



Utrecht University

Kunstmatige Creativiteit

Een aanzet voor een beoordelingskader
voor creativiteit in software

Datum en plaats:	17-07-2019, te Utrecht
Auteur:	Annick Francine Wagemans
Studentnummer:	5990300
Begeleider:	Brandt van der Gaast
Tweede beoordelaar:	Annemarie Levert
Institutie:	Universiteit Utrecht
Opleiding:	Bachelor Kunstmatige Intelligentie
Faculteit:	Geesteswetenschappen
Cursus (EC):	KI3V12011 (7,5 EC)



Voorwoord

Voor u ligt de scriptie voor mijn bachelorsopleiding Kunstmatige Intelligentie aan de Universiteit van Utrecht.

In mijn scriptie ligt de focus op creatief denken: een begrip dat in verschillende wetenschappen anders geïnterpreteerd wordt. Over het algemeen wordt creativiteit beschouwd als het proces waarbij door middel van denkstrategieën nieuwe, originele en waardevolle ideeën ontstaan. Creativiteit is een belangrijk begrip in mijn opleiding. Kunstmatige Intelligentie is de wetenschap die zich onder andere bezighoudt met het maken van computersystemen die intelligent gedrag vertonen. In het domein *computational creativity* zijn ontwikkelaars bezig met het implementeren van menselijke creativiteit in software. Het doel hiervan is het modelleren, simuleren of nabootsen van menselijke creativiteit. Als dit lukt spreken we van kunstmatige creativiteit. De interessante vraag die mij bezig houdt is hoe kan worden vastgesteld of een programma menselijke creativiteit vertoont.

Het doel van mijn scriptie was om (meer) inzicht te krijgen in het begrip creativiteit en vast te stellen of met behulp van relevante definities creativiteit in software kan worden vastgesteld.

In dat eerste doel ben ik geslaagd. Tijdens de literatuurstudie ben ik verbaasd geraakt door de vele invalshoeken waarmee menselijke en kunstmatige creativiteit beschreven wordt. Ik ben ook verrast door het feit dat er geen algemeen geaccepteerd totaalmodel beschikbaar is waarmee creativiteit in software vastgesteld en beoordeeld kan worden. Het bepalen van de meest bruikbare definitie voor de beoordeling van creatieve software was een ingewikkelde zoektocht, omdat definities soms tegengesteld waren of elkaar op slechts enkele onderdelen versterkten.

Het was een interessante zoektocht waarbij ik heb ervaren hoe veelzijdig creativiteit is maar ook dat er veel menselijke creativiteit nodig is om kunstmatige creativiteit te maken en door te ontwikkelen.

Annick Wagemans



Samenvatting

In deze scriptie is onderzocht of en hoe de bestaande theorieën over menselijke creativiteit kunnen bijdragen aan een theoretisch kader voor het beoordelen van creativiteit in software. Er is geen consensus over wat de definitie van creativiteit is, wat het lastig maakt om eventuele vooruitgang op het gebied van computationele creativiteit te meten. De aspecten van creativiteit die in de literatuur naar voren komen zijn beoordeeld op hun relevantie voor het beoordelingskader. Daarnaast zijn de definities van Boden en Colton onderzocht. Het grootste verschil tussen deze twee definities is dat het maakproces in Colton's definitie centraal staat, terwijl Boden slechts kijkt naar de output van de software. Vervolgens is er op basis van de vastgestelde relevante aspecten een beoordelingskader opgesteld waarmee twee implementaties geanalyseerd zijn. Hier kwam aan het licht dat het beoordelingskader kan worden gebruikt om vast te stellen aan welke aspecten van creativiteit een implementatie voldoet, maar niet om vast te stellen in welke mate deze aanwezig zijn.

|



Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
1. Inleiding.....	5
2. Werkwijze	6
3. Kunstmatige Creativiteit.....	7
4. Aspecten en Definities van Creativiteit.....	8
4.1 Filosofie van Creativiteit.....	9
4.2 Boden's Definitie van Creativiteit.....	11
4.3 Colton's Creativity Tripod.....	13
4.4 De Turingtest voor Creativiteit.....	14
5. Het Theoretisch Beoordelingskader	14
6. Analyses van software implementaties.....	15
6.1.1 AARON.....	15
6.1.2 Analyse van AARON.....	16
6.1.3 Resultaten van de beoordeling van AARON	18
6.2.1 The Painting Fool.....	18
6.2.2 Analyse van The Painting Fool.....	19
6.2.3 Resultaten van de beoordeling van TPF.....	21
7. Discussie	22
8. Conclusie	23
8.1 Suggesties voor vervolgonderzoek	23
Literatuur.....	25



1. Inleiding

Kunstmatige Intelligentie (KI) is de wetenschap die zich onder andere bezighoudt met het maken van computersystemen die intelligent gedrag vertonen. Dit is het geval als een systeem in een of meerdere aspecten net zo intelligent (of intelligenter) gedrag vertoont als mensen.

Een van de bijzondere eigenschappen van de mens is zijn creatief vermogen. Over het algemeen wordt creativiteit beschouwd als het proces waarbij door middel van denkstrategieën nieuwe, originele en waardevolle ideeën ontstaan. Creativiteit is een eigenschap die tot uiting komt in verschillende aspecten van een mensenleven. Gaut (2018) geeft een aantal voorbeelden van situaties waarin creativiteit tot uiting komt bij mensen:

- een voetballer die verschillende manieren bedenkt en probeert om een goal te maken,
- een kunstenaar die aan de hand van een aantal foto's een compositie bedenkt en schetst,
- een onderzoeker die een goede hypothese bedenkt en opschrijft.

Creativiteit is een eigenschap die in bedrijven steeds meer gewaardeerd wordt in werknemers. Uit een onderzoek van Adobe (2014) blijkt dat creativiteit en een creatieve bedrijfscultuur een positieve invloed hebben op het succes van ondernemingen. "Jarenlang hebben leiders in het bedrijfsleven zich gericht op zaken als productiviteit van medewerkers, efficiëntie van bedrijfsprocessen en personeelsplanning als belangrijkste succesfactoren voor hun onderneming. De laatste jaren is de focus aan het verschuiven. Succesvolle bedrijven erkennen het belang van andere factoren zoals de noodzaak om creativiteit toe te passen in ieder onderdeel van de bedrijfsvoering, om op basis hiervan te innoveren", stelt David Wadhvani, senior vice president Digital Media bij Adobe (2014).

In een wereldwijd onderzoek van Adobe (2012) werden 5000 volwassenen geïnterviewd over hun kijk op creativiteit. Hieruit bleek dat creatieve tools worden beschouwd als de belangrijkste drijfveren voor het verbeteren van creativiteit en dat technologie wordt erkent als hulpmiddel om creatieve beperkingen weg te nemen. Ontwikkelaars werken al jaren aan het implementeren van creativiteit in software. Deze ontwikkelaars komen voort uit de richting *computational creativity*, wat een kerndomein is van KI. Het doel van *computational creativity* is het modelleren, simuleren of nabootsen van menselijke creativiteit. Dit kan leiden tot een beter begrip van menselijke creativiteit, programma's die menselijke creativiteit kunnen verbeteren in de vorm van digitale hulpmiddelen of computerprogramma's met creativiteit op menselijk niveau. Het is moeilijk om vast te stellen of ontwikkelaars deze doelen bereiken omdat er geen beoordelingskader bestaat waarmee creativiteit in software gemeten kan worden.

Om tot een beoordelingskader te komen is een transparant, hanteerbaar begrip van menselijke creativiteit nodig. Met een dergelijk begrip kan creativiteit ook doelmatiger in software worden geïmplementeerd aangezien het begrip als basis voor het ontwerpproces kan worden gebruikt.

In deze scriptie is de hoofdvraag of met behulp van bestaande theorieën over creativiteit en de onderliggende concepten van de Turingtest (een test uit de KI voor het vaststellen van



intelligentie in computers) is vast te stellen of een software programma (aspecten van) creativiteit vertoont en daarom te typeren is als een programma met kunstmatige creativiteit. Een dergelijk beoordelingskader is tot op heden nog niet gemaakt en zorgt voor een gat in de wetenschappelijke kennis omtrent het onderwerp kunstmatige creativiteit. Het opstellen van een dergelijk beoordelingskader is een uitdaging aangezien er nogal wat haken en ogen zitten aan het vaststellen van creativiteit bij computers. Als het lukt om een beoordelingskader te maken voor creativiteit in software kunnen programmeurs hun vooruitgang meten en dus doelmatiger te werk gaan. Deze scriptie omtrent een aanzet tot een beoordelingskader voor creativiteit in software die het genoemde gat in de literatuur zou kunnen opvullen.

Hoewel creativiteit te vinden is in veel domeinen, waaronder beeldende kunst, muziek en literatuur, wordt in deze scriptie enkel creativiteit op het gebied van beeldende kunst in beschouwing genomen.

De centrale vraag is dus of met behulp van bestaande theorieën over creativiteit is vast te stellen of een software programma aspecten van creativiteit vertoont. Door middel van een literatuuronderzoek probeer ik tot een beoordelingskader te komen waardoor de centrale vraag beantwoord kan worden.

2. Werkwijze

Om de hoofdvraag te beantwoorden wordt ten eerste het fenomeen kunstmatige creativiteit geïntroduceerd. Daarna wordt onderzocht wat aspecten van creativiteit zijn. Vervolgens wordt bepaald welke aspecten van creativiteit gebruikt kunnen worden en relevant zijn voor het opstellen van een theoretisch beoordelingskader voor creativiteit in software.

Vervolgens wordt onderzocht welke aspecten van de definities van Margaret Boden en van Simon Colton bruikbaar zijn voor het theoretische kader. Deze twee definities worden onderzocht omdat ze het meest worden aangehaald in literatuur over creativiteit en worden daarnaast vaak door ontwikkelaars op het gebied van computationele creativiteit als uitgangspunt gebruikt voor de beoordeling van hun product. Tenslotte wordt onderzocht of de onderliggende concepten van de zogenaamde Turingtest bruikbaar zijn voor het vaststellen van creativiteit in software.

Daarna wordt een theoretisch beoordelingskader gepresenteerd waarmee twee implementaties van creativiteit in software zullen worden geanalyseerd. Dit betreft het computer programma AARON van Harold Cohen uit 1965 en het programma The Painting Fool van Simon Colton uit 2006. Op basis van deze analyse wordt geconcludeerd of met het theoretischer kader is vast te stellen of een software programma aspecten van creatief gedrag vertoont en daarom te typeren is als een programma met kunstmatige creativiteit.

De scriptie zal worden afgesloten met een discussie en suggesties voor vervolgonderzoek om de theorie en de praktijk van kunstmatige creativiteit te verbinden en nader te verbeteren.

3. Kunstmatige Creativiteit

54 jaar geleden, op 5 februari 1965 werd voor het eerst een tentoonstelling gehouden met computer gegenereerde kunstwerken (afbeelding 1). Het computerprogramma dat gebruikt was voor het maken van de tentoongestelde kunstwerken was geschreven door Georg Nees, een Duitse academicus. Het computerprogramma was een regel-gebaseerd systeem dat gebaseerd was op kennis van menselijke expertise. Wanneer een programma menselijke expertise gebruikt om een probleem binnen een bepaald gebied op te lossen wordt het getypeerd als expertsysteem. De tentoonstelling, die gehouden werd in de Universiteit van Stuttgart, werd onder anderen bezocht door artiesten/professoren van de Stuttgart Akademie der Bildenden Künste. Een van hen had Nees gevraagd of hij een computerprogramma kon ontwerpen die zou kunnen tekenen in zijn specifieke tekenstijl. Nees antwoordde dat het mogelijk was, als hij hem precies zou vertellen hoe hij tekent. Expliciete beschrijvingen staan centraal bij programmeren, dus ook bij het implementeren van creativiteit in software (Nake, 2012).



*Afbeelding 1: Een van de werken van Georg Nees' tentoonstelling
Generative Computer-Grafik in februari 1965*

De vraag die gesteld werd aan Nees beschrijft helder de relatie tussen computer, mens en creativiteit. Wanneer een kunstenaar uitlegt hoe hij te werk gaat, reduceert hij zijn creativiteit naar een stappenplan maar wordt de manier waarop hij tot het stappenplan komt overgeslagen.



Dit proces is volgens McCormack echter wel een essentieel onderdeel van creativiteit en daarom een probleem voor kunstmatige creativiteit: “There is no escape from the gap between a human’s life and a machine’s simulation of it” (McCormack, 2012). Dit roept de vraag op, of computers daadwerkelijk creatief kunnen zijn.

In een artikel van Guckelsberger en Colton wordt gesuggereerd dat intentionaliteit de missende factor is die ervoor zorgt dat computers nooit creatief kunnen zijn. Er is sprake van intentionaliteit wanneer de maker een intrinsiek doel heeft, of reden tot actie (Guckelsberger, 2017). Dit is moeilijk te achterhalen bij computers. Uit een gedachtenexperiment kwam naar voren dat als computers zouden kunnen praten (door middel van een zogenaamde ‘hypothetical dialogue capacity’), ze niet zouden kunnen verklaren waarom ze een creatieve uiting gedaan hebben zonder te verwijzen naar de doelen van de programmeur (Guckelsberger, 2017).

Anderzijds is er vanuit de filosofie van creativiteit veel geschreven over wat het betekent voor KI als wordt vastgesteld dat computers niet menselijk-creatief kunnen zijn. In dat geval kunnen computersystemen en algoritmes op eenzelfde manier gebruikt worden als traditionele tools zoals een kwast of een spatel. “[The artist’s] creative capacities take on a new orientation exactly because he uses algorithms. That’s all. The machine is important in this. But it is not creative” (McCormack, 2012). Van de drie doelen van computationele creativiteit valt dan het maken van computerprogramma’s met creativiteit op menselijk niveau af. Wel kunnen implementaties van creativiteit in software nog steeds leiden tot programma’s die menselijke creativiteit kunnen verbeteren in de vorm van digitale hulpmiddelen en een beter begrip van menselijke creativiteit.

4. Aspecten en Definities van Creativiteit

Om te kunnen bepalen of bestaande theorieën kunnen bijdragen aan een theoretische beoordelingskader voor creativiteit in software worden nu verschillende theorieën, waaronder twee belangrijke definities, geanalyseerd.

Er bestaan wereldwijd veel verschillende definities van het begrip creativiteit. In het dagelijks spraakgebruik wordt gesteld dat een individu of een groep creativiteit vertoont wanneer een nieuw concept of object wordt gemaakt, of wanneer een originele oplossing voor een probleem wordt gevonden. Bij elke definitie kan het accent liggen op de maker, het proces/werkwijze, de persoonlijke ontwikkeling, het product of de interacties tussen verschillende accenten.

Vanuit de verschillende wetenschappen wordt creativiteit vaak vanuit de kern van het vakgebied benaderd. Bedrijven onderzoeken vooral hoe commerciële creativiteit bijdraagt aan het behalen van commerciële doelstellingen van een organisatie. Omdat in deze scriptie enkel creativiteit op het gebied van beeldende kunst in beschouwing wordt genomen, wordt commerciële creativiteit niet opgenomen in het theoretische beoordelingskader.

In de psychologie staat vooral het testen van creativiteit bij mensen centraal. De Guilford’s Alternative Uses Test en de Torrance Test of Creative Thinking worden vaak gebruikt in psychologisch onderzoek om vast te stellen hoe creatief een participant is. In dit soort testen



wordt er aan participanten gevraagd om bijvoorbeeld zoveel mogelijk manieren te bedenken om een object te gebruiken. In deze testen wordt slechts een aspect van creativiteit gemeten waardoor de psychologie van creativiteit bekritiseerd wordt (Dippo, 2013). Om deze reden worden zulke testen niet opgenomen in het theoretische beoordelingskader.

In de filosofie van creativiteit staan de filosofische vraagstukken die aan creativiteit gerelateerd zijn centraal, wat ertoe leidt dat er meerde aspecten van creativiteit aan het licht komen. Een aantal belangrijke aspecten die naar voren komen in de filosofie van creativiteit worden in sectie 4.1 nader geanalyseerd. Op basis van eventuele tegenvoorbeelden zal worden geconcludeerd of deze wel of niet kunnen worden opgenomen in het theoretische beoordelingskader.

In zowel de psychologie en de filosofie van creativiteit is er enige consensus dat een creatieve uiting altijd gepaard moet gaan met een tastbaar resultaat of een idee waar anderen over kunnen nadenken (Gaut 2018). Zulke creatieve uitingen worden ook wel artefacten genoemd. Het kan zijn dat creativiteit in de vorm van een idee wel in iemands gedachten aanwezig is, maar dat dit nooit geuit zal worden. Er is in dit geval sprake van creatieve potentie maar geen sprake van een creatieve uiting (Lubart, 2013). Deze creatieve potenties worden in deze scriptie buiten beschouwing gelaten omdat deze onvoldoende tastbaar kunnen worden gemaakt.

4.1 Filosofie van Creativiteit

Beschouw de volgende definitie van creativiteit: iets is creatief als het nieuw en origineel is. Op het eerste gezicht lijkt dit een heldere definitie. Echter, door tegenvoorbeelden blijkt deze definitie niet voldoende eenduidig te zijn. Een tegenvoorbeeld kan gevonden worden in de situatie waarin een kind per ongeluk verf over een krant morst, waardoor alle woorden die toevallig niet bedekt worden met verf een prachtig gedicht vormen (Gaut, 2018). Hoewel deze activiteit leidt tot iets nieuws en origineels, zal dit niet leiden tot het oordeel dat de activiteit creatief was. De filosoof Kant stelt dat er meer aan de hand moet zijn dan originaliteit. Anders noemt hij het 'original nonsense' (Gammon, 1997). Door dit tegenvoorbeeld blijkt dat de definitie niet compleet is.

Zoals dit voorbeeld laat zien is het lastig om te komen tot een alomvattende definitie van creativiteit. Er zijn voor veel definities van creativiteit tegenvoorbeelden te vinden.

Tegenvoorbeelden voldoen wél aan de aspecten van de definitie, maar kunnen niet getypeerd worden als creatief. Tegenvoorbeelden kunnen worden gebruikt om te beoordelen of bepaalde aspecten van creativiteit bruikbaar zijn voor het theoretisch beoordelingskader.

Nu zullen een aantal aspecten beoordeeld worden uit de filosofie van creativiteit. Volgens Gaut (2018) zijn onder andere verbeelding, imitatie en geluk centrale onderwerpen in de filosofie van creativiteit.



1. Verbeelding

Gaut (2018) beschrijft verbeelding als datgene dat nieuwe gedachten, ideeën en acties kan genereren. Zoals eerder aangegeven beschouwde Gaut de volgende situaties:

- een voetballer die verschillende manieren bedenkt en probeert om een goal te maken,
- een kunstenaar die aan de hand van een aantal foto's een compositie bedenkt en schetst,
- een onderzoeker die een goede hypothese bedenkt en opschrijft.

Deze situaties hebben gemeen dat ze uit twee onderdelen bestaan: het bedenken en het uitvoeren. Verbeelding ('imagination') is volgens Gaut een cruciaal onderdeel van het creatieve proces (Gaut 2018).

Als tegenvoorbeeld kan gesteld worden dat niet alle processen waarbij verbeelding betrokken is creatief genoemd kunnen worden. Gaut geeft als tegenvoorbeeld de situatie waarbij iemand alle oplossingen van een sudoku puzzel uitdenkt, en zo op de oplossing komt. Dit is volgens Gaut dan niet per se een creatief proces geweest (2018). Dit tegenvoorbeeld geeft aan dat verbeelding onderdeel is van creativiteit, maar op zichzelf niet voldoende is om creativiteit te definiëren. Wel kan verbeelding, wat in deze scriptie geïnterpreteerd wordt als het genereren van een idee en de vertaalslag naar de uitvoering, opgenomen worden in het theoretische beoordelingskader.

2. Imitatie van kennis en kunde

Als iemand iets precies nadoet wat diegene iemand anders heeft zien doen of maken, wordt vaak geconcludeerd dat er geen sprake was van creativiteit. Bij dit aspect moet worden betrokken hoe mensen leren. Mensen verwerven in hun leven kennis en worden vaardig mede door imitatie en oefening. Veel creatieve personen zijn begonnen als leerling: schilders beginnen als leerling van groot kunstenaars en werken zich naar een niveau waarop zij zelf nieuwe, originele, creatieve uitingen doen. Gitaristen beginnen vaak bij het nabootsen van hun idolen voordat zij nieuwe, creatieve composities maken. "For many, imitation is a ladder that leads upward to creativity" (Gaut 2018). Mensen leren door imitatie de kennis en vaardigheden die nodig zijn voor creativiteit. Dit is bij computers en mensen niet verschillend. Bij het implementeren van creativiteit in software wordt ook gebruik gemaakt van een aantal manieren om algoritmes te trainen. Machinaal leren is een voorbeeld hiervan. Machinaal leren omvat computer algoritmes die gebruikt worden om computers zelfstandig hun algoritmes te laten veranderen en verbeteren op basis van data en input.

Door dit voorbeeld kan geconcludeerd worden dat imitatie geen aspect is van creativiteit maar dat imitatie en oefening eerder voorwaarden zijn om te kunnen komen tot creatieve uitingen. Om deze reden wordt imitatie niet opgenomen in het theoretische beoordelingskader.



3. Geluk

Over het algemeen wordt 'dom geluk' niet beschouwd als aspect van creativiteit. Volgens Gaut kan geluk echter een rol spelen in het creatieve proces. Gaut heeft het hier niet over dom geluk, maar over het feit dat creatieve geesten vaak hun geluk op zoeken. Ze wijken bewust af van gebruikelijke strategieën en integreren vaak ongebruikelijke elementen in hun werk en vaak leidt dit tot creatieve resultaten (Gaut 2018). Dit proces zou (gebruikmakend van kans parameters) kunnen worden nagebootst in computersystemen. Als er dan toevallig een creatieve uiting ontstaat, dan mag dit dus eveneens als creatief worden gezien.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat geluk dus zowel bij mensen als computers een rol kan spelen. Echter, hoewel geluk in sommige gevallen een rol lijkt te hebben in het creatieve proces is dit niet een vereiste dus er kan niet mee worden vastgesteld of een uiting of proces creatief was. Om deze reden wordt geluk niet opgenomen in het theoretische beoordelingskader.

4.2 Boden's Definitie van Creativiteit

Margaret Boden is hoogleraar informatica aan de universiteit van Sussex. Boden houdt zich bezig met KI, psychologie, filosofie en cognitieve en computerwetenschappen. Ze heeft veel literatuur gepubliceerd over kunstmatige creativiteit en is sinds het verschijnen van haar boek 'the creative mind: myths and mechanisms' in 1990 één van de meest aangehaalde auteurs op het gebied van computer-gegenereerde creativiteit en de vraag wat creativiteit eigenlijk is. Om deze reden wordt Boden's definitie van creativiteit nu onderzocht op relevantie voor het onderzoekskader. Boden gaat uit van de volgende definitie van creativiteit: "The ability to come up with something (ideas or artifacts) new, surprising and valuable" (1990). Met "something (ideas or artifacts)" doelt Boden op het verschil tussen creatieve potentie en een creatieve uiting. Boden stelt, net als Gaut, vooral creatieve uitingen centraal en creatieve potentie minder. Zoals eerder aangegeven wordt creatieve potentie buiten beschouwing gelaten.

De drie kernaspecten in Boden's definitie zijn hoe nieuw, verrassend en waardevol een creatieve uiting is.

1. Nieuw: een creatieve uiting kan op meerdere manieren nieuw zijn. Boden maakt het onderscheid tussen 'psychologisch creatief' en 'historisch creatief' (Boden, 1990). Als een uiting historisch creatief is, dan is de uiting nieuw voor een cultuur of samenleving en als iets psychologisch creatief is, dan is het op zijn minst nieuw voor het individu die de uiting doet (Picciuto, 2014). Verondersteld wordt dat iets psychologisch creatief is wanneer vastgesteld kan worden dat de uiting nog nooit eerder is gedaan door de maker (dit kan zowel een computer of een mens zijn). Dit kan worden vastgesteld en wordt daarom opgenomen in het theoretische beoordelingskader.
2. Verrassend: De mate waarin iets verrassend is, kan worden opgevat als de mate waarin iets niet te voorspellen was. Als een kunstschilder een nieuw schilderij maakt is dat niet



verrassend. Als iemand die nooit schildert een schilderij maakt, dan had niemand dit kunnen voorspellen en is er wel sprake van verrassing. Volgens Boden is een uiting is onwaarschijnlijk indien iemand iets bedenkt waarvan men zich niet bewust was dat dit idee er was, en een uiting is onmogelijk wanneer een uiting niet bedacht had kunnen worden, maar toch bedacht is (Boden, 1990). Deze nadere indeling is niet vast te stellen en wordt daarom niet opgenomen in het beoordelingskader. Wel kan verrassend, geïnterpreteerd als de mate van onvoorspelbaarheid, worden opgenomen in het theoretische beoordelingskader.

3. Waardering: Volgens Boden is waardering een essentieel onderdeel van creativiteit. Boden geeft aan dat het moeilijk te bepalen is hoeveel betekenissen 'waardering' kan hebben, en zij denkt dat niemand dit ooit zal kunnen vaststellen (Boden, 1990). Omdat mensen vaak niet expliciet kunnen zeggen waarom ze iets waarderen is het volgens Boden moeilijk zo niet onmogelijk om waardering te implementeren in software. "Values in general, whether enduring or not, can't be justified in scientific terms. In that sense, [...] both creativity and art lie forever beyond the reach of science" (Boden, 2010). Daarnaast benadrukt Boden dat waardering over de jaren heen veranderd, waardoor implementatie in software en de beoordeling ervan moeilijk is (Boden, 1990). Deze constatering van Boden maakt het weinig zinvol om dit aspect in het beoordelingskader op te nemen.

Naast de drie kernaspecten van creativiteit, onderscheid Boden ook die soorten van creativiteit: combinational creativity, exploratory creativity en transformational creativity. Combinational creativity is het combineren van bekende elementen op een onbekende manier waardoor iets nieuws ontstaat. Een voorbeeld hiervan zijn collages; bij het maken van een collage worden bestaande elementen op een onbekende manier gecombineerd om tot een creatieve uiting te komen. Exploratory creativity gaat om het verkennen van een conceptuele ruimte (Boden, 2009). Om dit concept uit te leggen maakt Boden de vergelijking met een wegenkaart, waarbij er een hoofdweg is met daarnaast (soms nog onbekende) zijwegen zijn die verkend kunnen worden. De hoofdweg staat in deze vergelijking voor de standaard denk-route die iemand heeft, en het verkennen van zijwegen staat voor het afwijken van de gebruikelijke denkwijze waardoor iemand op nieuwe ideeën komt. Bij transformational creativity gaat het om het bedenken van iets dat voorheen niet gedacht kon worden. In de wegenkaart-vergelijking worden er dan nieuwe wegen aangelegd; de bestaande conceptuele ruimte zou hierdoor dus kunnen uitbreiden.

Door de manier waarop creativiteit geïmplementeerd wordt in software, zou een computersysteem niet zijn bestaande conceptuele ruimte kunnen veranderen en uitbreiden. Creatieve software wordt per definitie beperkt in creatieve vrijheid aangezien het zich altijd aan de regels in de code moet houden. Deze regels geven een computerprogramma wel creatieve mogelijkheden, maar het blijft een technisch systeem (Nake, 2012). Zelfs als er meta-regels worden toegevoegd die regels op een lager niveau kunnen veranderen blijft de creatieve ruimte beperkt. "[Computers] cannot cross borders" (Nake, 2012). Transformational creativity wordt daarom niet opgenomen in het beoordelingskader. Combinational creativity en exploratory creativity worden wel opgenomen in het theoretische beoordelingskader. Daarbij wordt



combinational creativity geïnterpreteerd als het combineren van bekende elementen op een onbekende manier, en exploratory creativity als het vermogen om meer te kunnen dan dat.

4.3 Colton's Creativity Tripod

Simon Colton is computerwetenschapper en professor computationele creativiteit aan de Universiteit van London. Omdat Colton's definitie van creativiteit vaak door ontwikkelaars op het gebied van kunstmatige creativiteit als uitgangspunt gebruikt wordt voor de beoordeling van hun product wordt deze definitie nu onderzocht op bruikbaarheid ten aanzien van het beoordelingskader. Colton is het met Boden eens dat in het veld van computationele creativiteit gekeken moet worden naar creatieve uitingen, niet naar creatieve potentie. Hij noemt creatieve software "programs which are described as performing artefact generation" (Colton, 2008). Colton meent dat de waarde en creativiteit van deze artefacten beoordeeld kunnen worden. Colton stelt, anders dan Boden, dat het onvoldoende is om enkel de artefacten te beoordelen. Colton en zijn onderzoeksteam hebben namelijk vastgesteld dat de manier waarop mensen kunst beoordelen voor een deel gebaseerd is op de manier waarop mensen denken dat die kunst gemaakt is. "[We] argue that it is not appropriate to base the assessment of a system on its output alone, and that the way it produces artefacts also needs to be taken into account. [...] The perception of how a piece of art was produced can have a major influence on their overall enjoyment of the artwork. [...] A piece is better if it has been more creatively produced." (Colton, 2008). In de moderne kunst wordt de creativiteit van de kunstenaar soms zelfs hoger gewaardeerd dan de waarde van het artefact zelf. Omdat Boden het maakproces niet betreft bij haar definitie is Colton van mening dat Boden's definitie niet voldoende geschikt is om als maatstaf te worden gebruikt voor het beoordelen van de creativiteit van artefact-genererende programma's.

Colton gaat uit van de volgende definitie van creativiteit: de maker (software of kunstenaar) heeft een creatieve uiting gedaan, wanneer gedrag vertoont is dat de indruk wekt dat de maker vaardig ('skillful'), waarderend ('appreciative') en fantasierijk ('imaginative') is (Colton, 2008). Zonder vaardigheid kan de maker volgens Colton zijn creatieve uiting niet tot stand brengen, zonder te kunnen waarden kan de maker volgens Colton niet iets creëren dat waardevol is en zonder fantasie kan de maker slechts andere artiesten nabootsen (Colton, 2008).

De elementen vaardig, waarderend en fantasierijk vormen de drie poten van het zogenaamde statief dat Colton 'The Creative Tripod' noemt. Wanneer deze drie elementen aanwezig zijn, is er volgens Colton sprake van creativiteit. Er zijn daarnaast drie partijen die bijdragen aan de perceptie van hoe vaardig, waarderend en fantasierijk de maker is. Dit zijn volgens Colton de programmeur, de computer en de toeschouwer (Colton, 2008). Colton's definities van vaardig, waarden en fantasierijk worden opgenomen in het theoretische beoordelingskader en er zal rekening gehouden worden met de drie partijen die hierop invloed hebben.



4.4 De Turingtest voor Creativiteit

De Turingtest is binnen de KI een vrij algemeen geaccepteerd experiment voor het vaststellen of computers intelligent zijn. De Turingtest is in 1936 geformuleerd door de Britse wiskundige Alan Turing, een van de grondleggers van de informatica. Later heeft Turing dit verder uitgewerkt in zijn artikel '*Computing Machinery and Intelligence*' (1950). In de klassieke versie van de Turingtest communiceert een mens via een medium (bijvoorbeeld een chatroom) met een computer of een mens. Het komt het erop neer dat wanneer een computer iemand kan laten geloven dat diegene met een mens communiceert, er geconcludeerd mag worden dat de computer net zo intelligent is als een mens. Mogelijk is een aangepaste versie van dit concept bruikbaar voor het meten van creativiteit: als iemand niet kan vaststellen of een creatieve uiting door een mens of door een machine is gedaan, zou geconcludeerd mogen worden dat er sprake is van kunstmatige creativiteit. Deze veronderstelling wordt opgenomen in het theoretische beoordelingskader.

5. Het Theoretisch Beoordelingskader

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden is een beoordelingskader noodzakelijk. Deze is op basis van de literatuurstudie samengesteld. Voor de beoordeling van twee implementaties van creativiteit in software is ervoor gekozen de meest relevante aspecten van creativiteit te gebruiken voor het theoretisch beoordelingskader. In dit beoordelingskader is er steeds sprake van (een zekere mate van) creativiteit indien een of meerdere van de onderstaande aspecten kunnen worden geattribueerd aan het software programma of van toepassing zijn op het maakproces.

Volgens Colton zijn er drie partijen, namelijk de programmeur, de computer en de toeschouwer, die bij kunnen dragen aan de aspecten vaardig, waarderend en fantasierijk. In het theoretische beoordelingskader wordt verondersteld dat wanneer ten minste een van de drie partijen (programmeur, de computer of toeschouwer) een van deze aspecten (vaardig, waarderend of fantasierijk) ondersteunt, geconcludeerd mag worden dat het computerprogramma voldoet aan dat aspect.



De aspecten waar de twee programma's worden beoordeeld staan in onderstaand schema:

	Aspect	Voldoet	Argument
1	Creatieve uiting		
2	Combinational creativity		
3	Exploratory creativity		
4	Psychologisch creatief		
5	Historisch creatief		
6	Verrassend		
7	Verbeelding		
8	Maker is vaardig		
9	Maker is waardierend		
10	Maker is fantasierijk		
11	Turingtest		

In het volgende hoofdstuk zal de aan- of afwezigheid van deze aspecten van creativiteit worden vastgesteld. In het geval dat er niet kan worden beargumenteert of een aspect aanwezig is in (het maakproces van) de implementaties, dan wordt er in de beoordeling opgenomen dat het niet voldoet.

6. Analyses van software implementaties

In dit hoofdstuk worden twee implementaties van creativiteit in software, namelijk AARON en The Painting Fool (TPF), aan de hand van het in het vorige hoofdstuk beschreven theoretische kader beoordeeld op de aan- of afwezigheid van aspecten van creativiteit. De twee gekozen software programma's zijn beiden regel-gebaseerde systemen en gebruiken kennis van menselijke expertise om een probleem binnen een bepaald gebied op te lossen. Dit laatste typeert beide programma's als expertsysteem. Ook kunnen beide programma's zelfstandig functioneren, afgezien van het handmatig aanzetten van het programma. Softwaresystemen die dezelfde materialen gebruiken als mensen worden aangeduid als *automated painters* (Colton, 2008). Zowel AARON als TPF behoren hiertoe.

6.1.1 AARON

De eerste automated painter die nu geanalyseerd zal worden is een regel-gebaseerd systeem genaamd 'AARON', een programma geschreven door Harold Cohen, een Britse professor en kunstenaar. AARON bestaat sinds 1973 en is sindsdien altijd in ontwikkeling geweest.

In principe is alle computercode regel-gebaseerd. Dergelijke regels hebben de volgende structuur: "Als C, dan A". C is hier een bepaalde conditie waaraan voldaan moet zijn, en A is de actie of handeling die moet volgen als aan C voldaan is. Een regel-gebaseerd systeem als



AARON bestaat uit een verzameling van dit type regels, die op elkaar inwerken. Het is hierbij essentieel dat de beschrijvingen (in- en output) berekenbaar zijn. Omdat de code van AARON uiteindelijk uit enorm veel ingewikkelde regels code bestond, begreep de auteur zelf de onderlinge afhankelijkheden van stukken code niet meer met zekerheid (Nake, 2012).

AARON tekent geen pixels op een scherm, maar stuurt een kwast aan die echte verf op een canvas smeert (zie afbeelding 2). Met de eerste versies van AARON's konden slechts zwart-wit tekeningen worden gegenereerd en kon AARON slechts abstracte vormen genereren. In volgende versies kregen AARON's tekeningen ook kleur, en 'leerde' AARON afbeeldingen te genereren van stenen, vogels, planten en mensen (Nake, 2012).

Wat Cohen met AARON bereikt heeft, werd in de wetenschap lovend ontvangen: "His experience and knowledge of rule-based systems must be among the most advanced in the world" (Nake, 2012). Het werd zelfs geopperd dat Cohen de eerste artiest zou zijn van wie er nieuw werk zou kunnen verschijnen na zijn overlijden (Nake, 2012).



Afbeelding 2: AARON aan het werk en zijn maker Cohen.

6.1.2 Analyse van AARON

AARON genereert artefacten die beoordeeld kunnen worden. Wat betreft de soort creativiteit vertoont AARON vooral exploratory creativity. AARON produceert artefacten waarbij meer gedaan wordt dan het combineren van bekende elementen op een onbekende manier. De bestaande literatuur bevestigt dit: "The AARON software exhibits combinational and exploratory creativity, but not transformational creativity. It is unable to compose any choice that has not



already been implemented in rules specified by Cohen” (Braman, 2009). Volgens Braman en zijn collega’s vertoont AARON geen transformational creativity om dezelfde redenen waarom deze soort creativiteit niet is opgenomen in het theoretische kader: een computerprogramma is altijd beperkt in creatieve vrijheid door de regels die geïmplementeerd zijn in de software.

AARON genereert tastbare artefacten. Omdat mensen, inclusief de maker van AARON, niet van te voren weten welk werk AARON zal genereren, voldoet AARON’s aan het aspect verrassend.

In Boden’s dimensie nieuwheid voldoet AARON specifiek aan de eisen van de twee verschillende soorten nieuwheid die Boden specificceert. Deze twee soorten zijn psychologisch creatief en historisch creatief. AARON is psychologisch creatief omdat het zo geschreven is dat er een breed spectrum aan uitkomstmogelijkheden bestaat, waardoor de kunst die AARON genereert met grote zekerheid nog nooit eerder gegenereerd is door de machine. Ook voldoet AARON aan de strenge eisen voor historisch creatief. “Cohen’s journey stands out as a never again to be achieved adventure [...] His position is unique and singular” (Nake, 2012). Omdat AARON het eerste geavanceerde regel-gebaseerde computersysteem is dat kunst genereert, is AARON historisch creatief.

Verbeelding is het proces van het genereren van een idee en de vertaalslag naar de uitvoering. Er kan in het kader van deze scriptie niet voldoende worden vastgesteld of het genereren van artefacten door AARON in twee aparte fases plaatsvindt. Er is te weinig gepubliceerd over de technische details van het programma om te kunnen vaststellen of er sprake is van een computationele variant van het bedenken van een idee en de vertaalslag naar de uitvoering. In de beoordeling wordt opgenomen dat AARON niet voldoet aan verbeelding.

Het aspect vaardig heeft betrekking op de programmeur en de computer. De programmeur implementeert zijn kennis over menselijke creativiteit in het softwaresysteem en de computer kan aan de slag met verf op een canvas. Dit maakt dat AARON voldoet aan de conditie vaardig.

Op het gebied van de conditie waardering hebben de drie partijen verschillende rollen. AARON evalueert zijn eigen werk terwijl hij bezig is, maar is niet in staat om bestaande kunst of zijn eigen eindresultaten te waarderen. De programmeur heeft wel invloed, omdat hij de gegenereerde artefacten zelf kan evalueren en op basis daarvan de codes van AARON kan aanpassen. De toeschouwers kunnen weinig bijdragen aan de manier waarop de maker (in dit geval het computersysteem) artefacten evalueert.

De maker moet volgens Colton fantasierijk zijn om te voorkomen dat hij slechts andere artiesten nabootst. Op deze conditie hebben toeschouwers beperkte invloed. Zij kunnen zich slechts inbeelden dat de computer een bepaalde fantasie heeft. Hoe fantasierijk de artefacten zijn die AARON genereert, hangt voor het grootste gedeelte af van hoe de maker, in dit geval Cohen, de conditie fantasierijk weet te vatten in de regels van het computersysteem. Colton heeft dit gedaan op een manier waarbij AARON van te voren geen afbeeldingen te zien krijgt waarop hij de artefacten die hij genereert moet of kan baseren. Dit zorgt ervoor dat de artefacten die AARON genereert geen nabootsingen zijn van bestaande werken.



De meeste mensen die schilderijen van AARON zien, merken niet op dat ze door een computer zijn geschilderd. AARON slaagt daarmee voor de Turingtest van de beeldende kunst (Mols, 2018).

6.1.3 Resultaten van de beoordeling van AARON

	Aspect	Voldoet	Argument
1	Creatieve uiting	Ja	AARON genereert artefacten die beoordeeld kunnen worden.
2	Combinational creativity	Nee	AARON combineert niet bekende elementen op een onbekende manier.
3	Exploratory creativity	Ja	AARON doet meer dan het combineren van bekende elementen op een onbekende manier.
4	Psychologisch creatief	Ja	De kunst die AARON genereert is met grote zekerheid nog nooit eerder gegenereerd door de machine.
5	Historisch creatief	Ja	AARON is het eerste geavanceerde computersysteem dat kunst genereert.
6	Verassend	Ja	Mensen, inclusief de maker van AARON, weten niet van te voren welk werk AARON precies zal genereren.
7	Verbeelding	Nee	Dit kan (nog) niet worden vastgesteld.
8	Maker is vaardig	Ja	Kennis over menselijke creativiteit is geïmplementeerd in het softwaresysteem en AARON kan te werk gaan met verf op een canvas.
9	Maker is waarderend	Ja	AARON kan zijn eigen werk waarderen terwijl hij bezig. De programmeur kan op basis van zijn eigen waardering de codes van AARON aanpassen.
10	Maker is fantasierijk	Ja	AARON krijgt geen afbeeldingen te zien waarop hij de artefacten die hij genereert moet of kan baseren. Dus de artefacten die AARON genereert zijn geen nabootsingen van bestaande werken.
11	Turingtest	Ja	Mensen merken niet op dat AARON's artefacten door een computer zijn gemaakt.

6.2.1 The Painting Fool

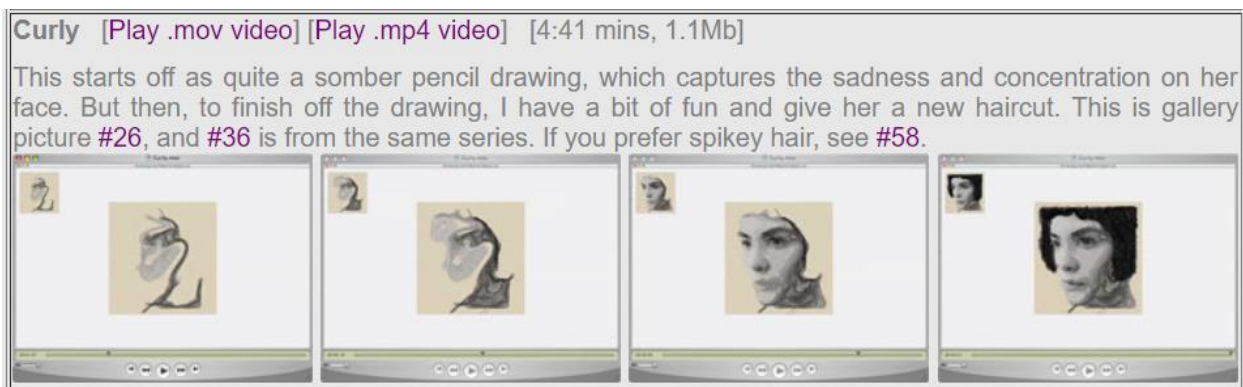
Meestal hebben de schrijvers van automated painters als doel om een computersysteem kunst te laten maken die door toeschouwers beoordeeld wordt als menselijke kunst. The Painting Fool is een automated painter, maar heeft dit niet als doel. Het doel van de makers van TPF was om een automated painter te ontwerpen die afbeeldingen genereert die niet gemaakt hadden kunnen worden door mensen (Colton, 2008).

Gesprekken met kunstenaars, kunststudenten en leraren vormden de leidraad voor het maakproces van TPF. TPF kan schetsen, tekeningen en schilderijen maken. Het programma simuleert de tools die traditioneel voor kunst gebruikt kunnen worden, waaronder kwasten,

potloden, verf en canvassen. TPF kan een afbeelding op verschillende manieren segmenteren in verschillende regio's, en deze uitlijnen en inkleuren gegeven de verschillende tools die het kan simuleren. De input van TPF kunnen onder andere films en nieuwsberichten zijn. Het programma keuzes baseren op een context. Deze context kan bijvoorbeeld meegegeven worden in de vorm van trefwoorden ('keywords') die bij de originele afbeelding horen (Colton, 2008).

Deze context heeft invloed op de kleuren, het abstractieniveau, het medium en de schilderstijl die TPF zal gebruiken. TPF is ook in staat om nieuwsberichten op te zoeken en op basis daarvan collages te maken. De makers van TPF hebben geprobeerd de keuzes waar mogelijk bij de mens weg te halen, zodat het computersysteem zelf bepaalde afwegingen zal moeten maken (Colton, 2008). Meer technische details van het programma zijn tot op heden niet gepubliceerd.

TPF is ontworpen om 'in real time' te werk te gaan. Het programma laat live elke kwast strook zien. Video's hiervan zijn te vinden op de website van TPF: www.thepaintingfool.com. Colton vindt dat de zichtbaarheid van het proces voor een betere waardering zorgt. "It is apparent that being able to watch The Painting Fool create its paintings means that people project more value onto them than they would if the paintings were rapidly generated through, say, an image filtering process" (Colton, 2008). Mensen kunnen hierdoor volgens Colton meer empathie voelen voor TPF omdat ze kunnen zien op welk moment TPF bepaalde afwegingen maakt. Op de website van TPF wordt TPF als een artiest gepresenteerd, niet als een computerprogramma. TPF stelt zichzelf voor in een 'about me' sectie waarin het zijn maker een leraar noemt waarvan hij zijn kunsten heeft geleerd. Ook zijn TPF's werken te vinden op deze website. Op afbeelding 3 is te zien hoe TPF op de website zijn voortgang en keuzes beschrijft.



Afbeelding 3: The Painting Fool beschrijft zijn maakproces op de TPF website.

6.2.2 Analyse van The Painting Fool

TPF genereert artefacten die beoordeeld kunnen worden. TPF vertoont exploratory creativity. TPF is in staat om meer te doen dan het combineren van bekende elementen op onbekende



manieren. Wanneer TPF op basis van nieuwsberichten collages maakt vertoont TPF combinational creativity.

De artefacten van TPF zijn ten delen te voorspellen omdat er toezicht is op de input waarop de artefacten gebaseerd gaan worden. Zo is TPF bijvoorbeeld gebruikt om 222 portretten te genereren van de hoofdrolspeelster in de film 'Le Fabuleux Destin d'Amélie Poulain' (zie afbeelding 3). Men kon niet precies voorspellen hoe deze portretten er precies uit zouden komen te zien, maar over de output waren van te voren een aantal dingen bekend. Men wist dat het portretten van Amélie zouden worden, dat er rekening zou worden gehouden met de emotie van de actrice en dat het er 222 zouden worden.

In de dimensie van nieuwheid kan TPF beter worden gecategoriseerd als psychologisch creatief dan historisch creatief omdat TPF niet de eerste automated painter is die waardevolle artefacten op deze manier genereert. Wel zijn de makers van TPF een van de eersten die het maakproces en het publiek hebben betrokken bij het ontwerp: "We are pioneering Computational Creativity approaches which adhere to principles designed to not only produce culturally valuable artefacts, but also to frame them in a way that makes them more interesting to audiences" (Colton, 2012). Bij TPF bestaat een dusdanig grote uitkomst ruimte dat de artefacten met een grote zekerheid nog nooit eerder zijn gegenereerd door TPF.

Er kan niet bij TPF worden vastgesteld of het genereren van artefacten in de twee aparte fases plaatsvindt. Er is te weinig gepubliceerd over de technische details van het programma om te kunnen vaststellen of er sprake is van een computationele variant van het bedenken van een idee en de vertaalslag naar de uitvoering.

De maker, in dit geval de software van TPF, vertoont de conditie vaardig. Het programma kan verschillende werktuigen simuleren, zoals kwasten, potloden, verf en canvassen. TPF kan ook een afbeelding op verschillende manieren segmenteren in verschillende regio's, en deze uitlijnen en inkleuren met deze verschillende tools. De programmeur heeft hierbij een essentiële rol, want die moet deze conditie implementeren. Ook het publiek draagt bij aan de perceptie van vaardigheid. Omdat TPF live kan weergeven hoe stroken het op een canvas worden zet, heeft het publiek een grotere waardering voor de vaardigheden van TPF.

TPF kan gebruik maken van software dat emotie herkent in gezichten op een afbeelding. Deze software genereert trefwoorden op basis waarvan TPF een aantal keuzes baseert bij het maken van een kunstwerk (Colton, 2008). Daarnaast heeft Coltons projectgroep de ruimte voor menselijke besluiten geminimaliseerd. TPF kan hierdoor zelfstandig afwegingen maken gegeven een bepaalde context. Dit simuleert de eigenschap van waardering in de software zelf. Door deze eigenschap won TPF de 'British Computer Society's Machine Intelligence prize' in 2007, wat een uitdrukking is van de conditie waardering bij de toeschouwers.

De TPF-projectgroep heeft ook geprobeerd het aspect fantasie te simuleren in TPF. "My imaginative behaviours involve the invention of visual objects and scenes that don't exist in reality. I have a number of ways that I can do this, involving generative techniques from Artificial Intelligence and Computer Graphics" (The Painting Fool, z.d.). Colton schrijft hierover dat deze toepassing niet de fantasie van het programma verbeterde, maar wel de menselijke perceptie ervan: "This added greatly to our perception of imagination in the system" (2008). Dit is echter een geïsoleerde vaardigheid van TPF die nog niet gebruikt wordt in combinatie met andere



vaardigheden van TPF zoals het baseren van keuzes op de (emotionele) context van afbeeldingen.

Het doel van de makers van TPF was om een automated painter te ontwerpen die afbeeldingen genereert die niet gemaakt hadden kunnen worden door mensen (Colton, 2008). De artefacten worden door toeschouwers mede vanwege de directe inzage in het maakproces getypeerd als computerkunst. TPF slaagt daarom niet voor de Turingtest van de beeldende kunst.

6.2.3 Resultaten van de beoordeling van TPF

	Aspect	Voldoet	Argument
1	Creatieve uiting	Ja	TPF genereert artefacten die beoordeeld kunnen worden.
2	Combinational creativity	Ja	TPF kan vertoont combinational creativity bij het maken van collages.
3	Exploratory creativity	Ja	TPF is in staat om meer te doen dan het combineren van bekende elementen op een onbekende manier.
4	Psychologisch creatief	Ja	Artefacten van TPF zijn met grote zekerheid niet eerder 'gezien' of gegenereerd door TPF.
5	Historisch creatief	Ja	Het is ten tijde van TPF niet nieuw dat computers kunst kunnen genereren. Wel zijn de makers van TPF als een van de eersten het maakproces hebben betrokken bij het ontwerp.
6	Verassend	Ja	TPF is verrassend hoewel men van te voren een aantal dingen weet over de artefacten die gegenereerd gaan worden.
7	Verbeelding	Nee	Dit kan (nog) niet worden vastgesteld
8	Maker is vaardig	Ja	TPF kan verschillende tools simuleren en afbeeldingen op verschillende manieren kan segmenteren, uitlijnen en inkleuren. Ook kan TPF live laten zien hoe hij te werk gaat, wat zorgt voor grotere waardering bij het publiek.
9	Maker is waardierend	Ja	TPF herkent emotie in afbeeldingen en maakt zelfstandig afwegingen. TPF won een prijs omdat toeschouwers deze eigenschap waardeerden.
10	Maker is fantasierijk	Ja	Een losstaande vaardigheid van TPF is het maken van visuele objecten en landschappen die niet bestaan. Dit verbeterde de menselijke perceptie van de eigenschap fantasierijk.
12	Turingtest	Nee	De artefacten worden door toeschouwers herkent als kunst dat niet door mensen gemaakt is.



7. Discussie

Zoals te zien is aan de resultaten van de beoordelingen van AARON (zie 6.1.3) en The Painting Fool (zie 6.2.3) voldoen beide implementaties aan bijna alle aspecten van creativiteit die opgenomen zijn in het beoordelingskader. Dit komt omdat een implementatie al voldoet aan een aspect wanneer het ook maar in de kleinste mate aanwezig is. Het theoretische kader heeft als tekortkoming dat het niet gebruikt kan worden om te bepalen in welke mate elk aspect aanwezig is. Om tot een 5 of 10-punts schaal te komen waarmee de mate per aspect kan worden vastgesteld is het noodzakelijk dat er afspraken worden gemaakt over de wijze waarop elk aspect gemeten moet worden. Zo zijn in het opgestelde beoordelingskader bijvoorbeeld Boden's definities van psychologisch en historisch creatief opgenomen als apart aspect, terwijl Boden (1990) niet heeft beweert dat deze aspecten allebei aanwezig moeten zijn om een computersysteem creatief te mogen verklaren. Misschien moeten deze twee losse aspecten vervangen worden door een enkel aspect 'nieuwheid' en moet de mate van nieuwheid afhangen van welke soort nieuwheid er sprake is.

In het opgestelde beoordelingskader is het aspect verbeelding opgenomen. Dit bleek in de algemene zin moeilijk vast te stellen bij computers. Iets kan een aspect van creativiteit zijn zonder dat dit zich (gemakkelijk) laat meten. Er moet dus gekeken worden of een aspect van creativiteit pas mag worden opgenomen in het beoordelingskader wanneer dit vastgesteld kan worden in computersystemen.

Het is ook interessant dat niet beide implementaties aan de Turingtest voldoen. Omdat TPF is gemaakt met als doel om kunst te genereren dat niet door mensen gemaakt had kunnen worden, zakt TPF dus voor de Turingtest. Blijkbaar hebben computers bij de Turingtest voor creativiteit altijd een nadeel ten opzichte van mensen aangezien zij hun maakproces niet kunnen onthullen zonder herkent te worden als computer. Volgens de Turingtest is een computer van menselijk-niveau creatief als de gegenereerde artefacten niet te onderscheiden zijn van artefacten die door mensen zijn gemaakt. Hierbij wordt impliciet de aanname gedaan dat artefacten die door mensen gemaakt zijn altijd creatief zijn. Echter, mensen doen ook vaak niet-creatieve uitingen. De Turingtest houdt hier geen rekening mee.

Het theoretisch beoordelingskader geeft geen ondergrens voor creativiteit in de vorm van een minimum aantal aspecten dat aanwezig moet zijn om creatief genoemd te mogen worden. Over een dergelijke ondergrens moet een afspraak gemaakt worden.



8. Conclusie

Op basis van het literatuuronderzoek is de conclusie dat creativiteit is bestudeerd, geanalyseerd, ontleed en gedocumenteerd maar een algemeen aanvaarde definitie voor het fenomeen is nog altijd niet gevonden. Een algemeen aanvaard beoordelingskader was eveneens niet gevonden. In deze scriptie is een aanzet tot een dergelijk beoordelingskader op basis van een literatuurstudie samengesteld en twee implementaties zijn aan de hand van dit beoordelingskader geanalyseerd.

Uit deze analyse blijkt beoordeling van creativiteit mogelijk, maar dit vereist heldere afspraken rondom aspecten van creativiteit. In deze scriptie is naar voren gekomen dat er afspraken moeten komen over op welke wijze gemeten moet worden in welk mate elk aspect aanwezig is in een implementatie van creativiteit in software. Ook moet een afspraak komen over de vraag of aspecten van creativiteit pas mogen worden opgenomen in het beoordelingskader wanneer deze vastgesteld kunnen worden in computersystemen. Ook moet er een afspraak worden gemaakt over het minimum aantal aspecten van creativiteit dat aanwezig moet zijn in een software implementatie om deze kunstmatig creatief te mogen noemen.

De hoofdvraag van deze scriptie was of met behulp van bestaande theorieën over creativiteit en de onderliggende concepten van de Turingtest is vast te stellen of een software programma creatief gedrag vertoont. Het antwoord op die vraag is ja. In deze scriptie zijn relevante aspecten van bestaande theorieën over creativiteit, waaronder de Turingtest en de definities van Colton en Boden, opgenomen in een theoretisch beoordelingskader (zie 5). Door het toepassen van dit beoordelingskader op twee implementaties van creativiteit in software is vastgesteld dat een dergelijk beoordelingskader kan worden gebruikt om vast te stellen aan welke aspecten van creativiteit een implementatie voldoet, en welke niet.

De twee geanalyseerde implementaties, AARON en The Painting Fool, voldoen aan bijna alle aspecten van creativiteit die waren opgenomen in het beoordelingskader (zie 6.1.3 en 6.2.3). De Turingtest bleek minder nuttig als indicator van creativiteit in software omdat het software bestempelt als niet-creatief wanneer er inzicht is in het maakproces (zie 6.2.2).

Een tekortkoming bleek dat het beoordelingskader slechts de aan- of afwezigheid per aspect vaststelde, niet de mate waarin dit aspect aanwezig was. Om de mate van creativiteit vast te stellen zouden er hanteerbare maatstaven moeten worden vastgesteld (zie 7).

8.1 Suggesties voor vervolgonderzoek

Met het theoretische kader dat is opgesteld in deze scriptie is onvoldoende vast te stellen in welke mate er sprake is van creativiteit in software. De gebruikte definities en gekozen aspecten waren dusdanig context afhankelijk dat het enkel kon aanduiden of het aspect aanwezig was, niet in welke mate. Om de mate te bepalen waarin deze aspecten aanwezig zijn is nadere definiëring van de aspecten nodig en moeten er hanteerbare maatstaven worden opgesteld. In een vervolgonderzoek zou kunnen worden gepoogd om het theoretische kader dat is opgesteld



in deze scriptie te verrijken met maatstaven, bijvoorbeeld in de vorm van een 5 of 10-punts schaal. Deze toevoeging is nuttig omdat software ontwikkelaars op het gebied van computationele creativiteit hiermee de mate van creativiteit in hun implementaties nauwkeuriger kunnen beoordelen en daarom doelmatiger te werk kunnen gaan.

Ook zouden implementaties in andere domeinen dan beeldende kunst geanalyseerd kunnen worden met het theoretisch beoordelingskader dat in deze scriptie is opgesteld om vast te stellen of een dergelijk kader van toepassing kan zijn op meerdere domeinen van creativiteit. Het zou praktisch zijn als een beoordelingskader voor creativiteit in software toepasbaar zou zijn op meerdere domeinen van creativiteit.

Een aantal aspecten van creativiteit waren niet zichtbaar omdat de technische details van de software programma's niet gepubliceerd zijn. In een vervolgonderzoek zou in samenwerking met software ontwikkelaars onderzocht kunnen worden of de technische details van creatieve programma's deze aspecten zichtbaar kunnen maken. Indien dit mogelijk is kunnen ook de onderliggende aspecten van het maakproces beoordeeld worden. Het beoordelingskader zou hierdoor effectiever ingezet kunnen worden.

Tenslotte is het belangrijk dat er onderzocht wordt waarom en hoe mensen bepaalde artefacten waarderen. Zolang dit niet duidelijk is, blijft het moeilijk om creativiteit te implementeren in software. *"[...] I don't know what makes [images] special and don't know how to describe what it is in computational terms. the limitation is my own, not the program's"* (Cohen, 2012).i



Literatuur

- Adobe (2014, 24 september) *Media Alert: Does Creativity Matter? Adobe Research Shows Dramatic Impact on Business Results*. Geraadpleegd van <https://news.adobe.com/press-release/adobe-creative-cloud-dps/media-alert-does-creativity-matter-adobe-research-shows>
- Adobe (2012, 23 april) *Study Reveals Global Creativity Gap*. Geraadpleegd van <https://www.adobe.com/aboutadobe/pressroom/pressreleases/201204/042312AdobeGlobalCreativityStudy.html>
- Boden, M. A. (1990). *the creative mind: myths and mechanisms* (2e ed.). New York, USA: Routledge.
- Boden, M. A. (2009). *Conceptual Spaces*. In *Milieus of Creativity* (pp. 235–243). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9877-2_13
- Boden, M. A. (Red.). (2010). *Creativity and Art: Three Roads to Surprise*. Oxford, Groot-Brittannië: Oxford University Press.
- Braman J., Vincenti G. & Trajkovski G. (2009). *The Handbook of Research on Computational Arts and Creative Informatics* in *Memory Association Machine*. (pp.213-232). IGI Global
- Cohen, H. (2012). *Evaluation of Creative Aesthetics*. In J. McCormack (Ed.), *Computers and Creativity*. (pp. 95-111). New York, USA: Springer Science & Business Media.
- Colton, S. (2008). *Creativity Versus the Perception of Creativity in Computational Systems*. London: Imperial College
- Colton, S. (2012). *The Painting Fool: Stories from building an Automated painter*. In J. McCormack (Ed.), *Computers and Creativity*. (pp. 3-38). New York, USA: Springer Science & Business Media.
- Dippo, C. (2013). *Evaluating The Alternative Uses Test of Creativity*. University of Wisconsin La Crosse
- Gammon, M. (1997). *Exemplary Originality: Kant on Genius and Imitation* in *Journal of the History of Philosophy* 35(4), (pp. 563-592). Johns Hopkins University Press.
- Gaut, B. (2010). *The Philosophy of Creativity*. In *Philosophy Compass*, University of St Andrews.



- Gaut, B., & Kieran, M. (2018). *Creativity and Philosophy*. New York, USA: Routledge.
- Krausz, M., Dutton, D., & Bardsley, K. (Eds.). (2009). *The idea of creativity*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Lubart, T., Zenasni, F. & Barbot, B. (2013). *Creative Potential and its Measurement*. Yale University, USA
- McCormack, J., & D'Inverno, M. (2012). *Computers and Creativity*. New York, USA: Springer Science & Business Media.
- Mols, B. (2018, 26 april). Is de volgende Mozart nog een mens? Geraadpleegd van <https://www.eoswetenschap.eu/technologie/de-volgende-mozart-nog-een-mens>
- Nake, F. (2012). *Information Aesthetics: An heroic experiment*. In Journal of Mathematics and the Arts, DOI: 10.1080/17513472.2012.679458
- Nake, F. (2012). *Construction and Intuition: Creativity in Early Computer Art*. In J. McCormack (Ed.), *Computers and Creativity*. (pp. 61-94). New York, USA: Springer Science & Business Media.
- Picciuto, E. & Carruthers, P. (2014) *The Origins of Creativity*. In E. Paul & S. Kaufman (eds.), *The Philosophy of Creativity*. Oxford University Press
- The Painting Fool (z.d.). *About me*. Geraadpleegd van <http://www.thepaintingfool.com/about/>
- Turing, A.M. (1950). *Computing Machinery and Intelligence*. *Mind*, 59, 433-460.