

Industrie 4.0 passe à la vitesse supérieure grâce à la technologie (Gen)AI

21 mai 2024, 11:41

Bart Verlinden

Les possibilités offertes par GenAI mises en évidence

La quatrième révolution industrielle – Industrie 4.0 - prend de l'ampleur à l'échelle mondiale, car les machines intelligentes connectées, les applications d'IA et de données et les systèmes de fabrication cyber-physiques ont atteint des niveaux élevés de maturité technologique. Les technologies qui façonnent l'usine du futur sont disponibles pour un déploiement de masse dès aujourd'hui. L'IA générative arrive en tête, avec de nouvelles opportunités pour le développement de produits et une automatisation plus poussée du flux de production.

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).

La croissance annuelle des ventes de l'industrie manufacturière américaine a stagné autour de 1,4 % au cours des deux dernières décennies. Toutefois, au cours des cinq dernières années, les entreprises manufacturières américaines ont pour la plupart augmenté leur productivité de manière

significative. Selon Mckinsey, le rendement total pour les actionnaires de l'industrie manufacturière est supérieur d'environ 400 points de base à ce qu'il était au cours des 15 dernières années. (2). Ce 'boost' de l'industrie manufacturière est dû à des politiques qui encouragent la réinstallation de l'industrie aux États-Unis, comme la fabrication de semi-conducteurs et les technologies liées aux énergies renouvelables.

Une deuxième raison clé à l'origine de l'augmentation de la productivité est la maturité technologique des solutions numériques et des systèmes de production (cyber-physiques) pilotés par le numérique. Les machines intelligentes et connectées, équipées de toutes sortes de capteurs, de solutions de maintenance proactive et de diverses applications d'IA et de données, portent l'efficacité et l'automatisation à de nouveaux sommets. La quatrième révolution industrielle est à un tournant.

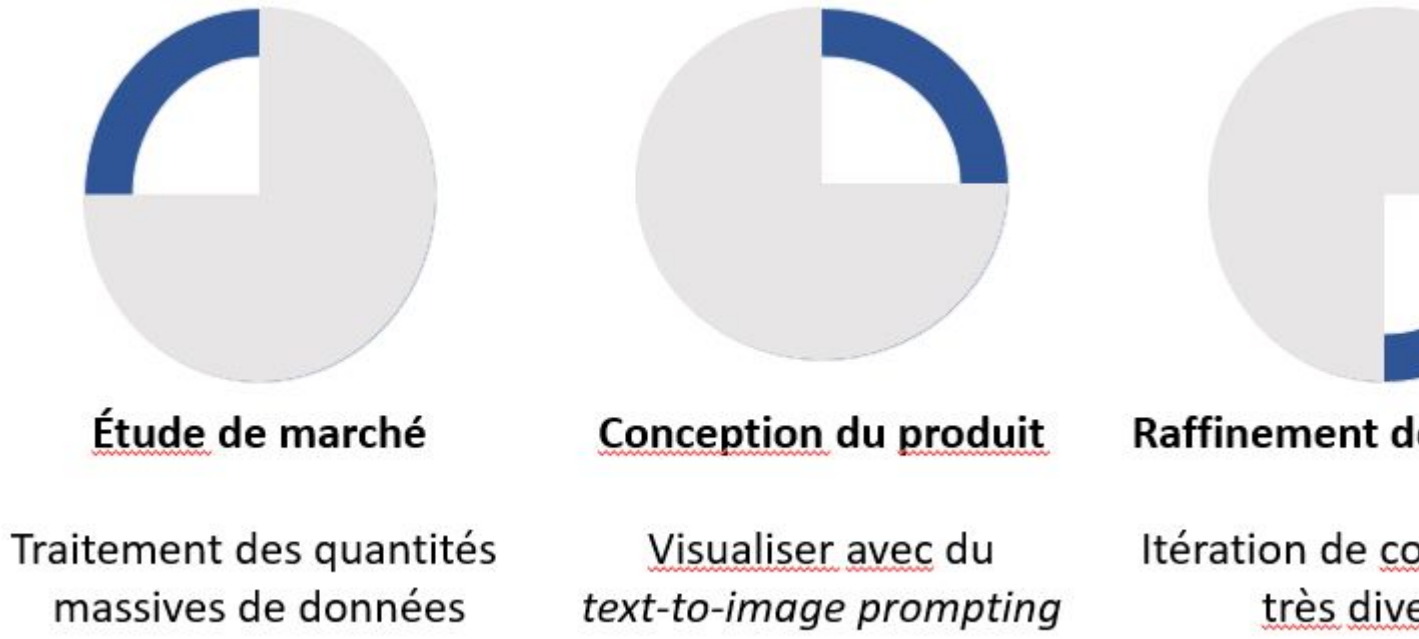
Révolution industrielle	**1° - Fin du 18e siècle**	**2° - Fin du 19e siècle**
Changement de production	Mécanisation	Production de masse
Technologies clés	Énergie à vapeur, techniques mécaniques	Électricité, lignes de production et d'assemblage
Infrastructure de base	Chaîne d'approvisionnement en charbon	Réseau électrique
Impact sur le travail	Du travail manuel au travail mécanique, naissance des grandes usines	L'efficacité de la production, de nouvelles industries comme l'automobile et l'acier

©Agoria
Figure 1 : Caractéristiques de base des quatre révolutions industrielles (sources diverses)

Les applications GenAI et les copilotes apportent une forte valeur ajoutée, tant dans le développement de produits que dans les processus de production.

1. Jusqu'à 70 % de réduction du temps dans le cycle de conception des produits physiques

La GenAI permet aux concepteurs industriels d'explorer davantage d'idées et de concepts de produits et d'accélérer considérablement les cycles de conception. La GenAI offre la possibilité de visualiser fidèlement de nombreux concepts et d'obtenir ainsi un retour d'information beaucoup plus rapide et précis de la part des clients potentiels.



©McKinsey
Figure 2 : GenAI et développement de produits : plus rapide - plus diversifié - plus créatif

Les outils de GenAI tirent des enseignements d'un nombre infini de sources de données différentes que les humains seuls ne peuvent analyser. Par conséquent, les concepteurs industriels peuvent constituer une base de connaissances beaucoup plus riche et générer beaucoup plus de variantes de conception. Les outils GenAI texte-image offrent un énorme potentiel d'inspiration et d'innovation. La technologie peut générer de nombreuses images très réalistes sur les instructions d'un expert (par l'intermédiaire d'un texte) et facilite grandement l'itération. Les cycles de conception des produits peuvent ainsi être raccourcis de 70 % (1). Cependant, l'expertise humaine reste indispensable. Les experts en conception sont essentiels pour garantir que la technologie aboutisse à des résultats significatifs. Leurs connaissances et leur expérience restent essentielles pour évaluer les nombreuses conceptions de GenAI du point de vue de leur fabricabilité et de leur esthétique. Une collaboration rationalisée entre les humains et les outils déterminera en fin de compte la livraison d'un design qui résonne avec les utilisateurs, qui peut être produit efficacement et dont le résultat final est également beaucoup plus respectueux de l'environnement.

L'éco-conception des matériaux et des produits bénéficie d'un coup de pouce de la GenAI

L'essentiel de l'écoconception consiste à minimiser l'impact sur l'énergie, les matériaux et les déchets pendant la durée de vie d'un produit (3). Le degré de durabilité des produits est déterminé au stade de la conception : les décisions prises à ce stade déterminent 80 % de l'impact environnemental d'un produit. L'écoconception peut donc combler le fossé entre la création de valeur et la durabilité des produits. Cela nécessite parfois des changements majeurs dans les systèmes, et c'est précisément à ce niveau que les outils de GenAI peuvent apporter une aide précieuse :

- Airbus et Autodesk utilisent l'éco-conception générative dans le cadre d'un projet pilote visant à réduire de 45 % le poids des cloisons dans les avions, tout en maintenant l'intégrité structurelle des matériaux dans le secteur très exigeant de l'aviation.Le résultat ?"Une cloison de cabine incroyablement solide et pourtant légère - et la première étape vers la fabrication de l'éco-avion du futur (4)." General Electric utilise les outils GenAI pour la conception des pales, des rotors et de l'aérodynamique.
- General Electric utilise les outils d'IA générative pour concevoir les pales, les rotors et les composants aérodynamiques des turbines à gaz (5). La méthode de conception part des exigences de performance des composants aérodynamiques. La méthode est donc axée sur les résultats. La simulation des propriétés des matériaux permet de tester le comportement des composants dans différentes conditions. De cette manière, les points faibles sont identifiés, les performances du produit sont optimisées et l'objectif est de minimiser le gaspillage de matériaux dans la production dès la phase de conception. En outre, la durée totale du cycle de conception a été ramenée d'un an à quelques mois.
- Microsoft et un institut de recherche américain ont utilisé l'IA pour découvrir en quelques semaines un nouvel électrolyte à l'état solide qui pourrait constituer la base d'un nouveau type de batterie moins susceptible de s'enflammer et nécessitant beaucoup moins de lithium (6). En général, ce type de recherche sur les matériaux est très complexe, avec des délais de mise en œuvre très longs. En outre, les taux de réussite de la recherche sont relativement faibles car le nombre de combinaisons possibles de matières premières et de compositions de matériaux est énorme. Les algorithmes d'IA (générative) peuvent désormais analyser des millions de combinaisons possibles de matières premières et de propriétés de matériaux et les réduire à quelques combinaisons valables. Dans cet exemple, 32 millions de combinaisons de matériaux possibles ont été réduites à 18 candidats réels, et ce en quelques semaines seulement, au lieu de plusieurs années. Les 18 combinaisons de matériaux candidates ont ensuite été développées et testées dans l'environnement réel.

Digital Twins: Les images synthétisées de GenAI servent données de test pour les algorithmes classiques d'IA

Ford utilise un mélange d'IA et de GenAI pour affiner les algorithmes intelligents des véhicules à conduite autonome et les tester plus largement dans des environnements virtuels (7). Les algorithmes d'IA des véhicules sont entraînés à l'aide d'images synthétiques générées par des outils de GenAI. Cette technique trouve aujourd'hui sa place dans de nombreuses applications. Les outils de GenAI génèrent des données synthétiques qui imitent des scénarios de production réels et servent d'intrants supplémentaires pour l'entraînement de toutes sortes de modèles et d'algorithmes d'IA analytiques (ou classiques).

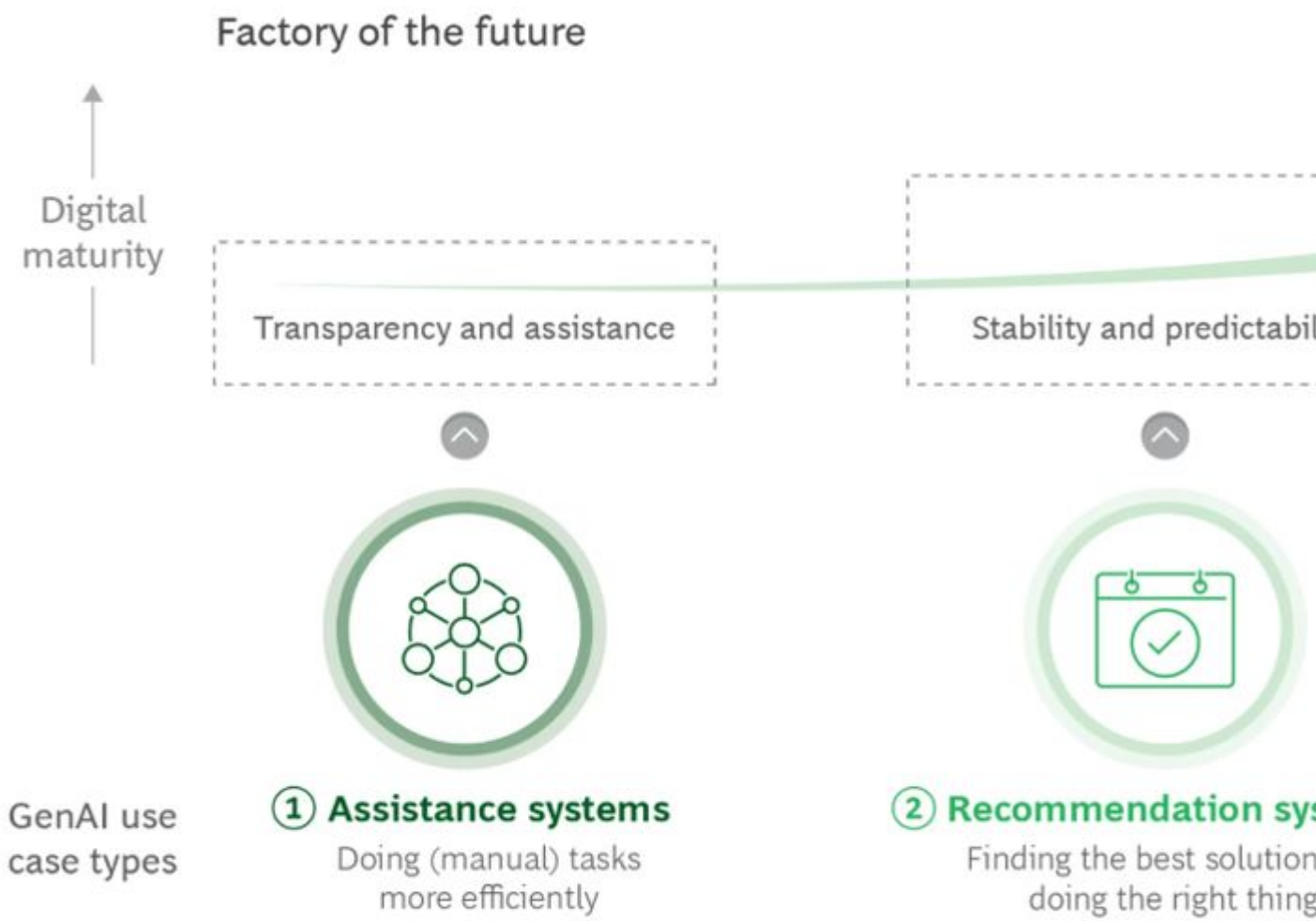
La société belge d'IA **Vintecc** combine également la puissance de la vision artificielle de l'IA et les données synthétiques de GenAI (8). Par exemple, Vintecc développe des algorithmes d'IA pour trier des produits naturels complexes tels que le poisson et les pommes de terre pour le centre de recherche flamand ILVO (Institut flamand de recherche agricole, halieutique et alimentaire) et

l'entreprise de machines agricoles AVR, respectivement. Les algorithmes d'IA traditionnels peuvent être formés beaucoup plus rapidement et avec plus de précision grâce à une combinaison de données réelles et synthétiques.

2. L'IA générative en production : un soutien aux opérateurs de machines et aux ingénieurs

Les applications prédictives ("classiques") de l'IA ont permis une meilleure connaissance (en temps réel) des processus de production, une plus grande stabilité de la production et une plus grande prévisibilité du flux de travail de bout en bout, y compris la gestion des stocks et des commandes. Parmi les applications connues, on peut citer la maintenance prédictive des machines (connectées ou non) dans les chaînes de production et le contrôle visuel de la qualité des produits. Les données provenant de divers capteurs sur les machines connectées sont analysées à l'aide de l'IA afin d'identifier des modèles, de prédire les défaillances et de programmer la maintenance des machines. Les systèmes d'inspection visuelle automatisés utilisent l'IA pour détecter les défauts sur les produits, par exemple avec des caméras à 360° sur un tapis roulant. L'algorithme d'IA est formé à l'avance à l'aide d'images capturées de produits (éventuellement combinées avec des données synthétiques GenAI) avec des normes de qualité prédéfinies. Les robots intelligents "Pick & Place" dans les applications d'assemblage constituent une application similaire. Ces robots saisissent les pièces entrantes à un endroit donné, par exemple un convoyeur, et les placent ou les attachent à une autre pièce de l'article. Grâce à l'IA, il n'est plus nécessaire de placer chaque type de pièce dans des boîtes séparées, mais tous les types de pièces peuvent arriver sur le même tapis roulant, par exemple, parce que le robot les reconnaît. De nombreuses entreprises belges proposent des solutions d'IA telles que **I-Care, yazzoom, Heliovision, Vintecc, Azumuta, Kapernikov, Robovision** et bien d'autres. Vous trouverez un aperçu des entreprises d'IA et de nombreux cas d'utilisation sur la page web d'Agoria consacrée à l'IA.

L'IA générative ne remplace pas l'IA "classique" ou prédictive, mais constitue une technologie complémentaire (voir l'encadré "La technologie en bref"). Les capacités de création de contenu de l'IA générative apportent de nouvelles applications pour aider les opérateurs de machines, générer des recommandations basées sur l'état de la production et conduiront également à une plus grande autonomie des machines et des robots.



©BCG
Figure 3: Use cases de GenAI dans les process de production

La fonctionnalité GenAI peut être développée aussi bien au niveau de la machine qu'au niveau du système ou du flux de travail. L'IA améliore l'efficacité des tâches pratiques telles que la programmation des machines. Au lieu de programmer manuellement les automates programmables (PLC), un outil GenAI peut générer du code par le biais d'une invite textuelle, à l'instar de l'assistance GenAI dans le développement de logiciels. La GenAI peut générer des plans d'action pour l'ingénieur système sur la base de données historiques avec des instructions étape par étape (texte, images et même vidéos). Ces plans d'action GenAI pour les pannes de machines peuvent inclure, entre autres, une liste avec une analyse des pannes, les pièces de rechange nécessaires correspondantes et même une liste de fournisseurs possibles.

Les outils de GenAI sont particulièrement utiles pour générer toutes sortes de documents techniques et de manuels. Les manuels exigent une qualité extrêmement élevée et sont très souvent requis en plusieurs langues. Les normes ISO et la conformité CE nécessitent souvent la préparation de fichiers très volumineux, pour lesquels GenAI est un excellent outil. **Yamagata** (10) est un exemple d'entreprise spécialisée dans ce type de documentation technique.

De la maintenance prédictive à la maintenance prescriptive

De nombreuses entreprises telles que **Siemens, ABB, Schneider Electric et SymphonyAI** introduisent les copilotes industriels d'IA générative pour aider les opérateurs de machines, les ingénieurs système et les techniciens. Les copilotes industriels GenAI permettent d'identifier et d'analyser les problèmes opérationnels beaucoup plus rapidement. Les copilotes génèrent également leur propre proposition de plan d'action avec des mesures correctives, de sorte que des mesures peuvent être prises beaucoup plus rapidement.

L'entreprise internationale **SymphonyAI**, dont les principaux bureaux se trouvent à Louvain, a lancé à la fin de l'année dernière un Copilote SymphonyAI avec trois Copilotes basés sur des rôles : un Copilote de performance de l'usine, un Copilote de fabrication numérique et le Copilote du travailleur connecté (11). Ces trois copilotes industriels sont explicitement conçus pour répondre aux besoins spécifiques des différents rôles dans la production et fournir une assistance personnalisée pour améliorer l'efficacité et la productivité.

Siemens a introduit la fonctionnalité GenAI au niveau de la machine et du flux de travail. Siemens et Schaeffler ont intégré un copilote industriel de GenAI dans des machines de production (12). Le copilote Industrial GenAI aide les opérateurs de machines et les ingénieurs à générer du code pour les PLC (Programmable Logic Controllers).

En outre, le copilote GenAI est connecté au cadre d'ingénierie (engineering framework), ce qui lui permet d'accéder à l'ensemble de la documentation, des directives et des manuels pertinents pour aider les travailleurs de l'atelier à identifier les erreurs potentielles. Ces capacités permettent aux équipes de maintenance d'identifier les défauts plus rapidement.

L'application Siemens Senseye Predictive Maintenance a été améliorée avec la fonctionnalité GenAI au niveau du système et du flux de travail. (13). L'application peut analyser et regrouper des cas d'IA générative, même en plusieurs langues, et trouver des cas similaires dans le passé ainsi que leurs solutions pour fournir un contexte aux problèmes actuels. Il n'est pas nécessaire que les données soient de grande qualité pour que l'IA générative les transforme en informations exploitables. En contextualisant mieux les informations disponibles, l'application peut dériver une stratégie de maintenance prescriptive. L'application génère automatiquement des modèles comportementaux pour les machines et des protocoles de maintenance pour les employés.

ABB s'est associé à Microsoft pour ajouter la fonctionnalité GenAI à la plateforme numérique ABB Ability™ Genix pour le contrôle, l'analyse et la gestion d'environnements IIoT (Internet industriel des objets) complexes. (14).

Schneider Electric est également partenaire de Microsoft pour doter la plateforme EcoStruxure Resource Advisor d'un copilote GenAI. Cette plateforme aide les entreprises industrielles à observer et à piloter leur gestion de l'énergie, leurs émissions de carbone, leur consommation de ressources et leurs rapports ESG. (15).

3. Un regard sur l'avenir : un ChatGPT avec des mains et des pieds

Six mois après le lancement de ChatGPT, le sentiment était que la technologie apporterait principalement une valeur ajoutée aux secteurs des TIC et des services. C'est certain ! Aujourd'hui, cependant, il est tout à fait clair que la technologie a également un grand potentiel dans l'industrie manufacturière. La GenAI apporte beaucoup d'efficacité et d'innovation au développement de produits, aux processus de flux de production et, comme dans toutes les industries, aux fonctions de soutien telles que le marketing et les ventes, ainsi que les aspects juridiques et contractuels. Toute entreprise manufacturière peut commencer dès aujourd'hui à utiliser les outils de la GenAI

dans presque tous les domaines d'activité.

Et cela ne s'arrêtera pas là. Les chercheurs et les entreprises de haute technologie travaillent actuellement sur des solutions GenAI qui permettent aux machines et aux robots d'interagir naturellement avec les humains, de s'adapter à de nouveaux environnements et d'(auto)apprendre de leurs propres erreurs. Des modèles de base génératifs pour la robotique (RFM) sont en cours de développement afin que le déploiement de robots intelligents et multimodaux et de cobots devienne une réalité. Les entreprises de robotique **Covariant** (16) et **Figure** (17). Le RFM-1 de **Covariant** a été entraîné à l'aide de grandes quantités de textes - tels que ChatGPT - ainsi que de vidéos et de données sur le contrôle et le mouvement du matériel provenant de dizaines de millions d'exemples de mouvements de robots provenant d'entreprises de fabrication. "Le modèle a déjà montré qu'il peut apprendre à contrôler du matériel similaire qui n'apparaît pas dans les données d'entraînement. Avec un entraînement plus poussé, un robot humanoïde pourra être contrôlé avec le modèle", a déclaré le Belge Pieter Abbeel, professeur à Berkeley et cofondateur et directeur scientifique de Covariant.(16).

Figure a annoncé un partenariat le 29 février 2024 avec **OpenAI**, ainsi que la conclusion d'une levée de fonds avec Microsoft, Nvidia et Amazon. Dans une interview, le CEO Brett Adcock jette un regard sur l'avenir : "Nous voyons un énorme avantage à disposer d'une grande RFM multimodale sur le robot afin de pouvoir communiquer avec lui et de lui fournir ce que nous appelons une "compréhension sémantique". Cette capacité à comprendre le langage et à agir en conséquence devrait permettre aux robots d'interagir en douceur avec les travailleurs, par exemple dans un entrepôt ou sur un site de production. (18) Les robots et cobots connaissent donc un second souffle, et quel second souffle !

Le monde physique et le monde numérique sont ainsi complètement imbriqués. Tout le monde se souvient du lancement de Sora à la mi-février (19), le modèle texte-vidéo très réaliste d'OpenAI. Les résultats sont absolument époustouflants, mais les vidéos synthétiques présentent ici et là quelques erreurs par rapport aux lois fondamentales de la physique, telles que la gravité. "Un aspect intéressant du travail de Covariant est qu'il peut aider les modèles d'IA sous-jacents à mieux comprendre la physique du monde", explique Pieter Abbeel, directeur scientifique de Covariant. (16). Il conclut: “Le Sora d'OpenAI a (aujourd'hui) des difficultés avec la représentation précise de l'anatomie humaine et du physique de base... mais notre recherche et notre modèle (le modèle de la Fondation Robotique-1) résoudront cela à terme."

Que pouvons-nous en conclure ? Quoi qu'il en soit, il est crucial de surfer sur cette vague technologique sans précédent dès aujourd'hui. En explorant, en expérimentant et en testant aujourd'hui la technologie GenAI, nous éviterons de rater le coche demain et de voir la concurrence nous distancer.

Intelligence Artificielle Analytique & Générative dans la fabrication

L'Intelligence Artificielle Analytique, ou "classique", est adaptée à l'analyse, à la classification, au regroupement et au classement des données. L'IA analytique effectue des actions discrètes sur des données spécifiques au contexte. Les algorithmes d'apprentissage automatique (ML) identifient des schémas dans les données observées, ce qui leur permet de généraliser ces schémas pour de nouvelles données. Par exemple, un modèle ML peut être entraîné avec des extraits de texte spécifiques, tels que des rapports d'incidents d'opérateurs dans lesquels les pannes de machines sont classées selon des causes telles que "fin de vie de l'outil" ou "erreur de l'opérateur". Sur la base de cette formation, le modèle peut classer de nouveaux rapports en

fonction de la cause. Les principales applications de l'IA dans l'industrie manufacturière comprennent la maintenance proactive et prédictive des machines, la détection d'anomalies dans le processus de production, l'inspection (visuelle) et le contrôle qualité des produits, les solutions de sélection de bacs combinées à des robots et la gestion prévisionnelle des stocks avec la planification correspondante et l'optimisation des flux de travail des fournisseurs.

L'IA Générative ne remplace pas l'IA analytique, mais offre des cas d'utilisation complémentaires. GenAI ne classe pas seulement les textes, mais peut également créer de nouveaux textes en fonction de critères spécifiques et des entrées des utilisateurs via des invitations textuelles (itératives). GenAI est basé sur des modèles fondamentaux tels que ChatGPT. Ces modèles sont d'abord entraînés sur, par exemple, tout le texte disponible en ligne, puis affinés pour des applications spécifiques au contexte. Dans l'exemple des pannes de machines et des instructions d'opérateur, le modèle apprend d'abord ce qu'est un langage compréhensible, puis il est affiné en apprenant à quoi ressemblent les instructions d'opérateur et comment elles sont corrélées aux causes des pannes de machines. Ainsi, la GenAI peut créer des instructions pour l'opérateur de machine en décrivant un processus pour résoudre une certaine cause de panne de machine.

Cet article a également été publié sur le site web d'Agoria.

Écrit par Danny Goderis (Agoria).

AI:Unboxed - Make AI Work!

Vous voulez vous initier à l'intelligence artificielle (IA) ou comprendre ce que cette révolution technologique pourrait signifier pour votre entreprise, votre emploi et toutes les entreprises des secteurs numérique et manufacturier ? Venez à AI:Unboxed, l'événement annuel des membres d'Agoria et de Sirris à Brussels Expo le 29 mai. Le programme comprend une conférence du professeur Ethan Mollick, une table ronde sur l'écosystème européen de l'IA et une techfair avec les applications réelles les plus spectaculaires de l'IA.

Découvrez le programme détaillé !

(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