

Industrie 4.0 in hogere versnelling door (Gen)AI-technologie

21 mei 2024, 10:10

Bart Verlinden

Mogelijkheden met GenAI uitgelicht

De vierde industriële revolutie – Industrie 4.0 - zit wereldwijd in een stroomversnelling, omdat geconnecteerde slimme machines, AI- en datatoepassingen en cyber-fysieke productiesystemen een hoge mate van technologische maturiteit hebben bereikt. De technologieën die de fabriek van de toekomst vorm geven zijn vandaag beschikbaar voor massale uitrol. Generatieve AI komt daarbovenop, met nieuwe mogelijkheden voor productontwikkeling en verdere automatisering van de productieworkflow.

De jaarlijkse omzetgroei van de Amerikaanse maakindustrie stagneerde de afgelopen twintig jaar op zo'n 1,4 procent. De afgelopen vijf jaar hebben Amerikaanse maakbedrijven echter vooral hun productiviteit significant verhoogd. Volgens Mckinsey ligt het totaal aandeelhoudersrendement van de maakindustrie ongeveer 400 basispunten hoger dan in de voorgaande 15 jaar (2).

De boost van de maakindustrie komt er door beleidsmaatregelen die de hervestiging van de industrie in de VS stimuleren, zoals de productie van semi-conductors en technologieën voor hernieuwbare energie.

Een tweede belangrijke reden aan de basis van de toegenomen productiviteit, is de technologische maturiteit van digitale oplossingen en digitaal aangedreven (cyber-fysieke) productiesystemen. Slimme geconnecteerde machines uitgerust met allerhande sensoren, oplossingen voor proactief onderhoud en diverse AI- en datatoepassingen brengen efficiëntie en automatisering naar nieuwe hoogtes. Industrie 4.0 zit op een keerpunt (zie figuur 1).

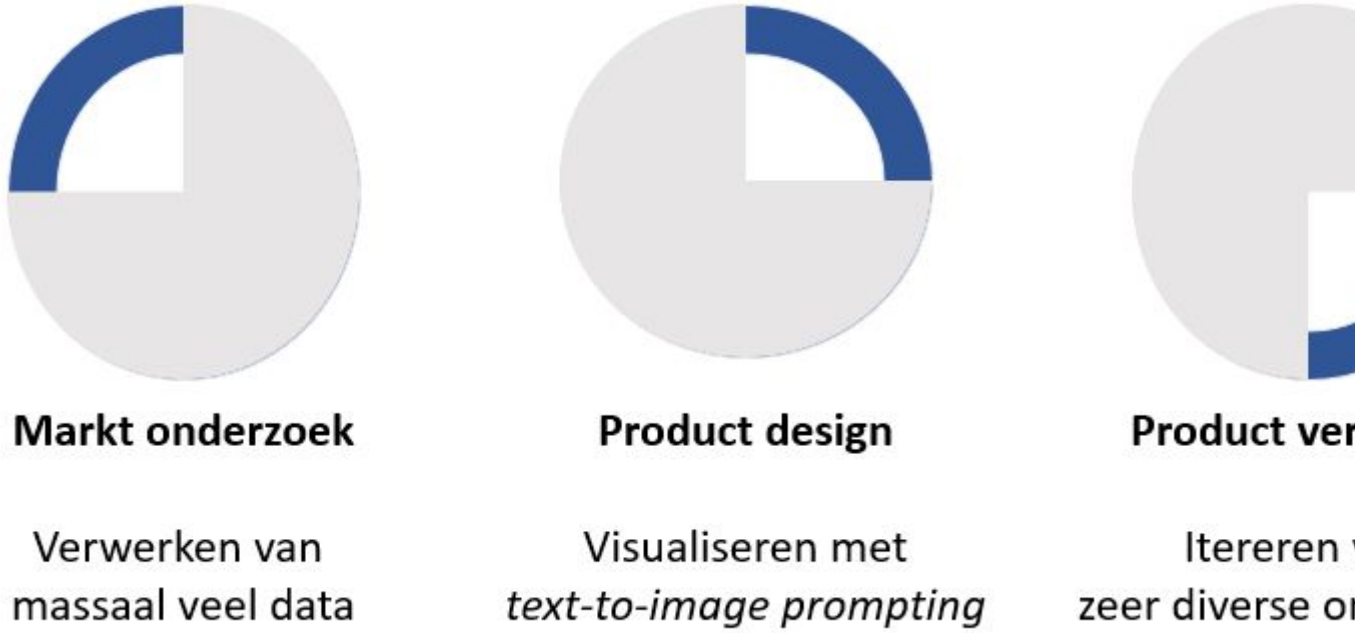
Industriële Revolutie	1° - Eind 18° eeuw	2° - Eind 19° eeuw
Productieshift	Mechanisatie	Massaproductie
Doorbraak technologieën	Stoommachine mechanische technieken	Elektriciteit, assemblage productielijnen
Basisinfrastructuur	Kolen toeleveringsketen	Elektrische grid
Impact op werk	Van handmatige naar machinale arbeid – in grote fabrieken	Enorme stijging productie-efficiëntie, nieuwe industrieën zoals auto & staal

©Agoria
Figuur 1: Basiskenmerken van de vier industriële revoluties (diverse bronnen)

GenAI-toepassingen en copilots brengen hoge toegevoegde waarde, zowel in de productontwikkeling als in de productieprocessen:

1. Tot 70 procent tijdsreductie in ontwerpcyclus van fysieke producten

GenAI stelt industriële ontwerpers in staat om meer productideeën en -concepten te onderzoeken, en om de designcycli aanzienlijk te versnellen. GenAI biedt de mogelijkheid om talrijke concepten natuurgetrouw te visualiseren en zo veel sneller en preciezere feedback te verkrijgen van potentiële klanten.



©McKinsey
Figuur 2: GenAI & productontwikkeling: sneller – diverser – creatiever

GenAI-tools putten inzichten uit oneindig veel meer verschillende gegevensbronnen dan mensen alleen kunnen analyseren. Daardoor kunnen industrieel ontwerpers een veel rijkere basis aan kennis opbouwen en veel meer ontwerpvariaties genereren. Tekst-naar-beeld GenAI-tools bieden enorme mogelijkheden voor inspiratie en innovatie. De technologie kan op aanwijzingen van experts (via text prompting) talrijke, zeer realistische beelden genereren en maakt itereren een stuk eenvoudiger. Productontwerpcycli kunnen zo met wel 70 procent worden ingekort (1). De menselijke expertise blijft evenwel onmisbaar. De ontwerpexperts zijn cruciaal om ervoor te zorgen dat de technologie tot zinvolle resultaten leidt. Hun kennis en ervaring blijven cruciaal om de talrijke GenAI- ontwerpen te beoordelen op hun maakbaarheid en esthetiek. Een gestroomlijnde samenwerking tussen mens en tool zal uiteindelijk bepalend zijn voor het opleveren van een ontwerp dat aanslaat bij gebruikers, dat effectief kan geproduceerd worden en waarvan het eindresultaat ook een stuk milieuvriendelijker is.

Ecodesign van materialen en producten krijgt een boost met GenAI

De kern van ecodesign is om de impact op energie, materiaal en afval over de hele levensduur van een product te minimaliseren (3). De mate van duurzaamheid van producten wordt bepaald bij het ontwerp: de beslissingen in de designfase bepalen voor 80 procent de milieu-impact van een product. Ecodesign kan dus de brug slaan tussen waardecreatie en duurzaamheid van producten. Dat vergt soms grote systeemwijzigingen, en precies hierbij kunnen GenAI-tools grote ondersteuning bieden:

- **Airbus en Autodesk** gebruiken generatief ecodesign tijdens een pilootproject om het gewicht van scheidingswanden in vliegtuigen met 45 procent te verminderen en dit met behoud van de structurele integriteit van de materialen in de zeer veeleisende luchtvaartindustrie. Het resultaat? “Een ongelooflijk sterke en toch lichte cabine-afscheiding - en de eerste stap in de richting van het maken van het eco-vliegtuig van de toekomst (4)."

- **General Electric** gebruikt GenAI-tools bij het ontwerp van de bladen, de rotoren en de aerodynamische componenten van gasturbines (5). De designmethode vertrekt van de performantievereisten van de aerodynamische componenten. De methode is dus output-gedreven. Door simulatie van materiaaleigenschappen wordt het gedrag van de componenten onder verschillende omstandigheden getest. Zo worden zwakke punten geïdentificeerd, productprestaties geoptimaliseerd en wordt al in de designfase gestreefd naar zo weinig mogelijk materiaalafval bij de productie zelf. Bovendien werd de totale designcyclustijd verkort van een jaar tot enkele maanden.
- **Microsoft** en een Amerikaanse onderzoeksinstelling hebben met behulp van AI in slechts enkele weken tijd een nieuw solid-state electrolyt ontdekt dat op termijn de basis kan vormen voor een nieuw type batterij dat minder snel vuur vat en beduidend minder lithium nodig heeft (6). Doorgaans is dergelijk materialenonderzoek zeer complex, met zeer lange doorlooptijden. Bovendien zijn de slaagkansen van het onderzoek relatief laag, omdat het aantal mogelijke combinaties van grondstoffen- en materiaalsamenstellingen gigantisch is. (Gen)AI-algoritmes kunnen nu miljoenen mogelijke combinaties van grondstoffen- en materiaaleigenschappen analyseren en reduceren tot slechts enkele valabele combinaties. In dit voorbeeld werden 32 miljoen mogelijke materiaalcombinaties herleid tot 18 reële kandidaten; en dit in slechts enkele weken in plaats van jaren. De 18 kandidaat-materiaalcombinaties worden vervolgens ontworpen en getest in de echte omgeving.

Digital twins: GenAI-synthetische beelden als testdata voor klassieke AI-algoritmes

Ford gebruikt een mix van AI en GenAI om de intelligente algoritmes van zelfrijdende voertuigen te verfijnen en uitgebreider te testen in virtuele omgevingen (7). De AI-algoritmes van de voertuigen worden getraind aan de hand van synthetische beelden, gegenereerd door GenAI-tools. Deze techniek vindt ondertussen zijn weg naar veel toepassingen. GenAI-tools genereren synthetische data die echte productiescenario’s nabootsen en als extra input dienen voor het trainen van allerlei analytische (of klassieke) AI-modellen en algoritmes.

Ook het Belgische AI-bedrijf **Vintecc** combineert de kracht van AI computer vision en GenAI synthetische data (8). Zo ontwikkelt Vintecc AI-algoritmes voor het sorteren van complexe natuurlijke producten zoals vissen en aardappelen voor respectievelijk het Vlaamse onderzoekscentrum ILVO (Vlaams Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek) en het landbouwmachine bedrijf AVR. De klassieke AI-algoritmes kunnen met een combinatie van echte en synthetische data veel sneller en accurater worden getraind.

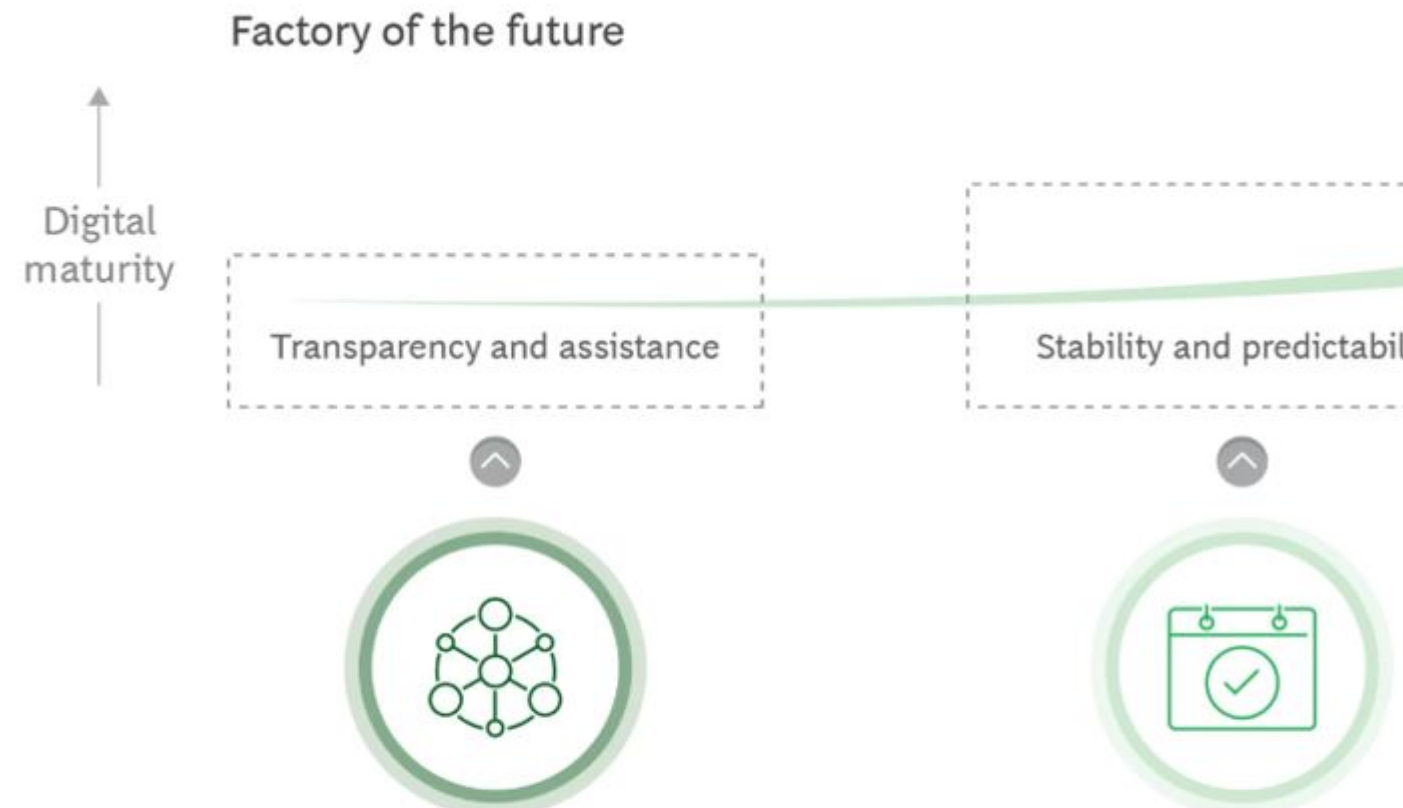
2. GenAI in productie: ondersteuning van machine-operatoren en plant ingenieurs

Predictieve (‘klassieke’) AI-toepassingen hebben geleid tot betere (real-time) kennis van de productieprocessen, een grotere stabiliteit van de productie en een hogere voorspelbaarheid van de end-to-end workflow met inbegrip van voorraadbeheer en order management. Gekende toepassingen zijn predictief onderhoud van machines (al dan niet) in productielijnen en visuele kwaliteitscontrole van producten. Data van diverse sensoren op geconnecteerde machines worden met behulp van AI geanalyseerd om patronen te identificeren, storingen te voorspellen en vervolgens een onderhoud van de machine in te plannen. Geautomatiseerde visuele inspectiesystemen gebruiken AI om defecten op te sporen van producten, bijvoorbeeld met 360° camera’s op een lopende band. Het AI-algoritme wordt op voorhand getraind aan de hand van vastgelegde beelden van producten (eventueel in combinatie met GenAI synthetische data) met

vooraf gedefinieerde kwaliteitsnorm.

Een gelijkaardige toepassing zijn intelligente pick & place-robots in assemblagetoepassingen. Deze robots grijpen binnenkomende onderdelen van de ene locatie, zoals een transportband, en plaatsen of bevestigen het onderdeel op een ander stuk van het item. Met AI is het niet meer nodig om elk type onderdeel in afzonderlijke vakjes te plaatsen, maar kunnen alle types onderdelen bijvoorbeeld op dezelfde transportband binnenkomen, omdat de robot ze herkent. Er zijn talrijke Belgische bedrijven met dergelijke AI-oplossingen, waaronder **I-Care, yazzoom, Heliovision, Vintecc, Azumuta, Kapernikov en Robovision**. U vindt een overzicht van AI-bedrijven en vele use cases op de AI-webpagina van Agoria.

Generatieve AI is geen vervanging van ‘klassieke’ of predictieve AI, maar is een aanvullende technologie. De contentcreatiemogelijkheden van GenAI brengen nieuwe toepassingen ter ondersteuning van machine-operatoren, genereren aanbevelingen op basis van productiestatus en zullen ook leiden tot grotere autonomie van machines en robots.



©BCG
Figuur 3: GenAI uses cases in de productie processen

GenAI-functionaliteit kan zowel worden ontwikkeld op het niveau van de machines als op het niveau van het systeem of de workflow. GenAI verhoogt de efficiëntie van hands-on taken zoals het programmeren van machines. In plaats van PLC's (programmeerbare logische controllers) handmatig te programmeren, kan een GenAI-tool code genereren via text prompting, gelijkaardig aan de GenAI-ondersteuning bij software-ontwikkeling. GenAI kan op basis van historische data actieplannen genereren voor de systeemingenieur met stapsgewijze instructies (tekst, beelden en zelfs video's). Dergelijke GenAI-actieplannen bij defecten van machines kunnen onder meer een lijst bevatten met een analyse van de defecten, bijhorende nodige vervangingsstukken en zelfs een lijst met mogelijke leveranciers.

GenAI-tools zijn bijzonder nuttig bij het genereren van allerhande technische documentatie en handleidingen. De handleidingen vereisen uitermate hoge kwaliteit en zijn zeer dikwijls vereist in verschillende talen. ISO-standaarden en CE-conformiteit vereisen dikwijls het opstellen van heel lijvige dossiers, waarvoor GenAI een uitstekend hulpmiddel is. **Yamagata** (10) is een voorbeeld van een bedrijf gespecialiseerd in dergelijke technische documentatie.

Van predictief naar prescriptief onderhoud

Meerdere bedrijven zoals **Siemens, ABB, Schneider Electric en SymphonyAI** introduceren GenAI industrial copilots om machine-operatoren, systeem-ingenieurs en technici te ondersteunen. Met GenAI industrial copilots kunnen operationele problemen veel sneller worden geïdentificeerd en geanalyseerd. De copilots genereren bovendien zelf een voorstel van actieplan met corrigerende maatregelen, zodat veel sneller actie kan worden genomen.

Het internationaal bedrijf **Symphony AI**, met belangrijke vestiging in Leuven, heeft eind vorig jaar een SymphonyAI copilot gelanceerd met drie rolgebaseerde copilots: een plant performance copilot, een digital manufacturing copilot en de connected worker copilot (11). Deze drie industriële copilots zijn expliciet ontworpen om te voldoen aan de specifieke behoeften van de diverse rollen in de productie en bieden persoonlijke assistentie voor verbeterde efficiëntie en productiviteit.

Siemens introduceert GenAI-functionaliteit zowel op machineniveau als op workflow-niveau. Siemens en Schaeffler hebben een GenAI industrial copilot geïntegreerd in productiemachines (12). De industriële GenAI copilot ondersteunt machine-operatoren en ingenieurs bij het genereren van code voor PLC's.

Bovendien is de GenAI copilot verbonden met het engineering framework, waardoor de copilot toegang heeft tot alle relevante documentatie, richtlijnen en handleidingen om werknemers op de werkvloer te helpen bij het identificeren van mogelijke fouten. Dankzij deze mogelijkheden kunnen onderhoudsteams fouten sneller opsporen.

De Siemens Senseye Predictive Maintenance-applicatie is uitgebreid met GenAI-functionaliteit op systeem- en workflowniveau (13). De app kan GenAI-cases scannen en groeperen, zelfs in meerdere talen, en vergelijkbare cases uit het verleden en hun oplossingen zoeken om context te bieden voor huidige problemen. Gegevens hoeven niet van hoge kwaliteit te zijn voor de generatieve AI om ze om te zetten in bruikbare inzichten. Door de beschikbare informatie beter te contextualiseren, kan de app een prescriptieve onderhoudsstrategie afleiden. De app genereert automatisch gedragsmodellen voor machines en onderhoudsprotocollen voor de medewerkers.

ABB is een samenwerking aangegaan met Microsoft om GenAI-functionaliteit toe te voegen aan het ABB digitaal platform Ability™ Genix voor beheer, analyse en management van complexe IIoT (Industrial Internet of Things)-omgevingen (14).

Ook **Schneider Electric** is een partnerschap aangegaan met Microsoft om het platform EcoStruxure Resource Advisor te voorzien van een GenAI copilot. Dit platform helpt industriële bedrijven bij het observeren en aansturen van hun energiebeheer, CO2-emissies, grondstofverbruik en ESG-rapportering (15).

3. Blik op de toekomst: ChatGPT met handen en voeten

Een half jaar na de lancering van ChatGPT was het gevoel dat de technologie vooral een meerwaarde zou zijn voor de ICT-sector en de service-industrie. Dit klopt alvast, maar vandaag is het echter overduidelijk dat de technologie ook zeer veel potentieel heeft in de maakindustrie. GenAI brengt grote efficiëntie en innovatie in de ontwikkeling van producten, de workflowprocessen van de productie en – zoals in alle sectoren – ook bij ondersteunende functies zoals marketing & sales en legal & contracting. Elk maakbedrijf kan vandaag al aan de slag met GenAI-tools in vrijwel alle domeinen van de bedrijfsvoering.

Verwacht wordt dat het niet hierbij zal blijven. Onderzoekers en hightech bedrijven werken momenteel aan GenAI-oplossingen, waarmee machines en robots op een natuurlijke manier kunnen interageren met mensen en zo zichzelf kunnen aanpassen aan nieuwe omgevingen en (zelf) leren uit eigen fouten. Er wordt gewerkt aan generatieve AI ‘Robotica Foundation Models’ (RFM’s), zodat de inzet van slimme, multimodale robots en cobots werkelijkheid wordt. Twee voorbeelden zijn de roboticabedrijven **Covariant** (16) en **Figure** (17). De RFM-1 van **Covariant** is getraind met grote hoeveelheden tekst – zoals ChatGPT – en met video en hardware besturings- en bewegingsgegevens van tientallen miljoenen voorbeelden van robotbewegingen uit maakbedrijven. “Het model heeft reeds laten zien dat het kan leren om soortgelijke hardware te besturen die niet in de trainingsgegevens voorkomen. Met verdere training zal een humanoïde robot met het model aangestuurd kunnen worden”, zegt de Belg Pieter Abbeel, professor aan Berkeley en medeoprichter & chief scientist van Covariant (16).

Figure kondigde in februari 2024 een partnership met **OpenAI** aan, samen met de afsluiting van een investeringsronde met Microsoft, Nvidia en Amazon. In een interview werpt CEO Brett Adcock een blik op de toekomst: “We zien een enorm voordeel in het hebben van een groot multimodaal RFM op de robot, zodat we ermee kunnen communiceren en wat wij noemen 'semantisch begrip' kunnen geven. Dat vermogen om taal te begrijpen en ernaar te handelen zou de robots in staat moeten stellen om vlot samen te werken met medewerkers in bijvoorbeeld een magazijn of op de productievloer.“ (18)

De fysieke en de digitale wereld worden zo helemaal vervlochten. Iedereen herinnert zich wellicht de lancering van Sora half februari (19), het zeer realistische text-to-video-model van OpenAI. De resultaten zijn zonder meer adembenemend, maar de synthetische video’s vertonen hier en daar wat fouten tegen de basiswetten van de fysica, zoals de zwaartekracht. “Een intrigerend aspect van het werk van Covariant is dat het de onderliggende AI-modellen kan helpen om de fysica van de wereld beter te begrijpen,” zegt Pieter Abbeel, de chief scientist van Covariant (16). En hij besluit: “OpenAI’s Sora heeft (vandaag) moeite met het weergeven van accurate menselijke anatomie en basisfysica... maar ons onderzoek en (ons model) Robotica Foundation Model-1 zal dit op termijn verhelpen."

Wat kunnen we hieruit besluiten? Het komt er in elk geval op aan om op tijd, vandaag nog, op deze nooit geziene technologische golf mee te surfen. Vandaag onderzoeken, experimenteren en uitproberen van GenAI-technologie zodat we morgen de boot niet missen en de competitie zouden zien voorbijschieten.

Analytische en generatieve AI in manufacturing

Analytische – of 'klassieke' – AI is geschikt voor analyse, classificatie, clustering en rangschikking van gegevens. Analytische AI voert discrete acties uit op context specifieke data. Machine learning (ML)-algoritmes onderscheiden patronen in geobserveerde gegevens, waardoor ze deze patronen kunnen generaliseren voor nieuwe gegevens. Een ML-model kan bijvoorbeeld worden getraind met specifieke tekstfragmenten, zoals incident-rapporten van operators waarin machinestoringen worden geclassificeerd volgens oorzaken zoals "einde levensduur gereedschap" of "operator fout". Op basis van deze training kan het model nieuwe rapporten classificeren volgens oorzaak. Belangrijke AI-toepassingen in de maakindustrie zijn onder meer proactief en predictief onderhoud van machines, detecteren van anomaliën in het productieproces, (visuele) inspectie en kwaliteitscontrole van producten, bin-picking-oplossingen in combinatie met robots en voorspellend voorraadbeheer met bijhorende planning en workflowoptimalisering van toeleveranciers.

Generatieve AI is geen vervanging van analytische AI, maar biedt aanvullende use cases. GenAI classificeert niet alleen teksten, maar kan ook nieuwe tekst creëren op basis van specifieke criteria en input van gebruikers door (iteratieve) text prompts. GenAI is gebaseerd op foundation models, zoals ChatGPT. Deze modellen worden eerst getraind op bijvoorbeeld alle online beschikbare tekst en worden vervolgens verfijnd voor contextspecifieke toepassingen. In het voorbeeld van machinestoringen en operatorinstructies leert het model eerst wat begrijpelijke taal is en vervolgens wordt het model verfijnd door te leren hoe operatorinstructies eruitzien en hoe ze correleren met oorzaken van machinestoringen. Zo kan GenAI instructies voor de machine-operator creëren die een proces beschrijven om een bepaalde oorzaak van een machinestoring op te lossen.

Dit artikel verscheen ook op de website van Agoria.

Geschreven door Danny Goderis (Agoria).

AI:Unboxed - Make AI Work!

Wilt u zelf aan de slag met artificiële intelligentie (AI) of inzichten opdoen over wat deze technologische revolutie zou kunnen betekenen voor uw bedrijf, uw job en alle bedrijven in de digitale en maakindustrie? Kom op 29 mei naar AI:Unboxed, het jaarlijks ledenevent van Sirris en Agoria in Brussels Expo. Op het programma onder meer een keynote door Prof. Ethan Mollick, een panelgesprek over het Europees AI-ecosysteem, diverse breakout-sessies en een Tech Fair met de meest spectaculaire, reële AI-toepassingen.

Ontdek het volledige programma!

(1) Generative AI fuels creative physical product design but is no magic wand (McKinsey)
(2) Adopting AI at speed and scale: The 4IR push to stay competitive (McKinsey)
(3) Ecodesign: de link tussen ecologie en economie (Agoria)
(4) Autodesk & Airbus. Reimagining the future of Air
(5) General Electric. GE Integrating AI to Gas Turbine Inverse Design

(6) How Microsoft found a potential new battery material using AI
(7) How Ford Uses AI to Create Diverse Driving Data
(8) Vintecc: virtuele vissen zullen ons vertellen hoe gezond onze visgronden zijn
(9) BCG: Generative AI's Role in the Factory of the Future
(10) Yamagata
(11) SymphonyAI: AI copilots for the manufacturing enterprise
(12) Schaeffler and Siemens bring Industrial Copilot to shopfloor
(13) Generative artificial intelligence takes Siemens' predictive maintenance solution to the next level
(14) ABB samenwerking met Microsoft
(15) Schneider Electric samenwerking met Microsoft
(16) Robot Covariant: The Quest to Give AI Chatbots a Hand—and an Arm
(17) Robot Figure
(18) OpenAI partnership with Figure
(19) Lancering van Sora, het OpenAI text-to-video model

Auteurs



Bart Verlinden