

**howest**  
hogeschool

# Synergie tussen AI en de metaverse

Whitepaper – IBM-MV4SME

## INHOUD

<b>1</b>	<b>EXECUTIVE SUMMARY</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DEFINITIES EN ACHTERGROND</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Welkom in de Metaverse</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Artificiële intelligentie</b>	<b>5</b>
2.2.1	statistieken en consumentenattitude	5
2.2.2	Machine learning en deep learning	6
2.2.3	De werking van Large Language Models	7
2.2.4	Naar een multimodale evolutie	9
<b>3</b>	<b>AI EN DE METAVERSE: WHAT'S POSSIBLE ?</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Verbeterde gebruikerservaring in de metaverse</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>cOntent creatie met behulp van AI</b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b>forecasting via AI</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>ETHICS AND LEGAL</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIE</b>	<b>15</b>

## 1 EXECUTIVE SUMMARY

Artificiële intelligentie (AI) en de metaverse lijken op het eerste gezicht twee heel uiteenlopende concepten, maar bij nadere beschouwing kunnen ze elkaar ook op een krachtige manier aanvullen en samen een complementair verhaal vormen. De metaverse, een immersieve virtuele wereld waar gebruikers met elkaar in interactie kunnen gaan, werken, en spelen, heeft als ultieme doel om een fundamenteel nieuwe digitale omgeving te creëren. AI, met zijn geavanceerde algoritmes en machine learning-capaciteiten, is net een zeer handig instrument om deze virtuele werelden naar nieuwe hoogtes te brengen in de vorm van kostenreductie, efficiënte, toepassingen en grafische mogelijkheden.

In deze whitepaper verkennen we daarom de belangrijke synergie tussen AI en de metaverse, waarbij we onderzoeken hoe AI-technologieën de grenzen van de virtuele wereld kunnen verleggen en nieuwe mogelijkheden kunnen ontstaan. We zullen specifiek kijken naar het potentieel van Large Language Models (LLM's – denk bijvoorbeeld aan het succesverhaal van ChatGPT 4o) binnen de metaverse, waar ze real-time, natuurlijke interacties kunnen faciliteren en bovendien ook voor een meer meeslepende en meer menselijke gebruikerservaring kunnen bieden. Daarnaast bespreken we hoe predictieve data-analyse een revolutie teweeg kan brengen in virtual retail door gepersonaliseerde winkelervaringen, efficiënter voorraadbeheer en geoptimaliseerde prijssetting. Ook onderzoeken we hoe AI bijdraagt aan de creatie en optimalisatie van 3D graphics, waardoor realistische en dynamische omgevingen sneller en efficiënter kunnen worden gegenereerd. Elke AI-toepassing die het gemakkelijker maakt om de virtuele stap te zetten naar een metaverse-omgeving (of de implementatie van een metaverse-gerelateerde technologie), is natuurlijk uiterst interessant om in deze whitepaper mee te nemen.

Door deze en andere toepassingen van AI in de metaverse te belichten, willen we een uitgebreid inzicht bieden in de manier waarop deze twee innovatieve technologieën elkaar versterken. Er is een grote nadruk op de huidige mogelijkheden, maar tegelijk willen we ook het potentieel in de niet zo verre toekomst belichten: de ontwikkeling van AI-systemen gebeurt namelijk op een razendsnel tempo.

## 2 DEFINITIES EN ACHTERGROND

### 2.1 WELKOM IN DE METAVERSE

Er is al heel wat academisch en industrieel debat geweest over wat de metaverse nu exact is, welke voordelen en nadelen de technologie biedt, en hoe het precies werkt. Een duidelijk afgebakende definitie van de metaverse is niet zo eenvoudig, vooral omdat er heel wat verschillende interpretaties zijn over de metaverse (metaverses?) die niet noodzakelijk met elkaar overlappen. Hoewel de benoeming ‘metaverse’ populair werd gemaakt door het voormalige Facebook (Meta, 2021), is het idee zeker niet nieuw: vaak wordt de roman *Snow Crash* van Neal Stephenson (1994) aangehaald als inspiratie van een meeslepende, allesomvattende en drukbezochte virtuele wereld (Evans et al., 2022).



*Figuur 1: Hoe de virtuele Snow Crash wereld er volgens DALL-E 3 zou uitzien (OpenAI, 2024)*

Tech-expert Matthew Ball (2020) formuleerde de volgende definitie van de metaverse in zijn boek *The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything*.

*“A massively scaled and interoperable network of realtime rendered 3D virtual worlds that can be experienced synchronously and persistently by an effectively unlimited number of users with an individual sense of presence, and with continuity of data, such as identity, history, entitlements, objects, communications, and payments.”*

Ook de grotere consultancybedrijven zoals Deloitte (2022) gebruiken een gelijkaardige definitie:

*“The metaverse is a network of 3D virtual worlds that is focused on immersive experiences, digital economies, and social connections.”*

De verschillende onderzoeksgroepen bij Howest concluderen dat er inderdaad niet zoiets is als ‘de’ metaverse, maar beschouwen het als een continuum van verschillende technologieën, waarin

augmented/virtual/mixed reality en Web3 (een volgende evolutie het internet dat gebruiktmaakt van decentrale technologieën zoals de blockchain om te zorgen voor meer transparantie, privacy en controle van gebruikers) de twee belangrijkste pijlers vormen. Zowel in virtual reality rondwandelen in een digitale omgeving als het passen van digitale kleren voor een ‘slimme spiegel’ vallen voor Howest onder de noemer van het metaverse continuum.

## **2.2 ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE**

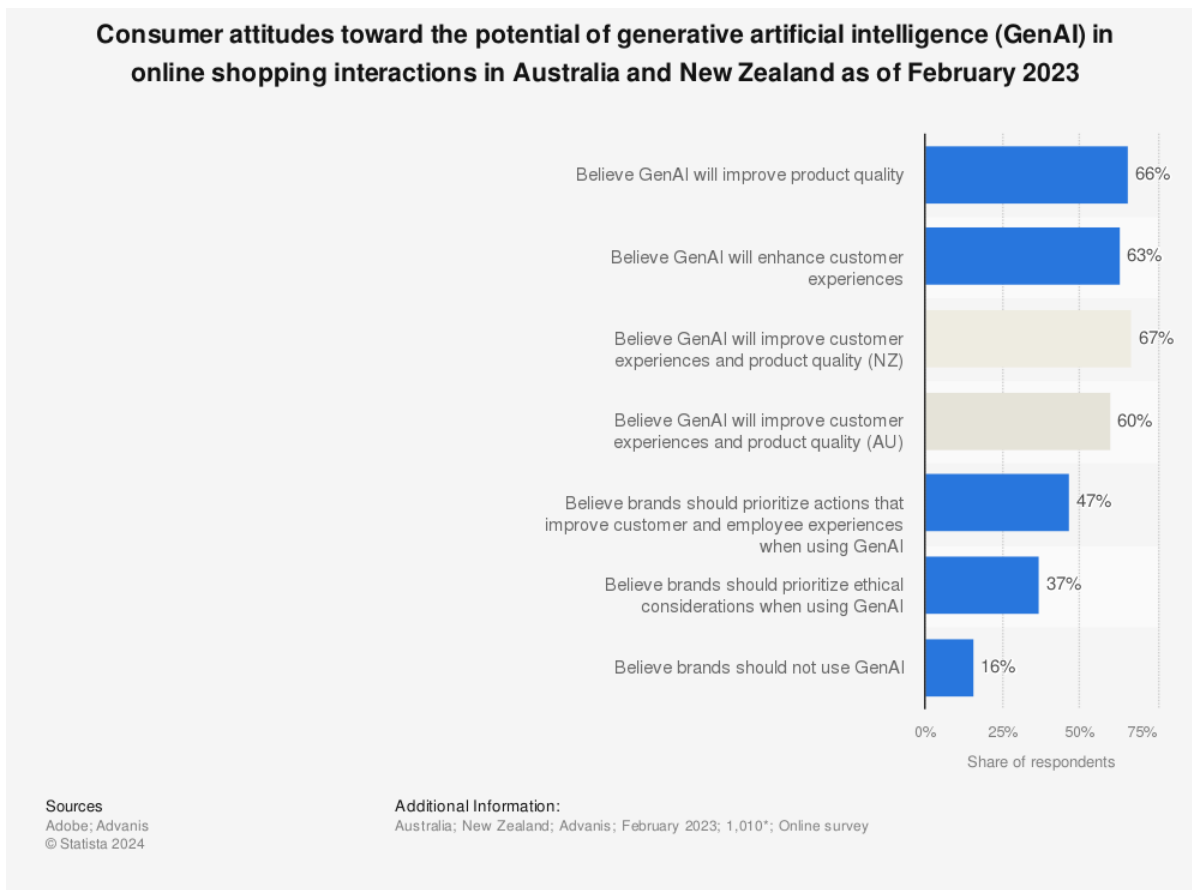
---

Er is absoluut geen ontkomen meer aan: het tijdperk van artificiële intelligentie (AI) is aangebroken en heeft gezorgd voor een grote paradigmaverschuiving niet alleen in de technologische sector, maar in alle sectoren. AI is een tak van de computerwetenschappen die al heel lang wordt bestudeerd en doorontwikkeld, met als doel om schijnbaar menselijke vaardigheden en kennis te imiteren (rederen, leren, plannen, creativiteit) zonder daarvoor expliciet geprogrammeerd te zijn. Een AI-systeem wordt doorgaans vooraf getraind op een grote dataset, maar kan ook constant bijleren en zichzelf aanpassen op basis van menselijke input. Het presteert uitmuntend in het verwerken van gigantische hoeveelheden gegevens, het herkennen van bepaalde patronen en het maken van voorspellingen – en dat allemaal in slechts enkele seconden.

### **2.2.1 STATISTIEKEN EN CONSUMENTENATTITUDE**

Als er een ding duidelijk is, is dat artificiële intelligentie *here to stay* is. Meer dan 42% van de bedrijven wereldwijd hebben AI al geïmplementeerd, en 34% zijn de integratie van AI aan het onderzoeken (Statista, 2024). Bovendien bewijst het enorme en razendsnelle succes van ChatGPT dat artificiële intelligentie ook voor de consument een grote gamechanger is. We worden vandaag al overspoeld met “AI-powered” besturingssystemen, smartphones en slimme apparatuur: elk nieuw product lijkt nu ontwikkeld te worden met artificiële intelligentie als belangrijk element, gaande van smartphones en computers, tot ijskasten en zelfs strijkijzers. De globale marktgrootte van de AI-industrie bedroeg in 2023 ongeveer zo’n 200 miljard EUR, maar zal volgens voorspelling stijgen tot maar liefst een tienvoud daarvan op nog geen zeven jaar tijd (Next Move Strategy Consulting, 2024).

Uit recent marktonderzoek van Australië en Nieuw-Zeeland (Adobe, 2023) blijkt trouwens dat de consument een duidelijke meerwaarde ziet in generatieve AI voor een verbeterde klantenervaring en productkwaliteit in de retailindustrie, en geloven ook dat de technologie hier op termijn verantwoordelijk voor zal zijn. Slechts 16% is van mening dat merken niet hoeven in te zetten op artificiële intelligentie.

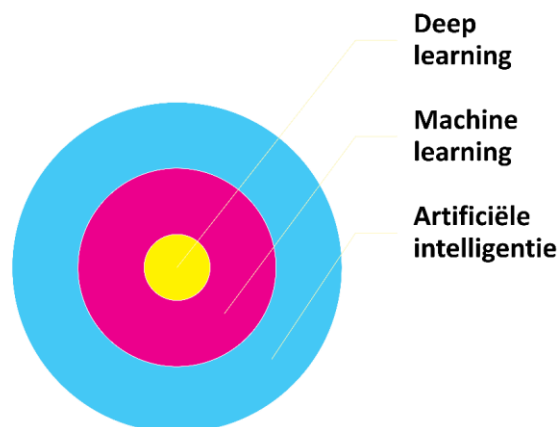


*Figuur 2: Onderzoeksresultaten over consumentenattitudes rond GenAI en e-commerce in Nieuw-Zeeland en Australië (Adobe via Statista, 2023)*

## 2.2.2 MACHINE LEARNING EN DEEP LEARNING

Wanneer de term artificiële intelligentie ter sprake komt, is het belangrijk om twee concepten even te kaderen: **machine learning** en **deep learning**. Het eerstgenoemde verwijst naar een systeem dat focust op algoritmes voor patroonherkenning. De AI is op basis daarvan in staat om beslissingen te maken. Hoe meer data er wordt verzameld, hoe beter de patroonherkenning en hoe performanter het model (Zhou, 2021).

Bijvoorbeeld: stel dat je een AI-model wilt ontwikkelen dat automatisch aankoopintentie binnen de metaverse detecteert en daarop inspeelt. Door het systeem veel voorbeelden te geven van gebruikersgedrag en interacties die leiden tot aankopen in de virtuele wereld, kan machine learning op basis van deze getrainde data volledig autonoom toekomstige *buyer's intent* voorspellen (Prasad & Ghosal, 2021). Wanneer een gebruiker bijvoorbeeld een virtuele winkel bezoekt en interacties vertoont die vaak voorafgaan aan een aankoop (denk bv. aan het langdurig bekijken van bepaalde items of het vergelijken van producten) kan het AI-model gepersonaliseerde aanbiedingen of aanbevelingen doen. Dit zou niet alleen de gebruikerservaring verbeteren maar ook de verkoop binnen de metaverse stimuleren en optimaliseren door op het juiste moment relevante suggesties te bieden. Nauwkeurige voorspellingen maken is per definitie iets waar machine learning en deep learning uitermate geschikt voor zijn, en ook daar zijn mogelijkheden voor gebruik in de metaverse.



Figuur 3: Overzicht van artificiële intelligentie, machine learning en deep learning

Deep learning valt ook onder de AI-paraplu en is een gespecialiseerde vorm van machine learning. Hier worden er artificiële neurale netwerken gebruikt om gegevens te verwerken, geïnspireerd op het menselijk brein (Goodfellow et al., 2016). Het grote voordeel is dat deep learning vaak zeer indrukwekkende resultaten kan opleveren zonder menselijke interventie, maar omdat er meerdere lagen neurale netwerken worden gebruikt is het voor ons als mens ook moeilijker om te begrijpen hoe het AI-model precies aan dit resultaat komt. We spreken hier van een ‘black box’ fenomeen, al worden er inspanningen geleverd – zowel op juridisch als technologisch vlak – om deze black boxes zo transparant mogelijk te maken. Veel AI-systemen vallen onder deep learning, zoals *large language models* (bv. ChatGPT), spraakverwerking, beeldherkenning, anomaliedetectie en autonome voertuigen.

Een deep learning model kan bv. real-time vertaaldiensten bieden binnen virtuele omgevingen of evenementen in de metaverse. Dit zou de communicatie tussen gebruikers van verschillende taalkundige achtergronden mogelijk maken op een efficiënte en drempelverlagende manier. Bovendien kunnen deze AI-algoritmes dynamische en meeslepende content genereren voor virtuele omgevingen, gebaseerd op gebruikersinteracties en voorkeuren. Dit omvat het automatisch genereren van virtuele landschappen, objecten en interactieve elementen die zijn afgestemd op de ervaring van elke gebruiker. Beide voorbeelden bespreken we nog eens uitgebreid hieronder.

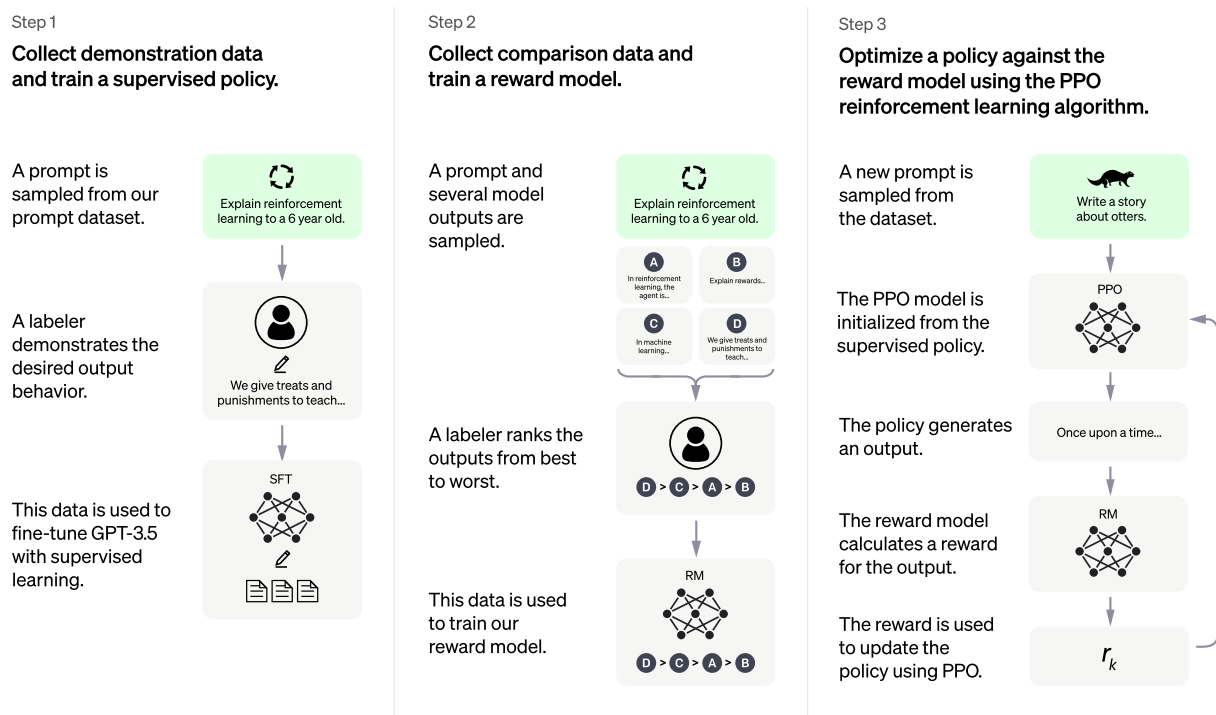
### 2.2.3 DE WERKING VAN LARGE LANGUAGE MODELS

Zoals eerder vermeld is het enorme succes van artificiële intelligentie te danken aan de opkomst van degelijke large language modellen, die specifiek gemaakt zijn om zo menselijke input te begrijpen en ook als output te genereren. Voorbeelden van LLM’s zijn het populaire GPT4(o) van OpenAI, maar ook bijvoorbeeld Copilot (gebaseerd op GPT4) en Google Gemini vallen hieronder. Ze maken gebruik van complexe deep learning netwerken om patronen in taal te herkennen. Op deze manier is een LLM in staat om heel sterk de context en nuance van bepaalde teksten te gebruiken.

ChatGPT blijft uiteraard wel het meest beroemde voorbeeld. De GPT in de naam staat voor ‘Generative Pre-Trained Transformer’. Generative, omdat het AI-systeem volledig instaat is om niet alleen input te begrijpen en te analyseren, maar ook nuttige output te generen. Pre-trained, omdat de ontwikkelaars op voorhand het taalmodel hebben laten trainen op een gigantische hoeveelheid van data. In het geval van een chatbot is het klassieke voorbeeld dan uiteraard een hele hoop tekst – denk aan het internet en boeken. Tenslotte slaat de Transformer op de naam van de achterliggende architectuur, die werd bedacht door Vaswani et al. in 2017 en elementen zoals feedforward neurale netwerken en self-attention implementeerde en daarmee een opvallend betere, efficiëntere en meer overtuigende AI-architectuur neer kon zetten.



Voor de volledige technische werking van de Transformer-architectuur verwijzen wij u graag naar de paper van Vaswani, maar het komt erop neer dat huidige LLM's op twee verschillende manieren worden getraind. Enerzijds is er de pre-training, zoals eerder vermeld, maar anderzijds moet het model ook nog *gefinetuned* worden aan de hand van gemaskeerde woorden, waarbij het model zo goed mogelijk deze gemaskeerde woorden probeert te voorspellen. Dan moet het model nog verder verbeterd worden (het komt bijvoorbeeld wel eens voor dat twee woorden een even hoge waarschijnlijkheid hebben om in een zin te passen, maar dat maakt de output nog niet correct. Uiteraard is er ook een systeem ingebakken om misbruik tegen te gaan. Ontwikkelaars van LLM's zoals OpenAI rekenen hiervoor op menselijke input om aan het AI-model te tonen wat een 'desired output' zou zijn. Daarna komt het systeem zelf met een aantal opties, die worden gerangschikt door een menselijk team. Met die rangschikking (de zogenaamde 'reward policy') kunnen nieuwe outputs beoordeeld worden en aangepast waar nodig.

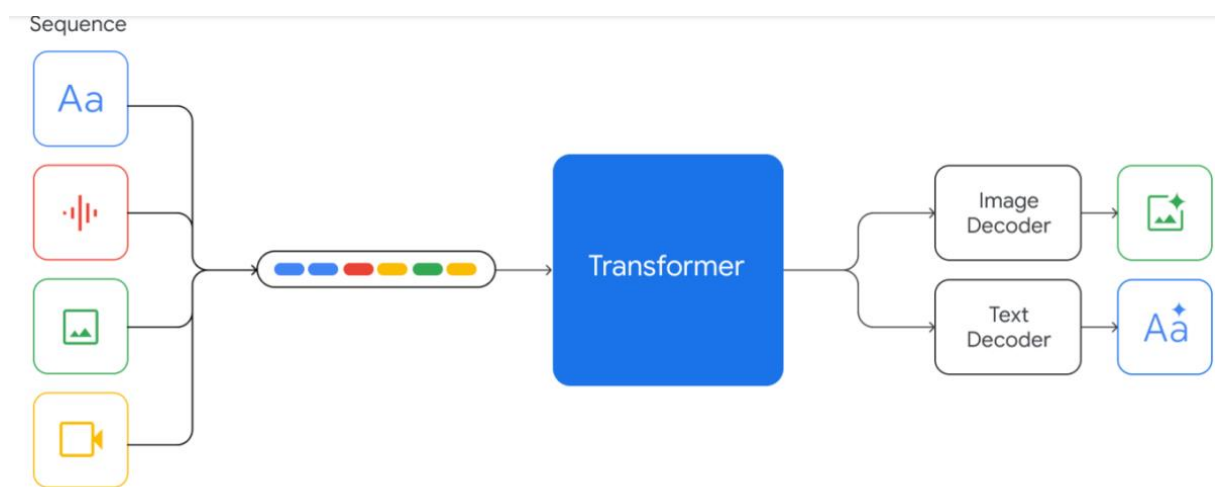


Figuur 4. De werking van ChatGPT. (OpenAI, 2021)



## 2.2.4 NAAR EEN MULTIMODALE EVOLUTIE

Waar ChatGPT eind 2022 vooral furore maakte door zijn mogelijkheden om zeer nauwkeurig en overtuigend tekst te verwerken en te generen, is de kracht van AI nog geen anderhalf jaar later ook heel duidelijk geworden bij het verwerken van afbeeldingen, audio, en video. Vooral het maken van realistische videobeelden is iets dat lang zeer onwaarschijnlijk is gebleken, maar toch lijken zowel OpenAI als Google erin te slagen om dat – net zoals met tekst en stilstaand beeld – heel goed te volbrengen. Tot voor kort werd elk type AI-model (tekst/foto/video) op een aparte manier bekeken, maar we zitten momenteel in een overgangsfase naar ‘multimodal AI’. Dat houdt in dat het machine learning model in deze systemen volledig instaat is om informatie van verschillende ‘modaliteiten’, inclusief afbeeldingen, video en tekst, te verwerken. Om maar een voorbeeld te geven: aan de hand van een foto van een pizza, kan een multimodaal model perfect identificeren welke ingrediënten erop liggen en je meteen een geschreven recept meegeven – of omgekeerd, natuurlijk (Google, 2024).



*Figuur 5. Overzicht van Google's multimodaal Transformer-model. (Google, 2024)*

Momenteel zijn GPT4 en GPT4o – waarbij de ‘o’ staat voor ‘omni’ (OpenAI, 2024) en Google Gemini het sterkst in deze multimodale LLM-functionaliteit. De evolutie naar systemen van artificiële intelligentie die verschillende mediavormen omvatten zorgen voor meer gebruikerservaring, betere output en het brengt kunstmatige intelligentie nog een stap dichterbij naar een enorm intelligent systeem dan holistische benaderingen kan maken. De interactie met de mens is vooral bij audiovisuele communicatie zeer sterk verscherpt: gesprekken voelen veel vlotter aan met meer intonatie en nuance, en ook de vertraging in het verwerken van input (latency) werd drastisch omlaag gehaald. Een babbeltje slaan met een multimodaal AI-model zal steeds meer en meer op een menselijke interactie beginnen lijken.

### 3 AI EN DE METAVERSE: WHAT'S POSSIBLE ?

Artificiële en de metaverse zijn op zich twee vrij losstaande technologieën, maar er is in de praktijk wel heel veel overlap mogelijk. In de voorbeelden en case studies hieronder bespreken we welke synergieën er allemaal relevant kunnen zijn. Door de efficiëntiewinst en de veelzijdigheid van AI te combineren met de immersieve mogelijkheden van metaverse-technologieën, kunnen heel wat interessante use cases gemaakt worden.

#### 3.1 VERBETERDE GEBRUIKERSERVARING IN DE METAVERSE

Kunstmatige intelligentie kan ervoor zorgen dat gebruikerservaringen in virtuele werelden, wat natuurlijk het stokpaardje is van de metaverse, op een meer dynamische, efficiëntere en vooral meer realistische manier kan gebeuren, en dat op verschillende manieren. AI wordt al jaren gebruikt om het grafisch rekenwerk van computerchips voor het renderen van deze realistische werelden te verlichten. AI-gigant Nvidia is daar met zijn Deep Learning Supersampling technologie (NVIDIA, z.d.) pionier en voorloper van. Op deze manier wordt de metaverse ook toegankelijker gemaakt: je hebt geen toestellen nodig met ontzettend veel (grafische) rekenkracht om een meeslepende ervaring voorgeschoteld te krijgen. Op die manier kunnen content creators in de metaverse ook weer focussen op wat echt telt: de inhoud.

En als we het dan toch over dat realisme en dynamische hebben in de metaverse, kunnen we niet om het potentieel van LLM's heen. Je zou bijvoorbeeld virtuele 'agents' in een metaverse kunnen zetten, gelinkt via API aan een achterliggend taalmodel. Op deze manier kan je een slimme AI-chatbot meteen ook linken aan een virtuele personificatie als avatar: denk maar aan klantenondersteuning in de metaverse, een loketfunctie of gewoon een wereld vol dynamische *non-playable characters*, die elk op hun eigen manier geprogrammeerd zijn. Een aantal marktstudies tonen aan dat deze conversational AI-agents in opmars zullen zijn. De marktwaarde wordt vandaag geschat op 13,2 miljard Amerikaanse dollar en zou tegen het einde van dit decennium gestegen moeten zijn naar net geen 50 miljard – van een snelle groei gesproken (MarketsandMarkets, 2024). Een grootschalige survey van PwC toont bovendien aan dat reeds 40% van de bedrijven wil inzetten op deze conversational AI markt om de gebruikerservaring te verbeteren (PwC, 2023).

Ikea heeft momenteel een proefproject lopen waarbij het tien remote medewerkers gaat aannemen om te ondersteunen in een metaverse-versie van hun winkel in Roblox (VRT NWS, 2024). Deze tien metaverse medewerkers krijgen hiervoor een identiek loon uitbetaald als de fysieke medewerkers, en ook de jobinvulling is gelijk. Artificiële intelligentie zou heel wat van deze communicatie met klanten in de metaverse kunnen overnemen.

Vooral in de gamingindustrie zal dit potentieel maximaal benut worden: denk maar aan de AI-conversaties die Nvidia onlangs heeft gedemonstreerd. De tijden van kiezen uit voorgeselecteerde antwoorden in games, is voorbij. We gaan steeds vaker ook 'echt' kunnen babbelen met deze virtuele avatars, waardoor het veel vlotter en minder voorgeprogrammeerd aanvoelt (NVIDIA, 2024; Chamola et al., 2023)

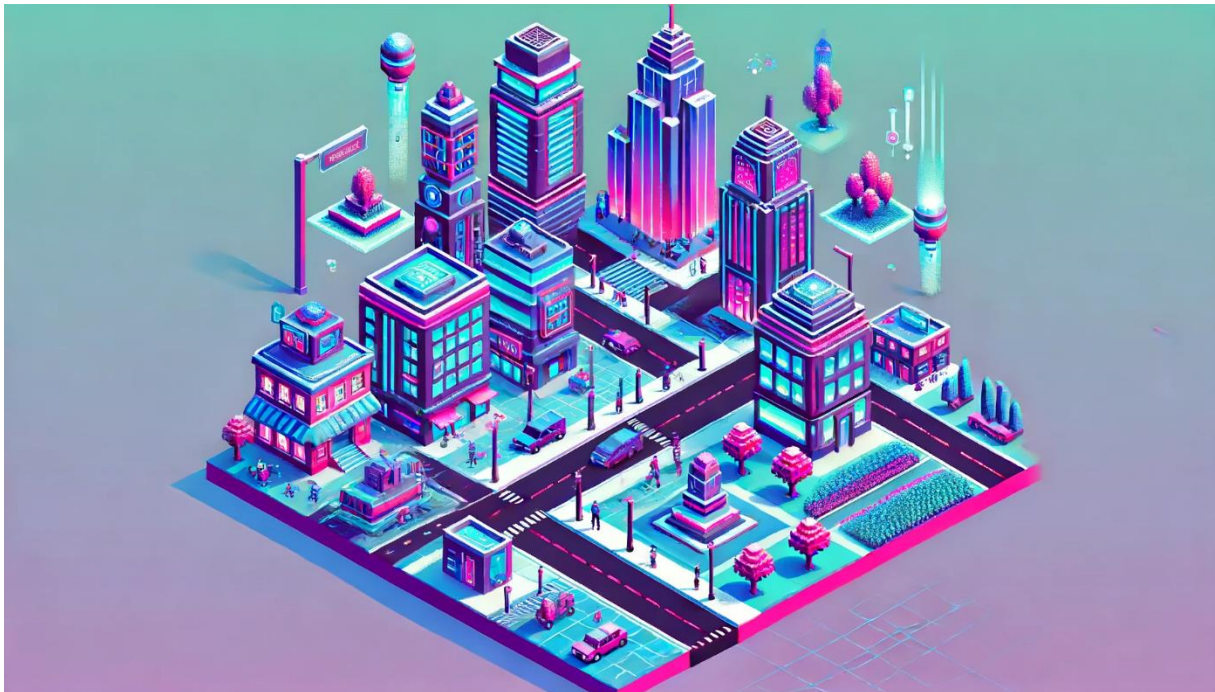
Het is zelfs mogelijk om nog een stap verder te gaan, en AI een rol te laten spelen in het aanbieden van gepersonaliseerde gebruikerservaringen in de metaverse. Net zoals Netflix bv. dankzij goed kan inschatten welke films en series je wil kijken, kan zo'n voorspellend systeem in de metaverse leiden tot een hogere gebruikerstevredenheid. Stel dat je bijvoorbeeld een virtuele kledingwinkel online zou zetten, dan kan je aan de hand van een voorspellingsysteem (of andere data die nu veelal wordt gebruikt voor andere marketingdoeleinden) ook heel snel een gepersonaliseerde winkel met bepaalde items genereren. Hoewel dat qua scope al een groter project is, zorgt dat ervoor dat elke winkelervaring in de metaverse ook echt uniek kan worden.

Wie ooit naar *Star Trek* heeft gekeken, kan niet ontkennen dat de 'Universal Translator' eigenlijk essentieel is, en ook dat is absoluut een optie dankzij de AI-metaverse synergie. Large language models worden nu al succesvol ingezet als (ver)taalpartners. Bij de populaire tool 'DeepL' zit het bijvoorbeeld al in de naam: *deep learning*, maar ook Google Translate maakt gretig gebruik van deep learning technologie. Door AI te combineren met een spraakfunctie voor avatars in de metaverse en een zeer snelle verwerkingstijd (zoals bij GPT 4o), kan het concept van 'universal translators' in de metaverse perfect mogelijk gemaakt worden. Sterker nog: het is een van de ambities van Meta om dit ook effectief te gaan uitrollen in virtuele werelden, waarbij mensen perfect in hun moedertaal kunnen spreken met contacten aan de andere kant van de wereld, zelfs in de meest unieke dialecten (Syafrony & Kusuma, 2022)

### 3.2 CONTENT CREATIE MET BEHULP VAN AI

---

Dat artificiële ook creatief uit de hoek kan komen, hebben verschillende image generation tools zoals DALL-E (OpenAI), StableDiffusion en Midjourney inmiddels al bewezen. Concept art gaan bedenken voor een metaverse wereld of al in grote lijnen nieuwe outfits gaan ontwerpen voor virtuele wereldbewoners? Nieuwe voorwerpen voor personages? Een tekst-to-image model kan in dit geval zeker ondersteunen.





*Figuur 6 en 7.* Content creatie van metaverse-werelden of concept art via tekst-to-image. (DALL-E 3, OpenAI)

Echter zijn er ook meer complexe AI-modellen beschikbaar, onder andere voor videogeneratie. OpenAI's Sora is daar een perfect voorbeeld van, die vriend en vijand verraste met zijn zeer realistische en indrukwekkende mogelijkheden. Ook Google werkt met haar Deepmind-team aan een tekst-to-video model.

Wat in een metaverse context echter bijzonder interessant kan zijn, is de mogelijkheid om via tekst prompts ook effectief 3D modellen te laten generen. Onderstaande afbeeldingen zijn voorbeelden van virtuele juwelen gegenereerd door Luma AI Genie, een van de vele tekst-to-3D AI-toepassingen op de markt waarmee je gratis kan experimenteren met deze 3D-modellen.



Figuur 8 en 9. Content creatie van metaverse-items in 3D via tekst-to-3D modellen. (Luma AI)

Op het eerste gezicht zien deze 3D-bestanden er vrij realistisch en goed uit, al zal de oplettende kijker wel merken dat er last zijn van artefacten en oneffenheden bij het inzoomen. Daarnaast is het genereren spreekt natuurlijk ook voor zich dat de kwaliteit van de prompt van belang is voor het bekomen van een goed resultaat. Niettemin toont het wel aan dat er zeker potentieel is voor de tekst naar 3D AI-modellen, en dat deze binnenkort ook heel wat grafisch modelleerwerk kunnen verlichten. Het hoeft trouwens niet altijd om een geschreven prompt te gaan: Meshy en Alpha3D kunnen bijvoorbeeld aan de slag met een (tweedimensionale) foto om nadien een object te gaan genereren met een dieptelaag.

### 3.3 FORECASTING VIA AI

---

Price forecasting – of simpelweg het gaan voorspellen van (verkoopprijzen) – is iets dat sowieso al wordt toegepast in de reguliere markt, zoals onder meer bij elektriciteit (Girish et al., 2023; Chauvet et al., 2022) en olie (Sehgal & Pandey, 2015) alsook de meer reguliere retail sectore.. Sommige grotere bedrijven (zoals bv. Walmart) kunnen zelfs niet meer zonder een degelijke forecasting model in het kader van stockbeheer en optimalisatie (Fildes et al., 2022). Ook ridesharing applicatie Uber gebruikt AI-algoritmes om een economische en dynamische balans te treffen tussen vraag en aanbod, waarbij het opvallend hogere prijzen (met succes) hanteert tijdens de spits of anders drukke momenten (Philips, 2022).

Echter kan het natuurlijk ook van toepassing zijn op virtuele economieën en verkopen via de metaverse. Retailers kunnen a.d.h.v. personalisatie verkoopsstrategieën en prijzen optimaliseren a.d.h.v. machine learning en deep learning. Prijzen kunnen – door analyse door AI van markttrends, transacties en gebruikersgedrag – in realtime aangepast worden. Een ander interessant gegeven is het gebruik van price forecasting bij de verkoop van virtuele events in de metaverse, die mogelijk kunnen profiteren van AI-gestuurde prijsvoorspelling aan de hand van piektijden en een voorspelling van de betalingsbereidheid van klanten.

## 4 ETHICS AND LEGAL

Er is geen twijfel mogelijk: er is heel wat mogelijk in de metaverse, en met behulp van artificiële intelligentie zijn de mogelijkheden sneller en krachtiger te bereiken. Echter zijn bepaalde toepassingen die technologisch mogelijk en haalbaar zijn, daarom niet altijd gewenst. Het spreekt voor zich dat bij elke AI- of metaverse-implementatie rekening dient gehouden te worden met de toepasselijke wetgeving en ook ethische vraagstukken kunnen een belangrijke rol spelen.

Bij het price forecasting in de metaverse is er een risico op prijsdiscriminatie, waarbij sommige gebruikers op basis van hun data-profielen en verzamelde gegevens een goedkoper of duurder prijskaartje krijgt. Het gebruikmaken van deze gegevens voor deze doeleinden is eveneens een bezorgdheid van de Europese Unie. In het alom bekende Global Data Protection Regulation (GDPR), staat in Artikel 22 dat dergelijke profilering niet mag leiden tot discriminatie of een oneerlijke behandeling van consumenten (EUR-Lex, 2016). Met andere woorden: prijzen gaan forcasten op basis van persoonlijke gegevens is uit den boze, maar dergelijke voorspellingsystemen kunnen wel nog hun nut bewijzen op andere vlakken (zoals bv. Uber dat momenteel ook doet, of in het kader van een optimaal stockbeheer en zo efficiëntiewinst te behalen zonder nadelige gevolgen voor de consument). Stel dat een virtuele kledingwinkel AI gebruikt om prijzen dynamisch aan te passen op basis van gebruikersprofielen en gedrag. Dit kan leiden tot situaties waarin verschillende gebruikers verschillende prijzen zien voor hetzelfde product. Hoewel dit kan helpen om de verkoop te optimaliseren, kan het ook worden gezien als oneerlijk ten opzichte van de consument. Daarom is het essentieel dat dergelijke systemen voldoen aan de relevante wetgeving.

Als we het dan toch over de GDPR hebben, moeten we ook waken over de hoeveelheid persoonlijke data die wordt opgeslagen en ook voor welke doeleinden. Men mag enkel gegevens verzamelen die noodzakelijk zijn, en bovendien moeten er voldoende veiligheidsmaatregelen in werking zijn om die gegevens ook voldoende te beschermen. In bepaalde metaverseplatformen zien we dat een grote hoeveelheid gebruikers minderjarig is zoals Roblox (US SEC, 2013). Wie een gelijkaardig doelpubliek wenst aan te spreken, dient extra aandachtig te zijn omtrent het verzamelen van gegevens. Ze kunnen pas vanaf 13 jaar in België effectief toestemming geven, anders is een voogd of ouder nodig (Vlaams Agentschap Opgroeien, z.d.)

We kunnen dus stellen dat deze toepassingen ook een aantal belangrijke juridische en ethische uitdagingen met zich meebrengen. Echter kunnen deze uitdagingen net opportunititeiten zijn: door in te zetten op transparantie, veiligheid en een consumentvriendelijke aanpak, kunnen organisaties in de metaverse het vertrouwen van consumenten winnen en behouden, wat dan weer gepaard gaat met de gekende voordelen (Sarwar et al., 2012; Sun & Lin, 2010). Bovendien heeft onderzoek van Nagy en Hajdju in 2021 aangetoond dat artificiële intelligentie bij het online shoppen veel beter aanvaard wordt door de klant als er vertrouwen is, en ook de nuttigheid van de AI-implementatie moet evident zijn. De correlatie met gebruiksvriendelijkheid is trouwens minder krachtig bevonden.



## 5 BIBLIOGRAFIE

- Adobe. (2023). *Marketers look to generative AI as customer expectations increase in Australia and New Zealand*.  
[https://www.adobe.com/content/dam/cc/au/newsroom/pdf/2023/230616\\_Marketers\\_Look\\_to\\_Generative\\_AI\\_as\\_Customer\\_Expectations\\_Increase\\_in\\_ANZ.pdf](https://www.adobe.com/content/dam/cc/au/newsroom/pdf/2023/230616_Marketers_Look_to_Generative_AI_as_Customer_Expectations_Increase_in_ANZ.pdf)
- Artificial intelligence (AI) | Statista*. (2024). Statista. <https://www.statista.com/study/38609/artificial-intelligence-ai-statista-dossier/>
- Ball, M. (2022). *The metaverse: And How it Will Revolutionize Everything*. National Geographic Books.
- Chamola, V., Bansal, G., Das, T. K., Hassija, V., Reddy, N. S. S., Wang, J., Zeadally, S., Hussain, A., Yu, F. R., Guizani, M., & Niyato, D. (2023). Beyond Reality: The pivotal role of generative AI in the metaverse. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2308.06272>
- Chauvet, F., Bellatreche, L., & Augusto Santos Silva, C. (2022, 17 december). *AI Approaches for Electricity Price Forecasting in Stable/Unstable Markets: EU Improvement Project*. IEEE Conference Publication | IEEE Xplore.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10021098>
- EUR-Lex. (2016). *Regulation - 2016/679 - EN - gdpr - EUR-Lex*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679>
- Evans, L., Frith, J., & Saker, M. (2022). *From microverse to metaverse: Modelling the Future through Today's Virtual Worlds*. Emerald Publishing Limited.
- Fildes, R., Ma, S., & Kolassa, S. (2022). Retail forecasting: Research and practice. *International Journal Of Forecasting*, 38(4), 1283–1318. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.06.004>
- Girish, G. P., Bhagat, R., Preeti, S. H., & Singh, S. (2023). AI Models for Spot Electricity Price Forecasting—A Review. *Lecture Notes in Networks And Systems*, 97–103.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-50330-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-031-50330-6_10)
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Google. (2024). *Multimodal AI*. Google Cloud. <https://cloud.google.com/use-cases/multimodal-ai>



MarketsandMarkets. (2024, 24 april). Conversational AI Market worth \$49.9 billion by 2030 -

Exclusive Report by MarketsandMarkets™. *PR Newswire*.

<https://www.prnewswire.com/news-releases/conversational-ai-market-worth-49-9-billion-by-2030---exclusive-report-by-marketsandmarkets-302125862.html#:~:text=The%20Conversational%20AI%20Market%20is,new%20report%20by%20MarketsandMarkets%E2%84%A2>

Meta. (2021). *Name change to Meta Platforms*.

[https://www.facebook.com/business/help/479266960559326#:~:text=The%20billing%20entity%2C%20Facebook%2C%20Inc,changed%20to%20Meta%20Platforms%2C%20Inc.&text=If%20you%20currently%20receive%20invoices,dated%20March%202%2C%202022\).](https://www.facebook.com/business/help/479266960559326#:~:text=The%20billing%20entity%2C%20Facebook%2C%20Inc,changed%20to%20Meta%20Platforms%2C%20Inc.&text=If%20you%20currently%20receive%20invoices,dated%20March%202%2C%202022).)

Nagy, S., & Hajdu, N. (2021). Consumer acceptance of the use of artificial intelligence in online shopping: evidence from Hungary. *Amfiteatru Economic*, 23(56), 155.

<https://doi.org/10.24818/ea/2021/56/155>

Next Move Strategy Consulting (NMSC). (2024, 1 juni). *Artificial Intelligence Market Size and Share | Statistics - 2030*. Next Move Strategy Consulting. <https://www.nextmsc.com/report/artificial-intelligence-market>

NVIDIA. (2024). *NVIDIA & Developers pioneer lifelike digital characters for games and applications with NVIDIA ACE*. <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/news/nvidia-ace-architecture-ai-npc-personalities/>

*NVIDIA DLSS-Technologie*. (z.d.). NVIDIA. <https://www.nvidia.com/nl-nl/geforce/technologies/dlss/>

OpenAI. (2021). *Introducing ChatGPT*. <https://openai.com/index/chatgpt/>

OpenAI. (2024). *Hello GPT-4o*. <https://openai.com/index/hello-gpt-4o/>

Phillips, J. (2022, 11 januari). *How Uber's dynamic pricing model works | Uber Blog*. Uber Blog.

<https://www.uber.com/en-GB/blog/uber-dynamic-pricing>

- Prasad, B., & Ghosal, I. (2021). Forecasting buying intention through Artificial Neural Network: an algorithmic solution on Direct-to-Consumer brands. *FIIB Business Review*, 11(4), 405–421.  
<https://doi.org/10.1177/231971452111046126>
- PwC. (2023). *2024 AI business predictions*. <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/ai-analytics/ai-predictions.html>
- Sarwar, M. Z., Abbasi, K. S., & Pervaiz, S. (2012). The Effect of Customer Trust on Customer Loyalty and Customer Retention: A Moderating Role of Cause Related Marketing. *Global Journal Of Management And Business Research*, 12(6). [https://globaljournals.org/GJMBR\\_Volume12/4-The-Effect-of-Customer-Trust-on-Customer.pdf](https://globaljournals.org/GJMBR_Volume12/4-The-Effect-of-Customer-Trust-on-Customer.pdf)
- Sehgal, N., & Pandey, K. K. (2015). Artificial intelligence methods for oil price forecasting: a review and evaluation. *Energy Systems*, 6(4), 479–506. <https://doi.org/10.1007/s12667-015-0151-y>
- Stephenson, N. (2022). *Snow crash*. Viking.
- Sun, P., & Lin, C. (2010). Building customer trust and loyalty: an empirical study in a retailing context. *Service Industries Journal/The Service Industries Journal*, 30(9), 1439–1455.  
<https://doi.org/10.1080/02642060802621478>
- Syafrony, A., & Kusuma, V. A. (2022). Universal Language Translator: Is this the future or the doom of language learning? *Jurnal Humaya*, 2(2), 92–100.  
<https://doi.org/10.33830/humayafhisip.v2i2.4107>
- UNITED STATES SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. (2023). FORM 10-K. In *Annual Report*.  
<https://d18rn0p25nwr6d.cloudfront.net/CIK-0001315098/c1bca0ff-1074-4472-abc1-77b3a54198c2.pdf>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2017). Attention is All you Need. *arXiv (Cornell University)*, 30, 5998–6008.  
<https://arxiv.org/pdf/1706.03762v5>
- Vlaams Agentschap Opgroeien. (z.d.). *Recht op privacy | Rechtspositie - Jeugdhulp*.  
<https://www.rechtspositie.be/werkmappen/recht-op->



