

# **Van plaatje tot object: De eigenzinnigheid van de visuele waarneming**

Korte bijdrage bestemd voor het KNAW-jaarboek 2002 “Over de grenzen van het weten”

Rob van Lier

*NICI, University of Nijmegen*

Dr. R.J. van Lier  
Nijmegen Institute for Cognition  
and Information (NICI)  
University of Nijmegen  
P.O. Box 9104  
NL-6500 HE Nijmegen  
The Netherlands

Email: [r.vanlier@nici.kun.nl](mailto:r.vanlier@nici.kun.nl)  
<http://www.nici.kun.nl/People/LiervanRJ/index.html>  
<http://www.nici.kun.nl/~Robvl>

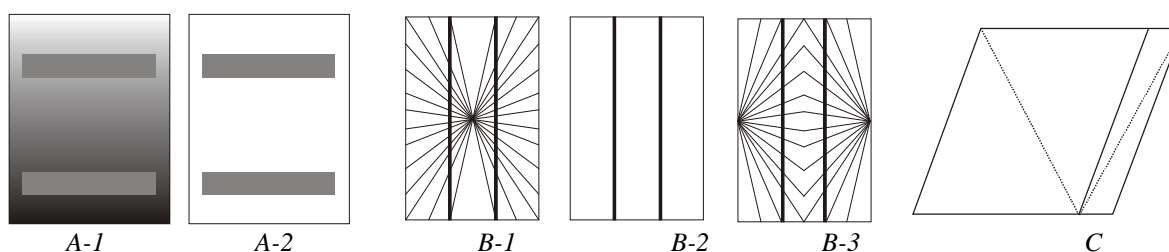
## Van plaatje tot object: de eigenzinnigheid van de visuele waarneming

Bij onze visuele waarneming komt heel wat 'kijken'. Toch kost het ons schijnbaar geen enkele moeite om de wereld om ons heen binnen een fractie van een seconde te interpreteren. In deze korte tijd wordt het licht dat op het netvlies van ons oog terechtkomt vertaald in een veelal begrijpelijke, betekenisvolle omgeving. Het produkt van het waarnemingsproces is zelfs zó overtuigend dat het gemakkelijk wordt verward met het waargenomene zelf. In feite is het niet meer dan een weerspiegeling daarvan. Wat we 'zien' is dus dat wat het brein ervan maakt en behoort feitelijk tot de output van het visuele systeem. Hoe komt het visuele systeem tot interpretaties van de omgeving en welke regels hanteert het daarbij?

### *Geen doorgeefluik*

De interpretatie van de visuele input lijkt een noodzakelijke maar redelijk overzichtelijke klus. Daarbij gaan we er vaak van uit dat het visuele systeem een soort doorgeefluik is van eigenschappen in de wereld om ons heen. Dat blijkt echter niet het geval. De waarneming volgt vaak haar eigen 'logica'. We zullen de eigenzinnigheid van het visuele brein allereerst illustreren aan de hand van enkele visuele illusies.

In Figuur 1A-1 staan twee horizontale grijze balkjes afgebeeld die een verschillende helderheid lijken te hebben: Het bovenste balkje lijkt relatief donker en het onderste balkje lijkt relatief helder. In werkelijkheid hebben de balkjes precies dezelfde grijswaarde, maar wordt het helderheidsverschil veroorzaakt door het lokale contrast met de achtergrond, die wél in helderheid varieert. Figuur 1A-2 laat dezelfde balkjes zien op een homogene achtergrond. Ook de waargenomen vorm hoeft niet in overeenstemming te zijn met de fysieke stimulus. De donkere lijnen in Figuur 1B-1 lijken bol te staan maar zijn in werkelijkheid kaarsrecht, zie Figuur 1B-2. Bij een andere achtergrond lijken dezelfde lijnen weer hol te staan. Bekijk tot slot eens Figuur 1C. Let eens op de gestippelde diagonalen in de figuur. Welke diagonaal lijkt langer? Een eenvoudige meting leert dat ze beide even lang zijn. Wat is er aan de hand?



Figuur 1. Illusies verbeelden de eigenzinnigheid van de visuele waarneming.

### *Van plaatje naar interpretatie*

In Figuur 1C lijkt de linker diagonaal langer dan de rechterdiagonaal. Het parallellogram wordt gemakkelijk geïnterpreteerd als een rechthoekig vlak dat zich in de diepte voor de waarnemer uitstrekt. Zo'n rechthoek-interpretatie kan het perceptuele verschil in lengte van de diagonalen verklaren, omdat in dat geval de diagonalen werkelijk van elkaar zouden verschillen.

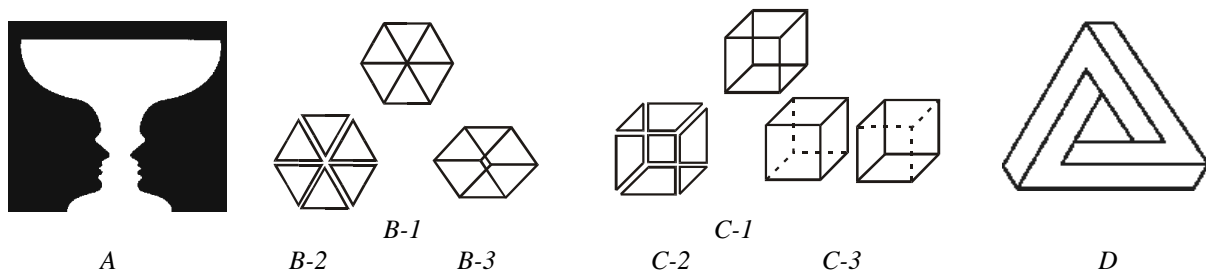
Ons brein genereert voortdurend interpretaties van de visuele omgeving. Over het algemeen zijn deze interpretaties eenduidig en stabiel. Dit laat zich nog het best demonstreren aan de hand van voorbeelden waarin dat juist niet het geval is. Stimuli dus waarbij alternatieve interpretaties met elkaar rivaliseren. Het plaatje in Figuur 2A is daar een bekend voorbeeld van. De toeschouwer ziet dan eens de witte vaas tegen een zwarte achtergrond en dan weer eens twee zwarte gezichten tegen een witte achtergrond. Beide interpretaties

wisselen elkaar voortdurend af zonder dat de toeschouwer er een grote invloed op lijkt te hebben.

Figuur 2B-1 laat een ander voorbeeld zien. Het zeshoekig patroon kan worden opgevat als een mozaïek van van identieke driehoeken (Figuur 2B-2). Een andere interpretatie is die van een kubus, waarvan twee hoekpunten precies in elkaars verlengde liggen, gezien vanuit het gezichtspunt van de waarnemer (in Figuur 2B-3 is een licht geroteerde versie afgebeeld). De laatste interpretatie gaat uit van een nogal coïncidentele situatie, en is juist daardoor minder aantrekkelijk.

Figuur 2C-1 kan net als Figuur 2B-1 worden opgevat als een mozaïek van vormen (als afgebeeld in Figuur 2C-2), maar lijkt hier minder waarschijnlijk. De meer aannemelijke kubusinterpretatie heeft nu echter weer een eigen ambiguïteit; de kubus kan gezien worden vanaf 'rechtsboven' of vanaf 'linksonder' (figuur 2C-3). Ook hier blijkt de interpretatie spontaan te wisselen. Deze wisseling wordt treffend duidelijk bij een rotatie van de kubus in de diepte (rondom de x-as). Afhankelijk van de momentane interpretatie lijkt deze ofwel naar voren of naar achteren te draaien. Bij het aanschouwen van zo'n animatie blijkt de rotatierichting dan ook telkens te wisselen en het is slechts met moeite te geloven dat het niet de fysieke rotatierichting is die wisselt.

De neiging van het visuele systeem om 'kost-wat-kost' een interpretatie te genereren blijkt nog eens uit Figuur 2D. Hier wordt veelal een gesloten 3-dimensionale driehoek waargenomen die feitelijk niet eens kan bestaan (alhoewel het betreffende plaatje wel de projectie kan zijn van een ander object).



Figuur 2. Het visuele systeem zoekt voortdurend naar interpretaties.

### Visuele aanvulling

Bovenstaande voorbeelden tonen aan dat interpretaties van de omgeving niet in overeenstemming hoeven te zijn met de 'buitenwereld'. De rol van het visuele systeem blijkt een nog actievere als we bedenken dat het netvlies van ons oog geen mooi egaal 'projectiescherm' is maar doorkruist is met bloedvaten, ongelijk verdeelde receptoren, etc. We zijn ons niet bewust van de gaten in het visuele veld en ze lijken dan ook te worden ingevuld, danwel te worden gecamoufleerd, door de hersenen. De actieve rol van het visuele systeem kan eenvoudig worden gedemonstreerd aan de hand van een paar voorbeelden. Het plaatje in Figuur 3A bestaat in feite uit 4 drie-kwart schijven (elk bestaand uit enkele driekwart concentrische ringen). Toch is de interpretatie een geheel andere, namelijk die van 4 complete schijven, met daar bovenop een wit vierkant dat van elke schijf een kwart aan het zicht onttrekt. Desgevraagd blijken toeschouwers van mening dat het wit binnen het vierkant helderder van kleur is dan het wit van de omgeving, zelfs met een duidelijke begrenzing. Deze zogenaamde subjectieve contour blijkt nog duidelijker in Figuur 3B. Hier lijkt een grijs transparant vierkant op de 4 schijven geplaatst. Het fysieke onderscheid tussen Figuur 3A en Figuur 3B betreft slechts de toevoeging van de ontbrekende kwart-schijven, ditmaal in grijs. De lezer kan de schijven zelf bedekken om te controleren of het wit tussen de schijven van precies dezelfde helderheid is als daarbuiten. Fraai zijn hier de voorbeelden waarbij kleur zich lijkt te spreiden (bijvoorbeeld indien in plaats van grijs de kleur blauw zou zijn toegevoegd in de kwart-schijven).

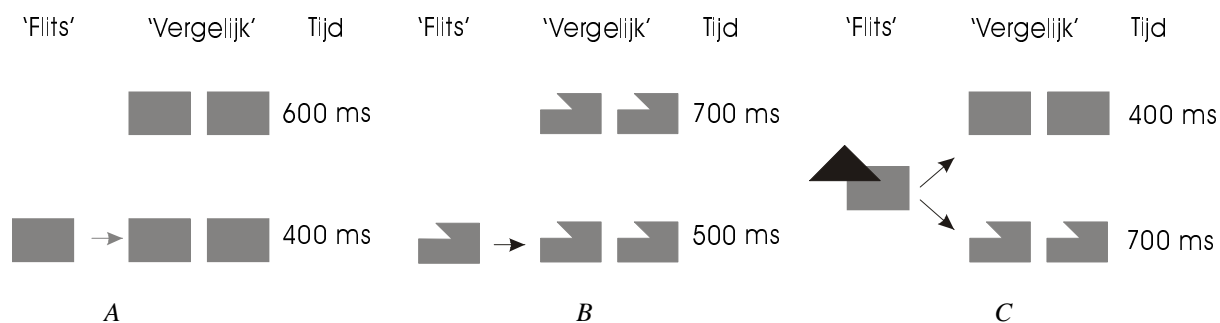
In Figuur 3C is een meer alledaags voorbeeld getoond. Figuur 3C (boven) laat een driehoek zien naast een rechthoek met 'hap' eruit (als in Figuur 3C, linksonder). Deze beschrijving die de fysieke stimulus volgt lijkt niet op de gangbare interpretatie. Deze laat zich eerder omschrijven als een 'driehoek voor een rechthoek' (Figuur 3C, middenonder). Maar als visuele het systeem zo 'vrij' is om iets anders te zien dan wat er staat, waarom zou het plaatje als afgebeeld in Figuur 3C-rechtsonder dan geen redelijke optie zijn? Kennelijk zijn er bepaalde regels waaraan het zich dient te houden. Het ontdekken van die regels is uiteraard een belangrijke taak. Alvorens daar iets over te zeggen zullen we eerst bekijken hoe we visuele interpretaties op een objectieve wijze kunnen meten.



Figuur 3. Visuele aanvulling -- een wereld van verschil tussen de fysieke stimulus en de perceptuele verschijningsvorm.

#### *Hoe kunnen we interpretaties meten?*

De bovenstaande illustraties geven een indruk omtrent de plausibiliteit van spontane interpretaties. Er zijn diverse meetinstrumenten ontwikkeld in de psychofysica die het mogelijk maken om op een indirecte wijze de spontane interpretaties van een gegeven visuele stimulus te kunnen herleiden. Laten we zo'n methode eens beter bekijken, aan de hand van fictieve maar aannemelijke gegevens. De proefpersoon voert daarbij een zeer eenvoudige taak uit. Hij dient zo snel mogelijk te antwoorden (door middel van twee druktoetsen) of twee vormen die op het beeldscherm worden getoond wel of niet hetzelfde zijn. Dat gaat vrij snel. Om bijvoorbeeld de gelijkheid tussen de twee rechthoeken in Figuur 4A (boven) vast te stellen en te beantwoorden is zo'n 600 milliseconden nodig. Als echter vlak voor deze taak dezelfde rechthoek kort zou worden aangeboden, of 'geflitst' (varierend van 50 ms tot 400 ms), dan zal dat de daaropvolgende vergelijkingstaak versnellen. Het blijkt dat die vergelijkingstaak dan in ongeveer 400 ms wordt gedaan. Kennelijk profiteert het visuele systeem dan van het 'voorwerk' dat al gedaan is. De representatie van de rechthoek is nog actief en kan meteen worden aangesproken om de taak uit te voeren. Ditzelfde gaat ook op voor andere vormen. Als bijvoorbeeld de gelijkheid tussen de vormen in Figuur 4B (boven) dient te worden vastgesteld dan duurt dat door de hogere complexiteit van de vormen veelal iets langer dan voor de twee rechthoeken, laten we zeggen zo'n 700 ms. Als nu vlak voor deze taak dezelfde vorm al eens kort gezien is dan blijkt dat ook deze taak te versnellen. In dit voorbeeld is de responstijd gesteld op 500 ms. Vervolgens komt de cruciale taak, met de gedeeltelijk afgedekte rechthoek (Figuur 4C). Het blijkt dat na een korte flits van deze stimulus de vergelijkingstaak met de twee rechthoeken in dezelfde mate wordt versneld als in het geval van een korte flits met een complete rechthoek. Voorts blijkt er geen versnelling te zijn voor het paar met de fysiek identieke vormen (ofwel de rechthoeken met de hap eruit). Dat betekent dat gedurende de korte aanbieding van de gedeeltelijk afgedekte rechthoek de representatie van een complete rechthoek is opgebouwd en het visuele systeem als het ware al afstand heeft genomen van de fysieke stimulus.

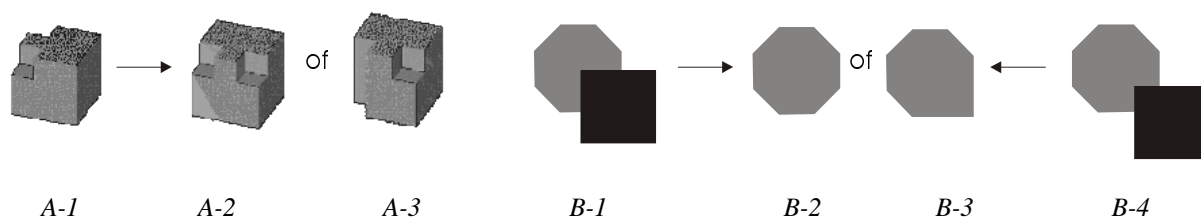


*Figuur 4* Het 'primed matching' paradigma -- een methode om interpretaties op een indirecte en objectieve manier op te sporen.

### *Kunnen we interpretaties voorspellen ?*

We kunnen spontane interpretaties meten, maar kunnen we ook voorspellen welke interpretaties mensen van een specifieke visuele stimulus hebben? Het blijkt dat mensen veelal de voorkeur geven aan eenvoudige interpretaties. Dat gezegd hebbende dient vervolgens natuurlijk wel aangegeven te worden wat eenvoud inhoudt. Om vast te stellen hoe eenvoudig (of complex) een interpretatie van een visueel patroon is, wordt gekeken naar de hoeveelheid regelmaat. Het blijkt daarbij zinvol om onderscheid te maken tussen object-regelmaat en positionele regelmaat. Laten we eerst eens kijken naar de werking van object-regelmaat.

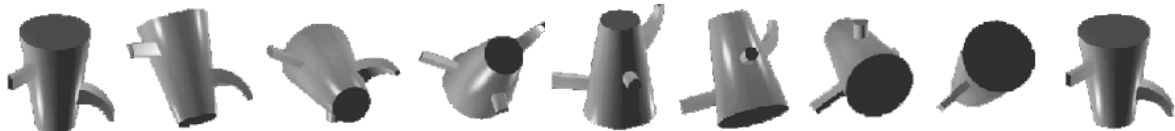
De voorkeur voor regelmatige objecten blijkt uit een groot aantal studies. De rechthoek-interpretatie in het hiervoor beschreven priming experiment is hier een voorbeeld van. Als ander voorbeeld beschrijven we kort een taak die uitgevoerd is met plaatjes van abstracte objecten. Proefpersonen kregen daarbij eerst een plaatje van een object te zien, als in *Figuur 5A-1*. Om spontane interpretaties van dit object te kunnen nagaan kregen de proefpersonen vervolgens een ander aanzicht te zien dat mogelijk het object weergaf na een draaiing van 90° om de Y-as (als in *Figuur 5A-2* en *5A-3*). Het bleek dat proefpersonen de match met de symmetrische objecten (zoals in *Fig 5A-2*) sneller en beter maakten (ook na correctie voor complexiteitsverschillen). Ook dit onderzoek bevestigde de sterke tendens naar interpretaties met zoveel mogelijk regelmaat binnen objecten.



*Figuur 5*. Spontane interpretaties zijn sterk afhankelijk van regelmatigigheden. Objectregelmaat ondersteunt een interpretatie, positionele regelmaat verzwakt deze.

De rol van positionele-regelmaat is een geheel andere. Laten we ter illustratie eens *Figuur 5B-1* bekijken. De meeste proefpersonen zien hier twee vlakken achter elkaar. Het zwarte vierkant dekt daarbij de grijze vorm gedeeltelijk af. Alhoewel ook hier vele completies van de grijze vorm mogelijk zijn, lijken er slechts enkele plausibel. Het octagon uit *5B-2* bevat de maximaal haalbare regelmaat. De vorm zoals afgebeeld in *5B-3* is verkregen door de contouren die achter het vierkant verdwijnen simpelweg rechtdoor te trekken. Gegeven de situatie van *Figuur 5B-1* is er over het algemeen een sterke voorkeur voor de eerste (meest regelmatige) oplossing. Bij een iets andere positionering van beide vlakken ontstaat een kentering in de relatieve preferentie. De situatie in *Figuur 5B-4* leidt tot een grotere voorkeur voor de minder

regelmatige vorm uit Figuur 5B-3. De octagon-interpretatie zou hier leiden tot het toevallig samenvallen van contourhoeken en contourdelen van de twee vormen. Een analyse van situaties zoals deze leert dat het samenvallen van contourdelen behorende bij verschillende objecten wordt vermeden. Deze toevallige conjuncties kunnen worden opgevat als regelmatigheden in het 2-dimensionale plaatje, die afhankelijk zijn van de actuele positionering van objecten -- ten op zichte van elkaar en ten opzichte van de waarnemer. De reeks afbeeldingen in Figuur 6 laat zien dat ook bij een en hetzelfde object de 2-dimensionale verschijningsvorm sterk afhankelijk is van de positie. Eenvoudige afbeeldingen, ten gevolge van speciale posities, leiden daarbij eerder tot de verkeerde interpretatie.



*Figuur 6.* Een roterend object levert een enorme verscheidenheid aan aanzichten op.

Over het algemeen geldt dat regelmatigheden binnen objecten een interpretatie ondersteunen, terwijl positionele regelmatigheden die interpretatie verzwakken. Om interpretaties te kunnen voorspellen dient dan ook een nauwkeurige analyse van alle regelmatigheden gemaakt te worden. Om interpretaties te beschrijven en daarmee voorspellingen te kunnen doen, wordt een beperkte set van op regelmaat gebaseerde codeerregels gehanteerd. Vervolgens kan aan de hand van de beschrijving van elk van die interpretaties de complexiteit, uitgedrukt in informatie-eenheden, worden vastgesteld. Daar waar objectregelmatigheden de complexiteit doen afnemen, daar doen positionele regelmatigheden de complexiteit toenemen. De algemene aanname dat ons visuele systeem een voorkeur heeft voor de interpretatie met de laagste totale complexiteit biedt daarbij een eenduidig toetsingscriterium.

#### *Het werk is dus klaar?*

Nou, nee. Alhoewel de hierboven omschreven complexiteitsmaat redelijk succesvol is gebleken, betreft de maat specifieke vorm-aspecten en laat het andere vooralsnog buiten beschouwing. Voorts heeft recent onderzoek uitgewezen dat het begrip regelmaat erg rekbaar is en dat bijvoorbeeld symmetrieën niet perfect hoeven te zijn om perceptueel relevant te zijn. De verdere exploratie en formalisatie van deze rekbaarheid vormt een uitdaging met betrekking tot het onderliggende model. Een andere interessante vraagstelling die op dit moment verder wordt onderzocht betreft het visuele karakter van de diverse interpretaties. Hoe visueel zijn bijvoorbeeld de interpretaties van bijvoorbeeld Figuur 3B, 3C en 5A-1? Brain imagery onderzoek kan daar in de nabije toekomst wellicht enig antwoord op geven. Voorts lijkt de vraag relevant of het visuele systeem voortdurend complete representaties van de buitenwereld genereert terwijl die buitenwereld feitelijk zelf een perfect 'geheugen' vormt. Veel van het huidig waarnemingsonderzoek laat zien dat cruciale veranderingen in het visuele veld vaak niet eens opgemerkt worden. Zou dat het geval kunnen zijn als representaties altijd compleet zijn? Het systeem zou best meer 'sloppy' kunnen werken, vooropgesteld dat het voldoende slimme mechanismes heeft om de relevante zaken er bliksemsnel uit te kunnen halen. Visuele waarneming neemt een centrale plaats in het huidige onderzoek naar de werking van de hersenen. Waarneming is daarbij voor velen intuïtief verbonden met het mentale concept dat ook wel 'bewustzijn' wordt genoemd en vormt wellicht een belangrijke entree in de ontrafeling ervan.