

# De Kunstherkenner

Prof. Dr. Jaap van den Herik, IKAT, Universiteit Maastricht  
Prof. Dr. Eric Postma, IKAT, Universiteit Maastricht

In de Nederlandse AI-onderzoekswereld hebben twee vragen in de afgelopen 25 jaar veel aandacht gekregen: ‘Kunnen computers schaken?’ (1975-1997) en ‘Kunnen computers rechtspreken?’ (1991-heden). Omstreeks 1998 kwam daar de vraag bij: Kunnen computers kunst herkennen? Deze vraag is even eenvoudig als doeltreffend. Het is een geweldige onderzoeksvraag, die in het verlengde ligt van de eerste twee vragen.

Duidelijk is dat er sprake is van een ‘paradigm shift’. Bij schaken en rechtspreken (het beoordelen van op schrift gestelde casussen) gaat het om cognitie (weten, kennen, leren). Bij kunst gaat het om beelden, om percepties (zien, waarnemen, begrijpen).

Het begin is eenvoudig en al vele malen verteld. Het is gebaseerd op een jarenlange samenwerking tussen Postma en Van den Herik. Postma deed promotieonderzoek naar het herkennen van beelden (visual attention) en promoveerde in 1994 bij Van den Herik. Daarna ging het onderzoek verder tot Postma op een dag over zijn museumbezoek begon te praten. Hij was onder de indruk, had mooie beelden en schilderijen gezien. Prachtig. Hij wist echter niet meer door wie deze kunst gemaakt was. Toen kwamen we op het idee dat een computer dat zou kunnen onthouden. Sterker nog, een computer zou ze kunnen herkennen als hij ze zag. Monet, Manet, Seurat, Pissarro, Cézanne, Gauguin, Van Gogh en ga zo maar door. We bedachten dat dit een fantastisch onderzoeksdoel was: karakteriseer de stijl van een schilder. Pas later kwam de vraag op: zou je een echte Van Gogh van een valse kunnen onderscheiden? En nog later: zijn de Zonnebloemen die in het bezit zijn van Yasuda van Van Gogh of van iemand anders?”

## Afstudeerproject

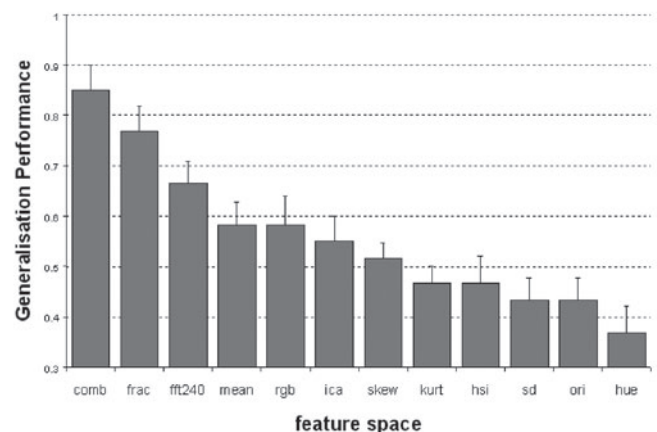
We begonnen eenvoudig met afstudeerprojecten en kleine projecttaken voor studenten. Belangrijke kenmerken van de schilderijen waren: de penseelstreek, het kleurgebruik, en de compositie. Het bleek dat ieder eenvoudig leeralgoritme geschikt is om deze classificatietask naar behoren uit te voeren. Met ‘naar behoren’ bedoelen we hier dat de eerste resultaten van het classificatiealgoritme (6 verschillende schilders, 30 schilderijen in de trainingsfase) al duidelijk boven het kansniveau van 16.6% lagen. Met het verfijnen van de technieken en de kennis die nodig is om in de pixels structuren te ontdekken, wisten we redelijk

**Kunst is een belangrijk onderdeel van ons culturele erfgoed. Computers worden tegenwoordig ingezet om dat erfgoed op ruime schaal te digitaliseren. In dit artikel behandelen we de vraag: hoe kunnen computers op intelligente wijze omgaan met digitale informatie? Daaraan verbonden zijn de volgende vier intrigerende onderzoeksvragen: Kunnen computers echt van vals onderscheiden? Kunnen computers het werk van een kunstenaar chronologisch ordenen? Kunnen computers interpretaties geven aan kunstwerken? Kunnen computers een esthetisch verantwoord oordeel geven over kunstwerken? Deze vier vragen zijn alleen bedoeld om onderzoeksrichtingen aan te geven. Zij worden in dit artikel besproken, maar niet beantwoord. Het zijn vragen voor de komende generatie onderzoekers.**

snel boven de 80% correcte antwoorden te komen. Maar zoals iedere onderzoeker weet, daarna wordt het moeilijk. Om de gedachten te bepalen schetsen we hieronder in het kort onze aanpak.

Op basis van algemene domeinkennis wordt een aantal kenmerken geselecteerd. In ons geval kozen we voor de kenmerken kleur (pigment) en textuur (penseelstreek). Het vermoeden was dat iedere schilder gebruik maakt van een unieke combinatie van kleuren en penseelstreken. Daarom werden verschillende digitale representaties van deze twee kenmerken gebruikt voor de automatische herkenning. Voor het kenmerk kleur werden bijvoorbeeld de standaard

RGB (red, green, blue) representatie, en de HSI (hue, saturation, intensity) representatie onderzocht. Voor het kenmerk textuur werden verschillende representaties onderzocht, waaronder Fourier coëfficiënten, de fractale dimensie, de oriëntatie (ori) en een aantal statistische maten. Met een leeralgoritme werd bepaald welke kenmerkrepresentaties de beste prestaties opleverden. Figuur 1 toont een overzicht van de aldus verkregen resultaten. De prestatie is uitgedrukt in het generaliserend vermogen (generalisation performance) en is het aantal correct geclassificeerde ongeziene schilderijen. Uit het figuur blijkt dat de Fourier coëfficiënten (fft240) en fractale dimensie (frac) een goede prestatie opleveren. De combinatie (comb) van deze textuurrepresentaties levert de beste prestatie op. In later onderzoek zijn we er in geslaagd een prestatie van 0.95 te verkrijgen. Verdere verbetering was niet mogelijk door de gebrekkige kwaliteit van de digitale reproducties van de schilderijen.



Figuur 1 Generaliserend vermogen (generalisation performance) voor verschillende kenmerkrepresentaties (feature spaces).

## Herman Brood

De publicaties over onze methoden brachten ons niet alleen in contact met het Van Gogh Museum, het Rijksmuseum en Ernst van de Weetering (Rembrandt-kenner bij uitstek), maar ook met diverse mensen die nog een schilderij op zolder gevonden hadden en van wie de opa nog gewerkt had als knecht bij de buurman van de ouders van Van Gogh. Daarnaast ontvingen wij een nieuwe uitdaging van het tv-programma *Hoe?Zo!* De vraag was of we ook een computerprogramma konden maken dat 'valse Broden' van 'echte Broden' zou kunnen onderscheiden. Dat was een slag moeilijker want Herman Brood maakte zijn schilderijen met behulp van spuitbussen. We konden dus alleen maar gebruik maken van kleuren en compositie. De penseelstreek was geen karakteristiek die ons verder zou kunnen brengen. Intussen hadden wij als oio (onderzoeker in opleiding; later promovendus genoemd) Igor Berezhnoy in dienst van het project *Authentic*. Hij zag de uitdaging wel zitten en wist in iets meer dan twee maanden een programma te schrijven dat 28 van de 30 echte en valse Herman Brood schilderijen correct wist te classificeren. Figuur 2 toont een voorbeeld van een echte en een valse Herman Brood.



Figuur 2 Een echte Herman Brood (boven) en een valse Herman Brood (onder).

## Het ToKeN-project

Het kunstherkennersproject bleef niet tot Limburg beperkt. Door de samenwerking met het Rijksmuseum en het Van Gogh museum was ook NWO (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek) geïnteresseerd geraakt in onderzoek op het gebied van cultuur en educatie. Derhalve werd er ruime aandacht ingeruimd voor dit onderwerp in het programma ToKeN (Toegankelijkheid en Kennisonsluiting in Nederland). Binnen ToKeN participeert Maastricht met Delft, Groningen, Tilburg, Nijmegen en Amsterdam in vier projecten, te weten I2RP, Eidetic, Authentic, en VindIT.

## Verbreding en verdieping

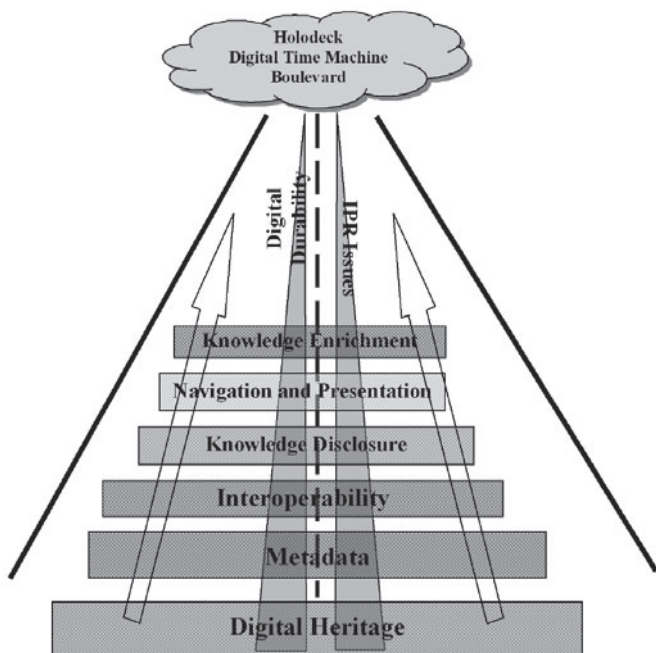
De invloed van het ICT-onderzoek op het cultureel erfgoed is de afgelopen tien jaar vooral merkbaar geweest op het gebied van dienstverlening. Het betreft veelal het automatiseren en in sommige gevallen 'intelligentiseren' van de dienstverlening. Daarbij gaat het om opzoekfuncties, het geven van relevante informatie en het leggen van eenvoudige verbanden. Wereldwijd zijn er diverse projecten met een hoger ambitieniveau en ook in Nederland heeft NWO een speerpunt gemaakt van dit onderzoeksgebied in het programma CATCH (Continuous Access To Cultural Heritage). Dit betekent dat het traject van de dienstverlening wordt ingeruild voor zelfstandig onderzoek, waarbij het cultureel erfgoed optreedt als technology pull. (Let op, dit is in tegenstelling tot de gebruikelijke vrije verspreiding van onderzoekresultaten, die immers technology-push georiënteerd is).

## Indeling

Een nadere beschouwing van de terreinen waarop het cultureel erfgoed behoefte heeft aan ICT-onderzoekresultaten leidt automatisch tot de indeling die gebruikelijk is bij het cultureel erfgoed, te weten: musea, bibliotheken, archieven, monumenten en archeologie. Elk van deze gebieden heeft zijn specifieke wensen en informatiebehoeften, maar vanuit de ICT-/Informaticazijde zijn er diverse technieken die overeenkomen (zie verderop). De domeinkennis is evenwel nadrukkelijk verschillend.

In een poging de diverse onderzoeksgebieden te structureren heeft het NWO-consortium in een eerder verband een roadmap ontwikkeld die bestaat uit vijf onderscheiden onderzoeksgebieden, die geflankeerd worden door twee multidisciplinaire gebieden. In Figuur 3 tonen we de roadmap.

De uitgangssituatie is het aanwezige gedigitaliseerde culturele erfgoed. De digitalisering hebben plaatsgevonden in de afgelopen tien jaar en zullen ook verder voortgaan. De verwachting is dat zeker de komende tien jaar nog nodig zijn om het gehele culturele erfgoed – namelijk dat gedeelte dat in aanmerking komt daarvoor – gedigitaliseerd zal zijn. We merken daarbij op dat er over een periode van twintig jaar een verschil waarneembaar zal zijn in de kwaliteit van het gedigitaliseerde. Het zij zo.



Figuur 3 De onderzoeks roadmap

## De onderzoeksgebieden

Voor dit moment gaan wij uit van de gegeven digitalisering. Hieronder bespreken we (kort) de zeven onderzoeksgebieden, te weten: metadata, interoperabiliteit, kennisontsluiting, navigatie en personalisatie, kennisverrijking, digitale duurzaamheid en intellectuele eigendomsrechten.

### Metadata

Metadata zijn nodig om de data te beschrijven. Zij kunnen bestaan uit begrippen die de inhoud karakteriseren; zij kunnen ook over de inhoud gaan, dat wil zeggen dat ze iets over de kunstenaar zeggen, over de plaats waar het kunstwerk ontstaan is, etc. Ook zijn metadata denkbaar die iets over de stroming zeggen waartoe de kunstenaar behoort. Metadata kunnen gezien worden als de richtingsborden in het labirint dat Internet heet.

Metadata worden opgebouwd vanuit een ontologie, dat is een verzameling van basisbegrippen van waaruit de noties, concepten en aanduidingen waarvan metadata zich bedienen worden opgebouwd. Een dergelijke ontologie is als het ware het basiswoordenboek voor de beschrijving van een kunstverzameling.

In de afgelopen jaren hebben veel conservatoren van kunstverzamelingen een eigen verzameling metadata opgebouwd, die in het gunstigste geval gebaseerd is op een eigen ontologie. De uitdagende taak voor onderzoekers op dit gebied is: afbeeldingen van de ene ontologie op de andere ontologie maken, zodat kunstcollecties die gebaseerd zijn op verschillende ontologieën toch op relevante wijze informatie en kennis kunnen uitwisselen. Dit is in zekere zin het fundamentele informatica/ICT-onderzoek van de combinatie ICT/cultureel erfgoed.

### Interoperabiliteit

Interoperabiliteit heeft te maken met de uitwisselbaarheid van gegevens, programma's, en kennis over de programma's (metadata). Natuurlijk spelen hier technologische ontwikkelingen een grote rol. Men hoeft slechts te denken aan het feit hoe een kleine Word file, als zodanig verzonden door Microsoft, wordt ingepakt (opgeblazen) tot een hele grote file, die moeilijk hanteerbaar is in minder goed geoutilleerde gebieden (we denken immers wereldwijd!). Toch zijn deze technologische interoperabiliteitsproblemen ondergeschikt aan de semantische interoperabiliteitsproblemen. In vervolg op de problematiek, geschetst onder metadata, is het duidelijk dat een internet tussen alle culturele erfgoedgebieden het probleem van het 'begrijpen' van elkaars metadata en kunstwerken in zich heeft. Verschillende conservatoren gebruiken verschillende metadata voor één kunstwerk, soms ook in eenzelfde betekenis. In andere gevallen gebruiken zij hetzelfde woord voor geheel verschillende begrippen. Kortom, de afbeelding die onder metadata is geconstrueerd voor twee ontologieën, dient geoptimaliseerd te worden voor een verzameling van ontologieën, opdat er semantische interoperabiliteit ontstaat. Hieraan wordt o.a. gewerkt in SCSD (Supercomputer Centrum San Diego), San Diego, Californië.

### Kennisontsluiting

Het doel van het digitaliseren is natuurlijk om de kunstwerken gemakkelijk toegankelijk te maken (Kennisgebaseerde toegang: knowledge-based access). Een onderzoeker weet wat hij/zij zoekt en kan het door middel van de richtingswijzers (metadata) en de semantische interoperabiliteit ook vinden. Dit levert een enorme toegevoegde waarde op binnen de groep van onderzoekers op het gebied van het culturele erfgoed. Overigens is dit ook ten faveure van het gewone kunstlievende publiek, kunstredacties, etc. De kennisontsluiting kan ook ingezet worden voor onderwijs. De belangrijkste vragen liggen hier op de uitvoerende gebieden: wat ontsluiten we, waarom, waarvoor, en hoe?

### Navigatie en Personalisatie

Navigatie hangt nauw samen met het zoeken in grote hoeveelheden informatie, dus met metadata en semantische interoperabiliteit. Navigatie kan goed ondersteund worden door personalisatie. Dit betekent dat van een gebruiker een 'profile' gemaakt wordt (of bekend is). Er kan een profile gemaakt worden door vragen te stellen. De vragen dienen er dan voor om het zoekproces te vergemakkelijken en vooral de presentatie van het gevonden materiaal binnen redelijke proporties te houden. Bij dit laatste onderwerp spelen diverse filteringstechnieken een rol.

Het kan ook gebeuren dat het systeem van iedere gebruiker een *profile* aanlegt en bijhoudt. Er zijn diverse voorbeelden te geven van het nut van zulk een aanpak (vergelijk dit met het

profiel dat u opbouwt bij Albert Heijn met behulp van uw bonuskaart). Hier raken we overigens aan een ander domein, namelijk het juridische domein: wat is toegestaan onder de huidige privacywetgeving en wat niet? Technologisch en juridisch liggen hier enorme uitdagingen.

### **Kennisverrijking**

Als de informatie over het cultureel erfgoed eenmaal goed toegankelijk is kan wetenschappelijk gezien met de grootste uitdaging begonnen worden: kennisverrijking. Is het mogelijk zodanige verbanden te leggen dat nieuwe kennis over de kunstvoorwerpen, kunstuitingen, monumenten of archeologische vondsten kan worden geformuleerd? Er zijn diverse mogelijkheden om tot kennisverrijking te komen. We noemen datamining, logisch redeneren, filtering, en content-based reasoning. Vooral nog is kennisverrijking het einddoel van de roadmap. In praktisch opzicht volgen daarna de toepassingen, de serviceverlening (toerisme) en het onderwijs.

### **Digitale Duurzaamheid**

Een groot probleem in de wereld van het culturele erfgoed is veroudering. Kleuren verliezen vaak hun oorspronkelijke kleur en boeken blijken aangetast te kunnen worden door de tand des tijds. Mutatis mutandis geldt dit ook voor de digitale representatie. Zij kunnen achterhaald worden door nieuwe ontwikkelingen. Om enkele voorbeelden te noemen: hoe gaan we om met digitale kunst? Welke methoden gebruiken we voor nieuwe ontwikkelingen? Wat doen we als er een volledig nieuwe methodologie wordt ontwikkeld voor het classificeren van metadata? Eigenlijk omvat het domein van de digitale duurzaamheid alle fundamentele vragen over de uiteindelijke representatie van het culturele erfgoed.

### **Intellectuele eigendomsrechten**

Voor het huidige gebied van het culturele erfgoed zijn er diverse rechtsregels van toepassing. Het gaat dan over intellectueel eigendomsrecht, recht op reproductie, recht van uitlenen, recht van bewerking, recht van openbaarmaking, etc. Het zou goed zijn als per kunstwerk deze rechten vastgelegd zouden zijn, want dan kan de organisatie van een tentoonstelling snel nagaan wat zij kan tonen en tegen welke prijs. Het betekent eigenlijk het oprichten van een juridisch financiële administratie, die vanzelfsprekend na iedere veiling (bijvoorbeeld van Sotheby) automatisch geüpdate dient te worden. Het intelligent schatten van de waarde van De Nachtwacht valt hier ook onder.

### **Digitale analyse van kleuren**

Iedere kunstenaar kent ontwikkelingen in zijn/haar werk. De meeste kunstenaars hebben een vroege periode en een late periode. Deze perioden hebben verschillende karakteristieken. In de tussenliggende periode zie je de ontwikkeling van de karakteristieken. De vraag is nu of dit pad volledig in kaart

gebracht kan worden. Sterker nog, de eigenlijke vraag luidt: is het mogelijk om een collectie schilderijen van een kunstenaar chronologisch te ordenen? Voor Van Gogh is dit min of meer gebeurd. Dat wil zeggen, niet door de computer, maar door Jan Hulsker (1996). Hij heeft een nummersysteem gedefinieerd dat de chronologische volgorde van de (vermeende) creaties van de schilderijen bij benadering goed vastlegt. De getallen worden JH-nummers genoemd. Een belangrijke vraag voor kunsthistorici is nu: kun je uit de JH-volgorde aflezen dat Van Gogh in zijn actieve periode (1881-1890) steeds meer gebruik ging maken van complementaire kleuren? Nauwkeurige analyse van opponente kleuren in de hoogwaardige digitale reproducties van schilderijen (gerangschikt volgens JH-nummers) toont aan dat dit vooral het geval is als Van Gogh in Parijs woont en later in zuid Frankrijk.

### **Interpreteren en waarderen**

Voor het goed vervullen van de perceptierol is het nodig dat er een mechanisme is dat in staat is te interpreteren. Het betreft hier een van de wezenlijke onderzoeksdomeinen van de artificiële intelligentie. Interpreteren is moeilijk en afhankelijk van de kennis die men heeft. Daarom is statistiek zo'n geweldig belangrijke hulpwetenschap. Enorme hoeveelheden data geven de richting van de interpretatie aan. Met behulp van datamining en filtering kan vervolgens tot nadere afbakening gekomen worden.

Een vraag van een andere orde is tenslotte de eenvoudige vraag: vind je een schilderij mooi? Kan een computer daar ook iets zinnigs over zeggen? Laten we er dit van zeggen: als een computer criteria heeft (geleerd) dan kan het deze criteria toepassen en is een waardering niet zo moeilijk te geven. Je zou in het slechtste geval kunnen zeggen dat de waardering idiosyncratisch is, maar als AI-onderzoeker willen we natuurlijk graag dat de waardering is verankerd in ons gevoel van esthetiek. Daarvoor zullen we nog een lange onderzoeksweg moeten afleggen.

### **Conclusie**

ICT en informatica hebben een gediversifieerde relatie met het cultureel erfgoed. Enkele gebieden zijn fundamenteel van aard, andere hebben een meer praktisch karakter en nog weer andere hebben een duidelijk gericht toepassingsgebied. Het cultureel erfgoed is samen met de gezondheidszorg een betrekkelijk nieuw toepassingsgebied, met name als dit vergeleken wordt met ICT en Recht, als ook met ICT en Medische Informatica. Voor ICT en het cultureel erfgoed is in de samenleving evenwel een bijzondere positie weggelegd, immers dit erfgoed is ons spoor uit de historie dat ons de weg naar de toekomst wijst.