals de staal- en olie-industrie) het licht, terwijl de uitvinding van elektriciteit de massaproductie van goederen mogelijk maakte. Industrie 2.0 was geboren.

Sindsdien volgen de (r)evoluties elkaar steeds sneller op. Zo waren we in de jaren '70 van de vorige eeuw al toe aan Industrie 3.0. Daarbij stond de opkomst van digitale technologie centraal, en een doorgedreven automatisatie (onder meer door de introductie van robots).

En vandaag maken we het begin mee van Industrie 4.0. Die staat in het teken van het 'Internet of Things' (IoT): apparaten klein en groot – inclusief industriële robots – worden verbonden met het internet en produceren een continue stroom van data waarop doorgedreven data-analyses worden uitgevoerd. De bedoeling: het verschaffen van meer inzichten in industriële processen en de verdere optimalisatie ervan.



Van stoommachine tot het 'Internet of Things': de instrumenten waarmee de maakindustrie aan de slag kan, zijn de voorbije 300 jaar in sneltreinvaart veranderd.

Indrukwekkend, niet? Maar uiteraard moeten we bij deze ontwikkelingen ook een aantal kanttekeningen durven te plaatsen; zo werden automatisering en optimalisatie doorheen de jaren steeds belangrijker terwijl de menselijke inbreng alsmaar meer in het gedrang kwam.

En net die trend wordt met de komst van Industrie 5.0 doorbroken. In een wereld waarin elk individu zich ten volle wil ontplooiën en uitdrukken, zal er immers steeds meer vraag komen naar unieke, op maat gemaakte, gepersonaliseerde producten. In zo'n tijdperk is niet langer robotgestuurde massaproductie de heilige graal, maar zal de menselijke creativiteit de doorslag geven.

In de slimme fabrieken van 2035 zal er dus ruimte gemaakt moeten worden voor een nieuw samenwerkingsmodel. Een huwelijk – zo je wil – tussen mens en machine, waarbij robots het zware mechanische bandwerk voor hun rekening nemen, maar met de mens als ‘creatieve architect’ die gepersonaliseerde producten bedenkt en het werk in de fabriek in goede banen leidt.

De vraag is nu hoe je mens en machine in zo’n omgeving een optimale tandem laat vormen. Hoe laat je hen samenwerken, zodat 1 + 1 effectief 3 wordt? Vooral de communicatie tussen de verschillende partijen gaat daarbij van doorslaggevend belang zijn.

Een digitale tweeling voor onze slimme fabrieken?

Om Industrie 5.0 alle slaagkansen te geven, wordt het cruciaal om de communicatie tussen de verschillende actoren (mens en machine) te verbeteren. En wat dat betreft, is er nog heel wat werk aan de winkel!

Uiteraard communiceren machines vandaag ook al met elkaar. Denk maar aan de grote autofabrieken waar integratoren er met behulp van gestandaardiseerde protocollen voor zorgen dat machines (al dan niet van verschillende leveranciers) voldoende van elkaar ‘afweten’ om de productiedoelstellingen te halen. Maar laat ons eerlijk zijn: in de huidige fabrieken doet elke machine eigenlijk gewoon haar deeltje van het (band)werk en is er weinig echte communicatie nodig.

Moeilijker wordt het wanneer die machines in de toekomst meer autonomie krijgen en zelfs op elkaar moeten anticiperen.

Bijvoorbeeld: stel dat in een productiehal twee robots elkaar naderen. Hoe kunnen zij in zo’n situatie anticiperen op de bewegingen van de tegenligger (“Zal hij naar links of naar rechts gaan? En wat doe ik dan...”)? Daarbij moeten ze dan ook nog eens rekening houden met de posities, activiteiten en reacties van andere robots in de buurt...

Om dat soort situaties in goede banen te leiden, zou je van een fabriek een digitale kopie (of tweeling) kunnen maken in de cloud. Je creëert dan eigenlijk een digitaal model van de fysieke fabrieksvloer; een model dat zichzelf continu updatet op basis van realtime sensordata; een model ook waar alle beslissingen (en hun uitkomsten) in real time gesimuleerd worden. In dit scenario bevindt alle autoriteit zich dus op een centrale plaats van waaruit alle instructies vertrekken. En de robots en machines op de werkvloer zijn het fysieke resultaat van wat zich in die virtuele wereld afspeelt.

Op het eerste zicht lijkt dit 'dictatormodel' misschien wel de ideale oplossing om met complexe situaties op de werkvloer om te gaan en er tegelijk voor te zorgen dat de doelstellingen van onze slimme fabriek worden behaald. Technisch is dit scenario zelfs al perfect mogelijk: het enige wat je nodig hebt, is een snelle verbinding tussen de fysieke machines op de productievloer en het 'virtuele brein', en veel rekenkracht.

Er zijn echter twee belangrijke kanttekeningen te maken... De eerste is louter economisch. Laat ons immers niet vergeten dat industriële omgevingen (zoals havens of grote industriële complexen) vaak ingewikkelde, competitieve settings zijn waar door vele actoren (leveranciers en partners – maar soms ook met concurrenten) wordt samengewerkt. Bescherming van data, privacy en informatie is in zo'n context enorm belangrijk – en precies dat staat enigszins haaks op het scenario van de virtuele fabriek waar het centrale brein toegang moet hebben tot alle mogelijke soorten data (ook bedrijfsgevoelige) om zijn job naar behoren te kunnen vervullen. Voor vele bedrijfsleiders is dat de ultieme nachtmerrie – en voldoende reden om niet in zo'n verhaal mee te stappen.



Should we make digital twins of the factory in the cloud to realize a reliable communication between humans and machines? Although this 'dictator model' seems an ideal solution to deal with complex situations on the factory floor, there are two caveats: competitors working in the same factory don't want to share data and a human employee needs to be able to intervene.

En de tweede kanttekening? De menselijke onvoorspelbaarheid! Zelfs als we in een fabriek kunnen opereren waar de commerciële belangen van slechts één partij spelen, dan nog valt ons hele centraal gestuurde scenario in duigen van zodra er één mens rondloopt; een mens met een eigen autonomie en autoriteit. Stel je bijvoorbeeld voor dat de menselijke werknemer (de 'creatieve architect' – zoals we hem eerder noemden) merkt dat een robot iets fout doet en tussenkomt om die fout te herstellen... Wel, op dat moment komt het hele systeem meteen tot stilstand: het virtuele brein heeft de controle immers verloren.

In de praktijk zal de bruikbaarheid van dit model dus hoogstwaarschijnlijk beperkt blijven tot industriële complexen voor de productie van massagoederen, waar de menselijke inbreng minimaal (of op termijn misschien zelfs onbestaande) is.

Een nieuwe vorm van artificiële intelligentie: complex reasoning

Op plaatsen waar mensen en machines wel moeten samenwerken, zullen we dus gebruik moeten maken van andere methoden om de menselijke onvoorspelbaarheid op te vangen en ervoor te zorgen dat robots daarop kunnen anticiperen.

Eén veelbelovend principe is dat van ‘complex reasoning’ – een nieuwe vorm van artificiële intelligentie waarbij we machines autonoom leren te redeneren en anticiperen op de daden van iets (of iemand) anders. Maar vooraleer we complex reasoning in de praktijk kunnen brengen, hebben we nog een hele weg af te leggen.

Artificiële intelligentie zoals we die vandaag kennen, situeert zich voornamelijk in het domein van ‘deep learning’ – een zeer krachtige technologie om patronen te herkennen in grote hoeveelheden data. Die technologie hebben we ondertussen onder de knie, maar nu is het dus de bedoeling om de volgende stap te zetten, en machines zichzelf de vraag te laten stellen: “Hoe beïnvloeden mijn acties de acties van de mensen rondom mij?”.

Om de zaken nog wat complexer te maken, gooien we een extra overweging in de mix: in een industriële omgeving heb je in de eerste plaats transparantie nodig om tot gegarandeerde productieresultaten te komen. Deep learning is echter net het tegenovergestelde, namelijk een ‘black box’: je traint het systeem om patronen te herkennen, maar verliest de controle over hoe dat systeem tot zijn conclusies komt.

Een extra vereiste van complex reasoning is dus dat die voldoende transparant (of ‘explainable’) moet zijn om door mensen geaccepteerd te kunnen worden. We gaan in de toekomst dus eerder spreken over ‘explainable AI’.

Levenslang leren: ook voor robots

In aanloop naar 2035 wordt complex reasoning dus sowieso een nieuwe strategische onderzoeksdiscipline, waarbij teams over de hele wereld moeten bekijken hoe de onderliggende algoritmes ontwikkeld, geïmplementeerd en geoptimaliseerd kunnen worden.

Bovendien zullen we geconfronteerd worden met de vraag hoe machines hun reacties – en manier van anticiperen – voortdurend kunnen verbeteren. Nieuwe ‘beloningssystemen’ op basis van impliciete en expliciete feedbacksignalen zullen daarvoor ontwikkeld moeten worden

Maar het is nu al zeker dat het concept van 'levenslang leren' in de toekomst niet enkel voor mensen zal gelden, maar eveneens voor machines...

Hoe werkt imec mee aan deze toekomst?

Imecs onderzoek omvat verschillende technologiedomeinen die aan de basis liggen van wat bedrijven slim maakt: van onderzoek naar slimme logistiek en het Internet of Things tot de interactie tussen mens en machine, het interpreteren van big data, het creëren van sensorsystemen voor industriële toepassingen, beeldvormingstechnologie, enz.

Onze onderzoekers proberen onder andere deze vragen te beantwoorden:

- Hoe kunnen we bedrijven helpen om hun werkingskosten te optimaliseren (door het verminderen van de productietijd of het beperken van het energieverbruik, bijvoorbeeld) en om complexe logistieke puzzels op te lossen met intelligente algoritmes?
- Hoe kunnen we de voordelen van holografische 3D-technologie of slimme visiesystemen uitbreiden naar domeinen zoals entertainment en productie?
- Hoe kunnen we de interactie tussen mens en machines optimaal en veilig toepassen in een productieomgeving?
- Hoe kunnen we sensoren, actuatoren en elektronica combineren in kleine chips met een ultra-laag stroomverbruik; instrumenten die voortdurend data verzamelen over bijvoorbeeld productieprocessen, opslag- en voorraadbeheer?
- Hoe kunnen goedkope identificatie-, tracking- en sensorchips worden ingebouwd in een plastic verpakking die dunner is dan papier?
- Hoe kunnen we enorme hoeveelheden ongestructureerde data (afkomstig van bijvoorbeeld sensornetwerken) omzetten in bruikbare kennis waardoor bedrijven efficiënter kunnen functioneren?
- ...

Meer weten?

- Het in kaart brengen van bijvoorbeeld tunnels of industriële gebouwen is vandaag een tijdrovende en dure klus. Lees [hier](#) meer over LiBorg 2.0 – een robot die ‘on the fly’ omgevingen in kaart brengt op basis van lidar-technologie.
- In [dit artikel](#) ontdek je hoe je de binnenkant van complexe kwaliteitsproducten kan inspecteren zonder ze te beschadigen. Of lees het volgende [persbericht](#).
- Ontdek [hier](#) het verhaal van de Antwerpse start-up Aloxy, een spin-off van imec en UAntwerpen, die een plug-and-play IoT-oplossing levert voor de digitalisering van manuele kleppen in de petrochemie en voor assetmanagement tijdens onderhoud en shutdowns.
- In ‘[Het internet der onverwachte dingen](#)’ komen een aantal tot de verbeelding sprekende IoT projecten aan bod waarin imec nauw samenwerkt met het bedrijfsleven.
- Hoe kunnen we robots inpluggen in het IoT? Ontdek er meer over in [dit artikel](#).



Dit artikel is onderdeel van een speciale editie van imec magazine. Naar aanleiding van imecs 35-jarig bestaan vormen we ons een visie van hoe technologie onze maatschappij zal beïnvloeden in 2035.

Over Pieter Simoens



Pieter Simoens (1982) is professor aan de Universiteit Gent en verbonden aan imec. Hij specialiseert zich in gedistribueerde artificieel intelligente systemen. Zijn onderzoek spitst zich o.a. toe op de koppeling tussen robots en het Internet of Things, continu lerende embedded devices en de studie van hoe een collectieve intelligentie kan ontstaan uit de samenwerking van individuele en autonome agenten.