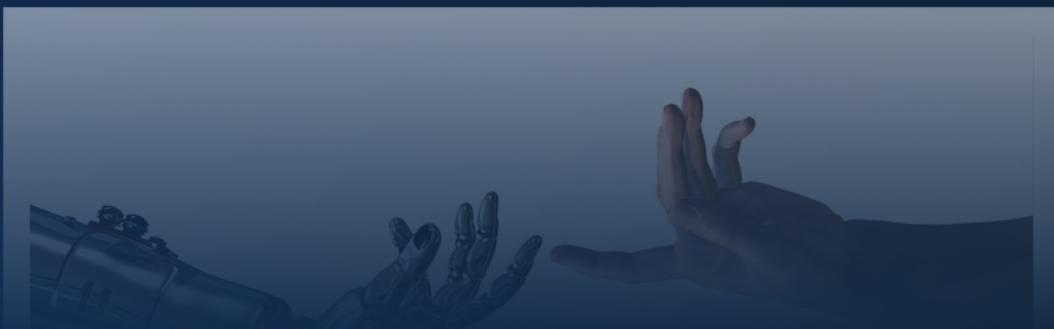
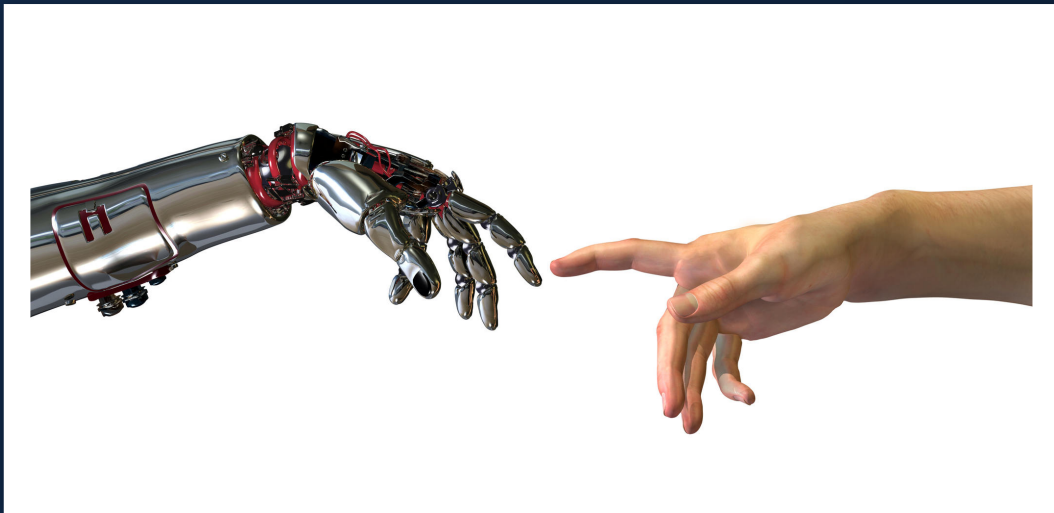


# De Kunstmatige Kunstenaar

Hoe kan Kunstmatige Intelligentie kunst maken?



LAS Scriptie 2013

Jesse Vissers

3582027

&

Sander van de Ven

3629295

Begeleider: Dr. H.L.W. Hendriks

<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
<b>Kunstgeschiedenis .....</b>	<b>8</b>
<b>Inleiding .....</b>	<b>8</b>
<b>Kunst en Kunstenaarschap .....</b>	<b>9</b>
Imiterend vermogen .....	9
Expressie.....	10
Intentie .....	11
Creativiteit & Originaliteit.....	12
<b>Let The Computer do the Work: De opkomst van computerkunst .....</b>	<b>15</b>
Inleiding .....	15
Laposky .....	16
Desmond Paul Henry.....	17
Bell Laboratory .....	18
1960-1980.....	19
<b>Hedendaagse KI Kunst .....</b>	<b>22</b>
Inleiding .....	22
Institutes & KI manifesten .....	22
Hedendaagse KI Kunstprojecten .....	23
<b>Informatiekunde .....</b>	<b>27</b>
<b>Ontstaan en ontwikkeling van KI .....</b>	<b>27</b>
Een (zeer beknopte) geschiedenis van KI .....	27
<b>De principes van KI .....</b>	<b>30</b>
Zwak en sterk.....	30
Turing en Searle.....	31
De Turing-test.....	31
De Chinese kamer .....	32
Het rationele en het irrationele met logica als basis .....	33
<b>KI en kunst .....</b>	<b>36</b>
Imitatie .....	37
Expressie.....	38
Creativiteit en Originaliteit .....	39
<b>Toekomst: technologische singulariteit.....</b>	<b>41</b>
Transistors .....	41
Singulariteit .....	42
<b>Integratie.....</b>	<b>44</b>
<b>Samenvattingen disciplinaire delen .....</b>	<b>44</b>
Kunstgeschiedenis.....	44
Informatiekunde.....	45
<b>Overeenkomsten, verschillen en conflicten: .....</b>	<b>46</b>
Overeenkomst in mening over imitatievermogen.....	46
Verskil in betekenis van het concept 'kunstmatige intelligentie'. .....	46
Verskil in perspectief. ....	46
Verskil in visie over kunst door kunstmatige intelligentie.....	47
<b>Common Ground .....</b>	<b>48</b>
Creativiteit en originaliteit: .....	49
Common Ground creativiteit door 'redefining' & 'extension' .....	50
Expressie als emotie .....	51
intentie en bewustzijn.....	52
Common ground door 'organization' & 'redefining' van Intentie & Bewustzijn .....	52
<b>Conclusie/more comprehensive understanding .....</b>	<b>54</b>

<b>Bibliografie</b> .....	<b>56</b>
<b>Artikelen en boeken</b> .....	<b>56</b>
<b>Afbeeldingen</b> .....	<b>62</b>

# Inleiding

Kunst is een belangrijk element en kenmerk van cultuur. Iedere (historische) cultuur heeft aan het fenomeen kunst haar eigen invulling gegeven. Sinds de Tweede Wereldoorlog is de computer onderdeel gaan uitmaken van de Westerse en ondertussen ook mondiale cultuur. (Edwards, 1998) De computer heeft invloed op onze manier van leven en de cultuur waarin wij leven. Deze invloed is ook te merken in de moderne kunst. Na de Tweede Wereldoorlog waren computerpioniers en wetenschappers de eersten die elektronische apparatuur en computersystemen op creatieve wijze zijn gaan gebruiken om kunst te produceren (Wands, 2010). Tegenwoordig is digitale technologie door veel kunstenaars omarmt. Computer en informatietechnologie spelen een belangrijke rol in het maakproces van kunst (Paul, 2003). Een ontwikkeling die al geruime tijd gaande is, en steeds meer een centrale rol is gaan spelen binnen de ICT (informatie en communicatie technologie) wereld, is die van de kunstmatige intelligentie. Informatiekundigen doen onderzoek om computers niet meer een enkel ondersteunende functie te laten vervullen maar deze ook zelf gaan laten nadenken, beslissen en creëren, en willen dus toepassingen ontwikkelen die vooralsnog voorbehouden zijn aan de mens. Kunst die gemaakt wordt door toepassingen van kunstmatige intelligentie en nieuwe media ontwikkelt sinds kort een eigen discours binnen de kunstwereld (Wands, 2010). Dit leidt tot de centrale vraagstelling van deze studie:

Hoe kan kunstmatige intelligentie kunst maken?

De vraag of en hoe kunstmatige intelligentie kunst kan maken kan niet onderzocht worden zonder de begrippen kunstenaar en kunstmatige intelligentie nader te omschrijven. Onderzoek op het gebied van kunstmatige intelligentie is zeer complex. Ten eerste omdat het hier gaat om het begrip intelligentie, wat op zichzelf al een lastig te beschrijven concept is. Wanneer is er sprake van intelligentie? Een definitie van het begrip geven zonder daarbij in een filosofische discussie verstrikt te raken is

lastig. Ten tweede gaat het hier om kunstmatige intelligentie, een specifieke vorm van intelligentie die niet menselijk is. Wanneer kan een computer zelf denken? Een mens kan natuurlijk ingewikkelde programmatuur schrijven voor een computer, maar heeft die computer dan intelligentie of is het de menselijke programmeur die intelligent is? Ten derde is de programmatuur die bij kunstmatige intelligentie komt kijken ingewikkeld, technisch en heeft vaak een sterk wiskundige inslag. Het begrip kunst is ook lastig te definiëren. De vraag 'Wat is kunst?' is zelf een onderdeel van het huidige kunst discours. Sinds het postmodernisme haar intreden heeft gedaan is kunst steeds meer gaan reflecteren op haar eigen ontstaan, en werkwijze. Dit heeft geleid tot een complex en kritisch debat dat zich richt op de vraag waar kunst op dit moment staat. De vraag wat kunst is houdt de esthetica al sinds het begin van onze jaartelling bezig (Desmond, 2011). Om het debat rondom de vraag wat kunst is te vermijden richt dit onderzoek zich op de maker van het werk: de kunstenaar en in dit onderzoek dus het KI systeem.

Het probleem van onze onderzoeksvraag is zeker nog niet opgelost. Nieuwe media, en kunstmatig intelligente kunst zijn in opkomst en het wetenschappelijk debat rondom deze kunstvormen is nog in ontwikkeling (zie o.a. Huws, 2000, Cohen, 2002 en Nike, 2012). Hieruit valt af te leiden dat er nog geen wetenschappelijke consensus bestaat binnen de disciplinaire onderzoeksgebieden ten aanzien van het probleem. Het is daarom relevant om inzichten vanuit de verschillende disciplines te combineren.

Het onderzoek naar de mogelijkheden van het maken van kunst door een KI systeem heeft wetenschappelijke relevantie omdat het inzicht geeft in de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie en nieuwe vormen van kunst. Daarnaast kan het onderzoek voor de kunstwereld relevant zijn omdat de technische mogelijkheden van KI als hulpmiddel kunnen worden gebruikt door kunstenaars. Voor de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie is het relevant te kijken naar nabootsing van een proces dat tot op heden als exclusief menselijk wordt gezien: het vervaardigen van kunst. Daar horen vragen bij als: welke creatieve en expressieve uitingsvormen kunnen

computers bezitten? En wat het betekent om een systeem te ontwerpen met kwaliteiten die tot dus ver alleen mensen bezitten? De mogelijkheden en onmogelijkheden van de huidige kunstmatige intelligentie tonen welke toepassingen de technologie momenteel heeft in het creatieproces van kunst. Kunstmatige intelligentie heeft de potentie complexe taken uit te voeren die door mensen niet (met dezelfde efficiëntie of zelfde effectiviteit) uitgevoerd kunnen worden.

Daarnaast zal kunstmatige intelligentie, als toepassingen daarvan creativiteit, expressie en emotie kunnen uiten, van invloed zijn op de maatschappij. Systemen die zelfstandig kunnen analyseren, en het vermogen bezitten om zich te uiten kunnen naast de kunst invloed krijgen in vele gebieden, denk daarbij allereerst aan bijvoorbeeld de zorg en het onderwijs.

In dit onderzoek worden toepassingen van kunstmatige intelligentie binnen de kunstwereld beschreven door de disciplines kunstgeschiedenis en informatiekunde. Kunstgeschiedenis is de discipline die zich bezig houdt met de geschiedenis van kunst, en doet bovendien onderzoek naar het kunstenaarschap en de veranderende rol van de kunstenaar in de maatschappij. De kunstgeschiedenis biedt een historisch perspectief op het vraagstuk.

Informatiekunde is de studie naar de toepassingen van informatie- en communicatietechniek (ICT). Een onderzoeksveld binnen de informatiekunde is kunstmatige intelligentie. Kunstmatige intelligentie houdt zich bezig met het onderzoek naar en de ontwikkeling van digitale systemen die een vorm van intelligentie bevatten. In dit onderzoek zal de informatiekunde een technisch perspectief bieden op het vraagstuk en een visie op de toekomst van toepassingen van kunstmatige intelligentie binnen de kunstwereld.

Kunstgeschiedenis en informatiekunde zijn het meest relevant bij het onderzoeken van onze probleemstelling omdat ze zich ieder specialiseren in de helft van het onderzoek. Kunstgeschiedenis onderzoekt de vereisten om (als kunstenaar) kunst te kunnen maken, en informatiekunde onderzoekt en ontwikkelt vooral digitale systemen, die wellicht in staat zijn om aan de vereisten om een kunstenaar te zijn te voldoen.

Als uitbreiding op deze studie zijn in een later stadium inzichten en toepassingen van andere disciplines een vereiste. CKI (cognitieve kunstmatige intelligentie) is een specialisatie van informatiekunde en richt zich specifiek op de ontwikkeling van KI systemen. Daarnaast blijkt filosofie een noodzakelijke bijdragen te leveren op een vervolg van deze studie, omdat zoals blijkt bij deze studie veel onderwerpen die de filosofie behandelt hier onderdeel van uitmaken. Voorbeelden die in meer of mindere mate in dit onderzoek naar voren komen zijn: esthetica, logica, epistemologie, filosofische antropologie en ethiek.

# Kunstgeschiedenis

## Inleiding

Dit onderdeel van het onderzoek benadert de Kunstmatige Intelligentie vanuit een kunsthistorisch perspectief. Er zal eerst een aantal kernelementen van het kunstenaarschap worden beschreven zodat in het derde hoofdstuk kan worden geanalyseerd of Kunstmatige Intelligentie aan de voorwaarden van het kunstenaarschap voldoet. In dit hoofdstuk wordt daarna de ontwikkeling van computerkunst geschetst aan de hand van een aantal belangrijke voorbeelden. Het hoofdstuk eindigt met een beschrijving van hedendaagse KI kunstenaars en KI kunstprojecten en een korte conclusie.



# Kunst en Kunstenaarschap

Ernst Gombrich begint zijn boek “The Story of Art” met de zinnen: ‘Er is eigenlijk niet zo iets als kunst. Er zijn alleen kunstenaars’ (Gombrich, p.15). Dit onderzoek is gericht op de vraag of kunstmatige intelligentie kunst kan maken. Om het onderzoek niet te veel te richten op de vraag wat kunst is, en is dat geen wat KI maakt als kunst te bestempelen, hebben we er voor gekozen om ons te richten op of KI systemen als kunstenaars beschouwd kunnen worden. In dit eerste hoofdstuk worden vier termen die belangrijk worden geacht voor het maken van kunst besproken. Dit wordt gedaan om een kader te bieden aan de vergelijking tussen ‘menselijke’ kunstenaars en KI systemen die kunst maken.

De vier termen zijn:

- Imitatie
- Expressie
- Creativiteit & Originaliteit
- Intentie

Het moge duidelijk zijn dat deze vier elementen zeker niet de enige elementen zijn die van belang zijn om een beschrijving te bieden aan het kunstenaarschap. Deze vier elementen zijn wel zo gekozen dat ze uiteen lopen van de meest basale eigenschap, zoals imitatie tot aan de meest complexe ‘menselijke’ eigenschap, bijvoorbeeld het hebben van een intentie. Er worden in ieder geval verschillende facetten van het kunstenaarschap uitgelicht. Zo maakt de kunstenaar door gebruik van zijn creativiteit en expressie en vanuit een bepaalde intentie kunst. Hierbij gebruikt hij zijn vermogen om de werkelijkheid te imiteren, en probeert hij origineel te zijn. De hiervoor genoemde kernbegrippen zullen hierna verder worden uitgewerkt in een kunstfilosofisch kader.

## Imiterend vermogen

Allereerst het oud Griekse begrip *mimesis* of *het imiterend vermogen*, ook wel nabootsen, dat door Plato en Aristoteles behandeld werd. In traditionele

opvattingen over kunstenaarschap wordt het als een belangrijke eigenschap van de kunstenaar gezien om de werkelijkheid te imiteren. In de tekst van Staat boek X behandelt Plato het imiterende vermogen van de kunsten. Plato beschrijft dat de kunsten tot doel hebben de werkelijkheid te imiteren. Hij gebruikt hiervoor de analogie van de kunstenaar als een man met een spiegel die rond loopt en de werkelijkheid om ons heen afbeeldt zoals wij hem zien (p. 14, Cooper, 1997). Plato schrijft de kunstenaar daarmee een lage sociale status toe vanwege het feit dat hij enkel de werkelijkheid kan 'kopiëren' en niet veranderen. Aristoteles vond dat het imiteren van werkelijkheid inherent was aan het mens zijn. Hij ziet de mens als een imiterend wezen die de behoefte voelt om kunsten te creëren die de werkelijkheid afbeelden (Cooper, 1997). Plato en Aristoteles legden hiermee de basis van deze vrij traditionele opvatting over kunst. Tot aan de opkomst van fotografie en film was het vermogen van de kunstenaar om de werkelijkheid af te beelden, de enige wijze waarop men de werkelijkheid kon vastleggen. Hiermee was imiteren een belangrijke functie van de kunstenaar. Tot aan het ontstaan van de eerste volledige abstracte kunst was overigens alle kunst in de Westerse traditie een zekere imitatie van de werkelijkheid. Ook na het ontstaan van abstracte kunst, zijn vele belangrijke kunstenaars in de 20<sup>e</sup> eeuw, zoals bijvoorbeeld Picasso, Matisse en Warhol altijd figuratief werk blijven maken.

## Expressie

Een filosoof die een ander aspect van het maken van kunst onderzocht, was Neopolitan Benedetto Croce (1860-1952). Ondanks het feit dat zijn metafysica tegenwoordig niet meer als zeer relevant wordt gezien is hij niet in de vergetelheid geraakt omdat hij een belangrijke standpunt innam in het kunstfilosofisch debat. In Croce's optiek is kunst namelijk volledig *expressie* van de kunstenaar. Hierbij is het begrip intuïtie van belang. Volgens Croce kan de mens op twee manieren iets kennen: het kennen door gebruik van het intellect, of het kennen door gebruik van intuïtie. Intuïtie is volgens hem het directe herkennen van impressies, door middel van representatie. Intuïtieve kennis is daarmee gelijk aan expressieve kennis. Een

kunstwerk komt tot stand in het mentale; eerst ontstaat het kunstwerk in zijn geheel in het hoofd van de kunstenaar, daarna werkt hij het uit. Deze uitingsvorm is de realisatie in de werkelijkheid van een expressie die voortkomt uit intuïtie (Kemp, 2009). Croce's tijdgenoot R.G. Collingwood (1889-1943) heeft in zijn esthetica veel elementen geleend van Croce en stelt dan ook: "The aesthetic experience, or artistic activity, is the experience of expressing one's emotions." (Collingwood, 1938, p. 275). Dus de kunstenaar houdt zich bij het maken van zijn werk bezig met het uitdrukken van emoties. Dewitt H. Parker (1885-1949) vond dat expressie niet alleen over emoties ging: "Art is expression; and expression we may describe [...] as the putting forth of purpose, feeling, or thought into a sensuous medium, where they can be experienced again by the one who expresses himself and communicated to others." (D.H. Parker, 1920, p.34). Dus niet alleen emoties, maar ook gedachtes en gevoelens kunnen door expressie in het werk worden uitgedrukt. Uit Croce's beroemd geworden stelling: 'Kunst is expressie' blijkt dat expressie een van de kernelementen van het kunstenaarschap is, en wordt door vele kunstenaars ook als zodanig beschreven. Het idee van kunst als volledige expressie is wat gedateerd vanwege de opkomst van postmoderne kunst, en zelfreflexieve tendensen in de kunstwereld. Maar toch is het niet onwaar om te stellen dat ieder kunstwerk tot op zekere hoogte een uiting van emotie, gevoelens of gedachten is.

## Intentie

Een ander belangrijk element wat verder besproken dient te worden is de intentie van de kunstenaar. Kunstenaars hebben een intentie wanneer ze een kunstwerk maken. De kunstenaar maakt het werk met een bepaalde reden en een bepaald doel. Deze intentie kan bewust of onbewust in het werk gelegd worden. Dat een kunstenaar een bepaalde intentie in een werk legt is evident. In het menselijk handelen ten aanzien van doelen is er in principe altijd sprake van een intentie. Een kunstwerk geproduceerd vanuit een menselijke handeling heeft daarmee ook een bepaalde intentie. De vraag is hoe deze intentie geanalyseerd moet worden. In de kunstfilosofische literatuur wordt er een onderscheidt gemaakt tussen

intentionalisten en anti-intentionalisten. Het debat werd oorspronkelijk gevoerd over literaire teksten, maar voor beeldende kunst gaat deze vergelijking ook op. Het enige verschil is dat het in beeldende kunst meer over abstractere intenties gaat terwijl het in literatuur, door het gebruik van taal, vaak over concretere gedachten gaat. In beeldende kunst is het medium (meestal) niet taal, maar visueel beeld waardoor de intentie vaak een abstractere emotie of gedachte teweeg brengt. Intentionalisten hebben de overtuiging, dat een werk de daadwerkelijke intentie van de maker precies weerspiegelt, wanneer het werk op de juiste wijze geanalyseerd wordt. De focus ligt op het werk, de maker van het werk hoeft niet betrokken te worden bij de analyse, want het werk zelf is een kopie van de intentie van de kunstenaar (Hirsch, 1967). Dit wordt ook wel de Identiteits-these genoemd: Dat wat een (literair) werk bedoeld, is identiek aan wat de auteur bedoelde toen hij het werk maakte (Beardsley, 2005, p.25). Het werk is dus een directe weerspiegeling van de auteurs visie. De intentie van de auteur is gelijk aan de intentie van het werk. Anti-intentionalisten zoals Beardsley beweren het omgekeerde. Zij beweren dat de intentie van de kunstenaar juist niet van belang is voor de interpretatie van het werk. 'De kunstenaars intenties zijn volkomen irrelevant voor de descriptieve, interpretatieve en evaluatieve eigenschappen van zijn werk' (Wreen, 2010). Waar zowel de intentionalisten als de anti-intentionalisten het over eens zijn, is dat de intentie om een kunstwerk te maken noodzakelijk is om een kunstwerk te kunnen maken. Voor dit onderzoek is relevant dat een kunstenaar moet beschikken over een intentie bij het maken van kunst, ongeacht of die intentie terug te vinden is in het werk.

## **Creativiteit & Originaliteit**

*Creativiteit* komt voor in allerlei beroepen, maar wordt door veel mensen voornamelijk geassocieerd met dat van de kunstenaar. Creativiteit kan in zeer algemene termen beschreven worden als het creëren van iets nieuws met een bepaalde subjectieve waarde. Nieuw werk toevoegen aan de bestaande tradities is altijd belangrijk geweest in de ontwikkeling van kunst (Alperson,

2005). In moderne kunst is originaliteit echter op een hoog voetstuk geplaatst. Dit idee heeft post gevat in de romantiek toen kunstenaars zich afzetten van de strenge eisen en beeldconventies voor de kunsten die sinds de renaissance gehanteerd werden in academies zoals de Académie des Beaux-Arts. Inspiratie is in de romantiek verbonden aan de geniecultus. Hierin neemt persoonlijke expressie van het individu een centrale plaats in. (Arnason & Mansfield, 2010, p.5). Door het centraal stellen van het individu, en het vermogen van het maken van kunst te zien als iets wat enkel een genie kan wordt de nadruk gelegd op de individuele persoonlijkheid van de kunstenaar. Enkel een genie kan zich naar dit idee onderscheiden van de grote massa. Dit doet hij door gebruik van zijn talent om vernieuwend en origineel werk te maken. Deze conceptie van originaliteit wordt ook wel romantische originaliteit genoemd. (Arnason & Mansfield, 2010). De wetenschappelijke basis voor het onderzoek naar creativiteit werd gelegd door de socioloog Graham Wallas. Hij werkte zijn analyse van creativiteit uit in het boek *Art of Thought* (1926). Waarin hij het ontstaan van creatieve inzichten beschrijft in een model met vijf stappen:

1. Voorbereiding (de geest denkt na over een probleem)
2. Incubatie (het probleem wordt in het onbewuste geïnternaliseerd)
3. Kennisgeving (de persoon krijgt een gevoel dat er een oplossing aankomt)
4. Inzicht (het inzicht van de creatieve oplossing komt in het bewustzijn aan)
5. Verificatie (het idee wordt bewust geverifieerd, uitgewerkt en toegepast)

(Wallas, 1926)

Dit model baseerde hij op analyses van kunstenaars, en creatieve denkers. Het model geeft een specifieke beschrijving van het gedachteproces. In meer algemene termen kan creativiteit van kunstenaarschap beschreven worden als het combineren van ervaringen uit het verleden, en die op een nieuwe

wijze vormgeven zodat een nieuwe resultaat ontstaat. Creativiteit en originaliteit zijn van belang voor het kunstenaarschap.



# Let The Computer do the Work: De opkomst van computerkunst

“In the computer, man has created not just an inanimate tool but an intellectual and active creative partner that, when fully exploited, could be used to produce wholly new art forms and possibly new aesthetic experiences.”

(A. Michael Noll, 1967)

## Inleiding

Met de opkomst van moderne technologieën zoals fotografie en film zien we dat kunst ook nieuwe media kan verinnerlijken in haar programma. De recentste technologie die door kunstenaars wordt opgepakt om kunst mee te maken, is de digitale technologie (Rush, 2005). Sinds de jaren '50 wordt er hiermee geëxperimenteerd, en in de jaren '60 begonnen de eerste computerwizards in het *Bell Laboratory* in de VS computerkunst te maken. Vanaf dat moment tot het heden heeft de expressie door middel van deze technologie geleid tot een grote hoeveelheid computerkunst. De computerkunstenaar maakt zijn werk niet zelf met de hand. Hij gebruikt moderne technologie zoals machines of computers die het werk voor hem maken. Wat de kunstenaar doet, is het conceptuele werk, en het programmeren van de computer. Jean Tinguely (1925-1991) was een van de eerste kunstenaars die analoge machines bouwde met gebruikte machine onderdelen en producten, zoals kettingen, tandwielen, fietswielen en motoren. Zijn machines gebruiken moderne technieken en zijn complex, met veel bewegende onderdelen, de machines hebben echter geen bruikbaar doel (Hultén, 1975). Vaak produceren de machines enkel beweging, geluid of stoom. In 1959 bouwde Tinguely zijn eerste kinetische machines die hij meta-matics noemde. Deze machines tekenen als ze aangezet worden op een schokkerig ritme met een pen abstracte tekeningen op papier. De uiteindelijke tekeningen vertonen gelijkenissen met abstract

expressionistische kunst.<sup>1</sup> Zijn meta-matics worden vaak beschreven als een kritiek op deze stroming (Hultén, 1975). De mechanische kunstmachines kunnen echter ook gezien worden als protagonisten van een volledig nieuwe ontwikkeling die zal leiden tot een nieuwe kunststroming, namelijk de computerkunst.

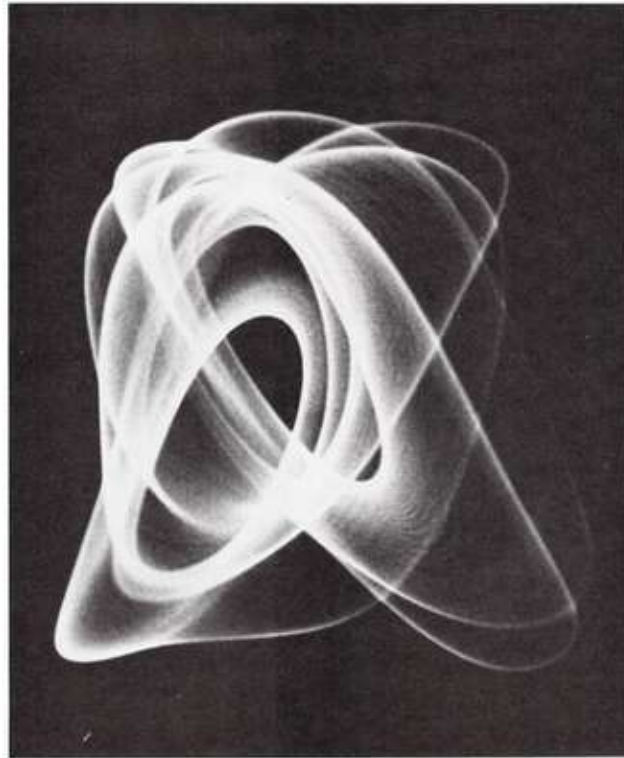
## Laposky

Rond de tijd dat Tinguely zijn eerste kinetische zelf kunst producerende werken maakte, was een wiskundige Ben F. Laposky (1914-2000) in Cherokee, Verenigde Staten, bezig om een oscillator in beweging te fotograferen (zie afb. 1). Zijn resultaat worden tegenwoordig gezien als de eerste analoge computer kunst ooit gemaakt (Kagan, 1980). In de jaren '50 waren, voornamelijk vanwege de tweede wereldoorlog, de eerste analoge computers ontwikkeld die door elektronische signalen werden aangedreven. Door de oscillator anders in te stellen kon Laposky eindeloos variëren in de vormen die hij creëerde. Zijn werk werd tentoongesteld in een galerie in 1950 als 'abstracte computer kunst' (Kagan, 1980). Laposky liep met zijn oscillatorkunst voor op zijn tijd. Tien jaar later, aan het begin van de jaren '60 is er pas sprake van een opkomst van de eerste pioniers in de computerkunst.

---

<sup>1</sup> Hij noemde de kinetische machines dan ook meta-malevitch, meta-kandisnky, en meta-Herbin





afb. 1. Ben Laposky, *Oscillon No. 45*, 1956, zwart wit fotoprint, 110x85cm, Sanford Museum, Cherokee.

## Desmond Paul Henry

Binnen de computerkunst wordt de Engelse Desmond Paul Henry als een van de pioniers beschouwd. In 1962 was hij de eerste computerkunstenaar die in Engeland in een museale omgeving exposeerde met zijn tentoonstelling genaamd *Ideographs* in de Londense Reid Gallery. De expositie, waarin met de computer geproduceerde op lissajousfiguur gelijkende tekeningen te zien waren, bracht hem publiciteit en werd goed ontvangen (zie afb. 2). De expositie was onder andere een succes vanwege de extreme precisie, en foutloosheid waarmee de computer lijnen en vormen tekende. Dit gaf het werk een onmenselijke kwaliteit (O'Hanrahan, 2005). Henry gebruikte tekenmachines die op de analoge plotter techniek waren gebaseerd om zijn werk te maken. De analoge computers die hij gebruikte waren net als bij Laposkys werkwijze ontwikkeld in de oorlog. Henry's computers waren gebruikt in bommenwerpers om exacte doelwit berekeningen te doen. Hij bouwde de machines om waarbij hij enkele van de mechanisch bewegende onderdelen monteerde aan

een staaf met aan het uiteinde een pen. Deze pen tekende wanneer de machine aangezet werd door toeval gestuurde elliptische vormen op een vel papier (O’Hanrahan, 2005). Ook Henry’s analoge computers produceerden nooit tweemaal dezelfde vorm, omdat door de kleinste verandering in het mechanisme een volledig onvoorspelbaar ander resultaat werd bereikt. Laposky en Henry werkten nog met analoge computers, om hun kunst te maken. Een belangrijke verandering vindt plaats wanneer kunstenaars digitale computers gaan gebruiken.



afb. 2. Desmond Paul Henry, *Serpent*, 1962, Grafiek op papier, 57x73cm, Victoria & Albert Museum, Londen.

## Bell Laboratory

Digitale technologie en computer apparatuur was in de jaren '60 erg duur, en werd vaak alleen aangeschaft door universiteiten en onderzoeksinstituten. Hierdoor waren velen van de eerste computerkunstenaars technici en wetenschappers met een interesse in kunst. Een belangrijk instituut wat van grote invloed is geweest op

de ontwikkelingen van de computerkunst in de jaren '60 en '70 was het Bell Laboratory in de Verenigde Staten. Dit is een nog steeds bestaand technologie instituut. Er was na de oorlog een influx in het Bell Lab van getalenteerde onderzoekers uit Europa, en een management dat veel vrijheid aan haar onderzoekers liet. Daarnaast waren velen in de jaren '60 positieve ideeën over de maakbaarheid van de samenleving door de mogelijkheden die de technologische vooruitgang bood, het zogenaamde techno-utopisme. Deze ontwikkelingen kunnen als oorzaak worden gezien voor het feit dat het door publieke gelden gefinancierde Bell Laboratories na de tweede wereldoorlog een broedplaats werd voor innovatieve ideeën en creatieve technologieën (Kane, 2010, p.54.). Computerwetenschappers en pioniers in de computerkunst zoals Michael Noll, Kenneth C. Knowlton en Lilian Schwarz gebruikten in het Bell Lab voor het eerst computersystemen voor creatieve doeleinden. De mogelijkheden van de systemen leken onbegrensd. Om enkele voorbeelden te noemen: in het instituut werd de eerste 'zingende' computer ontwikkeld<sup>2</sup> maar ook de basis programmatuur voor wat later de mp3 speler zou worden werd ontwikkeld. De eerste computeranimaties, werden in de Bell Laboratories gemaakt en de eerste grafische computerkunst. Deze eerste makers van computerkunst schreven alle programmaregels zelf omdat er nog geen user interface bestond. Onder andere getalenteerde video kunstenaars, zoals Nam Jun Paik en Stan Vanderbeek bezochten het instituut. Dat het Bell Lab nooit als een creatief instituut bekend is geworden heeft te maken met het feit dat de instelling door publieke gelden werd gefinancierd en tot hoofddoelstelling had om onderzoek te doen naar teletechnologie. Om deze redenen wou het niet bekend staan als creatieve vrijplaats (Kane, 2010).

## 1960-1980

---

<sup>2</sup> In 1961 zong de IBM 704, het liedje Daisy Bell, dit was onderdeel van het onderzoek naar spraaksynthese op computers. Dit lied wordt ook gezongen door de Hal 9000 computer, in 2001: A Space Odyssey. Dit omdat de schrijver van het script Arthur C. Clarke toevallig bevriend was met iemand van het Bell Laboratory, en zo onder de indruk was bij een bezoek aan het Lab dat hij het verwerkte in het script van zijn volgende film.

In de jaren '60 was er een grote belangstelling voor computerkunst. In dit decennium vinden de eerste computertentoonstellingen in galeries plaats en worden de eerste computerkunst wedstrijden gehouden. 1965 wordt vaak gezien als het geboortjaar van de computerkunst. In dat jaar exposeren drie computer wiskundigen, los van elkaar met de eerste algoritmische computerkunst. Algoritmische kunst ligt aan de basis van KI kunst. Dit is kunst die niet met een vaststaand aantal coderegels wordt geprogrammeerd, waardoor telkens dezelfde output wordt gegeven, maar waar door invoer van parameters en variabelen ook binnen het programma door mens of door de computer zelf veranderingen aangebracht kunnen worden. Dit geeft grotere speling voor toeval en creatieve input tijdens het maakproces. De drie personen die met algoritmische kunst exposeren zijn Georg Nees en Frieder Nake in Duitsland en A. Michael Noll van Bell Laboratories in New York (Nake, 2012, p.66). In de tweede helft van de jaren '60 werden evenementen georganiseerd, zoals *9 evenings: Theatre and Engeneering* in 1966 (Wands, p.185), en het in 1967 door Billy Kluver gestarte E.A.T. (Experiments in Art and Technology) Project. Hieruit vloeide een netwerk groep voort waarin kunstenaars en technici samen kwamen. Dit gaf een grote impuls aan, en was jaren lang een belangrijk platform voor, de computerkunst. Het jaar 1968 is een hoogtepunt voor de computerkunst wanneer het kunst en technologie tijdschrift *Leonardo* voor het eerst wordt gepubliceerd en er grote overzichtstentoonstellingen over computerkunst worden gehouden in het Institute for Contemporary Arts in London, en het MoMa in New York (Wands, p. 186). In de jaren '70 bereikt de computerkunst ook het domein van opgeleide kunstenaars. De computerapparatuur wordt goedkoper en is meer voor handen. Zo ook op kunstscholen zoals de Slade School of Art in London, die in de jaren '70 een grote computerafdeling en computer les programma heeft. Dit stimuleert onder kunstenaars het gebruik van computers. (V&A, 2013). In de jaren '80 wordt door de opkomst van bedrijven als Apple en Microsoft de computer voor iedereen toegankelijk. Door de opkomst van softwareprogramma's die met de PC gebruikt kunnen worden ontwikkeld computerkunst in deze periode een zekere 'computer esthetiek'. Zoals bijvoorbeeld het werk van Kenneth Snelson, die computeranimaties ontwierp naast zijn werk als

beeldhouwer (zie afb. 3). Door de alomtegenwoordigheid van de computer en de hoge snelheid van vernieuwing in de industrie verouderen computerbeeld technieken snel en neemt de interesse in computerkunst lichtelijk af. Het verdwijnen van het techno-utopisch denken speelt hier op de achtergrond ook mee. Hierdoor ontwikkelde de computerkunst in de twee decennia na haar initiële succes een status van lage kwaliteitskunst (Wands, 2010).



afb. 3. Kenneth Snelson, *Forest Devils Moon Night* (detail), 1989,  
3D computer animatie, Victoria & Albert Museum, Londen.

# Hedendaagse KI Kunst

## Inleiding

In de afgelopen twintig jaar zijn er veel verschillende soorten digitale kunst ontwikkeld. Om enkele voorbeelden te noemen: generatieve kunst, algoritmische kunst, evolutionaire kunst, Software kunst (bitmapping en vector kunst), Fractal kunst, digitale video, en digitale fotografie kunst (Paul, 2006). Algoritmische, generatieve en evolutionaire kunst kunnen als KI kunst beschouwd worden.

## Institutes & KI manifesten

Vele kunstenaars incorporeren tegenwoordig digitale technologie in hun kunst. Ze werken daarbij op interdisciplinaire wijze, waarbij technieken en media inwisselbaar zijn en daarmee ondergeschikt zijn aan de conceptuele grondslag van het werk. Deze nieuwe interdisciplinaire mediakunst heeft haar eigen instituties ontwikkeld. Er zijn sinds de jaren '90 een aantal instituties opgericht die zich op dit snijvlak van kunst en technologie hebben gespecialiseerd. Een aantal voorbeelden zijn: VUB Artificial Intelligence Lab van de universiteit Brussel, sinds 1983, ZKM, een media en kunst instituut in Duitsland wat sinds 1997 actief is, V2 Unstable Media Institute in haar huidige vorm in Rotterdam sinds 1994, het Ars Electronica festival dat werd opgericht in 1979 in Oostenrijk, het festival heeft sinds 1996 twee faciliteiten die het hele jaar door open zijn, en het Digital Arts Museum dat sinds 2002 online geopend is. Veel van de digitale en nieuwe mediakunst die binnen deze instituties een plaats krijgen vallen echter niet onder kunstmatig intelligente kunst. Binnen deze nieuwe institutionele wereld zijn de specifieke stromingen die zich toeleggen op generatieve, algoritmische en evolutionaire kunst gekoppeld aan Kunstmatige Intelligentie. Deze kunstvormen kennen namelijk een bepaalde speelruimte of toevalsvariabele toe aan de computers die het werk produceren. In het geval van algoritmische kunst worden in de algoritmes vaak elkaar inhiberende en gerandomiseerde elementen ingebouwd, die daardoor het resultaat van het werk

gedeeltelijk aan toeval overlaten (McCormack, 2012). Bij generatieve kunst creëert de machine zelf binnen de gestelde parameters het werk. En evolutionaire kunst, die overigens een combinatie van de vorige twee is, deelt deze elementen, maar daar wordt de focus gelegd op selectie processen binnen het systeem. De toevalsvariabele en het zelf oordelende vermogen van de computer zijn voorwaarden voor KI kunst (Monro, 2009). Deze stromingen tonen serieuze intenties. Zo hebben kunstenaars uit deze stromingen manifesten gepubliceerd, om zich te onderscheiden en hun intenties kracht bij te zetten. Het *aesthetic computing manifesto* werd door een groep van dertig computerkunstenaars ondertekend en gepubliceerd in Leonardo (2003). Deze groep pleit voor creatief, innovatief van de nieuwe media en software waarbij esthetische kwaliteiten voorop gesteld worden. Ook hebben de algoritmist en generatieve kunst manifesten opgesteld (Generative Art, 2013 & Algorist Manifesto, 2012)

## Hedendaagse KI Kunstprojecten

### AARON

AARON is een computerprogramma dat in 1973 door de Britse beeldend kunstenaar Harold Cohen is ontwikkeld. Het programma is in ontwikkeling doordat het de afgelopen vier decennia constant is aangepast door de kunstenaar. In haar eerste jaren kon het programma slechts kleurloze abstracte vormen produceren die door de kunstenaar hierna met de hand verder afgeschilderd werden. Later zijn ook composities met kleur, menselijke figuren en objecten en zelfs landschappen ingeprogrammeerd. Cohen scheidt de randvoorwaarden waarbinnen AARON tot op zekere hoogte zelfstandig is. Het programma kan zelf composities bepalen en telkens nieuwe werken produceren. Het programma is daardoor in zekere zin creatief. Het heeft echter metaregels ingebouwd, waarmee het zelf andere regels kan overstemmen en daarmee wordt de creativiteit een soort pseudocreativiteit, die altijd gebonden blijft aan regels, en aan grenzen (Nake, 2012). Cohen scheidt dus de randvoorwaarden voor AARON. Het programma kan naar schatting zo'n kwart

miljoen verschillende werken produceren. De kunstenaar noemt het programma nog steeds een stuk gereedschap, een verlengstuk dat hij gebruikt om kunst te maken. Toch is AARON op een bepaalde wijze autonoom, want het kan, zoals de kunstenaar onderhand ook beseft, nog lang werken maken nadat de kunstenaar overleden is (Cohen, 2002).



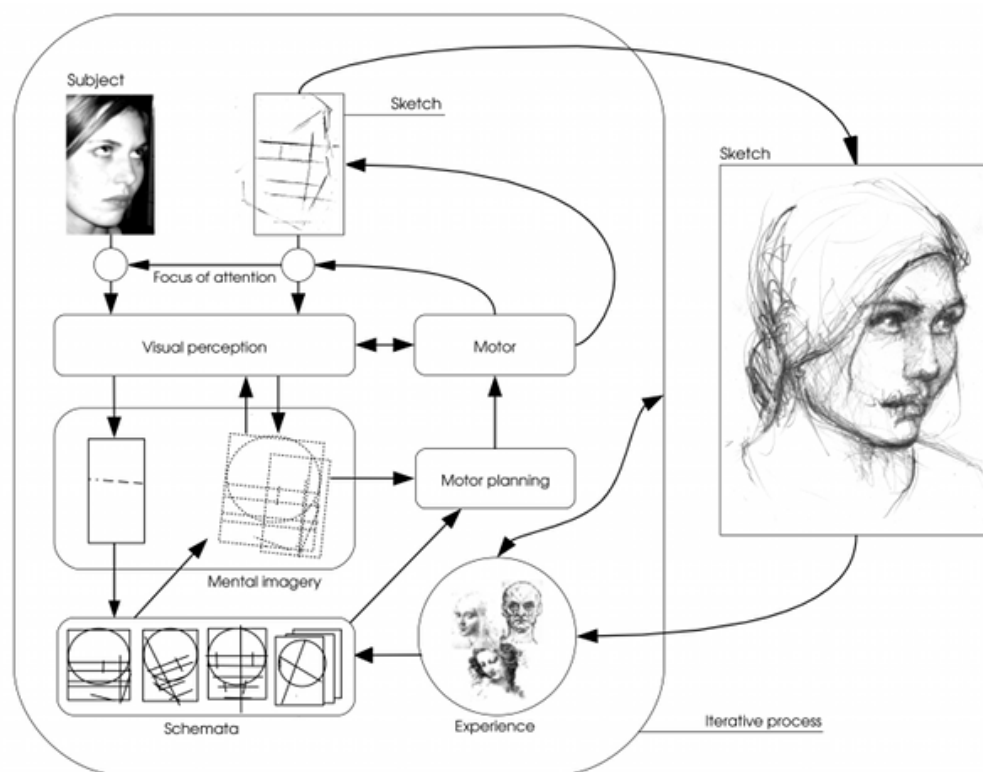
afb. 4. Harold Cohen, *Meeting on Gauguins Beach*, olieverf op doek, 1988, 228x 172 cm, Computer History Museum, Mountain View.

### *Aikon II*

Het Aikon II project, is een onderzoeksproject van wetenschappers en kunstenaars Leymarie en Tresset aan de Goldsmiths Universiteit Londen. De makers hebben een robot arm, met fotocamera aan een computerprogramma gekoppeld. De camera maakt een foto van de geportretteerde, de computerarm tekent daarna op schetsmatige wijze het portret van de persoon op een vel papier. In het proces zijn allerlei iteratieve koppelingen ingebouwd. Deze terugkoppelingsprocessen vinden plaats tussen de motor die de arm aanstuurt, de planningsprogrammatuur, het



geheugen (de opgeslagen data van eerdere schetsen) en de visuele perceptie van de camera (zie fig. 1). Het programma kan op verschillende wijzen tewerk gaan en hierdoor produceert Aikon II telkens nieuwe portretten. Bovendien is de robot zo geprogrammeerd dat hij in verschillende schetstechnieken kan werken (Tresset & Leymarie, 2005). De robot kan zo in verschillende expressieve stijlen werken, terwijl het tegelijkertijd een gelijkend portret vast legt. De kunstenaars hebben hiermee een autonoom robotisch systeem gecreëerd dat de menselijke verbeelding van de realiteit kan nabootsen.



**Figuur 1** Systeem beschrijving Aikon II (Tresset & Leymarie, 2005).

### *Peter Beyls & Daan Roosegaarde*

Andere hedendaagse kunstenaars die met KI werken zijn bijvoorbeeld Peter Beyls en Daan Roosegaarde. Deze kunstenaars richten zich op het creëren van interactieve systemen. Beyls maakt computerprogramma's die uitgevoerd worden met behulp van een projector. Een van zijn recentste werken uit 2010, genaamd Petri is een installatie, die geluid, muziek en visuele animaties produceert in interactie met de

rondlopende bezoekers. In het programma zijn veel regels en processen geprogrammeerd waardoor het zelf het beeld en geluid in bepaalde richtingen stuurt. Dit gebeurt in reactie op wat de bezoekers, die geregistreerd worden door opnameapparatuur en camera's, doen (Beyls, 2010). Van Roosegaarde wordt op dit moment het werk Dune 4.2 geëxposeerd in het Stedelijk Museum als KI kunst. Het werk bestaat uit op riet lijkende plastic stengels met lichtgevende uiteinden. Wanneer het werk beweging of aanraking detecteert reageert het door op te lichten, en geluid te produceren. Het werk gaat pas aan in het donker en is sterk gericht op interactie. Het is gemaakt om buiten toegepast te worden, op onbehagelijke terreinen om mensen zo een veilig gevoel te geven in het donker (Studio Roosegaarde, 2013).

### *Jerry Galle*

Jerry Galle is een computerkunstenaar die zich bezig houdt met poëtische machines. Zijn werk benadrukt de alomtegenwoordigheid van technologie in de hedendaagse cultuur, en het gebruik van digitale technologie voor het maken van kunst. Hij ontwerpt computerprogramma's die een bepaalde taak uitvoeren, maar de programma's hebben gebruiken ook software die 'twijfelt'. Hierdoor weten de programma's steeds minder goed hoe ze de taak moeten uitvoeren, totdat ze vast lopen, en opnieuw beginnen aan hun taak (Galle, 2012). De kunstenaar geeft de programma's een bepaalde vrijheid, maar de programma's falen telkens omdat ze deze vrijheid krijgen. Hiermee is zijn werk gekoppeld aan kunstmatige intelligentie. De kunstenaar stelt hiermee de angst voor intelligente computersystemen centraal in zijn werk. Kan deze zichzelf ontwikkelen, of laat Galle juist zien dat het 'domme' gedetermineerde machines zijn? De vraag blijft of een computer ooit echt intelligent zal worden.

# Informatiekunde

## Ontstaan en ontwikkeling van KI

Tijdens de steentijd, ongeveer 2,5 miljoen jaar geleden, zijn mensachtigen zich van de rest van het dierenrijk gaan onderscheiden door het gebruik van stenen voorwerpen ter ondersteuning van simpele handelingen (McNeill, 1990). In aanvulling op hun gebruik als voeding heeft de prehistorische mens ook gedomesticeerde dieren bepaalde taken laten overnemen, bijvoorbeeld als transportmiddel of als agrarisch gereedschap. In de Oudheid is de mens begonnen machines als hefbomen en waterraden en -pompen te gebruiken.

Het uitbesteden van taken is een doel geweest van vele uitvindingen, en dat geldt ook voor uitvindingen binnen de ICT-wereld. Met de komst van de computer of met de uitvinding van zijn primitieve voorganger, het telraam werden naast fysieke taken ook cognitieve taken overgenomen als rekenen, en later ook het vergaren, verwerken en opslaan van data, informatie en kennis.

KI (Kunstmatige Intelligentie) richt zich op nog complexere taken: computers moeten behalve informatie verwerken ook gaan 'nadenken', met het doel (zoals vele andere uitvindingen) taken van mensen over te nemen van mensen en nieuwe mogelijkheden te scheppen om taken uit te voeren. Op dit moment is dit een zich snel ontwikkelende techniek, met een zeer onzekere maar interessante toekomst.

### Een (zeer beknopte) geschiedenis van KI

Ter illustratie van de mogelijkheden van kunstmatige intelligentie volgen hier een aantal jaartallen met 'mijlpalen' van de KI, vanaf het ontstaan van KI tot nu (Norvig, 2012)

1950: Alan Turing voorspelt dat er een computer gemaakt zal worden die net zo accuraat als mensen vragen kan beantwoorden.

1961: Computerprogramma's lossen wiskundige problemen op (op het niveau van een eerstejaars universiteitsstudent).

1965: De eerste chatbot voert simpele gesprekken.

1973: Robot Freddie zet door te 'zien' modellen in elkaar.

1980: Onbemande auto's rijden met snelheden tot 90 km per uur.

1989: Het AutoClass programma van de NASA ontdekt nieuwe klassen sterren.

1997: De schaakcomputer Deep Blue verslaat Garry Kasparov met schaken.

1998: Furby komt op de markt.

Ook in 1998: NASA's Remote Agent stuurt geheel zelfstandig een ruimtevaartuig aan.

2004: Een programma leert snel een radiografisch bestuurbare helikopter beter te besturen dan een mens.

Het is niet voldoende de intelligentie van een systeem af te meten aan de hand van de rekenkracht van het systeem en de manier waarop resultaten naar de gebruiker gecommuniceerd worden. Universele intelligentietest bestaan nog niet, en voor de ontwikkeling van dit soort systemen is het van belang dat deze er komen. Dan zal het mogelijk zijn goede vergelijkingen te maken met bijvoorbeeld het menselijke intellect (Hernandez-Orallo, 2010) Het zal voor computers steeds belangrijker worden om over alsmear meer menselijke capaciteiten te beschikken. Computers zijn in staat om te observeren en aan de hand van die observatie een geprogrammeerde handeling te verrichten. Het zelf, dus zonder programmatuur, afleiden van een menselijke handeling uit een observatie is echter nog niet goed mogelijk. Wanneer een computer iets onbekends observeert, zal hij er niet adequaat op kunnen reageren. Niet alleen de (menselijke) logica ontbreekt bij computers, maar ook het principe waar deze logica van is afgeleid. Het menselijke brein ontwikkelt zich door ervaringen en plaatst deze in een bepaalde orde binnen een systeem.

Om deze bij mensen aanwezige vorm van intelligentie te bereiken is, net als bij mensen, een vorm van 'periodiek updaten' vereist: een logica gebaseerd op ervaringen en feedback. Het ontwikkelen van KI is alleen mogelijk door het combineren van kennis uit allerlei verschillende vakgebieden: informatica, geneeskunde, techniek, etc. (Russell, 2003)



# De principes van KI

## Zwak en sterk

Het niveau en de universaliteit van de intelligentie die een bepaald systeem vertoont bestempelen dit systeem tot een vorm van zwakke (*weak*) dan wel sterke (*strong*) KI. Onder zwakke KI vallen systemen die een illusie van intelligentie vertonen (Kurzweil). Denk bijvoorbeeld aan expertsystemen: systemen die op basis van specifieke regels en kennis het besluitvormingsproces van een menselijke expert nabootsen (Kurzweil). Deze systemen volgen een ingewikkelde procedure op basis van een groot aantal voorgeprogrammeerde regels en een flinke hoeveelheid kennis, zijn 'lerend' door de feedback van menselijke experts, en komen tot redelijk betrouwbare beslissingen.

Een ander voorbeeld van zwakke KI is zijn machines of programma's waartegen geschaakt kan worden. Net als bij expertsystemen vindt er een besluitvormingsproces plaats op basis van voorgeprogrammeerde regels, kennis en, in sommige gevallen, feedback van gebruikers. Het schaakprogramma Deep Blue is hier een voorbeeld van. Het was eind jaren negentig een verrassing toen dit programma de wereldkampioen schaken Kasparov versloeg. Toch bevatte dit programma volgens Yale professor McDermott niet een kern van intelligentie:

"Deep Blue is unintelligent because it is so narrow. It can win a chess game, but it can't recognize, much less pick up, a chess piece. It can't even carry on a conversation about the game it just won. Since the essence of intelligence would seem to be breadth, or the ability to react creatively to a wide variety of situations, it's hard to credit Deep Blue with much intelligence." (McDermott, 1997)

In 1980 publiceerde Berkeley-professor John Searle het artikel 'Minds, Brains and Programs', waarin hij de term *strong AI* introduceerde. In tegenstelling tot zwakke KI, dat zoals hierboven vermeld geen vorm van intelligentie bevat maar hooguit

extreem veel kennis over een extreem klein gebied, is sterke KI een systeem dat de intelligentie van de mens op zijn minst evenaart. Searle legt sterke KI als volgt uit:

“[...] according to strong AI, the computer is not merely a tool in the study of the mind; rather, the appropriately programmed computer really is a mind, in the sense that computers given the right programs can be literally said to understand and have other cognitive states. In strong AI, because the programmed computer has cognitive states, the programs are not mere tools that enable us to test psychological explanations; rather, the programs are themselves the explanations.”  
(Searle, 1980)

### **Turing en Searle**

Sterke KI is momenteel slechts een hypothetische mogelijkheid: er bestaat nog geen systeem dat de menselijke cognitie kan evenaren. Er bestaan wel veel standpunten over de vraag of dit ooit mogelijk zou zijn. Twee belangrijke theorieën, die in deze kwestie lijnrecht tegenover elkaar staan, zijn die van Alan Turing en een experiment van bovengenoemde John Searle.

### **De Turing-test**

Alan Turing publiceerde in 1950 het artikel 'Computing Machinery and Intelligence', dat begint met de vraag of machines kunnen denken. (Turing, 1950) Deze vraag is volgens hem echter niet direct te beantwoorden omdat daarvoor eerst de termen 'machine' en 'denken' gedefinieerd moeten worden. Dit zou leiden tot een soort opiniepeiling over het gebruik van deze woorden, en het antwoord zal dan kant noch wal raken. In plaats daarvan bedacht Turing de zogenoemde 'Turing-test', en verving de vraag of machines kunnen denken door de vraag wat er zal gebeuren als een machine deelneemt aan deze test. De test heeft als doel te bepalen of een machine de intelligentie van mensen kan evenaren. Hier een beschrijving van de test. (Turing, 1950)

Aan de Turing Test doen drie personen mee. Een man (A), een vrouw (B) en een ondervrager (C). A en B zitten in een andere kamer dan C, en de communicatie

tussen C en A en B vindt uitsluitend plaats door middel van geschreven tekst (bijvoorbeeld in de vorm van een chatgesprek). Het doel van C is te achterhalen of A een man of een vrouw is, en of B een man of een vrouw is. Tegelijk probeert A ervoor te zorgen dat C een verkeerde keuze maakt, en probeert B juist C te helpen. Nu wordt A vervangen door een computer, die C ervan probeert te overtuigen dat hij (de computer) een vrouw is, net zoals A dat deed. Turings stelling is dat wanneer C minstens zo vaak [Het gaat dus niet om één C, maar om een hele verzameling?] het foute antwoord geeft op de vraag 'Wie is de man en wie is de vrouw?' als wanneer A een man is, de computer intelligent is. (Deze evenaart dat de intelligentie van de man.)

### **De Chinese kamer**

John Searle was het niet eens met de theorie van Turing. Hij vindt dat het slagen voor de Turing-test door een computersysteem geen blijk van intelligentie is, omdat zo'n systeem zelf geen besef heeft van de taak waar het mee bezig is. Met andere woorden: het systeem bezit geen zelfbewustzijn – iets wat nodig is om intelligent te zijn. Om dit aannemelijk te maken bedacht Searle het Chinese-kamerexperiment.

De Chinese kamer, het systeem dat hij hiervoor bedacht, bestaat uit een persoon die alleen Engels spreekt, een boek met regels en een stapel met vellen papier, sommige blanco en sommige met onduidelijke tekst (bestaande uit Chinese tekens). De persoon bevindt zich in een afgesloten kamer, met een input-luik en een output-luik. Door het inputluik worden vellen papier met onbekende symbolen (in dit geval Chinese tekens) de kamer in geschoven. In het boek met regels kan de persoon vinden welke handelingen hij of zij moet uitvoeren, afhankelijk van het symbool dat hem wordt aangeboden. Voorbeelden van handelingen zijn nieuwe symbolen tekenen op een blanco vel papier of de al beschreven vellen papier herordenen. De gevraagde output (verkregen door het opvolgen van de instructies in het regelboek) wordt door het outputluik naar buiten geschoven. Het principe van het systeem is hetzelfde als dat van een computer: de persoon treedt op als de CPU, de *central processing unit* of processor, het boek met regels fungeert als de programmatuur, en het papier dient als dataopslag.



Vanuit het perspectief van een buitenstaander lijkt dit systeem intelligent te zijn. Het geeft antwoord in het Chinees op vragen die in het Chinees gesteld zijn, net zoals de computer in de Turing-test antwoord geeft op de vragen van de ondervrager. De persoon die in de kamer handelingen verricht, weet echter niet waar hij of zij mee bezig is. Ook de stapel papier en het handboek met regels begrijpen de Chinese taal niet. Het systeem heeft dus geen begrip van hetgeen het doet. Met andere woorden: beschikken over de juiste programmatuur leidt niet tot een vorm van bewustzijn en kan dus niet intelligent worden genoemd.

Het standpunt van Searle, namelijk dat computers het menselijk intellect niet kunnen evenaren omdat een machine geen 'bewustzijn' zou kunnen bezitten, is zowel binnen als buiten de KI wereld zeer omstreden (Harnad, 2001). Verschillende visies over de claims van Searle worden besproken door onderzoeker David J. Cole. Hij concludeert dat machines in de toekomst een *mind*, een geest of bewustzijn, zouden kunnen hebben, maar dat deze niet vergeleken kan worden met de menselijke geest.

"[...] Searle is correct in holding that no digital machine could understand language, but wrong in holding that artificial minds are impossible: minds and persons are not the same as the machines, biological or electronic, that realize them" (Cole 1991)

### **Het rationele en het irrationele met logica als basis**

Het denken en het intellect van de mens is gebaseerd op de werking van neuronen, in die zin dat het complexe netwerk van 100 miljard op zich logisch werkende zenuwcellen processen bewerkstelligt die dit denken en dit intellect als uitkomst hebben (Kandel, 2000). En net als de grote hoeveelheid transistors die zich in de CPU van een computer bevinden, bevatten deze cellen individueel geen vorm van intelligentie of bewustzijn, maar de processen die het netwerk veroorzaakt wel. Rationaliteit bijvoorbeeld is een vorm van intelligentie die volgt uit processen die plaatsvinden binnen een netwerk van neuronen (Hofstadter, 1985). Ook de tegenhanger van rationaliteit, irrationaliteit, kan worden gezien als een vorm van

intelligentie. Rationaliteit en irrationaliteit zijn niet gebaseerd op het volgen van (juiste dan wel verkeerde) procedures. (Natuurlijke) procedures staan namelijk vast en kunnen alleen maar tot een logische uitkomst leiden. Processen die een niveau hoger plaatsvinden, zoals het bewustzijn, kennen deze vorm van programmatuur niet. Wanneer een mens bijvoorbeeld moet kiezen tussen A en B, kunnen zijn afwegingen zowel rationeel als irrationeel zijn. Het heeft geen zin om de oorsprong van deze rationaliteit of irrationaliteit op het niveau van neuronen te zoeken. Het beslissingsmechanisme berust namelijk op een complex van ontelbare logische schakelingen die inhoudelijk niet van belang zijn. Het gaat hier om een samenspel tussen verschillende logisch georiënteerde systemen binnen de menselijke geest. (Hofstadter, 1985) Wanneer deze processen op zich beschouwd worden, heeft het geen zin om te kijken naar het lagere niveau waarop neuronen werken omdat de logische werking van neuronen niets kan zeggen over het proces dat plaatsvindt wanneer er 100 miljard van die neuronen met elkaar verbonden zijn. Computers zouden op eenzelfde manier kunnen functioneren.

“Er is geen reden om aan te nemen dat de feilloos functionerende hardware van een computer geen symbolisch gedrag op hoog niveau zou kunnen ondersteunen dat zulke complexe toestanden als verwarring, vergeten, of schoonheidsgevoel vertegenwoordigt. Er zouden uitgebreide subsystemen nodig zijn volgens complexe ‘logica’, die in onderlinge wisselwerking verkeerden. Het gedrag aan de oppervlakte zou er rationeel of irrationeel uitzien; maar eronder zou zich het werk van betrouwbare, logische hardware afspelen.” (Hofstadter, 1985)

Hofstadter bespreekt in zijn boek ‘Gödel, Escher, Bach: Een Eeuwige Gouden Band’ een these die stelt dat de eventuele grondslag van kunstmatige intelligentie dezelfde is als de grondslag van menselijke intelligentie. De intelligentie en het zelfbewustzijn van een computersysteem zouden dus eenzelfde basis kennen: het gevolg van een enorm netwerk van ongeprogrammeerde processen tussen systemen of schakelingen die elk op zich wel programmatuur bevatten. (Hofstadter, 1985)

Een *Central Processing Unit* (CPU) is een component wat computers bevatten dat instructies vanuit de programmatuur uitvoert. De elektronische componenten waaruit deze onderdelen bestaan, zoals transistors, zijn vergelijkbaar met neuronen in het menselijk brein (Whitworth, 2008). Het zijn schakelingen in een enorm netwerk waar informatie wordt doorgegeven, verwerkt, geproduceerd, gewist en opgeslagen. Net als transistors verwerken neuronen elektrische stromen. Het menselijk brein vormt een netwerk van ongeveer 100 miljard cellen. Ieder van deze cellen verwerkt gegevens op basis van chemische processen. Ondanks de vergelijkbare werking van enerzijds neuronen en anderzijds elektronische componenten van een CPU, is een CPU niet vergelijkbaar met het menselijk brein. Doctor Brian Whitworth vergelijkt in zijn artikel 'Some Implications of Comparing Brain and Computer Processing' het menselijk brein met de computer en komt tot de volgende conclusie:

“The human answer to information processing is the computer, a powerful system with one central control point, that processes most input signals one at a time, that uses one program at a time for output tasks, that stores one bit of data in one place, that initiates its processing in one way, and that does not process its own processing. In contrast, nature’s solution is more subtle, with many points of control, many input signals processed at once, many output calculations per task, memories stored in many places, initiation by processing as well as input, and meta-levels of processing. Such design differences suggest that machine intelligence and human intelligence may be as different as apples and oranges. The brain uses tactics that for computers are highly risky, e.g. self-processing risks infinite recursive loops. Yet risk also enables opportunity, so people unlike computers can think about their thinking. While computers have people to look after them, the brain responds to undefined and potentially infinite variability in real time, where “It does not compute” is not an option.” (Whitworth, 2008)

Naast de vraag of computers een vorm van intelligentie zouden kunnen bevatten, is het dus belangrijk dat deze eventuele vorm van intelligentie niet zal lijken op die van de mens.

## KI en kunst

In het kunsthistorisch onderdeel van dit onderzoek is uiteengezet welke elementen (onder anderen) van belang zijn voor het kunstenaarschap. Deze elementen waren:

- Imitatie
- Expressie
- Creativiteit & Originaliteit
- Intentie

In dit hoofdstuk zullen drie van deze vier termen benaderd worden met een informatiekundig perspectief. Intentie, als onderdeel van bewustzijn, zal niet onderzocht worden. Dit omdat zoals eerder besproken er op dit moment nog geen techniek bestaat om toepassing van sterke KI, bijvoorbeeld met een bewustzijn, te ontwikkelen.

### **Imitatie**

Imitatie in deze context wordt met imiteren niet het kopiëren van een kunstwerk bedoeld; de programmatuur van een kopieermachine hoeft geen kunstmatige intelligentie te bevatten om zijn werk uit te kunnen voeren. Zoals eerder besproken heeft een toepassing van kunstmatige intelligentie terugkoppeling, of feedback, van de omgeving nodig om te kunnen ontwikkelen. Ook bij mensen en sommige diersoorten geldt dit principe. Imitatie is een extreem sterk mechanisme als het gaat om sociaal leren, een heeft veel belangstelling van onderzoekers als het gaat dierlijk gedrag en de ontwikkeling van kinderen. Op dezelfde manier kan imitatie een krachtige manier zijn om belangrijke vaardigheden en informatie over te dragen aan een toepassing van kunstmatige intelligentie (Breazeal, 2002). Ontwikkeling van een KI systeem door imitatie gaat verder dan het kopiëren van gedrag van een leraar. Dit proces is pas effectief als het systeem zelf kan beslissen wie het gaat imiteren, welk gedrag het gaat imiteren, hoe het gaat imiteren en wanneer een imitatie geslaagd is. Daarnaast is het van belang, om aan de verwachtingen van een menselijke leraar te voldoen, dat het systeem een dieper begrip heeft van het doel en de strekking van

datgene het geleerd wordt (Breazeal, 2002). Techniek om systemen dit principe te kunnen laten hanteren bestaat nog niet.

## Expressie

Eerder in dit onderzoek is gesteld dat een kunstenaar middels zijn werk emoties, gevoelens of gedachtes uit. Dit is daarmee een eigenschap van een kunstwerk, en expressie is daarmee noodzakelijk om kunstenaar te kunnen zijn. Deze paragraaf behandelt niet de vraag of er momenteel binnen en KI systeem emotie kan worden aangetroffen, maar wat de bijdrage van emoties aan een systeem zijn.

Er zijn vandaag de dag vele systemen die intelligent gedrag vertonen, bijvoorbeeld het programma Deep Blue dat 's werelds beste schakers kan verslaan. Echter, deze systemen hebben niet het besef waar ze mee bezig zijn, laat staan bijhorende emoties. Deep Blue voelde zich niet nerveus tijdens het spel, en ook niet opgetogen toen het gewonnen had. Hoewel hier onderzoek naar gedaan wordt, is het construeren van een kunstmatig systeem dat alle emoties die te maken hebben met het menselijke rationele denken kan simuleren een extreem complexe opgave. Een systeem met geïmplementeerd zelfbewustzijn, zelfregulering, zelfmotivatie, empathie en sociale vaardigheden is nog ver weg, maar mogelijk. (Martinez-Miranda, 2005).

Een voorbeeld van een onderzoek naar het implementeren van emoties in systemen is dat van Dolores Canamero: 'Designing emotions for activity selection in autonomous agents'. Volgens dit onderzoek zijn emoties een van de mechanisme die terug te vinden zijn in mensen en dieren om beter om te gaan met dynamische en onvoorspelbare situaties en met beperkte middelen. Daarnaast verhoogt het de autonomie en het aanpassingsvermogen. Deze hogere staat van autonomie zorgt voor het ontstaan van doelen en motivaties, en is het punt wanneer emoties zin gaan krijgen (Canamero, 2003). Deze doelen en motivaties zijn, net als bij de kunstenaar, geconstrueerd door emoties en veroorzaken expressie.

## Creativiteit en Originaliteit

Kunnen systemen creatief zijn, en hoe moeten deze dan ontworpen worden? Om deze vragen te beantwoorden moet eerst het begrip 'creatief kunstmatig systeem' uitgelegd worden. Op basis van een zo volledig mogelijke selectie van onderzoeken naar creativiteit formuleert Dr. Pieter van Langen in het artikel 'Towards Designing Creative Artificial Systems' een definitie van een creatief systeem: "A system is creative in the opinion of an assessor if, according to the assessor, the system sufficiently often produces creative results." (van Langen, 2004) De term *creative result* wordt in hetzelfde artikel gedefinieerd als: "A system's result is creative in the opinion of an assessor if the assessor recognises the result as being new, unexpected, and valuable." (van Langen, 2004) Doordat het al dan niet aanwezig zijn van creativiteit binnen een systeem volgens deze definitie afhankelijk is van een toeschouwer, blijft creativiteit subjectief. Het is afhankelijk van de toeschouwer (professie, ervaring, belang), maar ook van de tijd; de toeschouwer kan iets op dit moment als niet creatief kwalificeren, maar later, wanneer de toeschouwer een beter begrip heeft van het resultaat, kan zijn of haar mening veranderen. Een resultaat dat nu 'ridicueel, idioot of schandelijk' is, kan jaren later beoordeeld worden als 'goed' (van Langen, 2004). De eisen voor het kunnen vertonen van creativiteit zijn:

- Interacteren met de omgeving

"An *interactive system* is a system that is able to interact with its environment when performing a task (such as diagnosis, designing, planning, or scheduling). Such a system is able to acquire knowledge through communication, and to act within its environment, for example by asking questions, looking around, visiting external information sources, making drawings or schemas, and discussing opinions and proposals with stakeholders." (van Langen, 2004)

- Leren

"A *learning system* is a system that is able to acquire new knowledge and to 'forget' obsolete knowledge. Such a system is able to use its experiences, so

that in similar future situations good practices are repeated and poor practices avoided.” (van Langen, 2004)

- zichzelf organiseren (het proces plannen, uitvoeren, controleren en veranderen)

“A *self-organising system* is a system that is able to organise and re-organise its own process, when needed, in order to achieve its task and produce good results. Such a system is able to make changes to its internal operations, in response to a changing environment or a problem encountered when trying to achieve its task.” (van Langen, 2004)

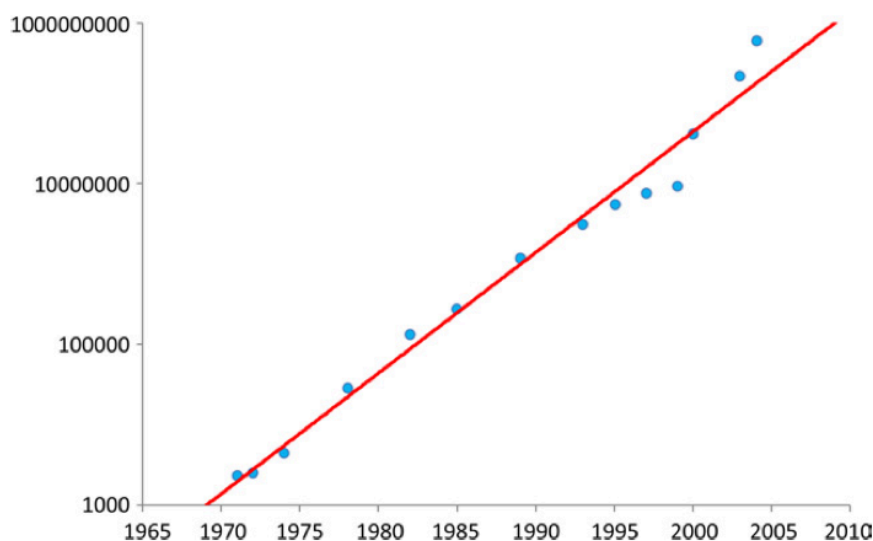
De techniek die bovenstaande competenties nodig hebben, bestaat nog niet. Wel zijn er systemen ontwikkeld die in de buurt komen. Een voorbeeld is een systeem bestaande uit single-function agents (SiFAs), een klein expert systeem, dat mechanische veren ontwerpt (Grecu, 1996). Een ander voorbeeld is het programma AARON dat in het hoofdstuk ‘Hedendaagse KI Kunst’ van dit onderzoek besproken wordt.



# Toekomst: technologische singulariteit

## Transistors

Transistors zijn elektronische schakelingen die in computerchips gebruikt worden. Deze componenten vormen op een chip een complex geheel. Informatie doorloopt het elektronisch circuit in de vorm van elektrische stroom, waardoor computers berekeningen kunnen uitvoeren. Het aantal transistors in een processor (de rekeneenheid van de computer), bepaalt de snelheid waarmee informatie verwerkt kan worden. Intel is met een omzet van 53.3 miljard in 2013 één van de grootste chipfabrikanten ter wereld. Één van de oprichters van Intel is Gordon Moore. De eerste microprocessor die Intel produceerde, tevens de eerste microprocessor ooit, was de Intel 4004 uit 1971. Het aantal transistors dat deze processor bevatte bedroeg 2.300. Een paar jaar later, in 1979, bracht Intel de 8088 op de markt met 29.000 transistors. En weer wat jaren later, in 1989, kwam de 80486 met 1.200.000 transistors. Moore voorzag deze exponentiële groei van het aantal transistors al vroeg, in 1965. Deze voorspelling wordt daarom de Wet van Moore genoemd. (Robinson, 2012) Deze stelt dat het aantal transistors iedere 24 maanden verdubbelt. Deze wet is tot nog toe waar gebleken. Zo bevatten de derde generatie Intel "Core" processoren uit 2012, bedoeld voor PC-systemen, rond de 1.4 miljard transistors. (Intel, 2012).



figuur 2: Exponentiële groei van transistors op microprocessors (Robinson, 2012)

Of deze wet ook in de toekomst zal blijven gelden is de vraag. Moore heeft zelf in een interview aangegeven dat hij daar niet van overtuigd is. (Dubash, 2005) Een van de redenen die hij aangeeft is de grens die de natuur heeft gesteld: de grootte van een atoom. Kleinere schakelingen zijn niet mogelijk. In ieder geval niet met bekende of verwachte techniek.

### **Singulariteit**

Het exponentieel groeiende aantal transistors op een microprocessor staat model voor wat Vernor Vinge in 1993 een 'technologische singulariteit' noemde. Deze wiskundige en informatiekundige schreef in dat jaar een essay waarin hij beweerde dat nog vóór 2030 er (technologische) entiteiten ontwikkeld zouden worden met een intelligentie die hoger is dan die van de mens. En dat zou volgens Vinge uiteraard niet zonder consequenties blijven:

“What are the consequences of this event? When greater-than-human intelligence drives progress, that progress will be much more rapid. In fact, there seems no reason why progress itself would not involve the creation of still more intelligent entities—on a still-shorter time scale. The best analogy that I see is with the evolutionary past: Animals can adapt to problems and make inventions, but often no faster than natural selection can do its work—the world acts as its own simulator in the case of natural selection. We humans have the ability to internalize the world and conduct "what if's" in our heads; we can solve many problems thousands of times faster than natural selection. Now, by creating the means to execute those simulations at much higher speeds, we are entering a regime as radically different from our human past as we humans are from the lower animals. From the human point of view, this change will be a throwing away of all the previous rules, perhaps in the blink of an eye, an exponential runaway beyond any hope of control.”  
(Vinge, 1993)

Vinge trekt zelfs het voortbestaan van de mens in twijfel. Als deze 'technologische singulariteit' doorgang mocht vinden, dan zou er voor de mens geen plek meer zijn zodra er eenmaal 'supermenselijke' intelligentie is gecreëerd. Vinge noemt dat moment het begin van de 'Post Human Era'. (Vinge, 1993) En daarmee is het misschien ook het begin van het einde van menselijke kunstenaars.



# Integratie

## Samenvattingen disciplinele delen

### Kunstgeschiedenis

Een aantal van de belangrijkste elementen van het kunstenaarschap zijn: imitatie, creativiteit & originaliteit, expressie en intentie. Computerkunst is tegelijk met de computer ontstaan. De eerste computerkunstenaars gebruikten hardware en basale software waarin al een bepaalde toeval variabele zat ingebouwd om hun werk te produceren. Het Bell Laboratory was in de jaren '60 een belangrijk instituut bij de opkomst van de computerkunst. In de jaren '70 en '80 verbleekte de interesse in computerkunst enigszins. Vanaf de jaren '90 is er een hernieuwde interesse in computerkunst. Hedendaagse computersystemen zoals AARON en Aikon II zijn zo complex geprogrammeerd dat ze als intelligent kunnen worden beschreven. Ze tentoonspreiden een bepaalde creativiteit, en ze kunnen tot op zekere hoogte zeker de kunstenaar imiteren. Zelfs wanneer in deze programma's een bepaalde vrijheid van handelen wordt geprogrammeerd. Computersystemen kunnen ook al tot op zekere hoogte expressieve kwaliteiten bezitten. De KI systemen krijgen de titel Kunstmatig Intelligent omdat ze zeer complexe algoritmische programmatuur hebben, waarin binnen bepaalde kaders bepaalde toeval variabelen zijn ingebouwd. Hierdoor lijken de systemen een zekere vrijheid van handelen te hebben. Binnen dit kader zetten deze computers en programma's de eerste stappen richting creativiteit en expressie. Imiteren is iets wat technologisch al mogelijk was sinds de uitvinding van de fotografie. In de afgelopen 50 jaar sinds de opkomst van computerkunst hebben computers al veel kunstwerken geproduceerd. Vanaf de jaren '90 zien we dat computersystemen zo complex zijn, dat ze tot op zekere hoogte zelf kunnen handelen. De kunstmatig intelligente systemen zijn

zo intelligent dat ze de meeste van de menselijke cognitieve functies van het maken van kunst al kunnen evenaren. En tot op zekere hoogte de mens voor kunnen houden dat ze daadwerkelijk menselijke kwaliteiten bezitten. In het kort blijkt de conclusie vanuit de kunstdiscipline: Kunstmatige Intelligentie kan door het gebruik van complexe algoritmische programma's die een bepaalde door bepaalde toeval variabelen een zekere vrijheid van handelen lijken te hebben kunst maken.

## **Informatiekunde**

Kunstmatige intelligentie is een uitvinding van mensen met als algemeen doen, zoals alle uitvindingen dat hebben, taken over te nemen of nieuwe mogelijkheden te creëren. Zwakke KI bestaat momenteel, en kent al vele toepassingen. Een voorbeeld dat de wereld in 1997 prettig verraste was de schaakcomputer Deep Blue. Computers waren beter geworden dan mensen in denksport. Toch is zwakke KI voor complexere taken niet toereikend, daarvoor is sterke KI nodig. Sterke KI zal eigenschappen hebben die op dit moment voorbehouden zijn aan het intellect van de mens (en in sommige gevallen dieren): bewustzijn, expressie, creativiteit en intentie. In enkele opzichten zal dit kunstmatige intellect te vergelijken zijn met dat van de mens: een netwerk bestaande uit een zeer grote hoeveelheid eenheden met simpele taken, die samen overstijgende processen veroorzaken (synergie).

Om kunstenaar te zijn, moet er aan een aantal voorwaarden voldaan worden. KI is op dit moment in staat blij te geven van de aanleg van een aantal van deze voorwaarden. Zo zijn er systemen die door imitatie in staat zijn simpele handeling te leren, primitieve vormen van emoties te herkennen en af te spiegelen en, grotendeels gestuurd door een toevalsfactor, creatief te zijn. De toekomst is onzeker, en de verwachtingen lopen dan ook sterk uiteen. Dat KI verder ontwikkeld gaat worden staat vast, maar in welke richting en tot welke hoogte is onvoorspelbaar.

## **Overeenkomsten, verschillen en conflicten:**

### **Overeenkomst in mening over imitatievermogen.**

Allereerst wordt gesteld dat de disciplines het eens zijn over dat computers en KI een imiterend vermogen bezitten, maar dat dit niet betekent dat ze kunst kunnen maken. Beide disciplines zijn het er over eens dat een kopieermachine zeker geen kunstenaar is. Een imiterende machine is geen voorbeeld van een systeem met kunstmatige intelligentie. Zulke systemen doen niets meer dan input verwerken, regels afwerken en een kopie van het beeld generen, bijvoorbeeld op papier of op een computerscherm. Imiteren is niet direct kunst maken. Pas als het met een bepaalde expressie, intentie en/of creativiteit wordt gedaan kan de kopie als kunst beschouwd worden. Het apparaat wat kopieert maakt geen kunst.

### **Vershil in betekenis van het concept ‘kunstmatige intelligentie’.**

Volgens de kunsthistoricus wordt kunstmatige intelligentie kunst gemaakt door een algoritmisch kunstenaar. Kunstmatige intelligentie betekent voor hem een zeer complex (algoritmisch) computersysteem, dat met behulp van bepaalde toeval variabele, een zekere handelingsvrijheid ‘lijkt’ te hebben. Binnen de informatiekunde valt het concept kunstmatige intelligentie uiteen in sterke en zwakke KI. De huidige kunstmatige intelligentie kunst, de kunst die gemaakt wordt door algoritmisch kunstenaars, is zwakke kunstmatige intelligentie. Dus de disciplines geven een andere betekenis aan het zelfde concept.

### **Vershil in perspectief.**

De informatiekunde is een zeer toepassingsgerichte discipline, en daarmee sterk op de toekomst georiënteerd. Ze gebruiken wetenschappelijke kennis uit het verleden en het heden om nieuwe toepassingen te onderzoeken. De kunstgeschiedenis kijkt

naar ontwikkelingen van het verleden tot aan het heden. Het perspectief op kunst die gemaakt wordt door toepassingen van kunstmatige intelligentie verschilt hierdoor.

### **Vershil in visie over kunst door kunstmatige intelligentie.**

De kunstgeschiedenis bekijkt het probleem vanuit het eindproduct. Informatiekunde bekijkt het probleem vanuit het proces. De kunsthistoricus beschrijft ten aanzien van de computerkunst het eindproduct. Wanneer de kunsthistoricus enkel het resultaat, de computer tekeningen van Aikon en AARON analyseert kan hij concluderen dat deze enigszins expressief en creatief zijn. Informatiekunde is echter meer op het proces georiënteerd. Wanneer dit het doel van de analyse is, kan niet anders geconcludeerd worden, dat het enkel systemen zijn die regels afwerken, en hier is vooralsnog niets creatiefs of expressiefs aan.

Deze verschillen, en de verschillende benaderingswijzen van de hoofdvraag zorgen er voor dat de twee disciplines met volledig conflicterende antwoorden op dezelfde onderzoeksvraag komen. Als we een meer omvattend interdisciplinair antwoord op de onderzoeksvraag willen geven moet de kwestie worden opgelost door de betrokken concepten te analyseren, en te vergelijken. Dat doen we door het creëren van een common ground (Repko, 2008).

## Common Ground

In dit onderzoek wordt de common ground gecreëerd door de verschillende elementen en/of eigenschappen van het kunstenaarschap te onderzoeken. De informatiekunde is strikt wanneer het gaat om het verschil tussen zwakke en sterke kunstmatige intelligentie. Uitsluitend van zwakke kunstmatige intelligentie bestaan op dit moment toepassingen. Deze vorm vertoont geen intellect van hetzelfde niveau als dat van een men; er worden enkel stelselmatig regels afgewerkt. Daarom is zwakke KI niet creatief, niet origineel, heeft het geen expressief vermogen en geen intentie. Deze eigenschappen zijn geprogrammeerd, en daarmee eigendom van de programmeur. De hoofdvraag of KI kunst kan maken wordt vanuit de KI wetenschappen dus ontkennend beantwoord. Dit in tegenstelling tot het antwoord vanuit de kunstgeschiedenis. Uit onderzoek vanuit deze discipline blijkt namelijk dat er weldegelijk allerlei computerkunst is gemaakt door toepassingen van kunstmatige intelligentie. Deze zogenaamde 'KI kunst' slaagt er volgens de kunsthistorie tot op zekere hoogte in expressiviteit te tonen, en creatief en origineel te zijn. Ook kan het de kunstenaar en het maken van kunst goed imiteren. Alleen de intentie blijft een heikel punt. Hiervan zegt de kunsthistoricus toch dat deze nog steeds volledig bij de kunstenaar ligt. Het antwoord op de onderzoeksvraag, kan KI kunst maken wordt vanuit de kunstdiscipline dus juist bevestigend beantwoord.

Zoals eerder besproken verschillen informatiekunde en kunstgeschiedenis, wanneer het gaat om kunst geproduceerd door een toepassing van kunstmatige intelligentie, in het object van analyse. Hiermee wordt bedoeld dat de kunst discipline zich normaal gesproken voornamelijk richt op het eindproduct, en de discipline KI zich richt op het proces. Hierdoor zal een onderzoeker vanuit de kunstgeschiedenis geloven in de illusie van intelligentie waar een dergelijke toepassing blijk van geeft. Een informatiekundige zal hier doorheen kijken en zal het werk na bestudering van het ontstaansproces nooit echt intelligent willen noemen (mits het niet om een toepassing van sterke kunstmatige intelligentie zal gaan). Vergelijk dit met twee opvattingen over de schaakcomputer DeepBlue:



(1) DeepBlue is evident intelligent, want het programma is in staat geweest zelfstandig de toenmalige wereldkampioen schaken Garry Kasparov te verslaan.

(2) Deep Thought kent geen vorm van hoge intelligentie, want het programma heeft Kasparov verslagen door het aflopen van regels en procedures, zonder enig bewustzijn waar het mee bezig was.

Om deze reden wordt er in de common ground niet van het eindproduct uitgegaan. Dus dit betekent dat er niet naar het door een toepassing van kunstmatige intelligentie gemaakte kunstwerk wordt gekeken. In plaats daarvan wordt er naar het kunstenaarschap gekeken. Zowel de informatiekunde als de kunstgeschiedenis zullen in deze common ground naar het proces van het vervaardigen van een kunstwerk kijken, en zullen het eindproduct op zich daar los van laten staan.

Een centralere rol in dit onderzoek zal dan de vraag wat intelligent en bewust (gedrag) genoemd kan worden krijgen. En daarnaast wat er in de context van kunst onder creativiteit, originaliteit, expressie en intentie moet worden verstaan. Op deze punten zijn de twee disciplines het maar heel gedeeltelijk eens.

### **Creativiteit en originaliteit:**

In de discipline kunstgeschiedenis wordt creativiteit beschreven als het recombineren van ervaringen uit het verleden de deze op een 'intelligente' wijze recombineren om zo tot een vernieuwend resultaat te komen. Hoe origineel dit idee is hangt af van of andere kunstenaars op soortgelijke wijze al tot resultaten zijn gekomen. Als het niet vernieuwend is, is het niet origineel. Wanneer bijvoorbeeld het programma van Aikon telkens op basis van het zelfde gezicht, zelf nieuwe tekeningen maakt dan wordt dit als creatief gezien. De informatiekunde zal een systeem als Aikon niet als creatief beschouwen. Het is een systeem, en wellicht een toepassing van zwakke kunstmatige intelligentie, dat een bepaalde programmatuur met een ingebouwde toevalsfactor afloopt, en daarmee telkens een ander kunstwerk maakt. Hooguit aan de maker van het systeem is creativiteit toe te schrijven.

Om het verschil tussen de kunstgeschiedenis en de informatiekunde duidelijk te maken wordt gekeken naar het proces van creativiteit van Wallas. Wallas model is specifiek op het gedachteproces van een mens geënt, zoals duidelijk wordt door het gebruik van termen als 'de geest', inzichten, het onbewuste en bewustzijn. Wallas beschrijft de volgende stappen in dit proces:

- Voorbereiding (de geest denkt na over een probleem)
- Incubatie (het probleem wordt in het onbewuste geïnternaliseerd)
- Kennisgeving (de persoon krijgt een gevoel dat er een oplossing aankomt)
- Inzicht (het inzicht van de creatieve oplossing komt in het bewustzijn aan)
- Verificatie (het idee wordt bewust geverifieerd, uitgewerkt en toegepast)

(Wallas, 1926)

Er kan gesteld worden dat een computer dit proces op grofweg vergelijkbare wijze doorloopt. Eerst wordt in het programma data ingevoerd: *voorbereiding*. Daarna wordt deze data geïnternaliseerd en verwerkt: *Incubatie*. Daarna wordt op basis van de bestaande data en toeval variabelen de data opnieuw geordend: *inzicht*. En dan wordt deze hergeordende data uitgevoerd: *verificatie*. Echter, het gaat hier om een systeem dat geprogrammeerd is om deze stappen te doorlopen, en wederom zal de creativiteit niet uit het systeem komen, maar uit de programmeur. De creativiteit komt voort uit bewustzijn. Creativiteit, en het intellect waar dat aan verbonden is, ontbreekt binnen dit systeem.

### **Common Ground creativiteit door 'redefining' & 'extension'**

In dit onderzoek worden, om te kijken of iets creatief is, de perspectieven van de kunstgeschiedenis en de informatiekunde gelijk gesteld. Namelijk dat het recombineren van data gelijk wordt gesteld aan het recombineren van ervaringen. Wanneer dit iets nieuws of origineels oplevert, is het een creatief proces. Het wordt daarbij aan de toeschouwer van het werk overgelaten om te beslissen of iets creatief is. Vanuit de kunstdiscipline wordt het concept creativiteit (het recombineren van ervaringen) uitgebreid zodat hier ook het recombineren van data onder valt. Vanuit

de informatiekunde moet het begrip creativiteit geherdefinieerd worden zodat creativiteit niet per definitie verbonden is aan een bepaalde graad van intellect, maar dat ook het recombineren van data in computers onder creativiteit kan vallen. Deze technieken heten herdefiniëren en uitbreiden volgens Repko (pp. 336-342).

### **Expressie als emotie**

Voor de kunstenaar is emotie in het werk 'stoppen' expressie: het uitten van de emoties door kunst. Dat zal een computer ook moeten kunnen om kunstenaar te zijn. De informatiekunde stelt dat toepassingen van zwakke kunstmatige intelligentie zeker geen expressie kennen. Vanuit de kunstgeschiedenis wordt daarop geantwoord dat dergelijke toepassingen de illusie kunnen wekken dat ze bepaalde eigenschappen van expressie bezitten. Zo kan het computersysteem Aikon met allerlei verschillende expressieve tekenstijlen uit de voeten. Wanneer een bezoeker van Aikons tentoonstelling niet wordt verteld dat hij naar het werk van een computer kijkt, zou deze bezoeker kunnen veronderstellen denken dat deze tekeningen zijn gemaakt door iemand die verschillende emoties in zijn werk uitte. Informatiekundig gezien zijn deze computersystemen enkel zo geprogrammeerd zijn dat ze deze illusie van expressieve kwaliteiten bezitten. Als expressie, zoals de discipline kunstgeschiedenis in dit onderzoek stelt, enkel vanuit emotie kan komen dan kunnen toepassingen van zwakke kunstmatige intelligentie geen expressie kennen. Ze worden enkel zo geprogrammeerd een illusie daarvan te vertonen.

Hier is duidelijk een verschil in perspectief. Vanuit de kunstgeschiedenis wordt in deze analyse de rederatie gebaseerd op het eindproduct, terwijl de informatiekunde het proces niet kan negeren. Hier kan er geen common ground gevonden worden. Volgens Repko moet er niet naar een common ground gezocht worden als de auteurs het niet over het zelfde onderwerp hebben, of over dezelfde fenomenen of causale relaties (Repko, p. 333).

## **intentie en bewustzijn**

Kunst maken gebeurt door de expressie van emotie, door imitatie van de werkelijkheid, en door gebruik te maken van creativiteit. Sommige systemen van kunstmatige intelligentie vertonen beginselen van deze elementen, die onderdeel zijn van het kunstenaarschap. Vanuit de kunstgeschiedenis wordt het voorbeeld van het Aikon project aangehaald. Dit computersysteem kan goed imiteren, het is tot op zekere hoogte 'creatief', en het heeft in zich een soort expressie ingebouwd. Maar toch wordt de machine door zowel de kunsthistoricus als de informatiekundigen niet beschouwd als kunstenaar.

Een belangrijke reden hiervan is ontbreken van een eigen intentie. Intentie kan enkel aanwezig zijn wanneer de maker van een kunstwerk een bewustzijn heeft. Een computer systeem zou wel kunnen imiteren, expressief zijn en creativiteit vertonen, maar zonder de intentie om kunst te maken is het geen kunstenaar. Dit is een belangrijk punt. Veel computers voldoen dus al aan sommige of zelfs de meeste eigenschappen van kunstenaarschap, maar geen van de beide disciplines onderschrijven dat computers een intentie kunnen hebben.

### **Common ground door 'organization' & 'redefining' van Intentie & Bewustzijn**

Wat door de kunsthistoricus als intentie wordt beschreven, wordt door de informatiekundige als bewustzijn gedefinieerd. Voor intentie is doelbewust handelen nodig, en hieruit blijkt dat intentie een onderdeel is van bewustzijn. Hier op passen we de techniek 'organisatie' van Repko toe (Repko, p. 346). Dat wat door de kunstdiscipline intentie wordt genoemd, bezit een causale relatie met bewustzijn. In het begrip intentie ligt een bepaald doelmatig handelen beschreven. Een intentie bevat een bepaalde richting. Die richting wordt gegeven, tenminste wanneer we het over menselijke intentie hebben, door een bepaalde gedachte, een bepaald idee, een bepaald doel dat bereikt moet worden, en daarmee wordt intentie bij mensen aangestuurd door het bewustzijn (of door het onbewuste). Vanuit de kunstgeschiedenis komt het inzicht dat een intentie nodig is voor het maken van

kunst, en vanuit de informatiekunde wordt beschreven dat een bepaald bewustzijn (wat terugkomt in sterke kunstmatige intelligentie) nodig is voor het maken van kunst. Dus een voorwaarde van het hebben van intentie is het hebben van een bewustzijn. Hier zijn beide disciplines het over eens: de huidige toepassingen van (zwakke) kunstmatige intelligentie kent geen bewustzijn.

Samen herdefiniëren zij deze gereorganiseerde termen als: bewuste intentie.



## Conclusie/more comprehensive understanding

Er wordt al decennia lang kunst gemaakt met computersystemen, waarvan sommige KI programmatuur bevatten. Echter, van een autonoom systeem dat zelf ook kunstenaar is kan niet gesproken worden. Belangrijke elementen van het kunstenaarschap ontbreken daarvoor, met name een bewustzijn, omdat de enige vorm van KI dat tot op heden ontwikkeld is, zwakke KI is. De conclusie van dit onderzoek luidt dan ook:

Toepassingen van kunstmatige intelligentie kunnen wel kunst maken, maar kunnen geen kunstenaar zijn.

Toch ziet volgens velen de toekomst van KI er goed uit. Ook aan de ontwikkeling van elementen die nodig zijn om kunstenaar te kunnen zijn, bijvoorbeeld bewustzijn, intentie, creativiteit en expressie, is op te merken dat er stappen worden gezet in de goede richting, en dat er al gesproken kan worden over de aanleg voor deze elementen.

Echter, er moet vanuit gegaan worden dat de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie, ook al is deze in sommige opzichten te vergelijken met die van de mens, een geheel andere kant op zal gaan. Een potentiële toekomstige toepassing van KI die met recht 'kunstenaar' genoemd zal kunnen worden, is geen imitatie van een menselijke kunstenaar.

Het is niet mogelijk de toekomst adequaat te voorspellen. Er bestaan verschillende theorieën over wat er zowel voor de kunst als de kunstmatige intelligentie in het verschiet ligt. Één daarvan, welke in dit onderzoek eerder besproken is, is die van de technische singulariteit. Deze theorie gaat over het moment waarop kunstmatige systemen het intellect van de mens evenaart en vervolgens overstijgt. Op het moment dat dit gebeurt, is onze hoofdvraag niet meer relevant. Mensen zijn vanaf

dan niet meer nodig voor de ontwikkeling van techniek, en menselijke kunstenaars zijn dan niet meer nodig voor het maken van kunst. KI dat kunst maakt, is dan het ultieme menselijke kunstwerk.

# Bibliografie

## Artikelen en boeken

Algorist Manifesto. (2012). The Algorists. Online gepubliceerd. Geraadpleegd op [05-052013] via <<http://www.verostko.com/algorist.html>>

Aesthetic Computing Manifesto. (2003). *Leonardo*, 4(36), p. 255.

Alperson, P., in Levinson, J. (ed). (2005). *Creativity in Art* in *The Oxford Handbook of Aesthetics*, Oxford University Press, London.

Arnason, H. H., Mansfield, E.C. (2010). *A History of Modern Art*, Laurens King Publishing, Upper Saddle River.

Beardsley, A., in Levinson, J. (ed). (2005). *Creativity in Art* in *The Oxford Handbook of Aesthetics*, Oxford University Press, London.

Beyls. P. (2010). *Introductory note and contextualisation of Petri; an interactive audiovisual installation*, Update III exhibition catalogue, Lieds-Meesen Foundation, Belgium.

Breazeal C., Scassellati B. (2002). Challenges in building robots that imitate people. In: *Imitation in animals and artifacts*, MIT Press, Cambridge.

Canamero, D. (2003). Designing emotions for activity selection in autonomous agents. In *Emotions in humans and artifacts*. The MIT Press, Cambridge



Cohen, H. (2002). A Self-Defining Game for One Player: On the Nature of Creativity and the Possibility of Creative Computer Programs. *Leonardo*, 1(35), pp. 59-64.

Cole, D. J. (1991). Artificial intelligence and personal identity. *Synthese* 88 (September), pp. 399-417

Cooper, D. E., Lamarque, P., & Sartwell, C. (1997). *Aesthetics: the classic readings*, Blackwell Publishers Cambridge, Malden.

Collingwood, R.G. (1938). *The Principles of Art*. London Oxford University Press, London.

Desmond, K.K. (2011). *Ideas about Art*. John Wiley & Sons. Hoboken.

Dubash, M. (2005). *Moore's Law is dead, says Gordon Moore*, Techworld. Online gepubliceerd. Geraadpleegd op [4-05-2013] via <<http://news.techworld.com/operating-systems/3477/moores-law-is-dead-says-gordon-moore/>>

Edwards, P.N. (1998). Virtual Infrastructures: The New Historiography of Information Technology. *Isis*, 89(1), pp. 93-99.

Galle, J. (2012). *Poetische Machine: Een artistiek onderzoek naar de voorwaarden van de poetisering van digitale media*, Cassochrome, Waregem.

Generative Art Manifesto. (2009). Online gepubliceerd. Geraadpleegd op [05-06-2013] via <<http://generative.net/read/home>>

Gombrich, E.H. (2008). *The Story of Art*, Phaidon Press, New York.

Greco, D.L., Brown, D.C. (1996). Learning by single function agents during spring design. *Artificial Intelligence in Design*, 96, pp. 409-428.

Harnad, S. (2001), "What's Wrong and Right About Searle's Chinese Room Argument" In: *Essays on Searle's Chinese Room Argument*, Oxford University Press, Oxford.

Hernandez-Orallo, J., Dowe D.L. (2010) Measuring universal intelligence: Towards an anytime intelligence test. *Artificial Intelligence* 174(18), pp. 1508-1539.

Hirsch, E.D. (1967). *Validity in Interpretation*. Yale University Press, New Haven.  
Hofstadter, D.R. (1986). *Gödel, Escher, Bach: Een Eeuwige Gouden Band*. Uitgeverij Contact, Amsterdam.

Hultén, K.G. (1975). *Tinguely: Meta*. Thames and Hudson, Londen.

Huws, U. (2000). Nature, Technology and Art: The emergence of a new relationship? *Leonardo*, 33(1), 33-40.

Intel (2012). *Transistors to Transformations*. Intel. Online gepubliceerd. Geraadpleegd op [4-05-2013] via <<http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/corporate-information/museum-transistors-to-transformations-brochure.pdf>>

Kandel E.R., Schwartz J.H., Jessell T.M. (2000). *Principles of Neural Science, 4th ed.* McGraw-Hill, New York

Kane, C.L. (2010). Digital Art and Experimental Color Systems at Bell Laboratories, 1965–1984: Restoring Interdisciplinary Innovations to Media History, *Leonardo*, 1(43), pp. 53-58.

Kagan, A. (1980). Ben F. Lapofsky: A Midwestern Pioneer of Absolute Light Form, *Arts Magazine*, 2(10), 19-23.

Kemp, G. (2009). *Croce's Aesthetics*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Online gepubliceerd. Geraadpleegd op [06-05-2013] via <<http://plato.stanford.edu/entries/croce-aesthetics/#PriAes>>

Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near : when humans transcend biology*. Viking, New York.

Langen, P.H.G. van, Wijngaards, N.J.E., Brazier, F.M.T. (2004). Designing creative artificial systems. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 18(3), pp. 217-225.

Martínez-Miranda, J., Aldea, A. (2005). Emotions in human and artificial intelligence. *Computers in Human Behavior 2005*, pp. 323-341.

McCormack, J. D'Inverno, M. (2012). *Computers and Creativity*, Springer, Berlijn.

McDermott, D. (1997). How intelligent is deep blue? *New York Times* (May) 14.

McNeil, I. (1990). *An Encyclopedia of the History of Technology*. Routledge, London

Monro, G. (2009). Emergence and Generative Art. *Leonardo* 5(42), pp. 476-477.

Nake, F. (2012). Construction and Intuition: Creativity in early computer art. *Computers and creativity*, 12(2) pp. 61-94.

Noll, A.M. (1967) The Digital Computer as a Creative Medium. *IEEE Spectrum*, 4(10), pp. 89-95.

- Norvig, P. (2012) ARTIFICIAL INTELLIGENCE. *New Scientist* 216(2889), pp. 5-8.
- O'Hanrahan, E. (2005). *Drawing Machines: The machine produced drawings of Dr. D. P. Henry in relation to conceptual and technological developments in machine-generated art*. Ongepubliceerde MPhil. Thesis. John Moores University, Liverpool.
- Parker, D.H. (1920). *The Principles of Aesthetics*. Kessinger Publishers, Montana.
- Paul, C. (2006). *Digital Art*. Thames and Hudson, Londen.
- Robison, R.A. (2012). Moore's Law: Predictor and Driver of the Silicon Era. *World Neurosurg* 78(5), pp. 399-403.
- Rush, M. (2005). *New Media in Art*. Thames & Hudson, Londen.
- Russell, S.J, Norvig, P. (2003) *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2 ed.). Pearson Education, Upper Saddle River.
- Searle, J.R. (1980). Minds, brains and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, pp. 417-424.
- Searle, J. R. (1992). *The Rediscovery of the Mind (Representation and Mind)*. The MIT Press, Cambridge
- Studio Roosegaarde. (2013). Studio Roosegaarde Projects. Geraadpleegd op [30-06-2013] via <<http://www.studioroosegaarde.net/projects/#dune-4-2>>
- Tresset, P., Leymarie, FF. (2005). *Generative Portrait Sketching* in H. Thwaites, *Proceedings of the 11th international Conference on Virtual Systems and Multimedia*. Archaeolingua, Ghent.
- Turing, A.M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59, pp. 433-460.

V&A. (2013). A History of Computer Art. Geraadpleegd op [16-06-2013] via <<http://www.vam.ac.uk/content/articles/a/computer-art-history/>>

Vinge, V. (1993). "The Coming Technological Singularity: How to Survive in the Post-Human Era". In *Vision-21: Interdisciplinary Science and Engineering in the Era of Cyberspace*, NASA Publication CP-10129, pp. 11-22.

Wallas, G. (1926). *The art of thought*. Harcourt Brace, New York.

Wands, B. (2010). Creating Continuity Between Computer Art History and Contemporary Art. *Conference Cat.* Salon Publishers, New York.

Whitworth, B. (2008). Some Implications of Comparing Brain and Computer Processing. *Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual* , 38(38), pp. 7-10.

Wreen, M, Zalta, E.N. (ed.) (2010). *Beardsley's Aesthetics*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Online gepubliceerd. Geraadpleegd op [06-05-2013] via <<http://plato.stanford.edu/cgi-bin/encyclopedia/archinfo.cgi?entry-=beardsley-aesthetics>>

## Afbeeldingen

Cohen, Harold, Meeting on Gauguins Beach, olieverf op doek, 1988, 228x 172 cm, Computer History Museum, Mountain View. Foto: Computer History Museum online [15-06-2013] Via:  
<<http://www.computerhistory.org/revolution/computer-graphics-music-and-art/15/231/745>>

Laposky, Ben, Oscillon No. 45, 1956, zwart wit fotoprint, 110x85cm, Sanford Museum, Cherokee. Foto: Compart Artworks online [28-06-2013] Via:  
<<http://dada.compart-bremen.de/node/2686>>

Henry, Desmond Paul, Serpent, 1962, grafiek op papier, 57x73cm, Victoria & Albert Museum, Londen. Foto V&A online [28-06-2013] Via:  
<<http://www.vam.ac.uk/content/articles/c/technology-and-terminology/>>

Kenneth Snelson, Forest Devils Moon Night (detail), 1989, 3D computer animatie, Victoria & Albert Museum, Londen. Foto: V&A online [28-06-2013] Via: <<http://www.vam.ac.uk/content/articles/c/technology-and-terminology/>>