

Visualisatie van Informatie.

*L.M.Bosveld-de Smet
Alfa-Informatica, Faculteit der Letteren, RuG
Groningen, 2004*

I. Visualisaties in het algemeen.

Lange tijd al maken we gebruik van grafische voorstellingen met de volgende doelen:

- om een idee aan een ander duidelijk te maken
- om zelf een idee te krijgen, om zelf een nieuwe ontdekking te doen

Neem bijv. de puzzel die Winn (1987, 153) noemt:

“A monk went to the temple at the top of a holy mountain to meditate and pray. He started out early one morning along the path that led up to the temple. Because he was an old man, and the way was steep and arduous, he frequently slowed his pace, and even sat and rested a while beside the path. Toward evening, he came to the temple at the top.

After several days of meditation and prayer, it was time for him to leave. Early in the morning, he set off back down the path. Again, he frequently changed his pace and rested by the way. He arrived back at the bottom in the evening.

Show that there is one single point on the path up the mountain where the monk will be at precisely the same time both when he goes up and when he comes down.”

Mensen hebben de neiging om deze puzzel ofwel mathematisch ofwel grafisch te benaderen. De mathematische aanpak levert geen oplossing, omdat te weinig bekend is over start- en eindtijden, wandelsnelheid van de monnik en de af te leggen afstand. De grafische oplossing levert wel de oplossing, nl. als je twee grafiekjes tekent waarin een lijn naar boven (heenreis) resp. naar beneden (terugreis) de afgelegde afstand op het pad weergeeft als een functie van de verstreken tijd, en je de twee grafiekjes over elkaar heenlegt. Ergens moeten de twee lijnen elkaar kruisen.

Het tekenen van de situatie maakt de oplossing transparant. De oplossing wordt geleverd door de tekst van het verhaaltje te vertalen in een vorm die een geschikt visueel systeem van logica gebruikt en die meer relevante informatie weergeeft. Daarnaast suggereert het op elkaar leggen van de twee grafieken een cognitieve strategie waarbij de heen- en terugreis beschouwd worden als gebeurtenissen die tegelijkertijd plaats vinden. Zowel de grafische weergave van het probleem als de hierdoor in werking gezette cognitieve processen leveren gemakkelijker een oplossing als andere weergaven (bijv. die in taal of in formules).

Card, Mackinlay & Shneiderman (1999) noemen dit verschijnsel “amplification of cognition”. Interne hersenactiviteit enerzijds en waarnemingen en manipulatie van externe objecten om ons heen anderzijds geven ons meer intelligentie. Zo helpen ook externe instrumenten die het mogelijk maken informatie visueel weer te geven ons bij het denken. Pen en papier, de rekenliniaal en de rekenmachine zijn visuele artefacten die ons helpen bij berekeningen die anders zeer tijdrovend of onmogelijk zouden zijn. Daarnaast helpen ook

navigatiekaarten, grafieken, en diagrammen in het algemeen ons bij uitleg, besluitvorming en ontdekking van nieuwe ideeën.

Zoals we gezien hebben, hebben visuele weergaven opvallende effecten op het vermogen van mensen om informatie tot zich te nemen, om er berekeningen op los te laten, om informatie te begrijpen, en zelfs om extra kennis te krijgen. Kortom, visuele weergaven kunnen nieuwe inzichten opleveren. Dat hoeft niet, want er zijn veel plaatjes die niet voor dit doeleinde geschikt zijn. Erger nog, ze kunnen verkeerde voorstellingen van zaken geven, zoals Tufte (1983) meldt: “There are right ways and wrong ways to show data; there are displays that reveal the truth and displays that do not”. Bertin (1967) suggereerde dit al in de introductie van zijn boek dat als basis gezien wordt voor het huidige onderzoeksgebied dat met “Information Visualization” wordt aangeduid. Hij merkt het volgende op: “Combien de dessins admirablement exécutés et richement reproduits trahissent leur titre et ne communiquent qu’une information dérisoire et inutile? Que de papier et couleurs perdus. Tandis que des croquis “malhabiles” mais correctement construits deviennent les meilleurs instruments de la découverte et de la pédagogie.” (Hoeveel tekeningen zijn er niet die prachtig en rijkelijk zijn uitgevoerd, maar die hun titel verraden en slechts belachelijke en nutteloze informatie overdragen? Wat een verspilld papier en wat een verspilde kleuren. Terwijl “klunzige”, maar correct opgezette, schetsen de beste instrumenten worden voor ontdekking en uitleg.)

Behalve dat plaatjes je op het verkeerde been kunnen zetten, zijn er ook verschillende functies die plaatjes hebben. Zo signaleren Levin, Anglin & Carney (1987) 5 verschillende functies die plaatjes kunnen hebben in tekstboeken. Ze kunnen puur als decoratie dienen. Ze dragen dan niets bij aan de tekst. Ze zijn er om de tekst “op te leuken”. Meer functioneel zijn de plaatjes die objecten, personen, activiteiten, processen, etc. weergeven die genoemd worden in een tekst. Illustraties die precies hetzelfde verhaal vertellen als de tekst zijn het prototype van deze representatieve plaatjes. Plaatjes kunnen ook een gestructureerd kader verschaffen voor de tekst. Ze maken dan samenhangen duidelijk. Plaatjes die instructies geven hoe je een apparaat moet gebruiken, of hoe je iets moet monteren zijn een voorbeeld hiervan. Deze plaatjes worden organizationele plaatjes genoemd. Plaatjes met een interpretatiefunctie verhelderen moeilijk te begrijpen tekstpassages en abstracte begrippen. Dit soort plaatjes vind je vaak in biologie- of aardrijkskundeboeken. Illustraties van de mechanica van de bloeddruk of van de kringloop zijn hier voorbeelden van.

Plaatjes met representatie-, organisatie-, en interpretatiefunctie dragen iets extra’s bij aan de verbale tekst. Het concretiseren, het leggen van verbanden, en het toevoegen van begrip dat deze plaatjes beogen heeft daarnaast ook invloed op het beter onthouden van de tekst. Het visueel geheugen is beter dan het verbaal geheugen, de mens onthoudt thematisch geordende informatie beter dan ongeorganiseerd materiaal, en informatie die van het begin af aan goed is begrepen wordt beter onthouden dan slecht begrepen informatie.

Als laatste type plaatje noemen Levin, Anglin & Carney (1987) de transformationele plaatjes. Deze wijken enigszins af van de vorige typen van plaatjes, want ze zijn niet conventioneel, en ze zijn ontworpen om direct invloed te hebben op het geheugen. Deze plaatjes:

- 1) vormen de belangrijkste informatie die geleerd moet worden om in een concretere en gemakkelijk te onthouden vorm (“Recoding”)

- 2) geven de samenhang aan van de verschillende onderdelen van de informatie in een specifieke context (“Relating”)
- 3) verschaffen de leerder systematische middelen om de belangrijkste informatie uit zijn geheugen terug te halen (“Retrieving”)

Deze 3 componenten worden wel de 3 Rs genoemd die typerend zijn voor associatieve technieken om dingen beter te onthouden.

II. Visualisaties: cognitieve kenmerken.

Grafische weergaven van informatie kunnen dus ons cognitief vermogen verruimen. Maar hoe komt dit nu? Op dit terrein is er veel onderzoek gedaan, met name door psychologen. Tegenwoordig zijn ook wetenschappers uit diverse andere hoeken zich gaan interesseren voor visualisaties. Visualisaties worden steeds meer geaccepteerd, zelfs binnen gebieden als geschiedenis, waar ze lange tijd beschouwd zijn als inferieur aan tekst. Staley (2003, p. 4) drukt het aldus uit: “Historians [...] have long been “word people”. [...] The written word is to the historian what the numerical abstraction is to the mathematician. From research to publication to teaching, this textual culture provides the cognitive infrastructure of the discipline of history”. En zo zijn er meer terreinen, met name binnen de Humaniora, waar visualisaties niet als een serieus medium worden beschouwd. Om “word people” te overtuigen van de voordelen van visualisaties is het belangrijk meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden en beperkingen ervan. Bovendien wil men erachter komen wat van een plaatje een goed plaatje maakt. Onderzoekers buigen zich over vragen als: Hoe beïnvloeden plaatjes ons denken?; In welke opzichten is een plaatje anders dan een tekst? Is er een relatie tussen externe visualisaties en interne mentale visualisaties, en hoe is die dan?; Is een plaatje wel geschikt voor elke taak en elke persoon?

Scaife & Rogers (1996)

Zo bekijken Scaife & Rogers (1996) kritisch de uiteenlopende literatuur over grafische representaties. Zij beweren dat ondanks het veelvuldig en geroemd gebruik van grafische technologie er in feite nog maar weinig bekend is over de cognitieve waarde van zowel ouderwetse illustraties, als meer geavanceerde visualisaties zoals animaties, multimedia, en virtual reality (VR). Eigenlijk weten we nog niet goed hoe ze werken. Zo is er bijv. nog geen duidelijk bewijs van de vaak aangehaalde voordelen van animaties, die volgens sommigen beter zouden zijn dan niet-interactieve visualisaties. Terecht merken zij dan ook op dat het zot is dat onderzoekers en ontwerpers besluiten veel energie en geld te gaan steken in een VR-applicatie, als een statisch diagram misschien wel veel effectiever is voor de te ondersteunen taak.

Wat volgens Scaife en Rogers nodig is, is een meer systematische benadering om de verdiensten van verschillende type visualisaties te beoordelen. Bovendien vinden zij dat de benadering gestuurd dient te worden door theoretische overwegingen. Want zonder zo’n aanpak bestaat er geen gegronde manier om wijs te worden uit de omvangrijke empirische literatuur over de voordelen van visualisaties of om voorspellingen te doen over de bruikbaarheid van nieuwe visuele vormen, zoals animatie en VR. Zij zijn voorstanders van systematische aanpakken à la Larkin & Simon (1987). Larkin & Simon bieden een model

van diagramgebruik dat de belangrijkste componenten van een theoretische verantwoording expliciet maakt. Larkin & Simon wijzen ons inderdaad op:

- 1) de eigenschappen van een grafische voorstelling
- 2) de manier waarop deze eigenschappen inwendig gevisualiseerd zouden kunnen zijn
- 3) verwerkingsprocessen die heen en weer gaan tussen 1) en 2)

Veel empirisch visualisatieonderzoek is gebaseerd op ad hoc vragen en niet ingebed in bijv. een cognitieve verwerkingstheorie van visuele representaties. Scaife & Rogers beweren dat het van groot belang is om vragen te stellen van meer fundamentele aard. Deze vragen zijn:

- Wat is het wezenlijke verband tussen grafische representaties en interne representaties?
- Hoe worden grafische representaties gebruikt bij het leren, bij het oplossen van problemen, en bij het maken van afleidingen?

Scaife & Rogers stellen zelf voor om de aandacht te richten op:

- 1) de cognitieve processen die plaats vinden als men grafische voorstellingen gebruikt
- 2) de kenmerken van zowel interne als externe structuren
- 3) de cognitieve voordelen van verschillende type grafische voorstellingen

Op dit voorgestelde perspectief plakken zij het etiketje “external cognition”. Als waardevol analytisch kader om aspecten hiervan te verklaren introduceren zij 3 abstracte centrale begrippen die grafische weergaven zouden karakteriseren:

- a) “computational offloading”: de mate waarin verschillende externe representaties van een probleem die qua informatie equivalent aan elkaar zijn de cognitieve inspanning verminderen om het probleem op te lossen
- b) “re-representation”: de manier waarop verschillende externe representaties met dezelfde abstracte structuur het oplossen van problemen gemakkelijker dan wel moeilijker maken
- c) “graphical constraining”: de manier waarop grafische representaties de soorten afleidingen kunnen beperken die gemaakt kunnen worden met betrekking tot de onderliggende voorgestelde wereld

Larkin & Simon (1987)

Larkin & Simons artikel uit 1987 is zeer invloedrijk geweest op het onderzoek dat gedaan is en wordt naar het redeneren met diagrammen. Zij contrasteren visuele met talige representaties vanuit het oogpunt van informatieverwerking (Larkin & Simon praten zelf over “diagrammatic representations” en “sentential representations”, waarbij de laatste betrekking hebben op zinnen in zowel natuurlijke als formele talen). Zij richten zich alleen op externe representaties hiervan, en beperken zich tot problemen van natuurkundige en wiskundige aard. Als voorbeelden gebruiken zij een katrolprobleem en een geometrisch probleem.

Het katrolprobleem luidt als volgt:

“We have three pulleys, two weights, and some ropes, arranged as follows:

1. The first weight is suspended from the left end of a rope over Pulley A. The right end of this rope is attached to, and partially supports, the second weight.

2. Pulley A is suspended from the left end of a rope that runs over Pulley B, and under Pulley C. Pulley B is suspended from the ceiling. The right end of the rope that runs under Pulley C is attached to the ceiling.
3. Pulley C is attached to the second weight, supporting it jointly with the right end of the first rope.

The pulleys and ropes are weightless; the pulleys are frictionless, and the rope segments are all vertical, except where they run over or under the pulley wheels. Find the ratio of the second to the first weight, if the system is in equilibrium.”

Het geometrische probleem luidt als volgt:

1. “Two transversals intersect two parallel lines and intersect with each other at a point x between the the two parallel lines.
2. One of the transversals bisects the segment of the other that is between the two parallel lines.
3. Prove that the two triangles formed by the transversals are congruent.”

Larkin & Simon hebben de verschillen in “computational efficiency” tussen de diagrammatische en talige representaties van deze problemen onderzocht. Hun uiteindelijke claim is dat er een fundamenteel verschil bestaat tussen diagrammen en talige weergaven van deze problemen. Dit verschil bestaat hieruit dat de diagrammen expliciet informatie vastleggen over topologische en geometrische relaties tussen de componenten van het probleem, en dat de zinnen dat niet doen. Talige representaties leggen andere verbanden vast, nl. temporele en logische opéénvolgingen, en in een opsomming hiërarchische relaties. Zij concluderen dat de grote voordelen van diagrammen op het verwerkingsvlak liggen: met betrekking tot het oplossen van problemen zoals het katrolprobleem en het geometrische probleem kun je in diagrammen veel sneller dan in zinnen relevante informatie zoeken, herkennen, en afleidingen maken.

Hegarty (2004)

Hegarty (2004) bestudeert 3 mogelijke relaties tussen externe en interne visuele representaties. Voor Hegarty is een “external visualization” “an artifact printed on paper or shown on a computer monitor that can be viewed by an individual. An internal visualization is a representation in the mind of an individual” (Hegarty, 2004, 1).

Te eerste bekijkt ze of externe visualisaties interne visualisaties alleen maar vervangen. Om dat na te gaan stelt ze de volgende twee vragen:

- 1) Zijn interne visualisaties isomorf aan externe?
- 2) Geeft het waarnemen van een externe visualisatie aanleiding tot de opbouw van een waarheidsgetrouwe interne visualisatie?

Beide vragen moet ze negatief beantwoorden. Met betrekking tot 1) noemt ze als voorbeeld een computervisualisatie van een machine in beweging. Computertechnologie maakt het mogelijk om te tonen hoe de diverse onderdelen tegelijkertijd bewegen. Experimenten hebben echter laten zien dat mensen deze gelijktijdige bewegingen intern opslaan als opéénvolgende bewegingen waartussen een oorzaak-gevolgverband wordt gelegd. Wat 2) betreft noemt ze de vele optische illusies waaraan wij als waarnemers ten prooi vallen. Wij zien bijv. de valsnelheid van een vrij vallend object als een constante snelheid, terwijl dit

object in werkelijkheid met toenemende snelheid valt. Een ander voorbeeld is een paard in galop. Lange tijd heeft men niet geweten hoe een paard in galop zich bewoog, totdat de “stop-gap” fotografie werd uitgevonden. De benen bewegen te snel om de exacte beweging goed waar te nemen via het menselijk oog.

Ten tweede onderzoekt ze of begrip en gebruik van externe visualisaties misschien afhangen van interne mentale beelden. Dat zou betekenen dat mensen met minder ruimtelijke visualisatievaardigheden of met minder ruimtelijk inzicht externe visualisaties beter en sneller begrijpen dan personen met minder vaardigheid en inzicht. Tal van experimenten lijken deze hypothese te ondersteunen. In bepaalde situaties lijken interne visualisatievermogens een voorwaarde te zijn om externe visualisaties effectief te kunnen gebruiken.

Ten derde zouden externe en interne visualisaties elkaar mogelijk in een wisselwerking wederzijds uitbreiden, versterken, of aanvullen. Er zijn een aantal experimenten gedaan die een wisselwerking onderzocht hebben. Zo hebben Hegarty, Kriz & Cate (in press) de rollen onderzocht die enerzijds mentale animatie en anderzijds het bekijken van een externe animatie spelen bij het begrijpen van een vrij complex proces (het functioneren van het doorspoelsysteem van het toilet). Diverse groepen waren bij het experiment betrokken: één groep zag één statisch diagram van het systeem, een tweede groep zag meerdere statische diagrammen van het systeem in verschillende stadia (mentale animatie), een derde groep kreeg een externe animatie van het systeem te zien (externe animatie), en de laatste groep kreeg zowel de diagrammen in diverse stadia als de externe animatie te zien (interne + externe animatie). Alle groepen moesten op grond van wat ze te zien kregen naderhand een uitleg geven van het systeem. De resultaten gaven aan dat de mentale animatie en het zien van de externe animatie beide positieve effecten hadden op het begrijpen van het systeem, zonder dat er een statistische interactie was tussen deze twee variabelen. De vierde groep presteerde echter het beste in het experiment. Zij kregen het beste door hoe het systeem werkte. Dergelijke experimenten suggereren dat effectieve externe visualisaties sterk verbonden zijn met interne visualisaties.

Op grond van haar bevindingen pleit zij ervoor dat de resultaten van onderzoek naar externe visualisatievaardigheden van mensen betrokken moeten worden bij het ontwerp van externe visualisaties, en dat de ontwikkeling van externe visualisatietechnieken meer onderzoek noodzakelijk maakt naar interne visualisatievermogens van mensen. Daarnaast is zij van mening dat aan kinderen op school al vroegtijdig moet worden geleerd om externe visualisaties te “lezen”.

III. Visualisaties: functionele kenmerken.

Shimojima (2004)

Shimojima (2004) bestudeert visualisaties en met name statische diagrammen vanuit een puur theoretisch perspectief en baseert zich hierbij op zowel wat oudere als recente literatuur. Hij constateert minstens vier begrippen die de belangrijkste functionele kenmerken van diverse variëteiten van grafische voorstellingen lijken te dekken. Het gaat om de volgende concepten:

- 1) “Free ride properties”: de uitdrukking van een bepaalde verzameling informatie in een visueel representatiesysteem brengt automatisch de uitdrukking met zich mee van andere, extra, informatie, die in talige representatiesystemen niet direct ‘zichtbaar’ is. Het gaat hierbij om geoorloofde afleidingen, die overeenkomen met de weergegeven situatie.
- 2) “Auto-consistency”: in een visueel representatiesysteem is het onmogelijk om bepaalde inconsistente verzamelingen van informatie uit te drukken.
- 3) “Specificity”: in een visueel representatiesysteem is het onmogelijk om bepaalde informatie weer te geven zonder ervoor te kiezen dat tegelijkertijd andere, extra, informatie wordt weergegeven, die niet noodzakelijkerwijs wordt ondersteund door de weer te geven situatie. Het gaat hierbij m.n. om de visualisatie van abstracte informatie die je dwingt tot het maken van een keuze van één specifieke weergave, terwijl er meerdere mogelijk zijn. De beschikbare informatie is vaag, maar het visuele systeem laat deze vaagheid niet toe (teken maar eens “de man met de hoed”, je zult een keuze moeten maken voor het soort hoed dat je gaat tekenen)
- 4) “Meaning derivation properties”: de betekenisinhoud van een visualisatie bevat soms componenten die niet gedefiniëerd zijn in de basisregels van de semantiek van het visuele systeem, maar wel hieruit afleidbaar zijn. In deze “properties” ligt de rijkdom van de visualisatie, en zij bepalen welke nieuwe kennis er vergaard kan worden m.b.t. de weergegeven situatie.

Hieronder zullen de begrippen worden geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld.

Stel dat we in de werkelijke wereld te maken hebben met de volgende situatie:

- Piet, Jan, Wim, Anna en Mieke doen mee aan een hardlooptwedstrijd, bijv. de 4 Mijl van Groningen.
- Zij doen elk mee op persoonlijke titel en halen elk een afzonderlijk, verschillend resultaat in de vorm van een tijd, zodat het duidelijk is wie van wie heeft gewonnen..

Om te laten zien hoe visuele representaties verschillen van talige representaties ten aanzien van bovenstaande begrippen gebruiken we één type visuele representatie, het Positie Diagram (PD), en twee type talige representaties, First Order Logic (FOL) en natuurlijke taal, en wel het Nederlands (NED). Dus om de situatie weer te geven waarin Jan heeft gewonnen van Piet, hebben we de volgende systemen om dat uit te drukken:

NED	Jan won van Piet
FOL	Won_van (Jan, Piet)
PD	Jan Piet

Het PD-systeem is als volgt gedefiniëerd:

Syntactische regels:

- Minstens twee van de namen “Jan”, “Piet”, “Wim”, “Anna”, en “Mieke” staan op een horizontale rij.
- Dezelfde naam verschijnt hoogstens éénmaal in de rij.

Semantische regel:

- Als de naam X links van de naam Y staat, dan won deelnemer met naam X van deelnemer met naam Y.

De begrippen kunnen worden uitgelegd aan de hand van het uitdrukken van situaties waarin meer dan 2 deelnemers voorkomen.

1. Free Ride

Weer te geven informatie:

Deelnemer met naam “Jan” won van deelnemer met naam “Piet”.

Deelnemer met naam “Mieke” verloor van deelnemer met naam “Piet”.

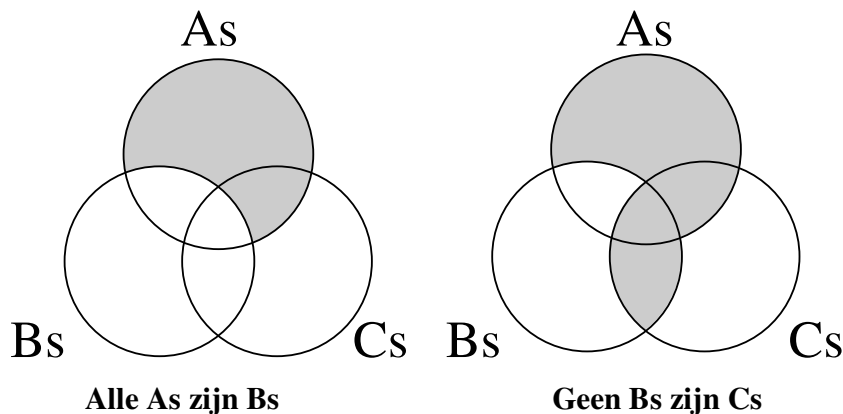
NED	Jan won van Piet en Mieke verloor van Piet
FOL	Won_van (Jan, Piet) & Verloor_van (Mieke, Piet)
PD	Jan Piet Mieke

Het PD-systeem voegt informatie toe die niet expliciet wordt uitgedrukt in NED, noch in FOL. Het gaat om de informatie dat Jan ook van Mieke won. Deze informatie kan wel afgeleid worden uit de andere representatiesystemen, maar is in het diagram direct zichtbaar. Dit wordt een “Free Ride” genoemd.

Andere voorbeelden hiervan kunnen gegeven worden aan de hand van Venn diagrammen en Euler cirkels.

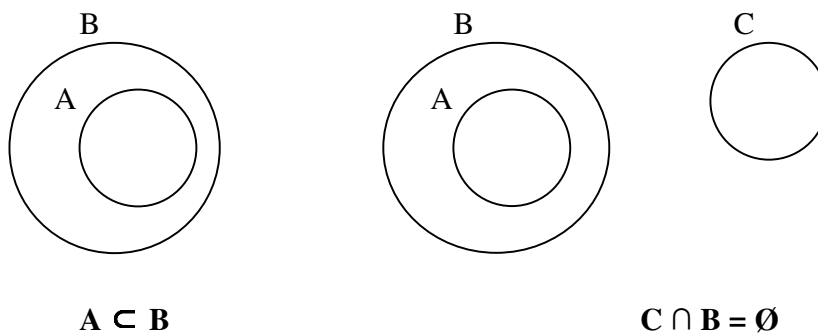
Venndiagrammen:

Weer te geven situatie: Alle As zijn Bs; Geen Bs zijn Cs



Representatie van bovenstaande situatie in Venndiagramvorm levert een Free Ride op, nl. dat Geen As zijn Cs. Deze informatie wordt direct beschikbaar in het diagram, maar valt veel lastiger af te leiden uit de talige weergave van de situatie.

Euler cirkels:



De Free Ride hier is dat: **$C \cap A = \emptyset$**

Als we Free Rides nader gaan analyseren is het nodig heel duidelijk 4 zaken van elkaar te onderscheiden:

- Het weergegeven object Y, waarbij dit object van alles kan zijn, bijv. een specifieke hardloopwedstrijd
- Een weergave X van Y, bijv. in de vorm van een PD, of in de vorm van natuurlijke taalzinnen
- Eigenschappen van X, bijv. de positie van namen t.o.v. elkaar in het PD
- Eigenschappen van Y, bijv. wie van wie heeft gewonnen

Stel Y is een specifieke hardloopwedstrijd, en informatie van deze wedstrijd wordt weergegeven in een positiediagram dat gedefiniëerd is als hierboven aangegeven is. Als de naam “Jan” nu links van de naam “Piet” in het PD, dan duidt dat erop dat Jan van Piet heeft gewonnen.

Laten we nogmaals het volgende PD bekijken:

PD



Dat de naam “Jan” links van de naam “Piet” verschijnt, duidt erop dat Jan van Piet heeft gewonnen. Dat de naam “Mieke” rechts van de naam “Piet” verschijnt, duidt erop dat Mieke van Piet heeft verloren. Dit was de informatie die moest worden uitgedrukt. Maar tegelijkertijd bevindt de naam “Jan” zich ook links van de “Mieke” in het PD, en dit duidt er op dat Jan ook van Mieke heeft gewonnen.

Voorwaarde voor Free Rides is dat het grafische systeem beschikt over eigenschappen die op kenmerken duiden van het weer te geven object.

Algemeen kan gesteld worden dat een visualisatie met een Free-Ride-eigenschap deductieve afleidingen ondersteunt door ze extern zichtbaar te maken. Hierbij dient wel aangetekend te worden dat Free Rides alleen de *uitdrukking* van afleidingen in de visualisatie garanderen. Dit wil nog niets zeggen of een waarnemer ze ook daadwerkelijk *ziet*. Sommige Free Rides worden door iedereen direct herkend, anderen vereisen meer domeinkennis, inzicht en vaardigheden. Ook worden sommige Free Rides heel snel gezien, anderen pas na enige tijd en inspanning.

2. Auto-consistency

Het PD is niet in staat om de volgende inconsistente verzameling van informatie weer te geven, terwijl het NED en FOL wel de vrijheid hebben om dit te doen:

Jan won van Piet
Mieke verloor van Piet
Jan verloor van Mieke

Probeer maar uit!

3. Specificity

Weer te geven informatie:

Deelnemer met naam “Jan” won van deelnemer met naam “Piet”.

Deelnemer met naam “Anna” won van deelnemer met naam “Piet”.

NED

Jan won van Piet en Anna won van Piet

FOL

Won_van (Jan, Piet) & Won_van (Anna, Piet)

PD ??

Jan Anna Piet

??

Anna Jan Piet

Er moet gekozen worden voor een bepaald PD, maar deze keuze houdt in dat er informatie beschikbaar komt, bijv. dat Anna van Jan won, die niet mag worden afgeleid van de oorspronkelijke, weer te geven informatie. In het PD kan bepaalde informatie niet worden uitgedrukt zonder extra, niet bedoelde, informatie uit te drukken. Het systeem is op dit punt

te precies en niet geschikt om uiting te geven aan de onduidelijkheid van de weer te geven situatie.

4. Derived meaning

Weer te geven informatie:

Deelnemer met naam “Jan” won van deelnemer met naam “Piet”.

Deelnemer met naam “Anna” won van deelnemer met naam “Jan”.

Deelnemer met naam “Piet” won van deelnemer met naam “Mieke”.

Deelnemer met naam “Mieke” won van deelnemer met naam “Wim”.

NED	Jan won van Piet, Anna won van Jan, Piet won van Mieke. en Mieke won van Wim
FOL	Won_van (Jan, Piet) & Won_van (Anna, Jan) & Won_van (Piet, Mieke) & Won_van (Mieke, Wim)
PD	Anna Jan Piet Mieke Wim

In het PD kun je het aantal namen tellen om erachter te komen hoeveel deelnemers er aan bepaalde voorwaarde voldoen. Wil je bijv. weten hoeveel deelnemers Jan heeft verslagen, dan tel je in het PD het aantal namen dat rechts van de naam “Jan” staat. Noch in NED, noch in FOL kun je namen gaan tellen om hier achter te komen. In die representaties gaat deze overeenkomst niet op. Hier betekent het aantal namen dat in de talige representatie voorkomt niet het aantal deelnemers waarover iets gezegd wordt. In het PD geldt een extra betekenisrelatie, die niet in NED, noch in FOL geldig is. Deze betekenisrelatie komt niet voor in de basisregels van de semantiek van het grafische systeem, maar valt er wel uit af te leiden. Vandaar dat er gesproken wordt over “derived meaning”.

Laten we wat preciezer hiernaar gaan kijken. Op grond van het PD hierboven kunnen we, uit de lokale feiten dat de naam “Anna” links van “Mieke” staat en de naam “Jan” links van “Mieke” staat, de globale informatie afleiden dat minstens twee namen links van “Mieke” staan. Dat minstens twee namen links van “Mieke” staan geeft aan dat minstens twee deelnemers van Mieke wonnen. Deze globale informatie wordt ook gestaafd door meer lokaal te kijken. Immers, dat “Anna” links van “Mieke” staat geeft aan dat Anna van Mieke won, en dat “Jan” ook links van “Mieke” staat geeft aan dat Jan ook van Mieke won. Hieruit kan afgeleid worden dat minstens twee deelnemers van Mieke wonnen. Dit is dan ook de nieuwe afgeleide informatie die het PD direct aanreikt. Via het PD kan veel sneller deze nieuwe informatie worden verkregen dan via FOL of NED. Deze informatie is direct zichtbaar. Daarnaast is het ook geoorloofd om deze afleiding te maken. I.t.t. de ongeoorloofde nieuwe kennis die een te specifieke visualisatie inbrengt, wordt er hier nieuwe kennis opgeroepen die wel van toepassing is op de weergegeven situatie.

Het is deze afgeleide betekenisrelatie waarover Kosslyn (1994, 46) het heeft, als hij de rijkdom van scatterplots laat zien:

“Scatter plots [...] employ point symbols (such as dots, small triangles, or squares) as content elements. The height of each point symbol indicates an amount. These displays

typically include so many points that they form a cloud; information is conveyed by the shape and the density of the cloud.”

Kulpa (2003, 111) suggereert ook iets dergelijks:

“Concerning the original numbers, they can be easier and more accurately read off from a list of numbers, without the expense of producing graph[s]. What such graphs are really for is something different --- namely, a possibility to see at a glance some general conclusion, i.e., a result of some reasoning that follows from the interaction of these numbers.”

Een representatiesysteem met een “meaning derivation property” maakt het mogelijk om zowel lokale informatie als globale informatie die door de lokale informatie wordt geïmpliceerd tegelijkertijd te presenteren.

De herkenning en correcte inschatting van afgeleide betekenissen middels visualisaties hoeft niet altijd gemakkelijk te zijn. Het kan enige expertise vereisen. Dit laatste is o.a. gebleken uit een studie waarin het lezen van weerkaarten door zowel professionele meteorologen als niet-meteorologen is onderzocht (Lowe 1989).

IV. Informatievisualisaties.

In de betekenis die Card, Mackinlay & Shneiderman (1999) geven aan de term “visualization” moeten wij visualisaties zien als grafische voorstellingen van data die gebruik maken van de voordelen van plaatjes of diagrammen, maar hieraan de mogelijkheden toevoegen die de computer biedt, en deze zijn:

- interactie tussen mens en computer
- automatische verwerking van (grote hoeveelheden) data
- automatische omzetting van (grote hoeveelheden) data in visuele vorm

Daarnaast is het doel van de visualisatie om meer inzicht te krijgen (“cognitive amplification”). Het gaat niet om mooie plaatjes, die grafische hoogstandjes zijn, maar om een geautomatiseerde, onderling goede afstemming van:

- data typen
- doel van de communicatie
- visuele weergave van de data

De belangrijkste doelen van het verkrijgen van inzicht via de visualisatie zijn, in de ogen van Card et al. (1999, 6), de volgende:

- Ontdekking (“discovery”)
- Besluitvorming (“decision making”)
- Uitleg (“explanation”)

Hierbij wordt er een beroep gedaan op onze perceptieve vermogens, die in meerdere opzichten beperkt zijn, maar daarnaast ook veel mogelijkheden in zich hebben.

Card, Mackinlay & Shneiderman (1999) maken een duidelijk onderscheid tussen:

- 1) wetenschappelijke visualisaties (“scientific visualizations”)
- 2) informatievisualisaties (“information visualizations”)

Beide type visualisaties worden gegenereerd door de computer, maar de eerste zijn gebaseerd op concrete, fysieke gegevens (bijv. anatomie van het lichaam, of molecuulopbouw), de laatste op abstracte gegevens (prijzen van huizen in diverse steden, of aantal voorkomens van bepaalde woorden in diverse literaire teksten). De computer wordt gebruikt om sommige eigenschappen van deze data zichtbaar te maken. Hoewel

wetenschappelijke visualisaties abstracties kunnen weergeven, is er altijd sprake van een afbeelding op een concrete, fysieke ruimtelijke weergave. Topologie en geometrie liggen al vast. Voor de weergave van abstracte data zoals financiële data is er niet bij voorbaat een ruimtelijke afbeelding voorhanden.

Wat Card, Mackinlay & Shneiderman (1999) zo mooi een “knowledge crystallization task” noemen, is een type taak waarbij informatievevisualisaties een belangrijke rol kunnen spelen. Dit soort taken motiveert om op zoek te gaan naar de meest compact mogelijke beschrijving van een verzameling abstracte data met betrekking tot een specifieke taak, en naar mogelijkheden om deze beschrijving zodanig te visualiseren dat jezelf en anderen een duidelijk overzicht krijgen van de verzamelde informatie, dat evt. nieuwe inzichten oproepen worden, en dat evt. op grond daarvan besluiten genomen kunnen worden. Data, taak, en schema (representatieve beschrijving van de data) zijn hierbij sleutelwoorden. Het zoeken naar een geschikt schema is vaak een iteratief proces. Informatievevisualisaties kunnen in de taak van “knowledge crystallization” in de verschillende stadia een belangrijke functie vertolken. Ze kunnen helpen bij het zoeken naar de relevante informatie, ze kunnen helpen bij het vinden van een geschikt schema, of ze kunnen helpen bij het ontdekken van patronen. Immers, zowel feiten, vergelijkingen, en patronen vallen af te lezen van correct geconstrueerde plaatjes. Bij informatievevisualisaties zoals Card et al. die voor ogen hebben gaat het in de visuele representatie om het verkrijgen van de meest compact mogelijke beschrijving van een verzameling data met betrekking tot een bepaalde taak. Het streven is naar een weergave van de stand van zaken die de efficiëntie waarmee de weergegeven informatie wordt verwerkt aanzienlijk doet toenemen.

Card et al. (1999, 12) signaleren ten minste 4 gebruiksniveaus waarop hun ideeën kunnen worden toegepast:

- 1) visualisatie van de informatie die zich buiten de werkomgeving van de gebruiker bevindt (“infosphere”). Dit kan bijv. informatie op het World Wide Web betreffen, of informatie in digitale bibliotheken.
- 2) visualisatie van informatie binnen de werkomgeving van de gebruiker (“information workspace”). Dit kan bijv. informatie zijn van woordenboeken, taalwijzers, spelling checkers, e.d.. Ook de desktopmetafoor ligt in deze lijn. Beschikbare informatiebronnen en tools worden op het scherm getoond als desktopobjecten.
- 3) visuele kennisinstrumenten (“visual knowledge tools”). Deze laten de beschikbare informatie zien op een zodanige manier dat er patronen uit afgelezen kunnen worden, dat er door manipulatie van de data patronen te ontdekken vallen, of dat er visuele berekeningen kunnen worden uitgevoerd op de data.
- 4) visuele objecten (“visual objects”). Ruimtelijke objecten worden uitgebreid met visuele weergaves van verzamelingen abstracte informatie betreffende (onderdelen van) deze objecten.

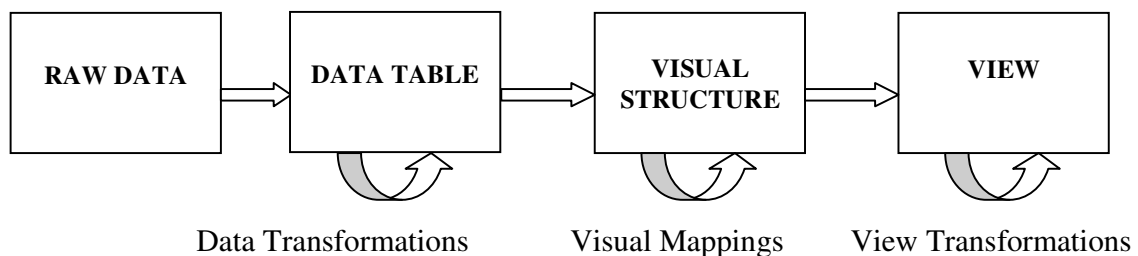
De meeste informatievevisualisaties vallen in categorie 3).

We hebben hierboven gezien dat visuele representaties in het algemeen een gebruiker wijzer kunnen maken, en wat daar de oorzaak van zou kunnen zijn. Card et al. (1999) geven op hun beurt 6 redenen aan waarom goed opgezette visualisaties (in de betekenis die zij eraan hechten) tot “amplification of cognition” kunnen leiden:

- 1) visualisaties ontlasten het geheugen en het denken van de gebruiker, en maken optimaal gebruik van de perceptuele vermogens van de gebruiker
- 2) ze vergemakkelijken het zoeken naar informatie

- 3) ze maken patroonherkenning mogelijk
 - 4) ze maken perceptuele afleidingen mogelijk
 - 5) ze vergemakkelijken het scannen, als ze gebruik maken van perceptuele technieken om aandacht op iets te vestigen
 - 6) ze coderen informatie op een zodanige manier dat ermee te manipuleren is
- Goed opgezette visualisaties maken gebruik van verschillende mechanismen die het cognitieve vermogen vergroten. Deze mechanismen hangen af van geschikte afbeeldingen van data op visuele vormen.

Hoe komt nu zo'n afbeelding van data op een visuele weergave tot stand, oftewel hoe kun je ruwe data in een visuele vorm gieten? Hierop geven Card et al. een keurig stappenplan, dat er als volgt uitziet:



- Datatabelen

Ruwe data zijn in de ogen van Card et al. data in een eigen kenmerkende vorm. Het is een verzameling heterogene informatie, die betrekking heeft op één of meerdere facetten van de werkelijke wereld om ons heen. Datatabelen zijn ervoor om deze heterogene data te structureren, en wel in de vorm van een relatie of een verzameling relaties (in de wiskundige betekenis), nl. als $\{ \langle \text{value}_{ix}, \text{value}_{iy}, \dots \rangle, \langle \text{value}_{jx}, \text{value}_{jy}, \dots \rangle, \dots \}$. De datatabel voegt hieraan metadata toe die de relaties beschrijven. De waarden in de datatabel zijn de waarden voor de eigenschappen waarmee elke in de ruwe data te onderscheiden individuele entiteit beschreven kan worden. Card et al. spreken van “cases”, Bertin van “objets”, waarbij ze individuele entiteiten/objecten bedoelen. Voor eigenschappen die individuele entiteiten karakteriseren, gebruiken Card et al. de term “variables”, en Bertin “caractéristiques”. De “cases” zijn belangrijk voor de analyse van de ruwe data. De “variables” zijn belangrijk voor de keuze van de visuele structuur. Een specifieke vorm van relatie wordt gevormd door de functie. Van functies die individuele entiteiten afbeelden op hun kenmerken wordt veelvuldig gebruik gemaakt bij visualisatietaken.

De volgende tabel is een voorbeeld van een datatabel die informatie over verschillende dozen structureert:

	Doos 1	Doos 2	Doos 3	...
Vorm	rechthoekig	rond	vierkant	...
Kleur	groen	roze	geel	...
Materiaal	karton	karton	blik	...
Doel	schoenen	hoeden	snoep	...

Decoratie	0	0	1	...
...

Deze tabel omschrijft Doos 2 als een kartonnen ronde doos in de kleur roze, bedoeld voor hoeden, en waarop geen decoratie is aangebracht. Als we dozen beschrijven m.b.v. een functie f die individuele dozen afbeeldt op hun kenmerken dat is de uitkomst van f (Doos3) = <vierkant, geel, blik, snoep, 1>.

De term multivariabel wordt door Card et al. gebruikt voor datatabellen die te veel variabelen hebben om in een enkele 3D visuele structuur weer te geven. Visualisaties die speciaal ontworpen zijn om multivariabele datatabellen weer te geven worden multidimensionale visualisaties genoemd.

Card et al. onderscheiden 3 basissoorten van variabelen:

- 1) nominale variabelen, waarvan de waarden een ongeordende verzameling vormen, en waar tussen de waarden al dan niet een identiteitsrelatie bestaat
- 2) ordinale variabelen, waarvan de waarden een geordende verzameling vormen, en waar tussen de waarden een identiteits-, kleiner-dan of groter-dan-relatie bestaat
- 3) kwantitatieve variabelen, waarvan de waarden binnen een bepaald numeriek bereik liggen, en waar op de waarden rekenkundige operaties kunnen worden toegepast

Het doet een beetje denken aan de datatypen die we van het programmeren kennen: ordinal types, subrange types, enumerated types, ... maar de onderverdeling is hier niet dezelfde als die hierboven. Bovengenoemde soorten datatypen zijn aldus gekozen om een geschikte afbeelding op een as voor te bereiden. In bovenstaande datatabel van dozen zijn de eerste 4 variabelen nominale variabelen, en is de laatste een binaire kwantitatieve variabele.

Een datatabel bevat metadata. Deze geeft informatie over de waarden in de tabel, wat de cases en wat de variabelen zijn. Datatransformaties veranderen de metadata van een datatabel. Dat kan op verschillende manieren gebeuren:

- van de waarden worden nieuwe waarden afgeleid
- van de structuur wordt een nieuwe structuur afgeleid
- van de waarden wordt een nieuwe structuur afgeleid
- van de structuur worden nieuwe waarden afgeleid

Om een beetje te laten zien hoe je met datatabellen kunt omgaan, geven we een voorbeeld van uitspraakverschillen van 1 woord in 4 verschillende plaatsen A, B, C, D. We hebben geregistreerd dat het woord “huis” ook wordt uitgesproken als “huus”, “hus” en “haus” in resp. B, C, en D. Dit kunnen we als volgt weergeven in een tabel. Voor het gemak gebruiken we niet een fonetische transcriptie.

Plaats	A	B	C	D
Uitspraak	huis	huus	hus	haus

Om de onderlinge verschillen in de diverse plaatsen te meten wordt een techniek gebruikt die de Levenshteinmeting wordt genoemd (Heeringa, 2004). Deze meting kan toegepast worden op de gegevens in bovenstaande tabel. Van de oorspronkelijke waarden (de uitspraken) worden nieuwe waarden afgeleid: de Levenshteinafstanden tussen de uitspraken (N.B. de uitspraken en afstanden zijn niet altijd overéénkomstig de realiteit. Ik heb wat verzonnen om tabelgebruik te illustreren). Om dit weer te geven in een tabel,

zullen we ook de structuur moeten veranderen, want het aantal inputvariabelen en het soort outputvariabele veranderen.

Plaats 1	A	A	A	B	B	C
Plaats 2	B	C	D	C	D	D
Afstand	4	2	1	5	3	2

Deze transformatie is een datatransformatie. Deze tabel zouden we kunnen visualiseren m.b.v. een andere tabel, nl. de volgende:

Plaats	A	B	C	D
A	0	4	2	1
B	4	0	5	3
C	2	5	0	2
D	1	3	2	0

Dit is echter geen datatabel in de strikte betekenis die Card et al. eraan toekennen.

Ook andere transformaties zijn mogelijk, bijv. één waarbij de afstanden als individuele objecten worden beschouwd, en de mogelijke paren van plaatsen als variabelen. De variabele afstand is dan gepromoveerd naar case-niveau, en de cases zijn teruggevallen naar kenmerk-niveau. De tabelwaarden worden kwantitatieve binaire waarden.

Afstand	1	2	3	4	5
A-B	0	0	0	1	0
A-C	0	1	0	0	0
A-D	1	0	0	0	0
B-C	0	0	0	0	1
B-D	0	0	1	0	0
C-D	0	1	0	0	0

Zo zouden we ook nog de afstanden kunnen groeperen in cases ≤ 3 en > 3 .

- Visuele structuren

Verschillende datatabellen onthullen verschillende aspecten van de data en dit kan leiden tot verschillende keuzes van visuele structuur. Datatabellen worden afgebeeld op visuele structuren. Goede afbeeldingen laten alle data intact. Een afbeelding van datatabel naar visuele structuur wordt door Card et al. *expressief* genoemd, als alle en alleen de gegevens in de datatabel weergegeven worden in de visuele structuur. Daarnaast stellen zij dat afbeelding *A effectiever* is dan afbeelding *B*, als *A* sneller te interpreteren is dan *B*, als *A* meer verschillen tussen data kan aanbrengen dan *B*, of als *A* tot minder fouten leidt dan *B*. Zo is het PD (zie hieronder) een expressieve weergave van de datatabel 2 die een transformatie is van datatabel 1 (zie hieronder), en is het PD een effectievere weergave dan de tabelrepresentatie (zie hieronder), waarin het nulletje staat voor de “sneller-zijn-dan”-relatie.

PD

Anna Jan Piet Mieke Wim

Tabel 1

Naam Dlnr.	Jan	Piet	Anna	Mieke	Wim
Tijd	25.31	26.02	24.00	30.54	36.49

Tabel 2

Naam Dlnr.	Jan	Piet	Anna	Mieke	Wim
Positie rangl.	2	3	1	4	5

Tabelrepresentatie

Naam	Jan	Piet	Anna	Mieke	Wim
Jan		0		0	0
Piet				0	0
Anna	0	0		0	0
Mieke					0
Wim					

Het systeem waarmee wij waarnemen kent zijn beperkingen, maar ook visualisaties als medium om informatie over te dragen kent grenzen in zijn weergavecapaciteiten. Visuele structuren kennen een beperkt aantal componenten waaruit ze opgebouwd kunnen worden:

- ruimtelijke weergavemogelijkheden: ongestructureerde, nominale, ordinale, kwantitatieve assen; lineaire, radiale assen
- markeringen (“marks” = “visible things that occur in space”): punten, lijnen, vlakken, volumes, waarbij punten en lijnen ruimte innemen (i.t.t. hun mathematische variant) en een bepaalde vorm kunnen aannemen.
- eigenschappen van markeringen: o.a. relaties tussen markeringen, “retinal properties”

Het is goed om eigenschappen van markeringen wat nader te bekijken. Helm, Marriott en Odersky (1991) gaan wat dieper in op de relaties tussen markeringen in het kader van de bouw van een “parser” voor diverse grafische representaties. In hun opvatting worden diagrammen opgesteld m.v.b. visuele talen. Betekenis van visuele voorstellingen hangt niet af van absolute positie, absolute grootte, en absolute orientatie van markeringen (Helm et al. spreken overigens niet over markeringen maar over elementen), maar relatieve verbindingen tussen markeringen zijn erg belangrijk. Deze grafische verbindingen klassificeren zij als volgt:

- netwerkverbindingen (lijnen tussen elementen)
- topologische verbindingen (omvatting, overlapping, en aanraking (“touch”) van elementen)
- geometrische verbindingen (relatieve nabijheid, orientatie, en grootte van elementen onderling)

De meeste visuele representaties gebruiken een combinatie van dit soort relaties om betekenis uit te drukken. Het ene diagram maakt vaak meer gebruik van het ene type

relatie, een ander van een ander type. Grammaticabomen van zinsstructuren en diagrammen van elektrische stroomcircuits maken met name gebruik van netwerkrelaties, maar Venn diagrammen maken gebruik van topologische relaties, “state charts” bedienen zich zowel van netwerk als topologische relaties, en in wiskundige vergelijkingen (die Helm et al. ook opvatten als grafische representaties) overheersen geometrische verbindingen (m.n. relatieve grootte en positie van symbolen).

Als we kijken naar de markeringen op zich, dan zijn hier ook verschillende eigenschappen van toepassing die betekenisdragend zijn. Bertin (1967) signaleert de volgende 6 “variables rétinienne”, die markeringen (Bertin praat zelf over “signes ponctuels, linéaires ou zonaux”) kunnen hebben:

- 1) orientatie (“orientation”)
- 2) vorm (“forme”)
- 3) kleur (“couleur”)
- 4) textuur (“grain”)
- 5) grijswaarde (“valeur”)
- 6) grootte (“taille”)

Alle mogelijke combinaties van deze variabelen zijn mogelijk om informatie over te dragen. Niet alle variabelen zijn even effectief om data te coderen, niet alle variabelen zijn even geschikt voor elk type data, en sommige combinaties versterken niet, maar verwarren eerder de leesbaarheid van de visualisatie. Men moet dus goed nadenken over de keuze en combinatie van deze variabelen.

Als voorbeeld vallen we weer even terug op onze deelnemers van de hardloophwedstrijd. Stel dat we in het PD ook het verschil tussen man en vrouw zouden willen weergeven. Dan is de keuze om hiervoor kleur te gebruiken beter dan de keuze om hiervoor grootte te gebruiken. Grootte zou wel weer gebruikt kunnen worden om lichaamsgewicht weer te geven, maar toch blijft dat gevaarlijk, omdat de associatie met hardloopsnelheid hier op de loer ligt. Voor gewicht zou evt. grijswaarden kunnen worden gebruikt, omdat het hier data betreft die we ordinaal kunnen opvatten en ook als zodanig zouden willen weergeven.

- Views en view-transformaties

Ons voorbeeld van de hardloophwedstrijd is eenvoudig, zeker als we niet teveel verschillende data willen weergeven. Een PD lijkt een zeer geschikte visuele structuur om volgorde van aankomst te visualiseren op grond van de free ride-, autoconsistency-, en meaning derivation-eigenschappen. Specificiteit zou het enige probleem kunnen zijn, maar als van alle deelnemers geregistreerde aankomsttijden aanwezig zijn, doet ook dit probleem zich niet voor. Stel nu echter dat we niet een PD bekijken met 5 namen, maar met 100 namen. Dan wordt het wat lastiger om direct antwoord te geven op vragen als “Hoeveel deelnemers waren er langzamer dan X?”, “Op de hoeveelste positie eindigde Y?”, “Wie was de snelste vrouw?”, of “Eindigde Z bij de 50 snelste of bij de 50 langzaamste deelnemers?”. Zouden we het PD willen handhaven inclusief man-vrouw-informatie, dan zouden we hier gebruik kunnen maken van één van de “view transformation”-technieken die Card et al. noemen. Om bijv. de eerste 2 vragen te beantwoorden, zouden we een “location probe” kunnen nemen, door in te zoemen op Y. We krijgen dan bijv. het aantal aan Y voorafgaande en het aantal op Y volgende namen te zien. Voor de snelste vrouw

zouden we alle manlijke deelnemers uit het PD kunnen filteren. We maken dan gebruik van een “viewpoint control”-techniek. Verder hebben Card et al. het nog over een “distortion”-techniek. Deze zouden we kunnen gebruiken door te focussen op Z, maar daarbij wel de context te handhaven. We kunnen dan een beeld krijgen van het percentage namen dat vòòr Z komt, en dat dat na Z komt.

V. Visualisatie van dialectafstanden.

De dialectafstandstabellen vormen een apart, complex, probleem m.b.t. visualisatie. Het gaat hier om abstracte data die we het liefst op 2 manieren ruimtelijk zouden willen weergeven. Enerzijds zouden wij onderlinge uitspraakafstanden tussen plaatsen in een 2D vlak willen weergeven, anderzijds zouden we de data op een landkaart willen weergeven. Beide afbeeldingen leveren problemen op. Laten we even weer terugkijken naar de tabel.

Plaats 1	A	A	A	B	B	C
Plaats 2	B	C	D	C	D	D
Afstand	4	2	1	5	3	2

We kunnen deze verschillen proberen grafisch weer te geven in een 2D-vlak, door eerst A en B ten opzichte van elkaar te tekenen met een afstand van 4 ertussen, vervolgens C ergens te plaatsen zodat afstand AC 2 en afstand BC 5 is. Vervolgens is het lastig om D een zodanige plek te geven dat AD 1, BD 3, en CD 2 is. En het zou nog lastiger worden als er veel meer plaatsen in de tabel zouden voorkomen. Voor 4 plaatsen hebben we eigenlijk een 3D-afbeelding nodig. Hoe meer plaatsen, hoe meer dimensies er in principe nodig zijn. Dit is een eerste probleem. Het tweede probleem wordt gevormd door de afbeelding op een landkaart. Er bestaat geen direct verband tussen dialectverschillen tussen plaatsen en geografische afstanden tussen plaatsen. Bovendien beperkt een landkaart ook nog eens drastisch de afbeeldingsmogelijkheden die een 2D-vlak te bieden heeft, omdat de geografische positie van plaatsen op een landkaart vastliggen. Peter Kleiweg (<http://odur.let.rug.nl/~kleiweg/indexr.html>) stelt 3 type kaarten voor om dialectverschillen weer te geven: de MDS-kleurenkaart, de clusterkaart, en de clustercompositiekaart.

Door de dialectafstanden in bovenstaande tabel wat te bewerken (sommige wat langer, andere wat korter te maken), krijgen we nieuwe tabellen die gemakkelijker op het 2D-vlak te projecteren zijn. Deze techniek wordt “multi-dimensional scaling” (MDS) genoemd. Er zijn verschillende manieren om MDS uit te voeren. Maar dan zijn we er nog niet, omdat we hiermee het tweede probleem nog niet hebben opgelost. We moeten op een andere manier de dialectverschillen weergeven, omdat de geografische afstanden vastliggen op de landkaart. Kleiweg stelt voor om voor de dialectverschilweergave de data te schalen in 3 dimensies, zodat er voor elke plaats een x-, y-, en z-coördinaat beschikbaar komt. Deze 3 coördinaten worden vervolgens gebruikt om een positie te bepalen in een kleurencubus, waarin de primaire kleuren (rood, groen, en blauw) worden gebruikt in hun diverse waarden die van licht naar donker lopen. Een specifieke positie in de cubus levert een bepaalde kleur op, en in deze kleur verschijnt de plaats op de landkaart. Hoe meer plaatsen qua kleur overeenkomen, hoe dichter ze qua dialect bij elkaar liggen.

We kunnen ook op een geheel andere manier te werk gaan om dialectverschillen in een landkaart weer te geven, nl. door datatransformaties uit te voeren op de tabeldata waarmee plaatsen qua dialectverschil in steeds grotere clusters worden samengevoegd. Ook voor clusteren bestaan er diverse methodes (Ward's Method (ook wel Minimum Variance genoemd), Weighted Average Method (ook wel McQuitty's Method genoemd), Group Average Method, om er enkele te noemen). Dit proces van samenvoegen kan op haar beurt worden gevisualiseerd in een dendrogram. Hierin geven de verticale verbindingslijnen tussen eerst 2 plaatsen, en daarna steeds grotere groepen van plaatsen, aan wat de dialectafstand is tussen de plaatsen cq. clusters. We kunnen nu zelf besluiten op welke dialectafstand we de liniaal willen leggen. Dit bepaalt het aantal clusters dat op de landkaart wordt weergegeven. Alle verschillende clusters die links van de liniaal liggen moeten dan op de kaart verschillend worden weergegeven. Dit kan op verschillende manieren gebeuren. Kleiweg kiest voor verschillende kleuren (die overigens niet bepaald worden door de kleurencubus), of (als kleuren niet mogelijk zijn) voor verschillende markeringsvormen van plaatsen: plaatsen in eenzelfde cluster hebben dezelfde markeringsvormen (bijv. kruisjes), plaatsen in verschillende clusters hebben verschillende markeringsvormen (bijv. kruisjes vs. rondjes, versus vierkantjes). Je zou hier ook kunnen denken aan verschillende textuur, of grijswaarden.

Zowel MDS-kleurenkaarten als clusterkaarten hebben nadelen. Kleurenkaarten laten soms moeilijk toe om duidelijke dialectgebieden te onderscheiden, clusterkaarten laten niet zien wat de harde dialectgrenzen en wat de geleidelijke overgangen zijn. De liniaal op het dendrogram geeft het aantal clusters aan, maar een minieme verschuiving naar links of rechts kan leiden tot aanzienlijke vermeerdering resp. reductie van cluster aantallen. Dit lijkt niet conform de werkelijkheid te zijn. Kleiweg introduceert derhalve een nieuw soort kaart: de clustercompositiekaart (Kleiweg, Nerbonne & Bosveld 2004). Deze geeft niet alleen clustercompositie weer, maar ook harde dan wel zachte grenzen tussen de clusters. Dit gebeurt door meerdere clusteringen met ruis uit te voeren op de tabeldata en grenslijnen tussen de clusters te tekenen op de landkaart. Hoe vaker een grenslijn wordt getekend, desto donkerder wordt deze weergegeven. Uiteindelijk krijg je een kaart met lichte en donkere grenslijnen, waarbij de donkere de harde dialectgrenzen aangeven en de lichte de geleidelijke dialectovergangen.

Ter verduidelijking moet hier worden vermeld dat de datatabellen in werkelijkheid veel meer data bevatten: er staan meer plaatsen in, en de tabellen bevatten meer woorden en daarmee corresponderende uitspraken per plaats. Om éénduidige dialectafstanden tussen plaatsen vast te leggen, wordt er van gemiddelden gebruik gemaakt.

De dialectdata en -weergaven vormen een mooi voorbeeld van pogingen om tot goede, betrouwbare visualisaties te komen, waar bijv. een dialectoloog gebruik van kan maken. Er zijn diverse datatransformaties bij betrokken. Hoewel de ruimtelijke afbeelding wordt beperkt doordat de afbeelding plaats vindt op een geografische kaart, zijn er binnen dit kader verschillende varianten mogelijk. De volgende stap is om te kijken hoe je de dialectdata en voorgestelde weergavevarianten zou kunnen plaatsen in Card et al's opvatting van informatievevisualisatie.

Referenties

- BERTIN J. (1967), *Semiologie Graphique. Les Diagrammes, les Réseaux, les Cartes*, Éditions Gauthier-Villars, Paris; Éditions Mouton & Cie, Paris-La Haye.
- BLACKWELL, A., MARRIOTT, K., SHIMOJIMA, A. (eds.) (2004), *Diagrammatic Representation and Inference. Proceedings of the Third International Conference, Diagrams 2004, Cambridge, UK, March 2004*, Springer-Verlag, Berlin, etc..
- CARD, S.K., MACKINLAY, J.D., SHNEIDERMAN, B. (1999), "Information Visualization", in Card, S.K., Mackinlay, J.D., Shneiderman, B. (eds.) (1999), *Readings in Information Visualization. Using Vision to Think*, Morgan Kaufmann Publ., San Francisco, 1 – 34.
- HEERINGA W.J. (2004), *Measuring Dialect Pronunciation Differences using Levenshtein Distance*, Doctoral Dissertation University of Groningen.
- HEGARTY M. (2004), "Diagrams in the mind and in the world: relations between internal and external visualizations", in Blackwell, A., Marriott, K., Shimojima, A.(eds.) (2004), 1-13.
- HEGARTY M., KRIZ S., CATE C. (in press), "The roles of mental animations and external animations in understanding mechanical systems", *Cognition & Instruction*.
- HELM R., MARRIOTT K., ODESKY M. (1991), "Building Visual Language Parsers", *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: Reaching through Technology*, 105-112.
- KLEIWEG P., NERBONNE J., BOSVELD L. (2004), "Geographic Projection of Cluster Composites", in Blackwell, A., Marriott, K., Shimojima, A.(eds.) (2004) *Diagrammatic Representation and Inference. Proceedings of the Third International Conference, Diagrams 2004, Cambridge, UK, March 22-24 2004*, 392-394.
- KOSSLYN S.M. (1994), *Elements of Graph design*, W.H. Freeman and Company, New York.
- KULPA Z. (2003), "From picture processing to interval diagrams", Technical report, Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa.
- LARKIN J.H., SIMON H.A. (1987) "Why a diagram is (sometimes) worth ten thousands words", *Cognitive Science*, 11 (1), 65-99.
- LEVIN J.R., ANGLIN G.J., CARNEY R.N. (1987), "On Empirically Validating Functions of Pictures in Prose", in D.M. Willows & H.A. Houghton (eds.), *The Psychology of Illustration. Volume I: Theory*, Springer, New York, 51-85.
- LOWE R.K. (1989), "Speech strategies and inference in the exploration of scientific diagrams", *Educational Psychology*, 9 (1), 27-44.
- SCAIFE M., ROGERS Y. (1996), "External cognition: how do graphical representations work?", *International Journal of Human-Computer Studies* 45, 185-213.
- SHIMOJIMA, A. (2004), "Inferential and Expressive Capacities of Graphical Representations; Survey and Some Generalizations", in Blackwell, A., Marriott, K., Shimojima, A. (eds.) (2004), 18 – 21.
- STALEY D.J. (2003), *Computers, Visualization, and History*, M.E. Sharpe, Armonk, New York; London, England.
- TUFTE E.R. (1983), *The Visual Display of Quantitative Information*, Graphics Press, Cheshire, CT.
- WINN B. (1987), "Charts, Graphs, and Diagrams in Educational Materials", in D.M. Willows & H.A. Houghton (eds.), *The Psychology of Illustration. Volume I: Theory*, Springer, New York, 153-198.