

Kunstmatige Kunst

Prof.Dr.Ir. Remko Scha, Institute for Logic, Language & Computation, UvA, Institute for Artificial Art Amsterdam (scha@iaaa.nl)

Om de beeldende kunst te willen automatiseren lijkt misschien absurd, maar het is al eens eerder vertoond. Het is nu meer dan honderdvijftig jaar geleden, dat de mimetische schilderkunst gemechaniseerd werd door de uitvinding van de fotografie. De fijnschilders werden toen in één klap voorbijgestreefd — niet door een nauwkeurige simulatie van hun overwegingen en methodes, maar door een technisch apparaat dat hun *input-output*-functionaliteit op een volkomen rechtstreekse manier tot stand bracht, zonder de omweg van de menselijke cognitie.

Fotografie is nu erkend als een eigenstandige kunstvorm. Maar het handmatig, ambachtelijk schilderen is intussen niet van de aardbodem verdwenen. Integendeel: de schilderkunst heeft in de eerste helft van de twintigste eeuw een grote bloei doorge-

Prof.Dr.Ir. Remko Scha is hoogleraar in de computationele linguïstiek aan de UvA. Hij werkt voor het ILLC (het Institute for Logic, Language and Computation), alsmede voor het Department of Computational Linguistics. Daarnaast is hij secretaris van de IAAA, wat staat voor Institute for Artificial Art Amsterdam. Dit is een organisatie die zich tot doel heeft gesteld om de productie van kunst volledig te automatiseren. Tevens behoort prof. Scha tot het bachelorteam van zowel de opleiding Kunstmatige Intelligentie als de opleiding Taalwetenschap, beiden eveneens aan de UvA.

“Automation is a way of making things easy. Automation just gives you something to do.”

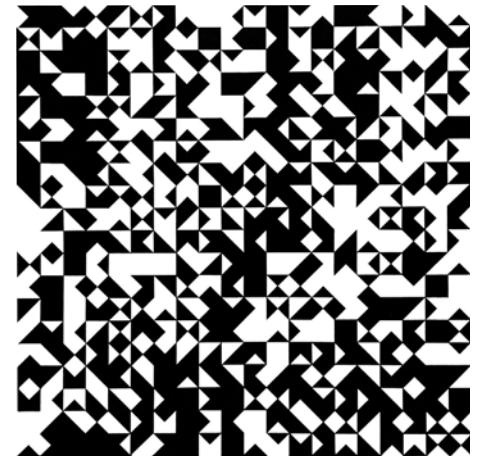
–Andy Warhol, 1968

maakt, en ook een dramatische ontwikkeling. Allerlei vormen van zuiver abstracte beeldende kunst zijn in deze periode voor het eerst ontwikkeld. Zal het lot van die abstracte kunst nu bezegeld worden door de algoritmische beeldgeneratie? Gaat de rekenmachine binnenkort net zo'n rol spelen in de kunstgeschiedenis als het fototoestel een eeuw geleden?

Visuele concepten

Door middel van een computerprogramma kan een kunstenaar in één keer een zeer grote klasse van kunstwerken definiëren, in plaats van ze één voor één te maken. Het nadeel is, dat er geen aandacht geschonken kan worden aan allerlei detaileigenschappen van de individuele werken; maar voor een kunstenaar die geïnteresseerd is in toeval of in wiskunde, en die de subjectieve component van zijn werk wil minimaliseren, wordt dit nadeel juist een voordeel. Het werk van de kunstenaar verschuift naar een hoger abstractieniveau.

Dit soort “metakunst” wordt werd rond 1960 voor het eerst



Toevallige verdeling van driehoeken volgens de even en oneven cijfers van een telefoonboek (Morellet, 1958)

op meer dan incidentele schaal gepraktiseerd. Verschillende kunstenaars gingen toen series van visuele beelden ontwerpen die allemaal gebaseerd waren op hetzelfde formele principe. Bijvoorbeeld: een aantal lijnen of punten op verschillende manieren toevallig over het vlak verdeeld; verschillende toevallige invullingen van een vierkantsraster; verschillende bundels van lijnen door één punt, etc. Pioniers op dit gebied waren o.m. François Morellet, Herman de Vries en Frieder Nake. Het vroegste werk van dit soort werd nog gemaakt met dobbelsteen en liniaal; al gauw werd steeds vaker de computer ingezet.

In dit werk worden visuele concepten geëxploreerd die nu uit het repertoire van de algoritmische kunst niet meer weg te denken zijn. We zien ze letterlijk terug in veel hedendaagse *screensavers*, *Dj/Vj*-algoritmes, en online *Flash-art*. Maar voor de onderzoeksagenda van de kunstautomatisering gaat het hier slechts om oefeningen: de visuele en conceptuele complexiteiten van de meeste kunstvormen worden hier (geheel opzettelijk) niet eens onder ogen gezien.

“Ästhetik ist eine spezielle Art der Datenverarbeitung und deswegen ein Teilgebiet der Informatik.”

–Frieder Nake, 1974

Stijlsimulaties

Als je bij de meesters van de abstracte kunst kijkt naar een bepaalde periode uit hun oeuvre, dan zie je meestal sterke overeenkomsten tussen de verschillende schilderijen. Daardoor is het heel makkelijk om je allerlei interpolaties, extrapolaties, variaties en generalisaties van die schilderijen voor te stellen. De gerealiseerde werken lijken een oneindig grote verzameling

mogelijke, maar niet gerealiseerde werken te impliceren: een “stijl”. Maar die stijl kan zeer complex zijn, ligt niet eenduidig vast, en is slechts impliciet bekend. Het is dus interessant om een algoritme te maken dat zo’n oneindige verzameling schilderijen op een expliciete, mathematische manier definieert.

Pogingen om zo iets te doen maken vaak gebruik van de *shape grammars* van Stiny & Gips (1978). Het gaat hier om een curieuze generalisatie van de herschrijfgamma’s uit de *Chomskyaanse* taalkunde: in plaats van discrete symbolen worden er beeldelementen herschreven. Zo kun je dan verantwoorden hoe een vorm uit deelvormen is opgebouwd (en die weer uit kleinere deelvormen, en zo verder), of hoe een vlak is onderverdeeld in vlakken die op hun beurt weer verdeeld zijn, en zo verder. Met deze techniek heeft men geprobeerd stijlen van o.a. Mirò, Klee en Diebenkorn te beschrijven.

Nieuwe stijlen

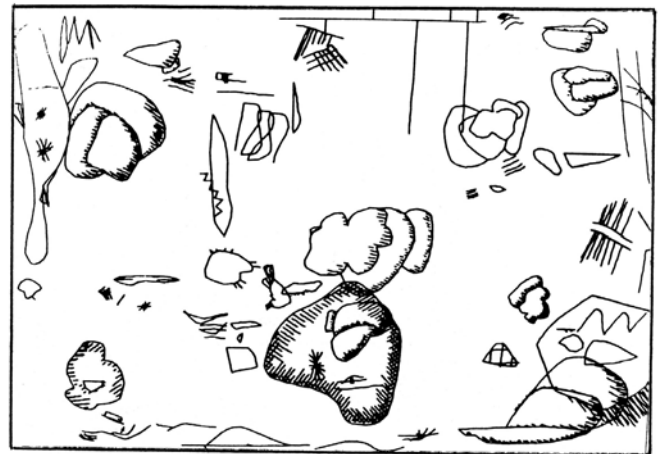
Om niet een bestaande stijl na te bouwen, maar een nieuwe uit te vinden, is tegelijk makkelijker (geen harde randvoorwaarden) en interessanter (we krijgen iets nieuws te zien, in plaats van een slap aftreksel van wat we al kennen). Dit is de weg waar de Brits-Amerikaanse kunstenaar Harold Cohen voor koos. Hij schreef in de zeventiger jaren de eerste versie van het programma AARON, dat COBRA-achtige tekeningen maakt. AARON’s heel eigen stijl van tekenen ontstaat doordat zijn tekenrobotje fouten maakt die dan door tegenkoppeling gecorrigeerd worden.

Cohen beroept zich expliciet op de Kunstmatige Intelligentie. Zijn programma’s kennen een non-triviaal repertoire van verschillende soorten objecten, en combineren die op een “intelligente” manier, rekening houdend met topologische en geometrische *constraints*. Ze zijn geïmplementeerd d.m.v. batterijen *production rules*. AARON’s stijl heeft iets menselijks, en het programma heeft ook het eerste stukje van een mensachtige ontwikkeling doorgemaakt: de eerste versie maakte abstracte kindertekeningen, terwijl de latere versies min of meer realistische mensen gingen tekenen, in het bos of in de huiskamer (cf. Cohen 1979, 1988; McCorduck 1990).

Alle mogelijke beelden

Alle tot nu toe vermelde programma’s belichamen één zeer smal gedefinieerde stijl. Maar er is geen enkele reden om daarmee tevreden te zijn. Want een nieuwe stijl definiëren is in zekere zin net zo subjectief en willekeurig als een nieuw schilderij. De aardigheid van de algoritmische beeldgeneratie is de abstractie. Beeldgeneratiealgoritmes zijn dus interessanter naarmate ze een abstractere, meer omvattende superstijl belichamen.

Zodra we dit onder ogen zien, doemt onvermijdelijk het ideaal op van het systeem dat alle stijlen in hun onderlinge samenhang omvat. Dan gaat het niet langer om een programmaatje dat (ondanks alles) de subjectieve keuze van de kunstenaar/programmeur belichaamt, maar om de implementatie van een



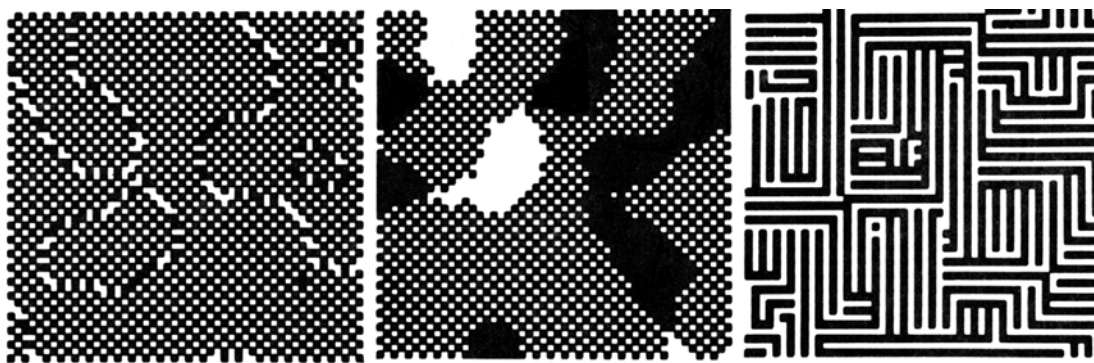
Tekening van Harold Cohen's programma AARON
(Cohen, 1979)

theorie. De visuele resultaten zijn dan de “demo” van een wetenschappelijk onderzoeksproject. De kunst wordt dus in zekere zin opgeheven (gaat op in de wetenschap). Tegelijkertijd wordt het ultieme postmoderne kunstwerk gerealiseerd: het systeem dat zonder keuzes te maken, een maximale diversiteit van beelden en stijlen laat zien.

Dit is natuurlijk makkelijker gezegd dan gedaan. De theorie die hiervoor nodig is, is een formele theorie over de waarneming, en die bestaat voorlopig nog niet. Daarop vooruitlopend heb ik het programma Artificial ontwikkeld (Scha 1988; Van Weelden 1994). Dit programma gebruikt een beeldbeschrijfstal met een uitgebreid repertoire van elementen en operatoren, die corresponderen met geparametriseerde tekenmethodes, ordeningsprincipes, vlakverdelingsprincipes en beeldtransformaties. Een individueel beeld wordt beschreven door een algebraïsche expressie waarin die elementen en operaties op een bepaalde manier gecombineerd worden. Een “stijl” is dan een samenhangende klasse van zulke expressies. Zo’n klasse kan gedefinieerd worden door het repertoire van operatoren, elementen en parameterinstellingen in te perken, of door een verzameling varianten van een specifieke expressie te genereren.

Het repertoire van operaties van Artificial is groot maar lang niet volledig, en de onderlinge samenhang tussen de verschillende operaties (en hun parameterinstellingen) is niet altijd expliciet zichtbaar in de gebruikte “beeldbeschrijvingsalgebra”. De metastijl van het programma heeft daardoor aanwijsbare beperkingen, en veel stilistische mogelijkheden worden ondanks alles buitengesloten. Er is nu een aparte onderzoekslijn opgezet die tot doel heeft om de stijlnotie goed onder controle te krijgen. Dit onderzoek voorziet zich van empirische data en van commerciële toepassingsmogelijkheden, door zich in eerste instantie te richten op de ondersteuning van het ontwerp van huisstijlen voor grote bedrijven (De Bruin & Scha, 1998).

Zoals gezegd, zullen degelijkere implementaties van het Artificial-idee gestoeld moeten zijn op empirisch valide theorieën over de visuele waarneming. Het gaat daarbij niet alleen om het vermogen contouren te herkennen en objecten en texturen te classificeren. Het gaat vooral ook om de waarneming van



Kristalstructuren (Meertens en Geurts, 1970)

structuur: *Gestalt*-perceptie. Psychologen als Wertheimer (1923) hebben over dit onderwerp al zinnige gedachten geformuleerd, maar nog geen mathematische modellen. Leeuwenberg (1971) initieerde inspirerend onderzoek betreffende de formalisering van deze ideeën. Leeuwenberg's modellen gebruiken een beeldbeschrijvingstaal met operatoren voor symmetrie en herhaling, en zoeken dan voor elk inputpatroon de kortst mogelijke beschrijving. Deze modellen lijken redelijk adequaat voor zuiver lineaire structuren; om ze algemener toepasbaar te maken vereist nog een lang onderzoekstraject. In Dastani & Scha (2003) maken we daar een begin mee.

Emergentie

Als de gebruikte beeldbeschrijvingstaal voldoende rijk is, kan het zojuist geschetste beeldgeneratieprogramma *output* opleveren die voor de onbevange beschouwer onverwacht lijkt. Maar

als het goed is, werd die *output* in zekere zin door de ontwerpers van het programma weldegelijk voorzien. Het programma doet alleen combinatoriek; de perceptueel relevante elementen zijn tevoren gegeven. Als het programma "toevallige" beslissingen neemt, is dat alleen om steekproeven te trekken uit een reeds gedefinieerde ruimte van mogelijkheden. (Een soortgelijke situatie doet zich voor bij een zinsgeneratieprogramma met een complexe grammatica en een groot lexicon.)

Het is een bekend cliché dat deze situatie niet te vermijden is: "de computer doet alleen wat de programmeur hem opdraagt; hij kan dus geen onverwacht gedrag vertonen". Maar zoals zoveel clichés, is dit gewoon onjuist. We weten maar al te goed, bijvoorbeeld, dat een programmeur zich kan *vergissen* in wat zijn programma werkelijk behelst. Dat kan tot gevolg hebben dat het helemaal niks doet of *crasht*, maar bij beeldgeneratieprogramma's kan het tot onverwachte *output* leiden. Het kunstenaarsduo JODI heeft zich een tijdlang intensief bezighouden met het *input-output*-gedrag van falende software; en in de herziene versie van Benoît Mandelbrot's beroemde boek over fractale structuren vinden we, onder de titel *The Computer "Bug" as Artist*, een mooie maar onbegrijpelijke afbeelding die gegenereerd werd door een foutieve versie van een van zijn programma's.

De Amerikaanse wiskundige George David Birkhoff deed in 1928 de eerste pogingen om de schoonheidsopvatting te kwantificeren.

de herhaalde interactie van lokale processen waarin die vormen op geen enkele manier gecodeerd lijken te zijn. De natuur is vol van vormen die op die manier ontstaan zijn.

Computersimulaties van emergentieprocessen vormen sinds de jaren zeventig een belangrijke inspiratiebron voor de algoritmische kunst. Dit begon met de *cellulaire automaten* uit de theoretische informatica: vierkantsrasters waarin de cellen van kleur veranderen, volgens eenvoudige regeltjes die slechts kijken naar de kleuren van de burens van de betreffende cel. Het artistiek gebruik van cellulaire automaten heeft in Nederland een lange traditie: Lambert Meertens & Leo Geurts ("Kristalstructuren", 1970); Peter Struycken ("FIELDS", 1979/1980); Driessens & Verstappen ("IMA Traveller", 1998/1999). De cellulaire automaten waren een vroeg voorbeeld van wat later *Artificial Life* is gaan heten: extreem gestileerde biologische computermodellen die, ook als ze biologisch tekortschieten, visueel heel suggestief kunnen zijn.

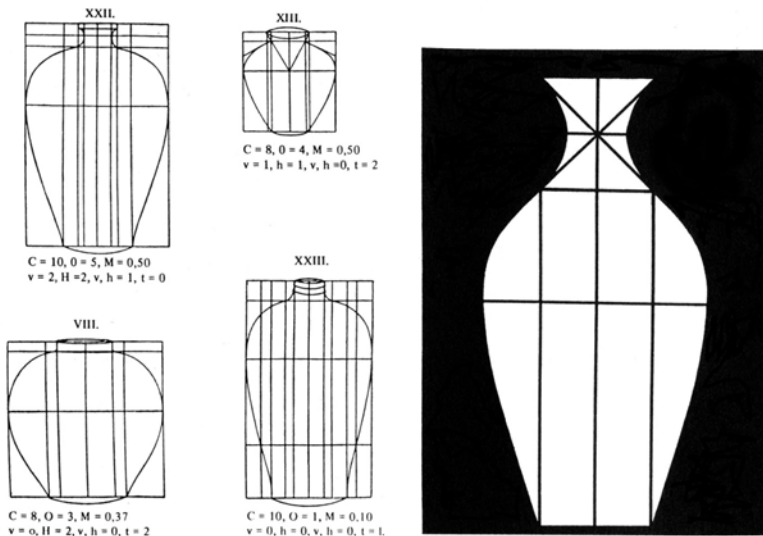
Maar kansen op echte verrassingen kunnen ook op een meer systematische manier geëxploreerd worden, door te mikken op het verschijnsel emergentie: vormen kunnen spontaan ontstaan door

Schoonheid Formaliseren

Ik heb het lastigste onderwerp voor het laatst bewaard: de schoonheid. Het schoonheidsbegrip is raadselachtig, en lijkt moeilijk formaliseerbaar. Voor sommigen behoort het tot de wezenskenmerken van de kunst, anderen vinden het irrelevant. (Veel kunstenaars lijken lelijkheid na te streven.)

Het idee dat schoonheid een essentieel mathematische eigenschap is, is bijna net zo oud als de wiskunde zelf. Schoonheid wordt dan gelijkgesteld met harmonie: de observatie van *self-similarities*, symmetrieën, en eenvoudige proporties. De Amerikaanse wiskundige George David Birkhoff deed in 1928 de eerste pogingen om deze schoonheidsopvatting te kwantificeren. Hij definieerde het begrip Esthetische Maat (M) als het quotiënt van Orde (O) en Complexiteit (C): $M = O/C$. De Complexiteit is daarbij grofweg het aantal elementen waaruit een beeld is samengesteld; De Orde is een maat voor het aantal regelmatigheden dat in het beeld wordt aangetroffen.

Voor verschillende kunstgenres heeft Birkhoff specifieke regels aangegeven om Orde en Complexiteit daadwerkelijk te berekenen. Zo definieert hij voor veelhoeken de Complexiteit als het aantal zijden, en laat hij de getalwaarde voor Orde ondermeer afhangen van de aanwezigheid van verticale symmetrie, van puntsymmetrie, en van mechanische stabiliteit ten opzichte van



De "esthetische maat" van enkele vaasvormen en de "ideale vaas" volgens Birkhoff.

een imaginair horizontaal grondvlak. De hoogste scores gaan dus naar patronen met zo weinig mogelijk onderdelen en zoveel mogelijk symmetrie. Het vierkant komt als winnaar uit de bus.

Birkhoff's basisidee is plausibel: als we binnen een parametrisch bepaalde klasse van beelden de meest fraaie, bijzondere exemplaren willen opsporen, dan gaat het om singulariteiten in de ruimte van mogelijkheden, om beelden met een ongewone interne congruentie. Over de uitwerking valt uiteraard te twisten, en er zijn intussen ook allerlei varianten van Birkhoff's berekeningen voorgesteld. (Zie: Scha & Bod, 1993.) Het idee om een Birkhoff-achtig filter toe te passen op de output van een beeldgeneratieprogramma kan in elk geval op de agenda geplaatst worden. Wat het oplevert, kunnen we dan experimenteel vaststellen.

Evolutie

Het is uiteraard ook mogelijk om fraaie output na te streven zonder het schoonheidsbegrip te formaliseren. Vrijwel elk beeldgeneratieprogramma heeft talrijke instelbare parameters. Zo'n systeem kan dus makkelijk uitgebreid worden met een monitorcomponent die positieve en negatieve gebruikersoordelen verzamelt, en de parameterinstellingen zodanig bijstelt dat de output zich steeds meer gaat conformeren aan de gebruikersvoorkeuren.

Deze "evolutionaire benadering" is erg populair. Maar hij is intellectueel onbevredigend: de vraag naar de aard van het selectie criterium blijft onbeantwoord. En in de praktijk werkt het ook niet. Bij alle programma's die ik totnutoe gezien heb, wordt de stijl en het esthetische karakter van de output vrijwel volledig bepaald door de beeldbeschrijvingstaal en de basisoperaties; keuzes binnen die ruimte van mogelijkheden doen daar dan weinig meer aan toe of af.

Besluit

De kwaliteit van een automatisch beeldgeneratieprogramma hangt dus eerst en vooral af van de kwaliteit van de gebruikte beeldbeschrijvingstaal. En die wordt op zijn beurt bepaald door de mate waarin de elementen en operaties van die taal gerela-

teerd zijn aan de processen van de menselijke waarneming. Alle bestaande beeldgeneratiesystemen schieten schromelijk te kort op dit punt.

De hamvraag is: hoe beschrijf je de waargenomen structuur van een waargenomen beeld? Als we daar ooit adequate formele theorie over ontwikkelen, krijgen we een fantastische toverlantaarn op de koop toe. (Kandinsky's droom: de waarneming die zelf zichtbaar wordt.) Ø

Literatuur

- G.D. Birkhoff: *Collected Mathematical Papers*, New York: American Mathematical Society, 1950.
- Jos de Bruin and Remko Scha: "A Republic of Information Designers." *Proceedings of Vision Plus 4*, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 1998, pp. 14-25.
- Cohen, H. (1979) 'What is an image?' *Proceedings International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Tokio, 1028-1057.
- Cohen, H. (1988) 'How to Draw Three People in a Botanical Garden'. In: *Proceedings AAAI-88*.
- Dastani, M. en R. Scha (2003) 'Languages for Gestalts of Line Patterns'. *Journal of Mathematical Psychology*, nr. 47, 429-449.
- Geurts, L.J.M. (1973) *Kristalstructuren, een experiment in computerkunst*. Amsterdam: Stichting Mathematisch Centrum.
- E.L.J. Leeuwenberg: "A Perceptual Coding Language for Visual and Auditory Patterns." *Am. J. Psychology*, 84 (1971).
- Gerard Malanga: "Andy Warhol on Automation: An Interview." *Chelsea 18* (1968), pp. 83-86.
- Benoit B. Mandelbrot: *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W.H. Freeman, 1982.
- McCorduck, P. (1991) *Aaron's Code: Meta-Art, Artificial Intelligence, and the Work of Harold Cohen*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Frieder Nake: *Ästhetik als Informationsverarbeitung*. Vienna/New York: Springer Verlag, 1974
- Remko Scha (1988) 'Artificiële Kunst'. *Informatie en Informatiebeleid*, jrg 6, nr. 4, 73-80.
- Remko Scha en Rens Bod: "Computationale Esthetica." *Informatie en Informatiebeleid* 11, 1 (1993), pp. 54-63.
- Stiny, G. and J. Gips (1978) *Algorithmic Aesthetics*. Berkeley: University of California Press.
- Struycken, P. (1980) *Structuur – Elementen 1969-1980*. Rotterdam: Museum Boymans-van Beuningen.
- Weelden, D. van (1994) 'Remko Scha. Een ideaal, een naam, een verkenners'. *Perspektief*, nr. 47/48, pp. 42-51.
- Max Wertheimer: "Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. II." *Psychologische Forschung* 4, 1 (1923), pp. 301-350.