



Jan-Keno Janssen, Ulrike Kuhlmann,
Noud van Krusbergen

Met eigen ogen

Technieken om 3D te zien zonder bril

Iedere keer als we een discussie over 3D hebben, draait dat uit op de constatering dat je met die malle 3D-brilletjes voor gek zit, maar dat het helaas niet zonder kan. Maar helemaal kloppen doet dat niet, het kan namelijk wel degelijk zonder bril – al is het wel met wat compromissen.

Het was een sensationeel experiment: voor het scherm van een bioscoop in Moskou werd een metalen rooster geïnstalleerd dat ervoor zorgde dat de kijkers een ruimtelijk beeld te zien kregen zonder dat daar verdere hulpmiddelen als een bril aan te pas kwamen. Door de constructie van het draadrooster waren bepaalde delen van het beeld alleen voor één oog te zien en niet voor het andere.

Dit klinkt wellicht revolutionair, maar het speelde zich al af in 1940. Intussen zijn we 70 jaar verder en lijkt 3D in de bioscoop eindelijk door te breken, maar dan zonder metalen rooster voor het projectiescherm. Tegenwoordig heb je daar een speciale bril voor nodig, wat eigenlijk een stap terug is. Dat illustreert meteen het lot van brillose 3D-technieken: ze bestaan eigenlijk al tijden, maar het is om de een of andere reden nog altijd niet gelukt om ze massaal toe te passen. Bij het Russische draadrooster kwam dat waarschijnlijk door het feit dat de toeschouwers tijdens de voorstelling bewegingsloos moesten blijven zitten. Een kleine hoofdbeweging was al voldoende om de ogen het verkeerde beeld voor te schotelen, wat tot onaangename effecten leidde.

Maar ook alle huidige 3D-technieken, met of zonder bril, werken eigenlijk volgens het principe van dat rooster in Moskou. Beide ogen kijken naar hetzelfde scherm, maar krijgen, net als in de echte wereld, verschillende beelden te zien. Zo'n rooster werkt volgens het principe van afdekken, en ook nu nog worden dergelijke zogeheten parallaxfilters bij brillose displays gebruikt. Het grote nadeel van deze techniek is dat het veel licht kost. Constructies met lenticulaire lenzen hebben daarentegen (bijna) geen lichtverlies. Een slim lenzenraster kan dan de afzonderlijke beelden naar de juiste ogen sturen.

Panopticum

Deze techniek kun je niet alleen gebruiken om de twee ogen ieder een apart beeld voor te schotelen. Met een lenzenraster kun je ook een (tweedimensi-

onaal) beeld maken dat verandert als je beweegt. Zo was ik vroeger een fervent spaarder van de kleine plaatjes met een van de tien wereldwonderen, die je kreeg bij een volle tank. Als je die plaatjes heen en weer bewoog, zag je het water stromen of andere redelijk eenvoudige bewegingen. Ook nu kom je regelmatig 3D-ansichtkaarten tegen en kun je zelfs 3D-plakvellen kopen om zelf dergelijke kaarten te maken.

Zo'n beetje alle brillose 3D-displays, ook wel autostereoscopische displays genoemd, gebruiken op dit moment een lenzenraster of parallaxfilter voor het scheiden van de beelden. Als er op het scherm twee beelden worden getoond – een voor het linker- en een voor het rechteroog – dan krijg je steeds wisselende perspectieven te zien als je horizontaal voor het scherm heen en weer beweegt. Dat heeft een groot nadeel: bij de helft van de posities ziet het rechteroog het beeld dat voor het linkeroog is bedoeld en andersom. De kans op het oplopen van hoofdpijn is dan ook 50 procent.

Zogeheten multiview-displays lossen dat probleem op door niet slechts twee verschillende aanzichten in te bouwen, maar meerdere. Als je als kijker dan voor een scherm heen en weer beweegt, blijft niet alleen de ruimtelijke werking langer behouden, maar zie je het weergegeven object vanuit meerdere perspectieven, zoals dat in werkelijkheid eigenlijk ook is. Een typisch multiview-display heeft tussen de vijf en negen aanzichten, die in een soort waaiervorm worden opgebouwd en dan naast elkaar worden gezet en herhaald. Bij de overgangspunten in de herhaling loop je weer het risico op een mismatch: het linkeroog ziet dan het laatste aanzicht, dat van rechts is genomen, en het rechteroog het eerste beeld dat van helemaal links is gemaakt. Zo zijn er altijd overgangen waarbij de beelden niet honderd procent bij elkaar passen.

Multiview-displays hebben nog een ander fysiek probleem: ook als de ogen altijd maar twee aanzichten te zien krijgen, moeten toch alle aanzichten op het display dat achter het filter zit worden weergegeven. De werkelijke resolutie krijg je dan

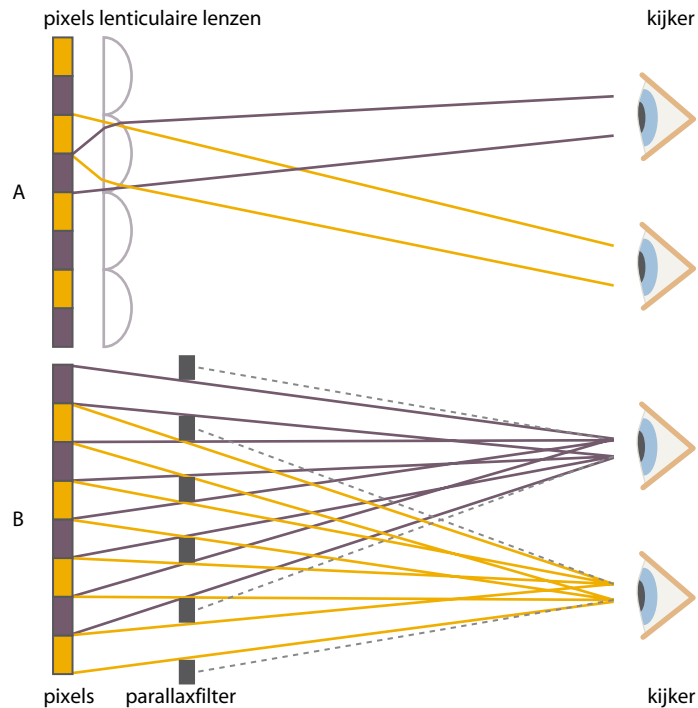
door de fysieke resolutie van het display te delen door het aantal aanzichten. Beeldschermen van Tridality bieden vijf aanzichten, bij Alioscopy zijn dat er acht en bij Magnetic 3D, LG en Samsung negen. Ontwikkelaar Armin Grasnick van Sunny Ocean Studios gaat daar wel heel ver in: op de CeBIT dit voorjaar toonde hij een display met maar liefst 64 aanzichten.

Het prototype van Sunny Ocean was gebaseerd op een iMac-display met een resolutie van 2560×1440 pixels, oftewel 3,69 megapixels. Dat klinkt als heel veel, maar netto blijven er bij 64 aanzichten nog maar 57.600 pixels per aanzicht over. Om alle 64 aanzichten in Full HD weer te geven, moet een display dan meer dan 132 megapixels hebben. De displays die op dit moment de hoogste resolutie hebben, komen nog niet verder dan 8 megapixels.

Rondvliegende beelden

Een ander punt van multiview-displays om rekening mee te houden, is het volgende. Hoe meer aanzichten een display moet weergeven, des te meer moeite kost het om de content te produceren. Als je voor een display met acht aanzichten bijvoorbeeld een ruimtelijke film wilt maken, moet je de opnames ook met acht camera's maken. In de praktijk worden daarom eigenlijk alleen computergeanimeerde scènes gebruikt, omdat je met modellingsoftware camera's virtueel en op de millimeter nauwkeurig kunt neerzetten. Vaak wordt er bij multiview-displays ook met een conventionele 2D-scène als achtergrond gewerkt, waarbij op de voorgrond dan allerlei 3D-objecten bewegen.

Bij multiview-displays kunnen meerdere personen tegelijk naar een ruimtelijk beeld kijken. Bij een single-user-apparaat – de naam zegt het al – is dat beperkt tot een enkele kijker. Die beperking heeft meestal wel een positief effect op de beeldkwaliteit. Omdat er maar met één kijker rekening hoeft te worden gehouden, kunnen dergelijke single-user-displays met head-tracking werken. Met een of twee camera's wordt de positie van de ogen van de kijker geregistreerd en kan het beeld daar altijd optimaal op



Bij de lenzenrastertechniek (A) worden de beelden afgebogen naar de desbetreffende ogen. Dat kan zonder noemenswaardig helderheidsverlies. Een parallaxfilter zorgt op redelijk primitieve wijze voor ruimtelijke beelden. Door de spleten in een rooster zie je het juiste beeld.

het licht. Hij gebruikt een gewone Macbook Pro van Apple waar een door hem ontworpen lenzenraster voor zit. Meer hardware is er niet nodig. De head-tracking wordt geregeld door de ingebouwde webcam, het aanpassen van de stereobeelden wordt door de pixelshaders van de ingebouwde grafische kaart gedaan. Het resultaat is verbluffend. Als je goed kijkt, zie je wel dat de resolutie gehalveerd is, maar de beeldkwaliteit is bijna optimaal. Bij een snelle hoofdbeweging duurt het echter altijd wel even voordat de ruimtelijke indruk weer hersteld is.

Toch lost ook dit een essentieel probleem van autostereoscopie niet op. Alle displays waar een lenticulair- of parallaxfilter voor zit, vertonen bij 2D namelijk een sterk vervormd beeld, zodat je er niet gewoon mee kunt werken. Een uitweg zou kunnen zijn om het 2D-beeld afhankelijk van de gebruikte filtertechniek ook te bewerken, maar dan zo dat beide ogen identieke beelden zien. Dat is de manier die Philips heeft gebruikt bij een autostereoscopisch display, maar dat wordt niet meer verkocht.

Volgens Großmann hoeft dat in de toekomst niet meer. Hij wil dit jaar nog met een prototype komen met een geïntegreerde 3D-filterlaag waardoor het apparaat tijdens 2D-gebruik niet te onderscheiden is van een conventionele monitor. En in 3D moet dit filter dan een nog beter beeld opleveren dan het gemodificeerde Apple-notebook. Als

worden aangepast. Daardoor kun je jezelf als kijker relatief vrij bewegen terwijl er toch maar twee aanzichten nodig zijn. Het volgen van de kijker kan bijvoorbeeld door het display te draaien met een mechaniek in de voet van de monitor of door het verschuiven van de lenticulaire lenzen. Op de CeBIT is al een aantal jaren de Free2C-monitor van het Fraunhofer Heinrich Hertz Instituut uit Berlijn te zien, dat op die manier werkt. Deze techniek leidt tot een 3D-beeldkwaliteit die bijna te vergelijken is met die van een 3D-bril. De mechanica is echter zo complex dat het voor de consumentenmarkt niet echt geschikt is, maar dat ligt ook aan de prijs van rond de 20.000 euro.

De oplossing van de firma SeeFront uit Hamburg is duidelijk goedkoper. Hier wordt de positie van het hoofd ook met camera's geregistreerd, maar het aanpassen van het stereobeeld gebeurt dan softwarematig. In plaats van de lenticulaire lenzen mechanisch te verschuiven, verandert het SeeFront-algoritme de beeldinhoud zodanig dat ieder oog het juiste beeld te zien krijgt. Het starre lenzenraster blijft waar het is. Met deze techniek zijn, binnen bepaalde marges, hoofdbewegingen in alle drie de richtingen mogelijk: horizontaal, verticaal en loodrecht op het scherm. Christoph Großmann, oprichter van SeeFront, zag een paar jaar geleden op een strand opeens

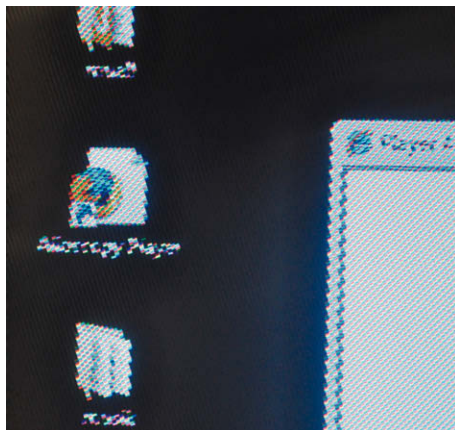


De techniek van Christoph Großmann, de oprichter van SeeFront, maakt notebooks geschikt voor 3D. Je hebt alleen een filter nodig, de ingebouwde webcam levert de gegevens voor head-tracking.

dat inderdaad mocht lukken, dan kan dat de displaymarkt behoorlijk op zijn kop zetten.

Vooruitzien

Het heeft in ieder geval wel een reden dat de eerste generatie 3D-tv's consequent voor shutterbrillen gaat. De 3D-beeldkwaliteit die daar mee mogelijk is, doet niet meer onder voor de 2D-beelden. Het beeld is hooguit alleen wat donkerder. Bij de brilloze displays is dat nog een heel ander verhaal. De techniek is niet geschikt om gebruikt te worden bij een tv in het middelpunt van de woonkamer. Die wordt meestal niet door één persoon bekeken, maar door meerdere mensen tegelijk. Dan zou een multiview-display ideaal zijn, maar die displays kun-



nen qua beeldkwaliteit nog niet tippen aan de huidige HD-tv's. Hoe meer aanzichten er op het scherm getoond worden, des te groter de bewegingsvrijheid, maar ook des te meer de reso-

Het nadeel van 3D zonder bril is dat de filters het beeld bij 2D zo sterk vervormen dat je niet meer kunt lezen wat er op het scherm staat.

lutie gereduceerd wordt. Er lijkt voorlopig nog geen uitweg uit deze vicieuze cirkel. Multiview-displays kunnen wel succes hebben als reclameborden. Het 3D-effect is nog zo nieuw dat

ze in ieder geval de aandacht trekken, en daar gaat het in die branche toch om.

Bij de single-user-displays ziet het er beter uit. Als het de fabrikanten lukt om de 3D-functie zodanig te verstoppen dat je daar bij 2D-gebruik geen enkele last van hebt en het lijkt of je naar een gewoon display kijkt, dan is er nog weinig wat een massa-introductie tegenhoudt.

Mobiele apparaten zijn wellicht nog het beste geschikt om te experimenteren met autostereoscopische displays. Nintendo heeft al aangekondigd de nieuwe handheld console 3DS een 3D-display mee te geven waar je geen bril voor nodig hebt. (nkr)



Alternatieven voor stereoscopie

Stereoscopische displays creëren een ruimtelijke indruk met twee perspectieven van hetzelfde object of dezelfde scène. De ruimtelijke verschuiving tussen de bij elkaar horende beelden – de zogeheten dispariteit – bevat de diepteinformatie en daarmee de afstand van het object tot het displayoppervlak. Naast dergelijke stereoscopische displays zijn er nog drie andere 3D-varianten voor displays: integral imaging, volumetrie en holografie.

De integral-imaging-techniek reconstrueert het licht dat van een 3D-scène afkomt. Iedere pixel is een soort camera obscura, afhankelijk van waar vandaan je er naar kijkt, zie je een ander deel van de scène. Dat is te realiseren met een

lens per pixel, waarachter een groot aantal kleine subpixels de beeldinformatie voor de verschillende kijkrichtingen bevatten. Een integral-image-display ziet er dan ook een beetje uit als een insectenoog, waar achter ieder facet een compleet 2D-beeld van een andere perspectief zit. En dat is meteen ook het probleem: voor een perfecte 3D-indruk heb je het duizendvoudige van de huidige displayresolutie nodig.

Volumetrische displays wekken een 3D-indruk op door de oppervlakte van een object te reproduceren met lichtpunten in de ruimte – zogeheten voxels. Dat is bijvoorbeeld te realiseren met snel ronddraaiende leds die op het juiste moment oplichten. Omdat de voxels op

de voorgrond het licht op de achtergrond niet absorberen, lijken ook massieve objecten doorzichtig. Het grote probleem is dat het aantal voxels met een macht drie toeneemt met de resolutie, waardoor de datahoeveelheid en daarmee de pixelfrequentie immens is. Volumetrische displays zijn nog volop in ontwikkeling (zie softlink voor een voorbeeld) en worden voornamelijk nog in wetenschappelijke kringen gebruikt.

Naar holografische displays doen tot nu toe maar weinig bedrijven onderzoek. Echte producten zijn er nog niet. Holografie is gebaseerd op de projectie van golfvelden die constant zijn in tijd en ruimte. Voor een hologram worden golfvelden naar een object gestuurd en de resulterende interferentiepatronen worden dan vastgelegd. Als je die patronen later superponeert op de referentie-golf, dan wordt die precies zo omgebogen als eerder bij het object. In de ruimte voor het scherm ontstaat dan een afbeelding van het oorspronkelijke object.

Kijkers zien dit virtuele object door de afstand tussen hun ogen vanuit twee licht verschillende richtingen en daardoor



Dit volumetrische display van Sony gebruikt leds om een ruimtelijk beeld te creëren.

ruimtelijk. Bij holografische projectie zijn er een paar principiële problemen, bijvoorbeeld het feit dat je in een lichte omgeving geen zwart kunt maken en dat de weergave afhangt van de golflengte van het geprojecteerde licht. Tot nu toe beperkt men zich daarom tot eenkleurige hologrammen. Bovendien is hier de benodigde datahoeveelheid ook enorm. En dat is de reden waarom een bedrijf als SeeReal zich ertoe beperkt heeft alleen maar een deel van een volledig hologram te projecteren. Daarmee kijk je als het ware door een venster naar een 3D-object. **ct**

