

# Definities, afbakening en focusgebieden AI

April 2021

Dit onderzoek is uitgevoerd met financiering van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

**Innovatiespotter**  
Protonstraat 3A,  
9743 AL Groningen  
(050) 313 48 98  
[info@innovatiespotter.nl](mailto:info@innovatiespotter.nl)

## INHOUD

<b>INHOUD</b> .....	<b>2</b>
<b>1. ARTIFICIAL INTELLIGENCE</b> .....	<b>3</b>
1.1 EEN DEFINITIE VAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	3
1.2 AFBAKENEN .....	4
<b>2 HET NEDERLANDSE AI-BEDRIJVENLANDSCHAP BEGIN 2021</b> .....	<b>6</b>
2.1 CLUSTERS BINNEN HET AI-LANDSCHAP .....	6
<b>3 INTERNATIONALE CONTEXT</b> .....	<b>8</b>
3.1 EUROPEAN ENTERPRISE SURVEY ON THE USE OF TECHNOLOGIES BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (2020). .....	9
3.2 OECD MEASURING THE DIGITAL TRANSFORMATION (2019) .....	10
3.3 STANFORD UNIVERSITY, AI INDEX 2019 ANNUAL REPORT .....	11

## 1. ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Innovatiespotter heeft een inventarisatie gemaakt van geldende definities en afbakeningen, domeinonderzoeken, focusgebieden en andere publicaties in binnen- en buitenland die bijdragen aan het zicht krijgen op AI. Dit document bevat een overzicht van de meest relevante publicaties.

---

### 1.1 EEN DEFINITIE VAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Als wordt gezocht naar definities van AI die worden gebruikt door overheid, kennisinstellingen en betrokken partijen uit het bedrijfsleven, dan is er geen gangbare definitie die door iedereen wordt gedeeld. Het Strategisch Actieplan voor Artificiële Intelligentie (SAPAI)<sup>1</sup> en ook de Nederlandse Digitaliserings-strategie<sup>2</sup> baseren zich op de definitie van de Europese Commissie<sup>3</sup>, die is opgesteld door de High-Level Expert Group on AI (AI HLEG)<sup>4</sup>.

*“Er is geen algemeen geldige definitie van AI die consistent wordt gebruikt door alle belanghebbenden. Wij gebruiken de omschrijving van AI door de Europese Commissie: “AI verwijst naar systemen die intelligent gedrag vertonen door hun omgeving te analyseren en - met een zekere mate van zelfstandigheid - actie ondernemen om specifieke doelen te bereiken.” (SAPAI, 2019)*

De Engelse definitie van de Europese Commissie is:

*“Artificial intelligence (AI) refers to systems that display intelligent behaviour by analysing their environment and taking actions – with some degree of autonomy – to achieve specific goals.*

*AI-based systems can be purely software-based, acting in the virtual world (e.g. voice assistants, image analysis software, search engines, speech and face recognition systems) or*

*AI can be embedded in hardware devices (e.g. advanced robots, autonomous cars, drones or Internet of Things applications).” (Europese Commissie, 2018)*

De AI HLEG heeft deze definitie uitgebreid om het verschil te maken tussen de wetenschappelijke discipline en AI als technologie. Deze definitie is ook geschreven voor non-AI experts en voor discussies rondom AI-richtlijnen en beleidsaanbevelingen.

---

<sup>1</sup> Strategisch Actieplan voor Artificiële Intelligentie, 2019, p11 <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/beleidsnotas/2019/10/08/strategisch-actieplan-voor-artificiele-intelligentie/Rapport+SAPAI.pdf>

<sup>2</sup> Nederlandse Digitaliseringsstrategie, 2020, p11 <https://www.nederlanddigitaal.nl/nederlandse-digitaliseringsstrategie/documenten/rapporten/2020/06/25/nederlandse-digitaliseringsstrategie-2020>

<sup>3</sup> Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on Artificial Intelligence for Europe, Brussels, 25.4.2018 COM/2018/237 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2018:237:FIN>

<sup>4</sup> A definition of AI: main capabilities and scientific disciplines, AI HLEG, April 2019. [http://www.pcci.gr/evpimages/0101\\_F483.pdf](http://www.pcci.gr/evpimages/0101_F483.pdf)

*“Artificial intelligence (AI) systems are **software** (and possibly also **hardware**) systems that, given a complex goal, act in the **physical** or **digital** dimension by **perceiving** their environment through data acquisition, **interpreting** the collected structured or unstructured data, **reasoning** on the knowledge derived from this data and **deciding** the best action(s) to take to achieve the given goal. AI systems can also be designed to learn to **adapt** their behaviour by analysing how the environment is affected by their previous actions.*

*As a scientific discipline, AI includes several approaches and techniques, such as machine learning (of which deep learning and reinforcement learning are specific examples), machine reasoning (which includes planning, scheduling, knowledge representation and reasoning, search, and optimization), and robotics (which includes control, perception, sensors and actuators, as well as the integration of all other techniques into cyber-physical systems).”*  
(AI HLEG, 2019)

AI-systemen zijn voornamelijk software, en in sommige gevallen ook onderdeel van hardware. Er vinden bepaalde processen plaats (vergaring, verwerking, redenering, beslissing en adaptatie). Volgens de AI HLEG kunnen de meeste AI-technieken en -sub-disciplines hiermee worden ingedeeld.

Daarnaast stelt de AI HLEG dat de huidige ontwikkelingen vooral nog *narrow AI*-systemen betreft. Er is nog geen sprake van *general AI*; systemen die zelfstandig meerdere taken kunnen doen die mensen ook kunnen. AI is daarom in veel gevallen *goal-directed*, het is getraind op een specifieke taak binnen vastgestelde kaders. Binnen die kaders is een mate van autonomie of zelflerend vermogen mogelijk.

---

## 1.2 AFBAKENEN

Hoe kun je een definitie in de praktijk toepassen? Bijvoorbeeld, welke bedrijven vallen onder AI, en welke niet? Daarvoor moet worden gekeken naar praktische activiteiten, producten en diensten. De NL AI Coalitie gebruikt bijvoorbeeld geen strikte definitie van AI, maar richt zich op specifieke, voor Nederland relevante sectoren.

*“Artificial Intelligence (AI) is een generieke technologie die uiteindelijk haar toepassing vindt in alle bedrijfssectoren en maatschappelijke uitdagingen.”<sup>5</sup>* Voor elk aangewezen toepassingsgebied is een werkgroep opgericht.

- Cultuur
- Defensie
- Energie en Duurzaamheid
- Financiële Dienstverlening
- Gezondheid en Zorg
- Haven en Maritiem
- Landbouw en Voeding
- Mobiliteit, Transport en Logistiek
- Onderwijs
- Publieke Diensten
- Technische Industrie
- Veiligheid, Vrede en Recht
- Gebouwde omgeving

Ook de AI Index Report van de Stanford University stelt dat AI een technologie is die breed wordt toegepast door bedrijven, *“AI appears to be transforming into a general purpose technology (GPT)”<sup>6</sup>*. Er worden voorbeelden genoemd in sectoren als vastgoed, game-industrie, financiële sector, gezondheidszorg of beveiliging. De OECD stelt

---

<sup>5</sup> De Nederlandse AI Coalitie, toepassingsgebieden <https://nlaic.com/toepassingsgebied/>

<sup>6</sup> Stanford University (2019), “The AI Index 2019 Annual Report”, p.91 <https://hai.stanford.edu/research/ai-index-2019>

ook dat het monitoren van ontwikkelingen in AI lastig is: “*Measuring the development of AI is challenging as the boundaries between AI and other innovations are blurred and change over time.*”<sup>7</sup>

De Joint Research Center van de Europese Commissie heeft op basis van de AI HLEG en ruim 50 andere definities een taxonomie gemaakt in AI-domeinen<sup>8</sup>. Naast politieke en wetenschappelijke aspecten is ook gezocht naar definities vanuit het perspectief van het bedrijfsleven. De domeinen moeten niet worden gezien als losstaande categorieën. Binnen AI is veel overlap en kruisbestuiving.

De AI-domeinen worden opgedeeld in Core en Transversal, wat kan worden opgevat als horizontale en verticale gebieden. De kern van AI bestaat uit reasoning, planning, learning, communication en perception. Waaronder bekende technologieën vallen als natural language processing, computer vision, spraakherkenning.

In de horizontale domeinen komen veel van deze core-domeinen samen. Een zelfrijdende auto heeft perception, reasoning, planning en learning allemaal nodig om zelfstandig in het verkeer te navigeren.

AI services is een ruim begrip van cognitive computing, machine learning, bots en virtual assistants. Het wordt vaak aangeboden als system-as-a-service en maakt gebruik van de cloud.

Omdat de Joint Research Center zoveel verschillende onderzoeken heeft samengebracht is dit een erg bruikbare taxonomie van sub-domeinen.

		AI taxonomy	
		AI domain	AI subdomain
Core	Reasoning		Knowledge representation
			Automated reasoning
			Common sense reasoning
	Planning		Planning and scheduling
			Searching
			Optimisation
	Learning		Machine learning
	Communication		Natural language processing
	Perception		Computer vision
			Audio processing
Transversal	Integration and interaction		Multi-agent systems
			Robotics and Automation
			Connected and Automated vehicles
	Services		AI Services
	Ethics and Philosophy		AI Ethics
		Philosophy of AI	

Tabel 1. AI-domeinen en sub-domeinen. Overgenomen van Joint Research Center, AI Watch (2020, p11).

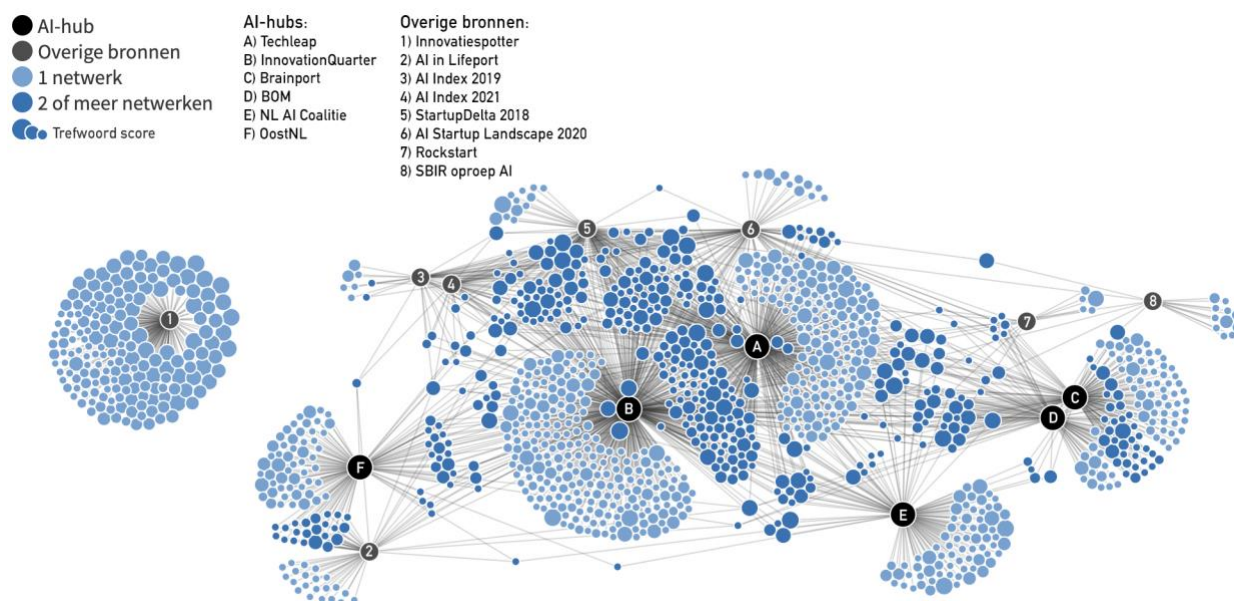
<sup>7</sup> Paragraaf: *How can AI-related developments in science and technology be tracked?* OECD (2019), *Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>

<sup>8</sup> Samoilă, S., López Cobo, M., Gómez, E., De Prato, G., Martínez-Plumed, F., and Delipetrev, B., *AI Watch. Defining Artificial Intelligence. Towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence*, EUR 30117 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-17045-7, doi:10.2760/382730, JRC118163.

## 2 HET NEDERLANDSE AI-BEDRIJVENLANDSCHAP BEGIN 2021

Begin 2021 is een overzicht gemaakt van de Nederlandse AI-bedrijven die op dat moment bekend was in het AI-innovatie-ecosysteem. Van alle bedrijven is gekeken hoe de websites van deze bedrijven scoren op een aantal beschikbare trefwoordlijsten van RVO en het Joint Research Center.

Elk bedrijf is een blauwe stip, en de lijnen laten zien uit welke netwerken het afkomstig is. Een donkere kleur betekent dat het bedrijf in meerdere netwerken voorkomt. Lichtblauw betekent dat het in één netwerk voorkomt. Een grotere punt betekent dat de website van het bedrijf beter scoort op de trefwoordlijsten.



Figuur 1. Relaties tussen de bedrijven (in blauw) en de AI-hubs (in zwart).

### 2.1 CLUSTERS BINNEN HET AI-LANDSCHAP

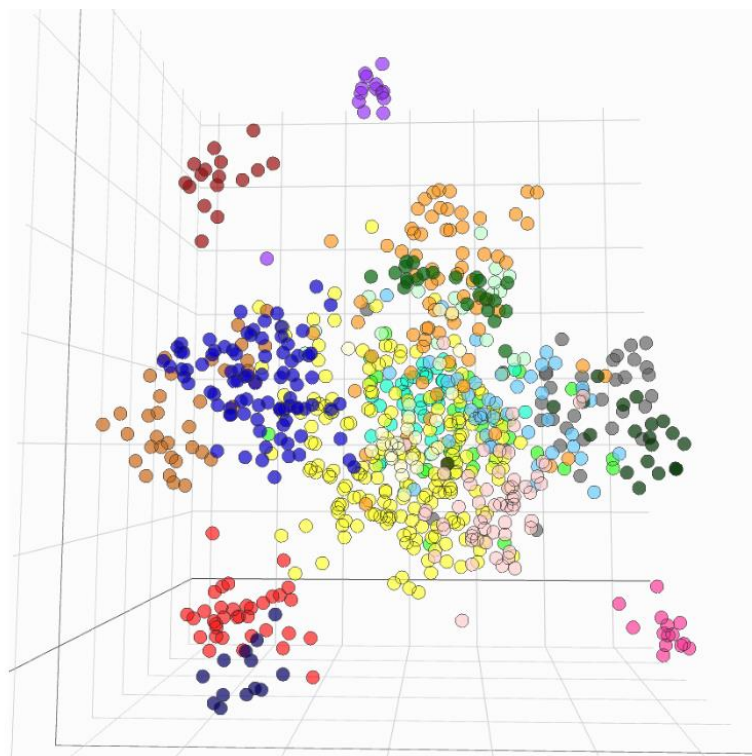
De NL AI Coalitie noemt 13 relevante sectoren. En de taxonomie van het Joint Research Center laat ook veel verschillende sub-domeinen zien. Om te weten welke groepen bedrijven aanwezig zijn in de netwerken van de AI-hubs is unsupervised machine learning gebruikt.

Met unsupervised machine learning is gekeken wat voor groepen AI-bedrijven in de dataset aanwezig zijn. “Unsupervised” betekent dat een algoritme verbanden legt in de data, zonder dat daar menselijke input voor nodig is. Er ontstaan clusters van bedrijven die gemeenschappelijke woorden gebruiken op hun website. Aan de hand van deze woorden is gekeken naar een geschikte naam voor deze clusters.

Figuur 2 toont het resultaat van dit experiment. Dit laat zien dat er veel verschillende onderwerpen zijn in de populatie van AI-bedrijven. De clusters Medical, Science, Energy, Suppliers en Recruitment staan verder af van de “wolk” in het midden. Ook is er een onderscheid te zien tussen de Computer vision en Internet of things toepassingsgebieden (links) en de meer online/software gerichte gebieden rechts.

De visualisatie is interactief. Je kan het bewegen in 3D en inzoomen op bedrijven en bedrijfsprofielen zien.

- Medical
- Online communication
- Processing & Translations
- Digital transformation
- Apps and other services
- Markets and insights
- Domain hosting
- Processing
- Internet of things
- Recruitment
- Energy
- Ads and marketing
- Suppliers
- Computer vision
- Data analytics
- Cyber security
- Science
- Cloud



*Figuur 2. Clusters binnen AI-bedrijven van de AI-hubs. Met unsupervised machine learning worden clusters gemaakt zonder dat daar menselijke input voor nodig is. Elk bedrijf is een punt in de driedimensionale wolk.*

### 3 INTERNATIONALE CONTEXT

Er zijn in de afgelopen paar jaar diverse internationale onderzoeken uitgevoerd om met machine learning (de adoptie van) AI in kaart te brengen. In Tabel 2 zijn de belangrijkste eigenschappen van deze onderzoeken weergegeven. Wat opvalt is dat de verschillende ‘subtopics’ sterk uiteenlopen. Dit geeft nog maar eens aan dat AI klaarblijkelijk lastig te meten is.

Het is belangrijk om te vermelden dat de criteria waarop bedrijven zijn geselecteerd in deze onderzoeken niet altijd duidelijk zijn beschreven. Er wordt enkel vermeld dat AI-gerelateerde woorden voorkomen. Ook is niet duidelijk hoe volledig de onderzochte populatie is. In geen van deze onderzoeken is men transparant over aard, omvang, bron en volledigheid van de gebruikte dataset.

Organisatie	Ipsos	OECD	Stanford University
Onderzoekstitel	European enterprise survey on the use of technologies based on artificial intelligence	Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future,	The AI Index 2019 Annual Report
Jaar	2020	2019	2019
Geografisch onderzoeksgebied	EU & Nederland	UK	Mondiaal & EU
Gegevensbron	Enquêtevragen (n=9.640)	Websites	Onbekend
Aantal bedrijven in steekproef/selectie	9.640 EU (w.v. 42% ≥1 AI-technologie toepast) 500 NL (w.v. 40% ≥1 AI-technologie toepast).	2.725 UK	4.403 mondiaal 993 EU 55 NL
Selectie van AI-bedrijven	Bedrijven die zeggen AI toe te passen (niet alleen ontwikkelaars)	Vermelding van AI-gerelateerde woorden op de website	Vermelding van AI-gerelateerde termen, niet bekend of dit om websites gaat.
AI-methode	Unsupervised clustering	Unsupervised clustering	Unsupervised clustering
Naamgeving dimensies	Low AI use <----> High AI use  Enterprise app <----> customer-facing app	Natural language processing <----> analytics  Recognition <----> automation	Onbekend
Aantal subtopics	10	9	36
Subtopics	NLP Computer vision Anomaly detection Sentiment analysis Forecasting Process optimisation Recommendation engines Process automation	Business solution E-commerce Language processing Deep learning Data mining Autonomous vehicles Image recognition	Data tools Fashion, Retail Tech Automation, Oil & Gas Text analytics Fintech Medtech Autonomous vehicles Chatbots Marketing, adtech



	Autonomous machines Creative activities	Robotics, IoT & VR Intrusion detection	Energy management Medical Imaging EdTech Facial recognition Robitic process automation
Hoe zijn subtopics tot stand gekomen?	Enquêteantwoorden	Topic modeling	Topic modeling

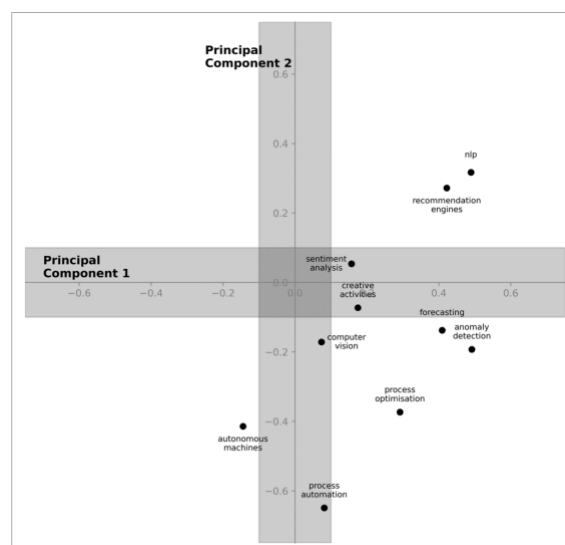
Tabel 2. Internationale onderzoeken naar de adoptie van AI.

### 3.1 EUROPEAN ENTERPRISE SURVEY ON THE USE OF TECHNOLOGIES BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (2020).

Uit onderzoek van Ipsos<sup>9</sup> blijkt dat 40% van de Nederlandse bedrijven ten minste één AI-technologie toepassen. 27% past AI nog niet toe, maar is dat wel van plan in de komende twee jaar. 32% past AI nog niet toe, en is dat ook niet van plan. De enquête is ingevuld door 9640 ondernemingen in 30 Europese landen, waarvan 500 in Nederland. Dit is een onderzoek naar de adoptie van AI, er wordt dus niet uitsluitend gekeken naar ontwikkelaars. Het onderzoek gebruikt een taxonomie van 10 technologieën.

AI Technology	NL	EU27
Process automation	14%	12%
Process optimisation	13%	13%
Forecasting	13%	10%
Recommendation engines	11%	9%
NLP	10%	10%
Anomaly detection	9%	13%
Computer vision	8%	8%
Autonomous machines	7%	9%
Creative activities	6%	7%
Sentiment analysis	2%	3%

Tabel 3. Adoption per AI technology (Ipsos, 2020, p.114)



Figuur 3. Scatter plot (Ipsos, 2020, p.43).

Ipsos heeft ook een analyse gemaakt van AI-adoptie per sector, met gebruik van unsupervised machine learning (K-Means). Voor het clusteren zijn de antwoorden van de respondenten gebruikt, elk van de 9 vragen is een dimensie. Dit is teruggebracht tot twee dimensies om het te kunnen visualiseren.

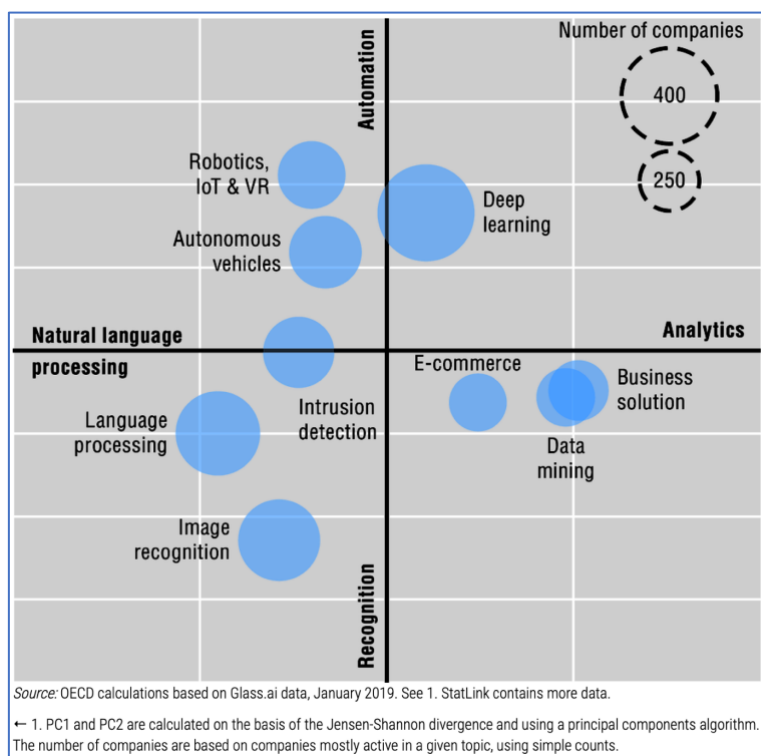
<sup>9</sup> Ipsos (2020), *European enterprise survey on the use of technologies based on artificial intelligence*, Publications Office of the European Union, 2020. <http://doi.org/10.2759/759368> (p.31).

## 3.2 OECD MEASURING THE DIGITAL TRANSFORMATION (2019)

In een grootschalig onderzoek van het OECD<sup>10</sup> is ook een analyse uitgevoerd met unsupervised machine learning. Deze analyse is uitgevoerd door het Engelse bedrijf Glass.ai. Waar Ipsos (2020) gebruikt maakt van enquêteresultaten kijkt Glass.ai naar websites van bedrijven.

In 2018 waren er in het Verenigd Koninkrijk 6.000 AI-gerelateerde bedrijven. Glass.ai is niet duidelijk op basis van welke criteria deze bedrijven zijn geselecteerd, maar het is aannemelijk dat dit met een vorm van text-retrieval of financieringsinformatie is gedaan. Van deze 6.000 bedrijven gebruikten 2.725 expliciet AI-activiteiten op de website<sup>11</sup>.

Deze ±2.800 bedrijven zijn door Glass.ai gebruikt in een unsupervised machine learning analyse. Voor de topic modeling is een Dirichlet Allocation algorithm en Gibbs sampling gebruikt, waarbij is gekozen voor 9 topics. De frequentie en combinatie van woorden bepaald aan welk topic een bedrijf wordt toegewezen.



Figuur 4. OECD (2019), *Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>. (p. 30-43)

<sup>10</sup> OECD (2019), *Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>

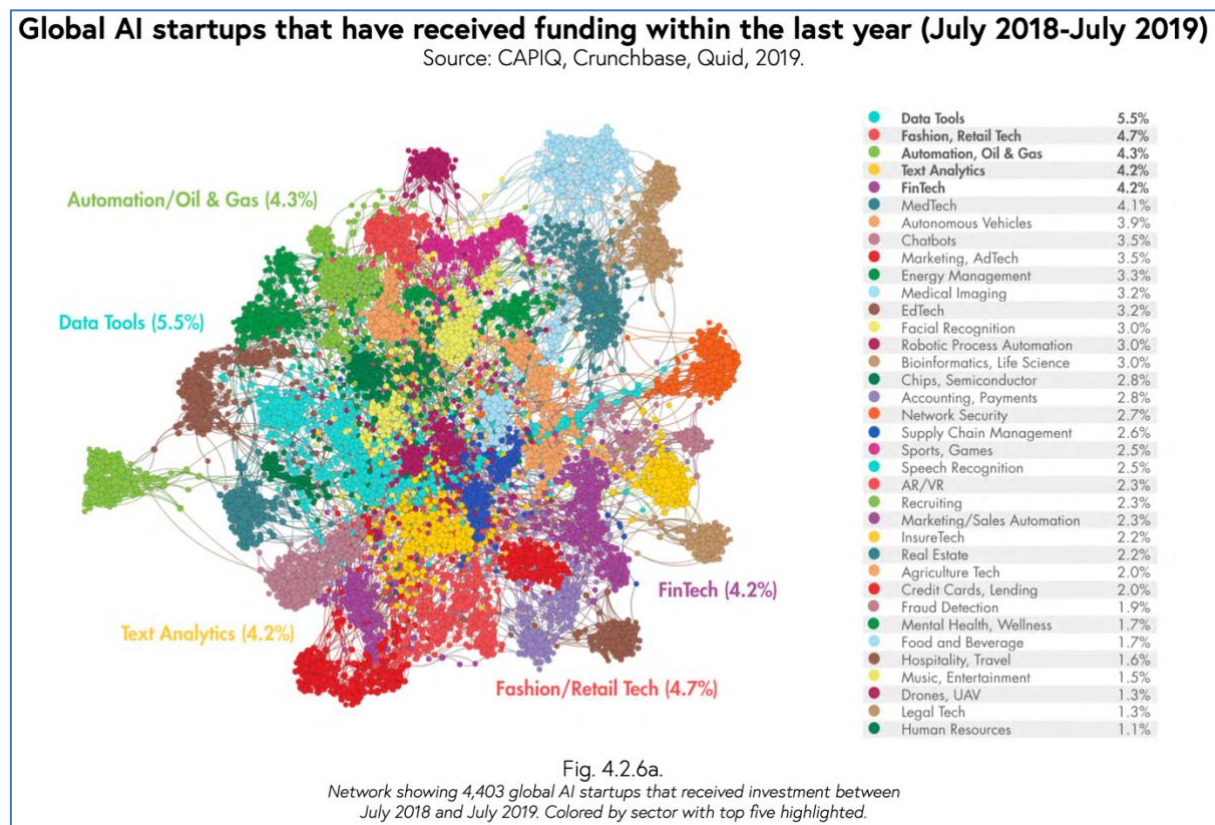
<sup>11</sup> Glass.ai (2019), *AI-related companies in the United Kingdom, by focus of activity, 2018*, <https://doi.org/10.1787/888933928388>

### 3.3 STANFORD UNIVERSITY, AI INDEX 2019 ANNUAL REPORT.

Een ander onderzoek is van de Human-Centered Artificial Intelligence Institute (HAI) van Stanford University<sup>12</sup>. In dit onderzoek is onder andere een unsupervised clustering uitgevoerd. Met bedrijfsdata van CapIQ en Crunchbase zijn wereldwijd 4403 AI-startups geïdentificeerd uit een database van 1.8 miljoen profielen. Startups zijn geselecteerd op de termen “artificial intelligence”, “AI”, “machine learning” of “deep learning”. Als databron is een “beschrijving” gebruikt, het is niet bekend of dit om bedrijfswebsites gaat of om investeringsinformatie (Stanford University, 2019, p.246).

Van de 4.403 AI-startups komen 993 uit Europa, en 55 uit Nederland.<sup>13</sup> De startups zijn geclusterd met software van NetBase Quid. De grootste focusgebieden zijn: data tools, fashion & retail tech, automation, oil & gas, tekst analytics, en fintech, zie Figuur 5.

In Europa zijn de grootste focusgebieden: fashion & retail tech, medtech, tekst analytics, marketing & adtech, autonomous vehicles, zie Figuur 7.



Figuur 5. Stanford University, “The AI Index 2019 Annual Report” (p.91).

<sup>12</sup> Raymond Perrault, Yoav Shoham, Erik Brynjolfsson, Jack Clark, John Etchemendy, Barbara Grosz, Terah Lyons, James Manyika, Saurabh Mishra, and Juan Carlos Niebles, “The AI Index 2019 Annual Report”, AI Index Steering Committee, Human-Centered AI Institute, Stanford University, Stanford, CA, December 2019.

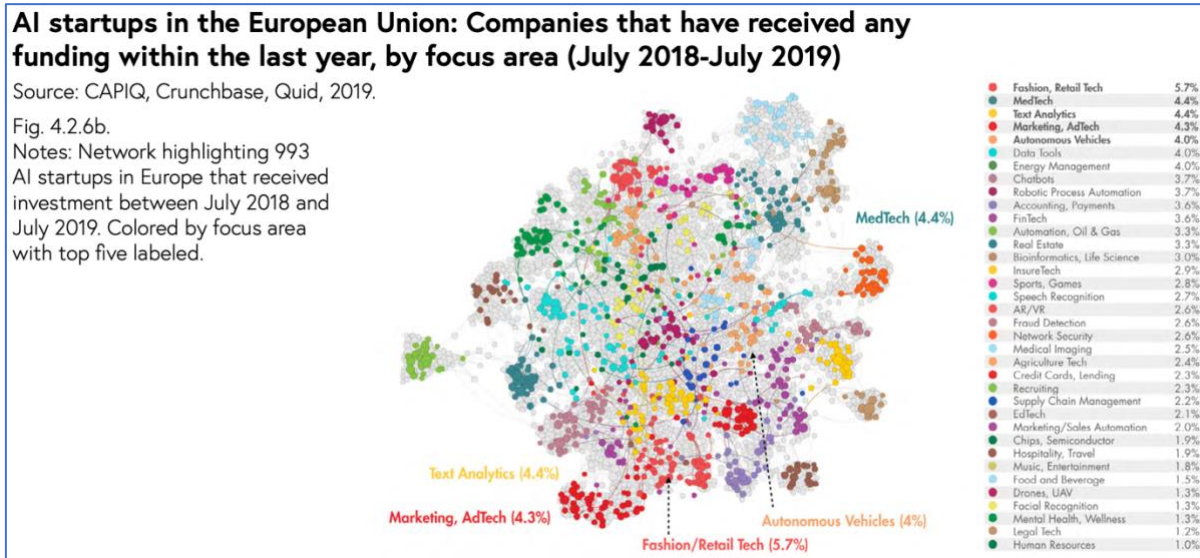
<sup>13</sup> 2019 AI Index Data, Chapter 4.2. CAPIQ, CB, Quid - Investment Activity.xlsx.

### AI startups in the European Union: Companies that have received any funding within the last year, by focus area (July 2018-July 2019)

Source: CAPIQ, Crunchbase, Quid, 2019.

Fig. 4.2.6b.

Notes: Network highlighting 993 AI startups in Europe that received investment between July 2018 and July 2019. Colored by focus area with top five labeled.



Figuur 6. Stanford University, "The AI Index 2019 Annual Report" (p.92)