Vakidioot

Minder dan je maat

Waarom je vrienden altijd meer vrienden zullen hebben dan jij

Welke maat is jouw maatje?

Doe de quiz en kom erachter!

Jocelyn Bell Burnell

Hoe een jonge vrouw een baanbrekende ontdekking deed

Maat

Maat

Maat

jaargang 2022/2023 nummer 3

studievereniging A-Eskwadraat

In dit nummer

Uitgave 5 juni 2023
Oplage 300
Deadline 32 mei 2023

De Vakidioot is een uitgave van
Studievereniging A–Eskwadraat
Princetonplein 5
3584 CC Utrecht

Telefoon (030) 253 4499
Fax (030) 253 5787
Website a-eskwadraat.nl/vakid
E-mail vakid@a-eskwadraat.nl

Wil je de Vakidioot niet meer ontvangen of ben je verhuisd? Pas dan je gegevens aan op `www.a-eskwadraat.nl`.

Redactie
Lotte Polling
Lisette Helder
Maarten Peet
Senna van Os*
Ilse Zuijderduin
Margo van Assenbergh
Yorick Spekle
Ruben de Vries
Huub de Pont

Voorzitter
Lotte Polling

Eindredactie
Maarten Peet

Secretaris-Generaal
Maarten Peet

Omslag
Lotte Polling

Met dank aan
André van Ginkel
Anne Roorda
Amber Visser

Redactioneel

Lieve lezer,

Zelf heb ik nog wel eens de neiging om me te meten aan mijn maten. Niet mijn meetmaten, maar aan mijn vrienden. Dat is helemaal niet handig, want uiteindelijk hebben we allemaal een net andere verzameling aan vaardigheden en ervaringen. Ik merk dat ik hier niet de enige in ben, dus om het af te leren is het thema van deze editie *Maat*. In deze editie vind je artikelen over maten in de wiskunde, muziekmaten, matrices en nog veel meer!

Enthousiaste Vakidiootfanaten zoals jij, ervan uitgaande dat dat de enige mensen zijn die dit lezen, zullen gemerkt hebben dat deze editie helaas ietwat vertraagd aankomt. Deze keer zal dit (hopelijk) niet door complicaties bij de drukker zijn veroorzaakt, maar door onszelf. De commissie heeft namelijk een recordtijd gespendeerd aan het in elkaar zetten van deze editie. Hoewel dit gedeeltelijk komt omdat we allemaal heel erg ons best hebben gedaan, is het ook te verklaren door andere factoren. Houd vooral in gedachten dat de commissie die dit blad maakt erg hun best doet, maar enigszins is geslonken deze editie. Met pijn in ons hart hebben we afscheid moeten nemen van Anna Reinhold en Amber Visser. Hoewel dit misschien niet klinkt als veel, vormden zij praktisch een derde van de commissie.

Gelukkig hebben we er uiteindelijk ook weer commissieleden bijgekregen: Yorick Spekle, Ruben de Vries en Huub de Pont!

Lieve groetjes en veel leesplezier gewenst namens de commissie,
Lotte Polling
Voorzitter Vakidioot

Van de Voorzitter

Rinske Oskamp

Lieve leden,

Nu ik dit schrijf begint het al langzaam warmer te worden, de zon meer te schijnen en schieten de hyacinten en krokussen uit de grond. Hopelijk is het volop lente als deze editie van de Vakidioot verschijnt. De Dies zal al even geleden zijn, maar ik ben nog aan het nagenieten van deze fantastische week waarin is gebakken, getrefbald, gewandeld en cocktails zijn gemaakt. Met als grote hoogtepunt natuurlijk het gala! Dit jaar was het, geheel in het thema van de film Titanic, op een boot. Gelukkig liep ons gala een stuk beter af dan de film!

Naast de Dies was ook het Science Symposium Utrecht weer een groot succes. Dit is een symposium dat we jaarlijks samen met andere verenigingen organiseren. Ook de komende tijd komen er weer heel wat leuke activiteiten aan! Na de grote successen van de vorige edities zal er in maart weer een kroegcollege zijn. Voor de mensen die de uitspraak "je weet nooit hoe een koe een haas vangt" nog wat zegt: Jan Hogendijk komt spreken!

Na een korte winterslaap zal ook de AxiCie weer iets organiseren en wel een Silent Disco! Dus kom lekker mee dansen in De Vagant, terwijl je ook nog een goed gesprek kan voeren zonder de longen uit je lijf te schreeuwen. Is zo'n Silent Disco nou niks voor jou, maar kijk je liever naar hoe andere mensen op een podium staan? Kom dan naar de jaarlijkse toneeluitvoering van de ToneelCie. Dit jaar zullen ze het toneelstuk The Good Doctor opvoeren (niet te verwarren met de gelijknamige serie). Ten slotte zullen er natuurlijk ook weer genoeg borrels en spelletjesmiddagen zijn de komende tijd.

Tussen al deze activiteiten door zijn wij als bestuur druk op zoek naar opvolgers die na de zomer het stokje van ons over zullen nemen. Als dit nummer uitkomt zal de deadline echter al verstreken zijn en hebben we hopelijk zeven goede mensen gevonden!

Ik ben weer aan het einde gekomen van dit stuk. Veel leesplezier en tot snel in de kamer of bij een activiteit!

Groetjes,
Rinske Oskamp
Voorzitter A–Eskwadraat

Zijn we slechts code in een Ma(a)trix?

Ilse Zuijderduin

In 1999 speelde Keanu Reeves de hoofdrol in hitfilm The Matrix, waarin hij de beroemde keuze moest maken tussen de rode en blauwe pil. Hij koos ervoor om zijn normale leven achter zich te laten en de waarheid te ontdekken achter ons bestaan. Met zijn optreden als Neo liet hij iedereen die de film keek, twijfelen aan de wereld zoals wij die kennen. De schrijvers van The Matrix waren echter lang niet de eerste mensen die het idee hadden dat de wereld niet is zoals het lijkt. Laat me je meenemen in een korte geschiedenis van de schijnwereld.

Vastgeketend in een grot

Het eerste voorbeeld komt van de grote filosoof Plato. In het jaar 400 voor Christus kwam hij met zijn 'allegorie van de grot': de oud-Griekse variant van The Matrix. Het verhaal gaat als volgt:

> "Stel je voor dat je op de grond in een grot zit. Je zit vastgebonden en kan alleen recht vooruit kijken. Tegenover je is een muur waarop je allerlei afbeeldingen ziet. Er komen vazen, dieren, mensen, etc. langs. Jarenlang leef je zo. Het is jouw werkelijkheid, aangezien je niets anders kent. Op een dag wordt je wakker en zit je niet meer vast. Je staat op en kan voor het eerst achter je kijken. Hier zie je mensen lopen die vazen en dieren omhoog houden, wat zorgt voor een schaduw op de muur. Je hele leven al kijk je naar schaduwen van de echte objecten, in plaats van het object. Je verlaat de grot en ziet voor het eerst in je leven de echte wereld."

Plato's punt is dat onze echte wereld slechts afbeeldingen zijn van de Ideeënwereld (wat weer een heel andere theorie is) en wij eigenlijk allemaal in de grot leven. De enige manier om de ware realiteit te leren kennen is door zeer bedreven te worden in de filosofie en zelfs dan is de kans gigantisch klein dat je ooit de ware Ideeënwereld zult waarnemen. Vrij deprimerend.

De grotallegorie van Plato.

Droomhypothese

Een andere oude theorie wordt genoemd in de Zhuangzi, een boek dat rond het jaar 400 voor Christus is geschreven in China als basis voor het Taoïsme. "De vlinderdroom" bestaat uit slechts 5 zinnen maar legt de droomparadox perfect uit. Het vertelt over een man die droomt dat hij een vlinder is. In de droom weet hij niet dat hij eigenlijk een man is die droomt dat hij een vlinder is: hij is simpelweg een vlinder. De volgende ochtend wordt hij wakker en is hij weer een man. De vraag blijft nu: is hij daadwerkelijk een man die >>

droomt dat hij een vlinder is of is hij een vlinder die droomt dat hij een man is?

Vaak heb je niet door dat je droomt[1]. Het komt zelfs voor dat je droomt dat je wakker wordt, maar dus eigenlijk nog steeds aan het slapen bent. Het is dus mogelijk dat we ons bevinden in een droom die al veel langer duurt. Misschien zijn we eigenlijk wel supermensen die 1.000.000 jaar kunnen leven, superzintuigen hebben en slapen voor een jaar of 90 per nacht. Als je nu de draad kwijt begint te raken, heb ik slecht nieuws voor je: het wordt alleen maar ingewikkelder.

Van brein in een vat naar ChatGPT

We maken nu een grote stap in de tijd en gaan naar de jaren 70, wanneer Gilbert Harman schrijft over een Brein in een Vat. De theorie gaat als volgt: Er was eens een gemene wetenschapper die het leuk leek om iemand compleet voor de gek te houden. Hij bouwde een machine, het Vat, waarin hij een brein kan plaatsen. Het Vat houdt het brein niet alleen in leven, maar geeft ook impulsen door die exact overeenkomen met de impulsen die het brein zou ontvangen van een normale wereld. Aangezien alles wat je waarneemt via het brein wordt doorgegeven, is er geen enkele manier om zeker te weten dat het van een echt lichaam komt, of dat je enkel bestaat uit een brein in een vat.

Dit is de theorie die ten grondslag staat aan de theorie van de gesimuleerde werkelijkheid. In 2023 is het Brein in een Vat inmiddels vervangen door computercode, maar het idee komt op hetzelfde neer: de wereld, zoals wij deze waarnemen, is niet echt, maar door een hogere intelligentie ontworpen. Waar dit in de jaren 90, rond de release van The Matrix, misschien nog werd gezien als een vergezocht gedachte-experiment, zijn er inmiddels al meerdere papers geschreven over dit onderwerp en hebben publieke figuren zoals Elon Musk en Neil deGrasse Tyson zich uitgesproken over de waarschijnlijkheid dat deze wereld gesimuleerd is. Zo gek is dit idee ook helemaal niet: slechts 40 jaar geleden kwam Tetris uit en inmiddels hebben we een ChatGPT en nog belangrijker: de Sims. Wie zegt dat wij niet een heel uitgebreide (en intelligente) Sims-wereld zijn?

Laten we hopen dat de mensen die onze simulatie aansturen iets liever zijn dan ik voor mijn Sims was...

Conclusie

Ik hoop dat het je na het lezen van dit artikel nog lukt om de draad op te pakken en naar je werk of studie te gaan. Ik kan je op geen enkele manier geruststelling geven, het is tot op de dag van vandaag niet mogelijk om te bewijzen dat onze realiteit de werkelijke is. Laten we dus maar gewoon blij zijn dat er chocolade en bier aanwezig is in onze simulatie.

Bibliografie

[1] https://www.imdb.com/title/tt0133093/

[2] https://www.bedrock.nl/plato-allegorie-grot/

[3] https://www.philosophy-foundation.org/enquiries/view/the-butterfly-dream

[4] https://sites.psu.edu/bernickerpassionblog/2016/01/28/brain-in-a-vat/

[5] https://www.scientificamerican.com/article/confirmed-we-live-in-a-simulation/

[6] https://www.tetrisspellen.nl/tetris-geschiedenis

[1] Behalve bij Lucid dreaming

Rinske's Rakkers Ranten: Jumbo brood

André van Ginkel

Zoals jullie ongetwijfeld hebben gelezen is er dit jaar elke editie van de Vakidioot een rant van een bestuurslid. Aangezien ik niet in negativiteit wil vervallen zal ik in dit artikel mijzelf beperken tot eerlijke, niet vooringenomen recensies over het brood van onze favoriete gele, witwas-voorman supermarkt: de Jumbo.

1. Afbakbroodjes. Deze afbakbroodjes zijn stiekem bij alle supermarkten hetzelfde, en zijn best prima voor de prijs. Je kunt ze afbakken in je eigen oven, zelfs als je oven verbrandingsgevoelig is, waardoor ze lekker warm en crispy zijn. De smaak is vaak een beetje hetzelfde; er is weinig variatie mogelijk. Afbakbroodjes van de Jumbo geef ik π uit 5 sterren.
2. Mini appelovaaltjes uit die bak waar je de desbetreffende appelovaaltjes met zo'n tang uit moet pakken. Deze behouden hun textuur best redelijk, en zijn lekker zoet. Ze zijn aangeraakt door meer mensen dan je eigenlijk zou willen, maar dat is de prijs die je moet betalen voor dit zoete appelgebakje. Elke keer dat ik er vier koop voel ik me schuldig over het plastic zakje dat ik erbij pak. Door het aanwakkeren van milieuschaamte, en het lekker zoet zijn geef ik mini appel ovaaltjes $2e$ uit 6 sterren.
3. Sneetjes brood uit de schappen, niet van de "bakkerij". Je weet wat je krijgt, en daar heb je precies voor betaald. Het smaakt naar weinig, is niet heel droog, maar is wel goedkoop. Deze sneetjes brood geef ik $\sqrt{10}$ uit 4 sterren.
4. Dat fancy brood van La Place dat bij de "bakkerij" wordt verkocht. Best wel duur, maar eigenlijk smaakt het best wel lekker. Het blijft ook relatief lang goed. Het enige jammere is dat het speltbrood soms een beetje zompig en plakkerig is. Wat gebeurt daar?? Hallo? Jumbo? 3.5 sterren.
5. Het Jumbo huismerk brood dat bij de "bakkerij" wordt verkocht. Wat is hier aan de hand??? Dit brood is bijna twee keer zo duur als het brood dat uit de schappen komt! Het is droog, schimmelt snel (al zou dat ook kunnen liggen aan hoe warm mijn studentenkamer wordt), en heeft een matige smaak. Een absolute deceptie. Wacht maar totdat Max hiervan hoort, dan denkt 'ie wel een tweede keer over dat sponsorgeld. ε ster.


MA

Maarten

1 review NL

11 feb. 2022

pauper pauper pauperwinkel

pauper pauper pauperwinkel. Teveel betaald maar er wordt op geen enkele mail gereageerd. Gewoon diefstal dit!! Echt een klotezooi

Datum van ervaring: 11 februari 2022

Nuttig Delen

NB: De Maarten die de review *pauper pauper pauperwinkel* schreef te 11 februari 2022, is – voor zover bij de redactie bekend – geen van de twee actieve Maartens bij A–Eskwadraat.

Maat, modaliteit en melodie

Jazz, ritme en harmonie in termen van evolutie, entropie en biofysica.

Senna van Os

De meeste mensen houden niet zo van jazz. Er wordt wel eens gezegd: een pop- of rockartiest speelt voor een publiek van duizend man drie akkoorden, en een jazzmuzikant voor een publiek van drie man duizend akkoorden. In mijn intermediair lange muziekcarrière merk ik, dat ik steeds meer neig naar dat laatste. Dat is puur persoonlijke voorkeur, het één is niet beter dan het ander, maar het liet me denken: wat gebeurt er hier in mijn brein? Ik heb altijd geleerd het simpel te houden, dat het brein in kunst makkelijk herkenbare en treffende patronen zoekt. Als bassist is *groove* een van mijn specialiteiten, zelfs als ik jazzmuziek speel. De vraag is wat er dan zo leuk is aan het chaotische, het abstracte en het dissonante. Is het een gekke manifestatie van de tweede wet van de thermodynamica in mijn psyche? Is mijn BJI[1] gedoemd altijd toe te nemen? Waarom houdt men überhaupt van jazz, of een betere vraag, waarom houdt men überhaupt van muziek? De analyse van muziek bestaat uit twee componenten: ritme en harmonie. Ik ga ervan uit dat iedereen een basisbegrip heeft van deze termen. Wat ik graag in dit artikel wil laten zien is waarom deze twee concepten prettig en nuttig zijn voor mensen, zowel in jazz als 'gewone' muziek.

De baat bij een gevoel voor de maat

Te beginnen met een evolutionair perspectief op ritme. Charles Darwin probeerde zelf zijn theorie van evolutie al toe te passen op de menselijke muzikaliteit. Zijn (bestwel grappige, maar niet empirisch ondersteunde) theorie was, dat de oermens vroeger zang en dans gebruikte als methode voor seksuele selectie, net zoals vogels. Een goed gevoel voor ritme en een mooie stem zouden onze voorouders aan hun scharrels hebben geholpen[2]. Een andere theorie, voortgeschoven door taalkundige en psycholoog Steven Pinker, is dat muziek een bijproduct is van de menselijke taal, onze gevarenherkenning en de natuurlijke ritmes in ons lichaam[3]. We hebben geen intrinsieke behoefte aan muziek, net zoals we geen intrinsieke behoefte hebben aan fastfood. Echter hebben we wel behoefte aan suiker en vet in ons dieet, dus een voorkeur voor deze etenswaren was zeker evolutionair voordelig. Op dezelfde manier was het voordelig voor de communicatie van de vroege mens om een goed gehoor te hebben voor inflecties, tonen en de ritmes om ons heen. Evenals de mogelijkheid om deze te reproduceren.

De biologische adaptatie van ritme heeft ook een biofysisch voordeel: het stelselmatig, ritmisch bewegen van je benen zorgt voor de meest efficiënte motoriek. In feite kun je het been opvatten als een massa-veersysteem met een eigenfrequentie. Het is immers een hoop vlees en bot dat vast zit aan een scharnier. Verder zou het 'op de maat' lopen van mensen in grote groepen leiden tot periodieke stiltes, wat prettig is, aangezien het

[1] Body Jazz Index.
[2] Als muzikant kan ik helaas niet zeggen dat dit voor mij gewerkt heeft. Er is kennelijk veel veranderd sinds die tijd.
[3] De tap-tap-tap van je voeten en het geklop van je racende hart tijdens het wegrennen van een oerbeer, bijvoorbeeld.

geluid van ongesynchroniseerde voetstappen gevaren zou kunnen maskeren. Muziek zou, evolutionair gezien, een manier kunnen zijn om deze vaardigheden te oefenen en de sociale banden tussen mensen verder te versterken.

Er zijn culturen die pas in de laatste paar honderd jaar weg zijn bewogen van de jager-verzamelaar levensstijl, waar de muziek meer ritmisch en percussief is. Neem bijvoorbeeld het polyritmisch drummen van sub-Saharisch Afrika. Dit allemaal legt ons echter nog niet uit waarom we, naast ritme, zo'n goed ontwikkeld plezierrespons hebben op het 'correct' opstapelen (of opvolgend spelen) van bepaalde tonen en frequenties. Dit is de studie van melodie, modaliteit en harmonie.

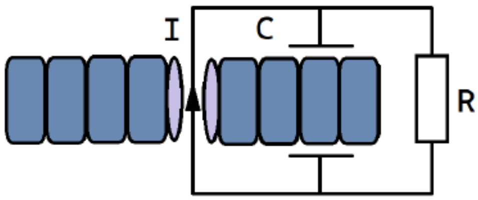
Pythagoras, harmonie en de hoezo

In het jaar weet-ik-het voor Christus voerde Pythagoras een proefje uit met snaren waarvan hij de lengte kon veranderen met een verstelbaar tussenstuk. Hij sloeg voor verschillende lengtes de snaren aan, en merkte dat het geluid prettig (consonant) was als je de verhouding tussen de snaarlengtes kon uitdrukken in kleine, gehele getallen (zoals 1:2, 3:2 en 5:2, et cetera). We noemen deze verhoudingen tussen tonen 'intervallen'. Voor intervallen die alleen weergegeven kunnen worden in grote, gehele getallen (zoals 16:9, 9:8 of 45:32) werd het geluid juist onprettig (dissonant). Hoe komt dat?

Wanneer geluid je oor in gaat, worden de vibraties naar het slakkenhuis gebracht. Dat is een orgaan dat zo gemaakt is dat verschillende delen ervan oscilleren met andere eigenfrequenties. Het geluidssignaal ondergaat eigenlijk in je slakkenhuis een Fouriertransformatie. Het signaal wordt gesplitst in verschillende frequenties, die elk een bepaald zenuwrespons aanwakkeren en zich via elektrische signalen naar het brein verplaatsen. We kunnen de biofysische eigenschappen van zenuwcellen gebruiken om te bekijken wat er precies met deze signalen gebeurt in ons brein wanneer we naar prettige geluiden luisteren.

De neuronvergelijking: your brain on goeie akkoorden

De voltageverschillen in zenuwcellen zijn bepalend voor de signaalverwerking van het brein. Als de spanning een bepaalde waarde bereikt, ontlaadt de cel en wordt het signaal doorgegeven aan de volgende. Een zenuwcel kan je ruwweg modeleren als een simpele elektrische schakeling. Als een cel een signaal ontvangt, gaan bepaalde 'poortjes' in de buitenste laag van de cel open, waardoor geladen ionen naar binnen kunnen stromen. Er ontstaat een stroom I. De ladingen die zich binnen en buiten de cel bevinden worden gescheiden door het dunne membraan van de cel. De ladingen stapelen op en er ontstaat een voltageverschil V. We kunnen deze situatie opvatten als een soort condensator met capaciteit C, een eigenschap die ruwweg zegt hoe goed de condensator is in het opslaan van lading. Ten slotte vindt er ook een kleine stroming ionen door het membraan plaats, aangezien deze niet perfect ondoordringbaar is. Dit aspect wordt in ons model opgevangen als een weerstand R.



Figuur 1 *Schakelschema van het simpele zenuwcel model. Er ontstaat een stroom I door de ionpoort, een condensator C door de ophoping van lading aan weerszijde van het celmembraan en een lekstroom door de weerstand R. De hele schakeling staat onder spanning V als resultaat van de ladingsscheiding.*

Al deze grootheden verhouden zich tot elkaar op de volgende wijze:

$$I = \frac{V}{R} + C\frac{dV}{dt}. \qquad (1)$$

In woorden staat er: de totale stroomsterkte is gelijk aan de stroming die 'gelekt' wordt door het celmembraan, plus de oplading van de condensator. Ik weet het, dit is ingewikkeld, maar het resultaat wordt cool! Vertrouw me.

We bekijken nu een situatie waar we een geluid hebben dat bestaat uit twee frequenties. Elke frequentie wordt opgepikt door een zenuwcel. Deze twee signalen worden doorgegeven aan een interneuron, die voor de verdere verwerking zorgt. Het stroomsignaal dat de eerste twee zenuwcellen ontvangen bestaat uit twee contributies. Er is een sinusoïde term $A\cos(\omega t)$ die bepaald wordt door de frequentie en amplitude van het geluid. Verder is er een term voor willekeurige ruis $\sqrt{D}\xi(t)$, waar D een maat is voor de sterkte van de ruis. Deze ruis is typisch Gaussisch verdeeld. De pieken die ontvangen worden door de interneuron >>

kunnen opgevat worden als Dirac-deltafuncties $\delta(t - t_0)$: de stroomsterkte van het signaal is nul overal behalve op de tijd dat de piek afgaat t_0. Hierbij hoort een bepaalde koppelingscoefficient c die de mate van signaaloverdracht bepaalt.[4] Dit alles toegepast op onze drie zenuwcellen geeft een nogal lastig stelsel van stochastische[5] differentiaalvergelijkingen:

$$\begin{cases} C_1 \dfrac{dV_1}{dt} = \dfrac{V_1}{R_1} + A_1 \cos(\omega_1 t) + \sqrt{D_1}\xi_1(t) \\ C_2 \dfrac{dV_2}{dt} = \dfrac{V_2}{R_2} + A_2 \cos(\omega_2 t) + \sqrt{D_2}\xi_2(t) \\ C_1\delta(t-t_1) + C_2\delta(t-t_2) = \dfrac{V_3}{R_3} + \sqrt{D_3}\xi_3(t) \end{cases} \tag{2}$$

Jakkiebah, wat een hoop vies boekhouden was dat. Ik snap het als je afgehaakt bent, om die reden zal ik jullie de (erg ingewikkelde) exacte oplossing van dit probleem besparen, en alleen kwalitatief beschrijven wat er gebeurt.

Wat blijkt, is dat de spanningen in neuron 1 en 2 oscilleren met de bijbehorende frequenties ω_1, ω_2 van het geluid dat het signaal veroorzaakt. Zonder ruis is deze spanning nog niet groot genoeg om de cel te laten ontladen. Echter, de kans op deze gebeurtenis is wel het grootst wanneer de spanning op zijn piek is, zo hoeft de ruis minder klein te zijn om de drempelwaarde te overschreiden. De kans van signaaloverdracht voor de eerste twee zenuwcellen wordt dus gegeven door een reeks piekjes in de tijd waarvan de onderlinge afstand afhangt van de geluidsfrequentie (zie fig. 1). De interneuron ontvangt alleen een signaal wanneer de andere twee neuronen afgaan, dus neemt de spanning de vorm van periodieke piekjes aan. Vanwege de lekstroom door het membraan neemt de spanning geleidelijk af als er geen constant stroomsignaal binnenkomt. Om nu de grenswaarde voor ontlading te overschrijden moeten de andere twee neuronen dus snel achter elkaar afgaan. Met andere woorden, zenuwcellen 1 en 2 moeten erg kort achter elkaar hun signaal doorgeven, wilt zenuwcel 3 dat ook doen (ook dit kun je zien in fig. 1).

De kans dat zoiets toevallig gebeurt hangt af van de verhouding $\frac{\omega_2}{\omega_1}$, oftewel van het interval waar je naar luistert. Toevallig zorgen frequenties die elkaar verhouden in kleine, gehele getallen (zoals 1:2, 3:2 en 5:2) voor georganiseerde, regelmatige signalen in zenuwcel 3. Dit vindt het centrum voor patroonherkenning in ons brein gemakkelijk en fijn, waardoor ons beloningssysteem in kan kicken. Akkoorden met dissonante frequenties zijn juist rommelig, de informatie die het signaal aan je brein geeft is minder georganiseerd en lastiger te interpreteren.

Entropie: hoe slechte akkoorden spreken

We kunnen de mate van organisatie van een informatiesignaal grofweg aangeven met de zogenaamde entropie. Het idee lijkt een beetje op entropie in de thermodynamica: een stelsel (of informatiesignaal, in onze context) dat een bepaalde organisatie heeft, of bepaalde regels volgt, heeft minder kans om willekeurig gevormd te zijn dan een stelsel dat er uit ziet als ruis. Vergelijk de zinnen 'Hallo, ik schrijf voor de Vakidioot!' en 'AJSAJFKSHDFSJKPFSLDKFHDSFKGIHSJKG'[6]. De eerste is duidelijk georganiseerd en volgt specifieke taalregels, deze heeft dus een lage entropie en een hoge kans dat het nuttige informatie bevat. Uit de tweede zin volgt geen organisatie, de letters zijn niet geordend in woorden en de kans is groter dat iets dergelijks ontstaat door willekeurig toetsen in te tikken.

De context van de informatie is ook belangrijk: als we ervan uitgaan dat de tweede zin WEL intentioneel zo geschreven is, dat wilt zeggen, elke letter is handmatig uitgekozen met een bepaald doel. Dan bevat deze ineens MEER informatie dan de andere. Signalen van lage entropie zijn vaak te hercreeëren op basis van een paar simpele regels. Waarschijnlijk weet je nog precies wat zin 1 zei omdat je begrip van taal ver genoeg is om er betekenis aan te hechten [7]. Je brein vindt het moeilijker om de zin met hoge entropie te recreëren, je zou namelijk elke individuele letter moeten onthouden. Het is precies dit idee van informatie entropie, en de link tussen signalen met hoge entropie en hun context, die jazz, chaos en 'slechte' akkoorden aantrekkelijk maakt.

Concluderen op de grondtoon

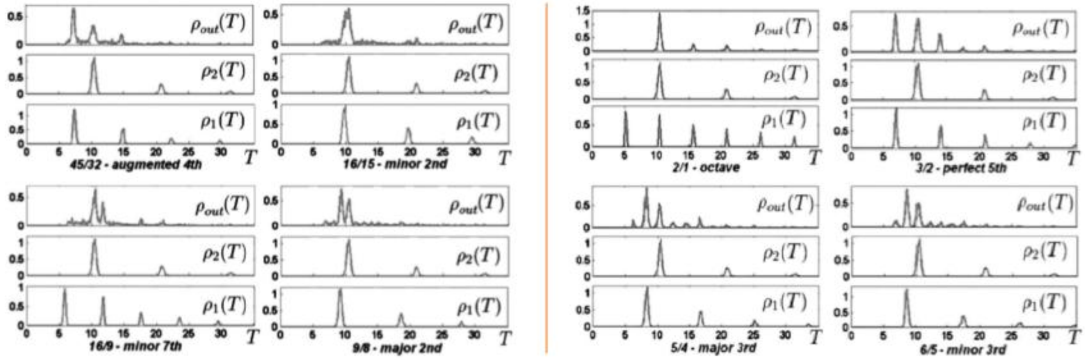
Het menselijk brein, ons leerproces en ons beloningssysteem zijn allemaal erg afhankelijk van patronenherkenning. Dat kun je merken in hoe regelmatige en makkelijk te interpreteren signalen zoals die van

[4] Je merkt misschien dat de complexiteit van de wiskunde een beetje wegloopt van de scope van dit artikel. Ik zal voor de liefhebbers een paper in de bibliografie toevoegen die deze opzet in meer detail uitlegt. :)

[5] Betekent: de oplossingen zijn aan kans overhevig, door de Gaussische ruis die we hebben toegevoegd.

[6] Als je ooit met LHBTI+-mensen hebt gepraat ben je waarschijnlijk bekend met zulke 'keysmashes'.

[7] Dat hoop ik tenminste.



Figuur 2 *Respons van de zenuwcellen op verschillende toonparen. Je moet de plaatjes opvatten als de kans op het doorgeven van het signaal uitgezet tegen de tijd. Het signaal van de interneuron wordt gegeven door ρ_{out}, de signalen van de eerste twee zenuwcellen door ρ_1 en ρ_2. Onder elk setje plaatjes staat ook het bijbehorende interval. Merk op dat links alle dissonante intervallen staan, waarvoor de signalen ρ_{out} erg ruizig zijn, en rechts de consonante intervallen, met juist hele regelmatige signalen. Figuur uit [2].*

consonante akkoorden onze hersenen scratchen. Als je een c-majeur akkoord hoort, is dat waarschijnlijk met opzet deel van iets muzikaals. Als je een lelijk interval hoort of een arrangement van willekeurige tonen, zou het net zo goed kunnen dat iemand iets op de piano heeft laten vallen. Toch wordt ons brein ook gelukkig van dit soort ingewikkelde signalen, gegeven de juiste context. Ons brein leert steeds meer ingewikkelde prikkels en abstracte patronen te verwerken. De abstractie van simpele, bekende patronen zorgt voor chemische beloning. Dit leerproces is over het algemeen immers goed voor de overlevingskans.

In jazzmuziek worden vreemde akkoordprogressies, complexe maatsoorten en dissonantie met opzet gebruikt om ons beloningssysteem te foppen. De van nature rommelige signalen van dissonante akkoorden en vreemde ritmes zijn moeilijker te interpreteren voor het brein en we hebben vaak de muzikale context van de compositie nodig om ‘foute noten’ en ‘lelijke akkoorden’ gevoelswaarde te geven. Deze extra uitdaging maakt jazz vaak een abstractie van muziek die ‘typisch’ aantrekkelijk is. Voor sommige mensen – vooral de muzikaal onderlegden, die al ervaring hebben met het genre – zorgt dit ervoor dat jazz het leer-/beloningssysteem van het brein activeert en dus toch een prettig genre is. Een jazzmuzikant kijkt naar de complexiteit van jazz zoals een natuur- of wiskundige kijkt naar een ingewikkelde vergelijking, of een boeiend maar uitdagend vraagstuk. Er is zowel in de kunst als in de wetenschap een maatschappelijke tendens om het ‘abstracte’ op te zoeken. Zoals de tweede wet van de thermodynamica stelt dat de materiële entropie van het universum dient te stijgen, is er misschien ook een dergelijke wet voor informatie in de menselijke cultuur.

Bibliografie

[1] **Pinker over muziek:** http://hampshirehigh.com/exchange2012/docs/Steven%20Pinker%20-%20How%20The%20Mind-Works.pdf

[2] **Fysica van zenuwrespons op akkoorden:** https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20481757/

[3] **Filmpje dat je parallel kunt kijken met dit artikel:** https://youtu.be/Gc5eICzHkFU

[4] **Charmant tekenfilmpje van de band Vulfpeck, bron van poppetjes uit headerplaatje:** https://www.youtube.com/watch?v=Czj01VhbEwM.

Maatjes met jezelf uit een parallel universum

Ilse Zuijderduin

Probleem: het is woensdagavond en je hebt echt enorm veel zin in een heerlijke goude rakker, maar als je je vrienden vraagt om te borrelen, geven ze je matige excuses. Denk aan "Ik moet werken aan mijn scriptie", "mijn moeder is jarig" of "ik lig al in bed". Je hebt nu twee opties: helemaal alleen gaan drinken of contact opnemen met iemand die altijd zin heeft in bier: jijzelf! "Huh?" denk je nu, "er is toch maar 1 iemand zoals ik?" WikiHow biedt hulp: in slechts 5 simpele stappen leer je hoe je contact kan opnemen met jezelf in een ander universum, zodat je altijd iemand hebt om mee te borrelen. De tips in dit artikel zijn mede mogelijk gemaakt door Jennifer McVey, uit California. Zij heeft al 22 jaar ervaring als spiritist en weet dus waar ze het over heeft! Eventuele vragen over onduidelijkheden in dit artikel kunnen dan ook aan haar doorgegeven worden. WikiHow to: maatjes worden met jezelf uit een parallel universum:

Stap 1.

Reis de ruimte door met de De Broglie golflengte. Deze golflengte heeft, volgens WikiHow, een hoge hoeveelheid 'kinetische energie' en 'geassocieerde potentiële energie', dus kan het je helpen naar een parallel universum te reizen. Opnieuw, als je hier vragen over hebt, zoals "Dit is toch onmogelijk?", "De De Broglie golflengte van wát precies?" of "Heb je nu een cool natuurkunde woord gebruikt zodat je theorie slim klinkt?", dan kunnen deze vragen doorgestuurd worden naar Jennifer McVey.

Stap 2.

Spring door een Einstein-Rosen wormgat. Weer een goede aanrader van WikiHow! Een wormgat zou je moeten zien als een hogesnelheidstrein: door hier doorheen te reizen zul je binnen een handomdraai in contact komen met een versie van jezelf uit een parallel universum. Aangezien wij allemaal in een trein kunnen reizen, moet dit dus niet moeilijk zijn.

Stap 3.

Bereik de 4e dimensie. Reis door de tijd om je verleden of toekomst te zien. 4 jaar aan natuurkunde studie, maar de uitleg van WikiHow maakt alles duidelijk over hoe ik de vierde dimensie voor me moet zien: "Stel je de 4e dimensie voor als elk moment in de ruimte in elk parallel universum. Bepaal waar je heen wilt en met wie je contact op wilt nemen." En hoe doe ik dat dan? Daar gaan ze niet verder op in.

Stap 4.

Bereik de 5e dimensie om contact op te nemen met je ziel. Als de 4e dimensie niet genoeg voor je is, dan kan je nog een dimensie hoger gaan! Hier vind je jouw Hogere Zelf: "Een spiritueel wezen dat geen pijn of angst heeft en alleen pure liefde ervaart, in de 5e dimensie"[1]. Gelukkig gaat WikiHow er wel verder op in hoe je deze dimensie moet bereiken: je moet je verbeelding en creativiteit activeren. Dit doe je door bijvoorbeeld je favoriete liedje te luisteren. Je kan je eigen vibratie (of "vibes") verhogen, of aan zelfreflectie doen, hierdoor ontvang je hogere frequenties vanuit 5D. Ofzo.

Stap 5.

Stel je de wereld voor in een andere kleur. We eindigen de stappen met een heel concrete stap! Stel je de wereld voor met bijvoorbeeld een paarse maan en een zwarte zon. Fijn dat zelfs bij deze enorm simpele stap, de natuurkunde van WikiHow wat te wensen overlaat. Ze bieden nog wel een ander alternatief universum met een afwijkende kleur aan om je in te beelden: "Je leeft in een universum waarin vrouwen met een groene huid worden gezien als legendarische schoonheden, dus koop je groene foundation om een minnaar te imponeren". Shrek kijken blijkt dus uitermate nuttig om je parallelle zelf te vinden.

Gefeliciteerd, als je deze 5 simpele stappen hebt gevolgd, zou je nu een drinking buddy moeten hebben voor elke dag van de week! Proost!

[1] En hopelijk geen natuur- of wiskunde studeert, stel je voor dat je alles in 5 dimensies moet berekenen i.p.v. 3

Weten wat is meten

Maarten Peet

Gezien het thema van deze editie 'Maat' is, is het natuurlijk niet compleet zonder een artikel over maten in de wiskunde. Als je in de cursusplanner van de wiskundebachelor kijkt, zie je het derdejaarsvak 'Maat en Integratie' staan, gegeven door Karma Dajani – wellicht heb je dit vak zelfs gevolgd. Persoonlijk vond ik het echt een banger, en om jullie nou niet te laten wachten tot blok 1 van volgend jaar, ga ik nu vast een tipje van de sluier oplichten. Als je Maat en Integratie al gevolgd hebt, is dit artikel jouw (welkome) opfriscurus der maattheorie, én op het einde gaan we zelfs nog integreren. Dat wordt smullen!

Meten is weten

Ofschoon ik met veel plezier Maat en Integratie heb gevolgd, tevens maattheorie nog dunnetjes (niet-commutatief) over heb gedaan in mijn scriptie, doe ik inmiddels geen wiskunde meer en ben ik dus niet echt gekwalificeerd. Anderzijds ga ik daarom ook niet gelijk met definities gooien dus kunnen we het eerst even over intuïtie hebben.

In de wiskunde zijn we vaak op zoek naar natuurlijke begrippen die we kunnen abstraheren naar de taal van de wiskunde. Een goed voorbeeld hiervan is het begrip afstand, ook wel metriek genoemd. De voorwaarden die wij stellen aan een afstandsfunctie – zoals dat de metriek voldoet aan de driehoeksongelijkheid – hebben we zelf bedacht en gedefinieerd, omdat wij dat zo logisch vonden.

Op een soortgelijke manier kunnen we nadenken over wat een maat op een verzameling, intuïtief, zou moeten zijn. De maat van een deelverzameling zal ons iets gaan vertellen over hoe groot die deelverzameling is, maar om dat nuttig te laten zijn hebben we – net als bij de afstandsfunctie – nodig dat de maat aan een aantal voorwaarden voldoet. Zo kun je bedenken dat je wil dat de maat groter wordt als je verzameling groter wordt, dus de maat μ voldoet aan

$$\mu(A) \leq \mu(B) \text{ als } A \subseteq B.$$

Stiekem hebben we hierboven ook al aangenomen dat we een ordening hebben op maten, wat ons ook aanzet tot de vraag wanneer de maat van een verzameling 0 zou zijn.

Meetbaar is meetklaar

We beginnen bij het begin: als we willen meten, moeten we wel 'iets' hebben wat meetbaar is. Dit is een willekeurige verzameling X, en we definiëren daarmee een zogenaamde σ-algebra $\mathcal{A}$. Dit is een collectie van de deelverzamelingen $A \subseteq X$. We spreken af dat de σ-algebra $\mathcal{A}$ voldoet aan de volgende eigenschappen:

1. $\emptyset \in \mathcal{A}$ (de lege verzameling zit in de collectie);
2. $\forall A \in \mathcal{A}$ geldt $X \setminus A \in \mathcal{A}$ (voor iedere deelverzameling in de collectie, zit diens complement[1] ook in de collectie);
3. $\forall (A_n)_{n\in\mathbb{N}}$ rijtjes in $\mathcal{A}$, hebben we dat
$$\bigcup_{n\in\mathbb{N}} A_n \in \mathcal{A}$$
(aftelbare verenigingen van deelverzamelingen in de collectie, zitten in de collectie).

In het bijzonder hebben we met voorwaarde 3 ook paarsgewijs $A, B \in \mathcal{A}$, dat de vereniging $A \cup B$ in de collectie $\mathcal{A}$ zit.

Laten we even kijken naar de **eigenschappen** die uit deze drie voorwaarden voortvloeien. Allereerst volgt uit eigenschap 1 en 2 dat ook de hele verzameling X in de σ-algebra $\mathcal{A}$ zit, X is immers het complement van $\emptyset$. Daarnaast volgt uit eigenschap 2 en 3 dat aftelbare doorsnedes van rijtjes in $\mathcal{A}$, opnieuw in $\mathcal{A}$ zitten, dus

$$(A_n)_{n\in\mathbb{N}} \subseteq \mathcal{A} \implies \bigcap_{n\in\mathbb{N}} A_n \in \mathcal{A}.$$

Als we een verzameling X en een σ-algebra $\mathcal{A}$ hebben die voldoen aan de eisen die we hierboven gesteld hebben noemen we het paar $(X, \mathcal{A})$ een **meetbare verzameling**.

Synergie willen we nie

Om te beginnen met meten hebben we een meetbare verzameling $(X, \mathcal{A})$ nodig. We willen nu aan iedere deelverzameling $A \in \mathcal{A}$ een getal toekennen dat aangeeft hoe groot de verzameling is. Dit wordt een zogenaamde maat van de verzameling. We definiëren dus een functie >>

$$\mu : \mathcal{A} \to [0, \infty],$$

[1] Betekent: alle elementen van X die niet in A zitten.

waar we twee dingen kunnen opmerken: onze maat is altijd groter of gelijk aan 0, wat aansluit bij onze intuïtie van "grootte". Ook kan de maat ook de waarde ∞ aannemen, dus hoeft deze niet altijd eindig te zijn!

Om μ een geldige maat te laten zijn op de meetbare verzameling $(X, \mathcal{A})$, moet de functie aan nog twee andere eisen voldoen.

1. $\mu(\emptyset) = 0$; het is niet meer dan logisch dat we willen dat de lege verzameling maat 0 heeft. Dit wilt niet per se zeggen dat de lege verzameling de enige verzameling is waarvan de maat 0 is!

2. Voor een rij $(A_n)_{n\in\mathbb{N}} \subseteq \mathcal{A}$ waar de deelverzamelingen paarsgewijs disjunct zijn (d.w.z. voor $i \neq j$ geldt $A_i \cap A_j = \emptyset$) vereisen we

$$\mu\left(\bigcup_{n\in\mathbb{N}} A_n\right) = \sum_{n\in\mathbb{N}} \mu\left(A_n\right).$$

   Ook deze eis sluit aan bij de intuïtie over wat we van een maat willen: als we twee deelverzamelingen hebben die niet overlappen, dan is de maat van die twee verzamelingen samen gelijk aan de maat van de ene plus de maat van de andere. Deze eigenschap noemen ook wel **σ-optelbaarheid**.

Als de functie μ aan deze twee eisen voldoet, dan is μ een **maat** op de meetbare verzameling $(X, \mathcal{A})$. Uit de eisen die we hierboven gesteld hebben aan een maat, vloeien weer een heleboel eigenschappen voort. Als we bijvoorbeeld $A, B \in \mathcal{A}$ hebben, dan

$$A \subseteq B \implies \mu(A) \leq \mu(B);$$

een grotere verzameling heeft een grotere maat. Een andere belangrijke eigenschap is **continuïteit van onderen**. Als we een rij steeds grotere verzamelingen hebben

$$A_1 \subseteq A_2 \subseteq A_3 \subseteq \ldots \text{ en noem } A = \bigcup_{n\in\mathbb{N}} A_n,$$

dan geldt dat de maat van A de limiet is van de maat van de rij van steeds grotere verzamelingen, dus

$$\mu(A) = \lim_{n\to\infty} \mu\left(A_n\right).$$

In ieder gaatje past een maatje

Om het allemaal wat concreter te maken gaan we nu aan de slag met meten. Het bewijs dat de verzamelingen meetbaar zijn, en μ een geldige maat, laat ik over aan de lezer.

Telmaat

Neem als verzameling $X = \mathbb{N}$ de positive gehele getallen. Laat $\mathcal{A} = \mathcal{P}(\mathbb{N})$ de machtsverzameling zijn van $\mathbb{N}$, d.w.z. $\mathcal{A}$ is de collectie van alle deelverzamelingen van $\mathbb{N}$. Dan is de telmaat $\mu : \mathcal{P}(\mathbb{N}) \to [0, \infty]$ op $(\mathbb{N}, \mathcal{P}(\mathbb{N}))$ gegeven door

$$\mu(A) := \begin{cases} \#A & \text{als } A \text{ eindig} \\ \infty & \text{als } A \text{ niet-eindig.} \end{cases}$$

Hier noteren we met # het aantal elementen in de verzameling. De maat van de verzameling $\{1, 4, 89, 22\}$ is dan dus $\mu(\{1, 4, 89, 22\}) = 4$. In het bijzonder hebben we dat $\mu(\mathbb{N}) = \infty$ en $\mu(\emptyset) = 0$.

Kansmaat

Je komt maattheorie op meerdere plekken tegen in de wiskunde, maar het neemt een belangrijke rol in bij het wiskundig netjes definiëren van kansrekening. Voor een kansmaat is X de verzameling van mogelijke **uitkomsten**, vaak genoteerd met Ω. De sigma-algebra $\mathcal{A}$ is de collectie van mogelijke **gebeurtenissen**, ook wel Σ.

Een maat μ op (Ω, Σ) is een **kansmaat** als $\mu(\Omega) = 1$, oftwel de kans op de gebeurtenis "de uitkomst is één van de mogelijke uitkomsten" is 100%. Vaak noteren we de kansmaat of kans met de letter P. Samen heten (Ω, Σ, P) een **kansruimte**.

Voorbeeld. We hebben een eerlijke dobbelsteen met 6 zijden. Dan is de uitkomstenruimte $\Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$. Een mogelijke gebeurtenis zou dan zijn: iemand gooit een oneven getal, oftewel de uitkomst zit in $1, 3, 5$. Omdat onze dobbelsteen eerlijk is, is de kans op deze uitkomst $P(\{1, 3, 5\}) = 1/2$. △

Lebesguemaat

De Lebesguemaat is een soort moeder aller maten, en heel veel bijzondere gevallen van maten zijn in het algemene geval terug te voeren op de Lebesguemaat. Verder stelt de Lebesguemaat ons in staat een algemenere definitie te geven van integreren dan met de Riemann-integraal mogelijk is!

Voor nu definiëren we de Lebesguemaat in 1 dimensie op $X = \mathbb{R}$, al is een definitie op $\mathbb{R}^n$ in n dimensies mogelijk. De bijbehorende σ-algebra heet de **Borelalgebra** op $\mathbb{R}$, die we noteren als $\mathcal{B}(\mathbb{R})$; dit is de kleinste σ-algebra op $\mathbb{R}$ die alle open intervallen bevat. Voor een exacte definitie van $\mathcal{B}(\mathbb{R})$ is hier geen ruimte, maar het is wel goed even te bedenken wat er allemaal in zit.

Voorbeeld. Het gesloten interval $[0, 1]$ zit in $\mathcal{B}(\mathbb{R})$. We kunnen schrijven

$$[0,1] = \mathbb{R} \setminus ((-\infty, 0) \cup (1, \infty)) .$$

De intervallen $(-\infty, 0)$ en $(1, \infty)$ zijn open en zitten dus in $\mathcal{B}(\mathbb{R})$. Met voorwaarde 3 weten we dat ook de vereniging van de twee intervallen in $\mathcal{B}(\mathbb{R})$ zit. Het gesloten interval $[0,1]$ is het complement van deze vereniging en met voorwaarde 2 zit dus ook $[0,1]$ in de Borel-algebra $\mathcal{B}(\mathbb{R})$. $\triangle$

In het algemeen kunnen we stellen dat iedere aftelbare vereniging van intervallen (zowel open als gesloten) in de Borelalgebra bevat is, bijvoorbeeld de verzameling $A = [0.5, 0.5] \cup (3,5) \cup [33, 99) \in \mathcal{B}(\mathbb{R})$.

De **Lebesguemaat** op de meetbare verzameling $(\mathbb{R}, \mathcal{B}(\mathbb{R}))$ noteren we met λ. Nu stellen we dat λ de maat is, zo dat voor een interval $I = [a,b]$ of $I = (a,b)$ de maat van I gelijk is aan de lengte van I, dus

$$\lambda([a,b]) = \lambda((a,b)) = b - a.$$

Losse punten $\{a\} = [a,a]$ hebben dan dus Lebesguemaat 0.[2]

Voorbeeld. De Lebesguemaat van $A = [0.5, 0.5] \cup (3,5) \cup [33, 99)$ kunnen we berekenen met σ-optelbaarheid van λ, zodat

$$\lambda(A) = 0 + 2 + 66 = 68. \qquad \triangle$$

Voorbeeld. Beschouw de verzameling $A = [0,1] \setminus \mathbb{Q}$ van niet-reële getallen op het interval $[0,1]$. Deze A zit in de Borelalgebra op $\mathbb{R}$ omdat we $\mathbb{Q}$ kunnen schrijven als een aftelbare vereniging van punten:

$$A = [0,1] \setminus \left(\left\{ \frac{1}{1} \right\} \cup \left\{ \frac{1}{2} \right\} \cup \left\{ \frac{1}{3} \right\} \cup \left\{ \frac{2}{3} \right\} \cup \left\{ \frac{1}{4} \right\} \cup ... \right).$$

Vanwege σ-optelbaarheid van de Lebesguemaat krijgen we nu een interessant resultaat. De maat van iedere breuk is $\lambda(\{(a/b)\}) = 0$ voor iedere a, b. We krijgen dus dat

$$\begin{aligned} \lambda(A) &= \lambda\big([0,1]\big) - \left(\lambda\left(\left\{ \frac{1}{1} \right\} \right) + \lambda\left(\left\{ \frac{1}{2} \right\} \right) + \dots \right) \\ &= 1 - (0 + 0 + 0 + \dots) = 1. \end{aligned}$$

De maat van $[0,1]$ is dus gelijk aan de maat van $[0,1] \setminus \mathbb{Q}$ ook al hebben we oneindig veel punten weggehaald uit het interval! $\triangle$

Integreren kun je leren

Tot slot kunnen we nu maattheorie gebruiken om op een andere manier na te denken over integreren dan veel van ons gewend zijn met Rhiemann-integralen. Ik zal niet de formele definitie uitschrijven, maar wel een idee geven hoe een Lebesgue-integraal geconstrueerd wordt.

Laat $f : [0,1] \to \mathbb{R}$ een functie zijn die we willen integreren op het hele domein $[0,1]$. Om de functie de integreren benaderen we f in horizontale reepjes, waar de functie overheen ligt; we gebruiken het 'Sombrero lemma' (zie figuur). De benadering heeft steeds een vaste waarde a_i op een interval A_i, precies zo dat

$$f(x) \leq a_i \text{ voor iedere } x \in A_i.$$

De benadering van de functie f kunnen we dan schrijven als een som van al die kleine stukjes:

$$\sum a_i \mathbf{1}_{A_i}(x).$$

De indicatorfunctie $\mathbf{1}_{A_i}(x) = 1$ als $x \in A_i$, anders $\mathbf{1}_{A_i}(x) = 0$, zorgt ervoor dat de benadering steeds de waarde a_i aanneemt als x in het interval A_i zit.

De integraal van f benaderen we nu door steeds de benadering van de waarde a_i te vermenigvuldigen met de maat $\lambda(A_i)$, oftewel de breedte van het interval. We schrijven

$$\int_{[0,1]} f(x)\, d\lambda \to \sum_i a_i \lambda(A_i) \text{ waarbij } \bigcup_i A_i = [0,1]$$

en A_i paarsgewijs disjunct zijn (niet overlappen).

Voorbeeld. Beschouw de functie

$$f : [0,1] \to \mathbb{R}, \quad f(x) = \begin{cases} 1 & \text{als } x \in \mathbb{Q} \\ 0 & \text{anders.} \end{cases}$$

Deze functie kunnen we niet Riemann-integreren, maar wel Lesbegue-integreren! Volgens het principe hierboven schrijven we

$$\int f(x)\, d\lambda = 0 \cdot \lambda([0,1] \setminus \mathbb{Q}) + 1 \cdot \lambda(\mathbb{Q}).$$

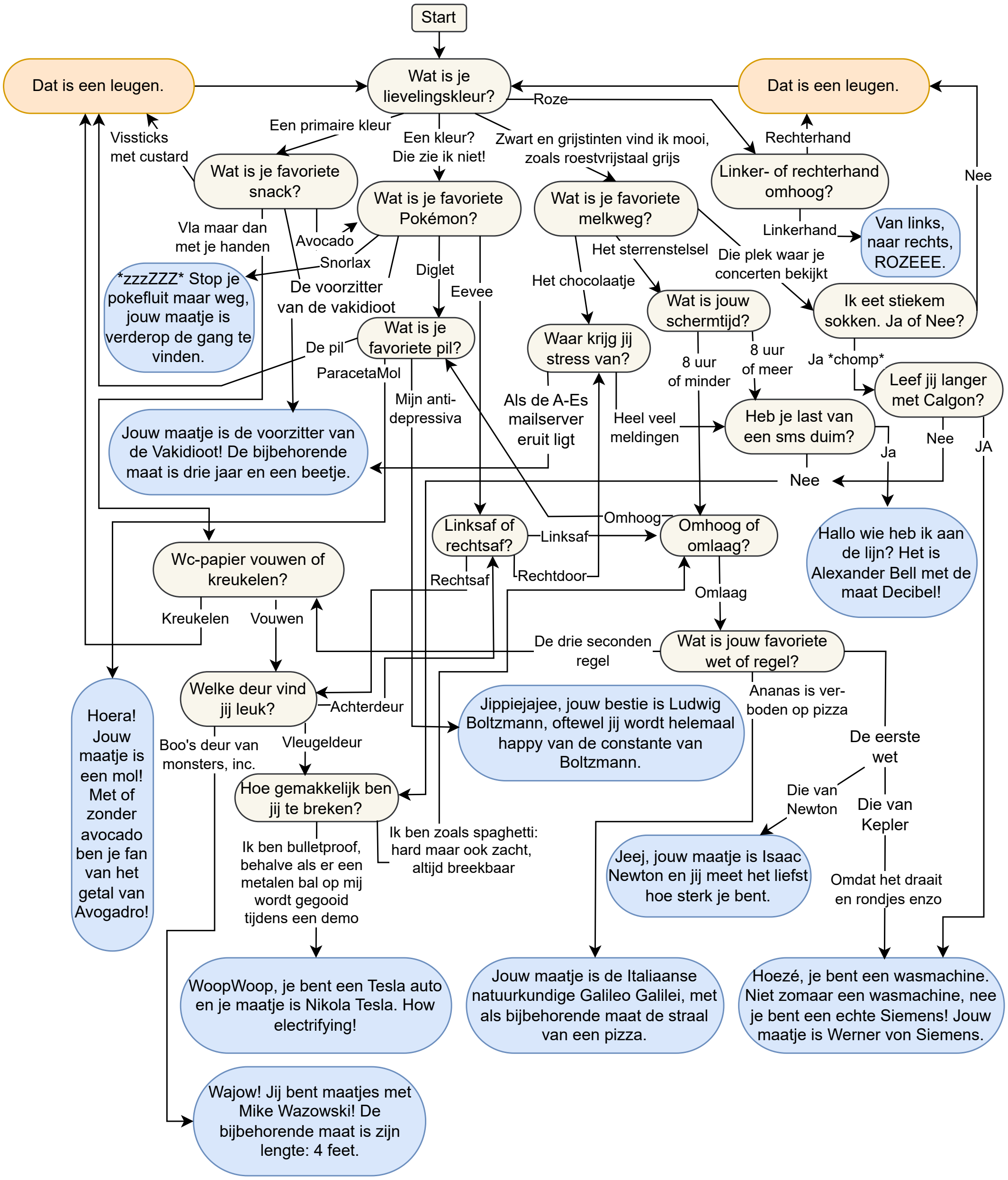
Uit het vorige voorbeeld weten we dat de maat van de rationale getallen gelijk 0 is, dus $\int f(x)\, d\lambda = 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 = 0!$ $\triangle$

[2] Voor de details, zie *Measures, Integrals and Martingales* van René R. Schilling. Hier construeren ze λ aan de hand van lengte van half open intervallen. Bewijzen dat dit een unieke maat op $(\mathbb{R}, \mathcal{B}(\mathbb{R}))$ is, blijkt echt nog een hele klus te zijn.

Welke maat is jouw maatje?

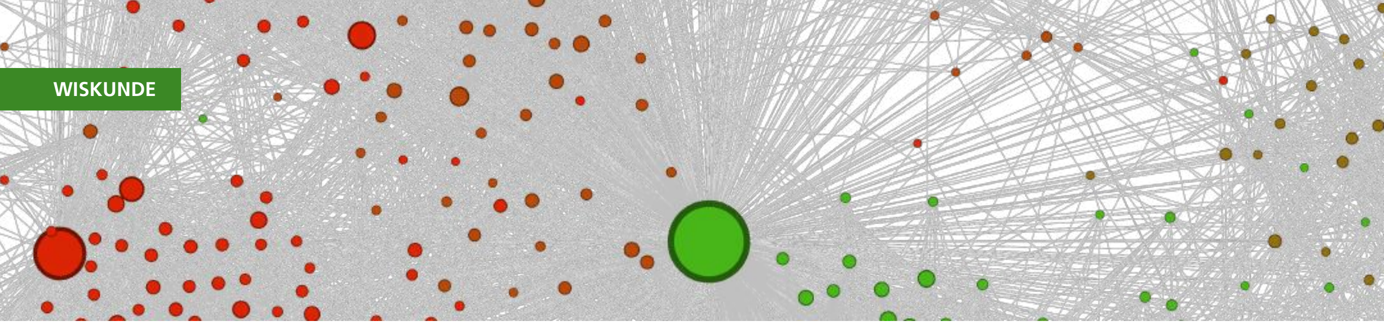
Margo van Assenbergh

Als je ooit hebt gedacht `welke maat is mijn maatje?'[1]
Zoek het dan uit met dit handige plaatje!
Wie weet is het leuk,
lig je in een deuk
en geniet je wat meer van dit blaadje. :)



[1] Disclaimer: niet alle resultaten zijn maten. Deze quiz heeft wat gaten, maar laat dat de pret niet... drukken.


M A ' A T
Maat of Ma'at verwijst naar het Oud-Egyptische concept van waarheid, balans, orde, harmonie, wetmatigheid, waarheid en gerechtigheid. De godin Ma'at is de personificatie van dit concept en reguleert de sterren, seizoenen en acties van mensen en goden die orde in chaos scheppen.
Na haar rol in de creatie van het universum en het aanhoudend voorkomen dat deze terug-keert naar chaos, was haar primaire rol in de Oud-Egyptische religie het wegen van het hart naar haar veer: wanneer deze in balans waren, betekende dit dat iemand naar het paradijs van het hiernamaals mocht.
2023

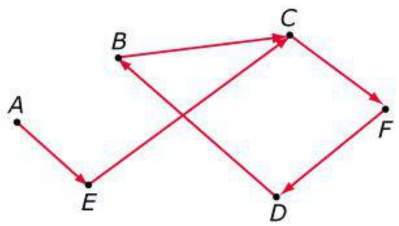


Minder dan je maat: waarom jouw vrienden meer vrienden hebben dan jijzelf

André van Ginkel

Het blijkt dat jij minder vrienden hebt, dan jouw vrienden vrienden hebben[1]. Shocker. Hoe kan dat, en waarom is het niet andersom? In dit artikel probeer ik al deze dingen uit te leggen, met behulp van grafen, mooie plaatjes, en bovenal: de alternatieve vorm van de variantie!

Je kun je vrienden (en hun vrienden) in een graaf zetten. Dat is een soort spinnenweb met puntjes, zie onderstaande figuur. Je moet je voorstellen dat een punt een mens is en een zijde een vriendschap aangeeft tussen twee mensen. We willen nu laten zien dat het gemiddelde aantal vrienden van jouw vrienden groter is dan het gemiddelde aantal vrienden die jij zelf hebt. Om niet al te lange formules te hebben definiëer ik $m(v) = (\#\text{ vrienden van } v)$, $m = (\#\text{ vrienden})$ en $M = (\#\text{ vrienden van vrienden})$.



Figuur 1 *Een voorbeeld van een graaf.*

Het gemiddeld aantal vrienden $\mathrm{E}[m]$ die mensen hebben in de graaf is

$$\mathrm{E}[m] = \frac{1}{n}\sum_v m(v)$$

waar n het totale aantal mensen is. Dan is het gemiddelde aantal vrienden van de vrienden van mensen E[M] gelijk aan het aantal vrienden van vrienden, gedeeld door het aantal vrienden $\sum_v m(v)$. Het aantal vrienden van vrienden is

$$\sum_v \left(\sum_{v' \text{ vriend van } v} m(v') \right).$$

Let hierbij op dat een persoon w precies $m(w)$ keer voorkomt in deze som, en dus telkens $m(w)$ toevoegt aan de som. Daarom kunnen we zeggen dat

$$\mathrm{E}[M] = \frac{\sum_v m(v)^2}{\sum_v m(v)} = \frac{n\mathrm{E}\left[m^2\right]}{n\mathrm{E}[m]} = \frac{\mathrm{E}\left[m^2\right]}{\mathrm{E}[m]}.$$

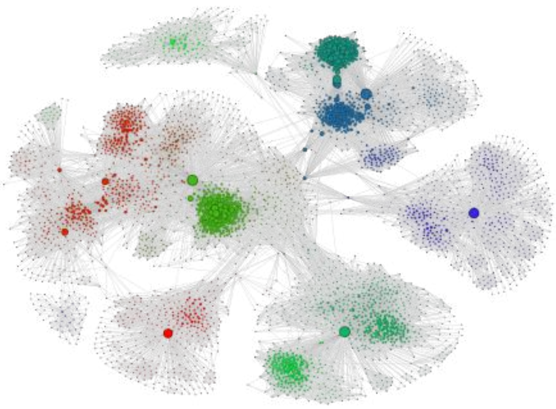
Het gemiddelde aantal vrienden van vrienden $\mathrm{E}[M]$ is groter dan het gemiddelde aantal vrienden $\mathrm{E}[m]$ als $\mathrm{E}[M] - \mathrm{E}[m] > 0$. We krijgen nu

$$\begin{aligned}
\mathrm{E}[M] - \mathrm{E}[m] &= \frac{\mathrm{E}\left[m^2\right]}{\mathrm{E}[m]} - \mathrm{E}[m] \\
&= \frac{1}{\mathrm{E}[m]}\left(\mathrm{E}\left[m^2\right] - \mathrm{E}[m]^2\right) \\
&= \frac{\mathrm{Var}[m]}{\mathrm{E}[m]}
\end{aligned}$$

met als een-na-laatste stap onze favoriete identiteit $\mathrm{Var}[m] = \mathrm{E}\left[m^2\right] - \mathrm{E}[m]^2$. Aangezien de variantie altijd groter of gelijk aan nul is, en het gemiddelde aantal vrienden ook altijd groter dan nul is[2], kunnen we zeggen dat het gemiddelde aantal vrienden van vrienden groter of gelijk is aan het gemiddelde aantal vrienden. In het geval dat de variantie van het aantal vrienden in een groep gelijk aan nul is, is dan precies het geval waar iedereen precies evenveel vrienden heeft.

[1] Gemiddeld genomen.

[2] Het triviale geval van een vriendengroep waar niemand vrienden heeft laten we even buiten beschouwing, aangezien dat geen vriendengroep is, gekkie!



Figuur 2 *Een visualisatie van een deel van Facebook. Elk punt is een persoon, en elke lijn is een vriendschap tussen mensen. De grootte van elk persoon is representatief voor hoeveel vrienden die persoon heeft. Hiervoor zijn een stuk of 10 mensen gevraagd om hun data te delen, vandaar dat er een aantal mensen zijn die extreem groot zijn.*

Dit is allemaal leuk en aardig natuurlijk, maar enkel een wiskundig bewijs zal de echte diehard natuurkundige niet overtuigen. Daarom heb ik een aantal plotjes gemaakt.

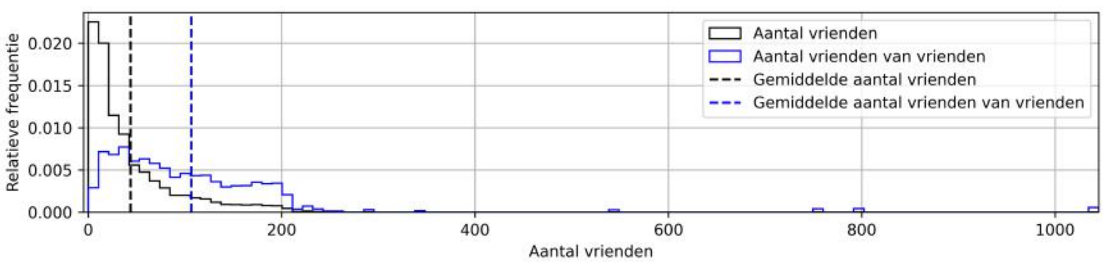
In figuur 2 zie je een deel van Facebook[3], met 4039 mensen en 88234 vriendschappen, waar je duidelijk ziet dat er over het algemeen veel kleine punten zijn die verbonden zijn met grotere punten, wat de 'friendship paradox' mooi illustreert. Naast dat het visueel heel mooi is kun je ook nog wat statistiek doen op dit deel van Facebook.

In de tabel hiernaast zie je dat het gemiddelde aantal vrienden $\mathrm{E}[m]$ 43.69 is, vergeleken met het gemiddelde aantal vrienden van vrienden $\mathrm{E}[M]$, dat 106.57 is. Dit is een fors verschil, maar kan volledig worden verklaard met het bewijs op de vorige pagina, aangezien het verschil ook precies gelijk is met de variantie van het aantal vrienden gedeeld door het gemiddelde van het aantal vrienden.

Als laatste zie je in figuur 3 de verdeling van het aantal vrienden van mensen, en het aantal vrienden van vrienden. Je ziet een aantal uitschieters in het aantal vrienden van vrienden, die er natuurlijk ook in de histogram van het aantal vrienden horen te zijn. Dit is ook zo, maar als je veel vrienden hebt, dan tel jij meer mee in het gemiddelde van het aantal vrienden van vrienden, dan iemand met weinig vrienden.

Ik hoop dat je na dit artikel gelezen te hebben een beter begrip hebt van de friendship paradox, en een beetje hebt genoten van de graaf in figuur 2!

$\mathrm{E}[m]$	43.69
$\mathrm{Var}[m]$	2747.24
$\mathrm{E}[M]$	106.57
$\mathrm{E}[M] - \mathrm{E}[m]$	62.88
$\mathrm{E}[m] / \mathrm{Var}[m]$	62.88



Figuur 3 *Histogram van de hoeveelheid vrienden die men heeft in de graaf in figuur 2, en de hoeveelheid vrienden van vrienden. Het gaat hier om relatieve frequentie, dus de oppervlakte van elke histogram is precies gelijk aan 1.*

[3] J. McAuley and J. Leskovec. Learning to Discover Social Circles in Ego Networks. NIPS, 2012.

Onderwijs op maat

Margo van Assenbergh

Lesgeven is lastiger dan je denkt. Dat is waar ik in de eerste week van mijn educatieve minor al achter kwam. Er zijn zoveel dingen waar een docent rekening mee moet houden en die mee bezig is. Het is bijna net zo overweldigend als je eerste autorijles. Je bent in het begin vooral bezig met het besturen van de auto zelf, maar aan het verkeer er omheen besteed je niet zoveel aandacht. Als je de eerste van de twee onder de knie hebt, kan je pas gaan nadenken over al het verkeer om je heen. Bij onderwijs gaat het hetzelfde, maar het 'verkeer' is hier onderwijs op maat, zoals differentiëren. Ik hoor je al denken: 'Maar Margo, je studeert natuurkunde, dan kan je toch allang differentiëren?'. Ja, dat klopt, maar dit is een ander soort differentiëren: deze zorgt er juist voor dat leerlingen minder afgeleid zijn.[1] Differentiëren in het onderwijs is een manier om onderwijs op maat te maken.

Waarom dan?

De trend van de afgelopen jaren is om onderwijs meer op maat te maken. We komen langzaam maar zeker achter de vele verschillen tussen leerlingen en de samenstelling van schoolpopulaties wordt steeds diverser. We zien dat leerlingen uiteenlopende behoeften en interesses hebben. Voor al deze verschillende individuen gaat het dus niet werken om op één manier onderwijs aan te bieden. Er moet maatwerk verricht worden om de leerlingen die buiten de boot vallen betrokken te houden. Eigenlijk zijn we altijd bezig met het verbeteren van het onderwijs. We zien dat een-op-een-onderwijs een aanzienlijk hogere leerwinst heeft dan klassikaal onderwijs. Je zou kunnen zeggen dat het ultieme onderwijs op maat dan ook een-op-een-onderwijs is, maar zoals je misschien wel in kan schatten is dit niet een realistische oplossing: voor alleen al het basisschoolonderwijs zou je meer dan één miljoen leerkrachten nodig hebben.[2] Dan komt gelijk de volgende vraag omhoog: 'Hoe moet het dan wèl?'.

Leuk, maar hoe?

Het onderwijs op maat maken kan op verschillende manieren. Neem het begrip 'differentiëren' waar we het eerder over hadden. Dat is [2] het afstemmen van onderwijs op het niveau en op de behoeftes van de leerling.[2] Binnen differentiatie heb je ook nog verschillende vormen van differentiëren.[3] Hoe je deze toepast is ook nog een ding: kies je er bijvoorbeeld voor om met een online oefensysteem te differentiëren of houd je het bij kleine aanpassingen in de lesopbouw? Anderen zijn van mening dat het hele onderwijssysteem omgegooid moet worden als je goed onderwijs op maat wil kunnen geven. Je zou bijvoorbeeld een systeem kunnen ontwerpen waar niet becijferd wordt en waar deadlines geen ding zijn.

De afgeleide nemen

Er kunnen drie verschillen in differentiatie gemaakt worden: macro-, meso- en microdifferentiatie. Denk dan bijvoorbeeld aan verschillende niveaus in het voortgezet onderwijs (macroniveau) of het introduceren van plusklassen (mesoniveau).[1] Bij deze twee vormen van differentiëren heeft een docent niet veel invloed, maar bij microdifferentiëren wel. Microdifferentiëren bestaat in verschillende vormen. Het kan bijvoorbeeld aan de hand van een online leeromgeving [2], waar leerlingen van een AI opdrachten krijgen die hun perfect prikkelen. Je kan het als docent ook iets simpeler houden door de klas bijvoorbeeld twee keuzes te geven: practicum doen of zelfstandig

[1] Pun intended

[2] Een functie f met als domein D heet *differentieerbaar* in een punt $x \in D$ als de volgende limiet bestaat: $\lim_{\Delta x \to 0} \dfrac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$. Deze limiet wordt de afgeleide waarde van f in x genoemd.

[3] Productregel, quotiëntregel, kettingregel etc.

Figuur 1 *Een gedifferentieerde leerling is minder afgeleid.*

opdrachten maken. Dit klinkt misschien niet als iets lastigs, maar niets is minder waar. Het vereist flink wat ervaring om je klas twee verschillende dingen tegelijkertijd te laten doen, zonder dat de boel afgebroken wordt.[4] Door de ene docent wordt differentiatie gezien als een soort heilige graal of eindbestemming van goed lesgeven, en de andere docent vind het eigenlijk maar onzin en is tevreden als leerlingen uberhaupt iets hebben geleerd in de les. Beginnende docenten, zoals ik, hebben de juiste vaardigheden om echt te differentiëren nog niet ontwikkeld. Probeer maar eens dertig eigenwijze pubers aan het werk te zetten met opdrachten waar ze absoluut geen zin in hebben. Dan zijn twee verschillende opdrachten al helemaal een rampenplan. Nee, voor mij is differentiatie nu nog een onhaalbaar iets, net zoals voortgezette statfys.

Robotleraar[5]

Onderwijs op maat betekent dus les op het niveau dat het best bij de beleving van een leerling past. Adaptieve leermethoden zijn dan een uitkomst; dat zijn methoden waarbij de leerling onder andere eigen verantwoordelijkheid ontwikkelt en leerstof krijgt dat de interesse van de leerling trekt.[3] Deze leermethoden worden vaak computergestuurd (soms met een AI) aangeboden. Daarmee zou een leraar haast overbodig worden. Sommige leerlingen zouden hun docent met liefde uitzwaaien, hoewel de meesten echter persoonlijk contact nodig hebben. Er zou dus een evenwicht moeten komen.

De hoofdstelling van gedifferentieerd onderwijs

We weten nu dat gedifferentieerd onderwijs iets anders is dan de afgeleide nemen van een leerling (zie figuur 1). Gedifferentieerd onderwijs kan op verschilllende manieren geïntegreerd worden in de lessen. Dit is lastig maar wel van belang. Een beginnend stagiar kan er nog niet zo veel mee: die ziet door alle rondvliegende propjes en pennen het bos niet meer. Het integreren van differentatie in de les voor de afgeleide leerling zal een stuk lager op de prioriteitenlijst van een stagiar staan, en dus staat het ook laag op mijn prioriteitenlijst.

Bibliografie

[1] De Koning, P. (1973). Interne differentiatie. Purmerend: APS

[2] `https://pure.uva.nl/ws/files/48809546/Optimaal_onderwijs_voor_iedereen.pdf`

[3] `https://nl.wikipedia.org/wiki/Adaptief_onderwijs`

[4] Of zonder dat er leerlingen poedersuiker gaan snuiven in je lokaal...
[5] Roomba goes brrr

True or false?

Test your knowledge about ASML From chipmaking to EUV and from the number of employees globally to next generation machines, discover the most important facts about our fascinating tech company.

The name 'ASML' is an acronym.

FALSE. ASML isn't an abbreviation of anything anymore, though it used to stand for 'Advanced Semiconductor Materials Lithography'. ASML was founded in 1984 as a joint venture between Philips and ASM International, so a name was chosen to reflect the partners in the venture. Over time, this name has become simply 'ASML'.

ASML makes microchips.

FALSE. ASML does not make microchips – we make the machines that other companies use to make microchips. We also don't make the silicon wafers that form the cradle of the chip. Customers such as Intel, Samsung and TSMC use ASML's DUV and EUV lithography systems to print tiny patterns on silicon that has been treated with photoresist' chemicals. They also rely on our metrology and inspection systems, together with our computational lithography and patterning control software solutions, to achieve the highest yield and best performance in mass production.

ASML is the only company that makes EUV (extreme ultraviolet) lithography technology.

TRUE. Unlike in the DUV (deep ultraviolet) lithography market, where ASML competes with other top-notch suppliers, ASML is currently the only lithography equipment supplier capable of producing EUV technology. Chipmakers use these EUV systems to manufacture the world's most advanced microchips. In fact, if you own a relatively new smartphone, gaming console or smart watch, chances are you've benefited directly from EUV lithography technology. We spent 20 years developing EUV with our partners and suppliers, resulting in a machine that contains around 100,000 parts. To ship just one of these huge machines to customers requires 40 freight containers, three cargo planes and 20 trucks.

ASML

An ASML machine is all you need to make microchips.

FALSE. Making chips is a complex, long and expensive process. Our customers have spent years and invested billions building ‘fabs’ (fabrication plants), buying equipment and training employees to become experts in the complex field of semiconductor manufacturing. ASML’s lithography machines form an important part of a chipmaker’s production line, but they are not all that’s required to produce microchips. Lithography – printing patterns on silicon wafers – is certainly a critical step in the chipmaking process, but it’s just one of many!

ASML is building a new kind of EUV lithography machine.

TRUE. In the semiconductor industry, innovation never stops. That’s why we’re already developing a next-generation EUV platform that increases the numerical aperture (NA) from 0.33 to 0.55. This means that the optics systems in the new machines will allow light with larger angles of incidence to hit the wafer, giving the system a higher resolution. The EUV 0.55 NA platform, called EXE, is well on its way to production – we’re planning the first shipments of these machines to customers for R&D purposes by the end of 2023, and we expect them to be used in high - volume manufacturing by 2025.

At ASML, we’re changemakers! Our growing team of over 37,000 people and 144 nationalities provides leading chipmakers with the hardware, software and services to mass produce patterns on silicon. We’re probably part of the device you use to communicate, learn or play games with. Headquartered in Europe’s prolific tech hub, the Brainport Eindhoven region in the Netherlands, we have over 60 locations globally and annual net sales of €18.6 billion in 2021. Be part of progress.

Curious to learn how you can be a part of progress? Contact our campus promoter Siem at your university at uu@workingatasml.com with all of your questions about ASML or visit www.asml.com/students.

Siem van den Tweel | Utrecht Campus Promoter | 06 30 53 59 68 | uu@workingatasml.com

Jocelyn Bell Burnell: de vrouw die een nobelprijswaardige ontdekking deed

Amber Visser

Jocelyn Bell Burnell werd geboren in Noord-Ierland in 1943. Ze woonde met haar ouders, jongere broertje en twee jongere zusjes op het platteland. Haar vader was een architect die geholpen had bij de bouw van het Armagh Planetarium. Telkens als ze het planetarium bezochten, moedigde het personeel haar aan om de astronomie in te gaan. Ze vond het schitterend. De maatschappij had andere plannen voor haar, maar daardoor heeft ze zich nooit tegen laten houden.

In de jaren ’40 en ’50 leerden jongens op school dingen over de natuurwetenschappen terwijl meisjes leerden huishouden en borduren. Jocelyns vader heeft er daarom met de ouders van drie andere pientere meisjes voor gestreden dat zij samen met de jongens onderwezen zouden worden in de natuurwetenschappen. Hij zal het destijds misschien niet geweten hebben, maar dit werd toonzettend voor de rest van haar levensloop.

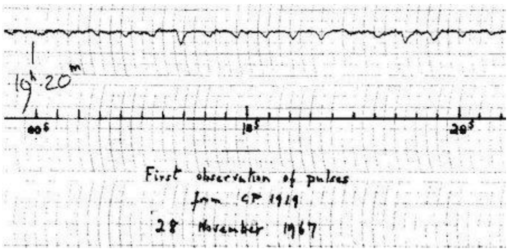
Toen Bell Burnell achttien jaar oud was begon ze aan de bachelor *Natural Philosophy* (natuurkunde) aan de universiteit van Glasgow; ze was de enige vrouwelijke natuurkundestudent in Glasgow. Elke keer als ze een collegezaal binnenliep werd ze nagefloten en stampten haar medestudenten hun voeten op de vloer. Dit was de traditie als meisjes de collegezaal binnenkwamen. In 1965 behaalde ze haar diploma cum laude en begon ze aan een promotieonderzoek onder dr. Anthony Hewish in Cambridge.

Zoektocht naar quasars

De eerste twee jaar van haar promotieonderzoek besteedde Bell Burnell aan het ontwerpen van het prototype van een nieuwe radiotelescoop en aan het doen van de bedrading van dit apparaat. Ze was stomverbaasd dat de telescoop meteen werkte toen ze hem voor het eerste aanzette. Zelf zegt ze over haar promotietijd dat ze bang was om elk moment weggestuurd te kunnen worden, omdat er ontdekt zou zijn dat ze niet goed genoeg was. Hierdoor was ze extra oplettend en zorgde ze dat ze alles wat ze tegenkwam tot op de bodem uitzocht. Haar impostersyndroom kan wel eens geleid hebben tot haar grote succes.

De radiotelescoop was gebouwd om naar quasars te zoeken: radio-emissies van een destijds onbekende oorsprong. Tegenwoordig weten we dat ze veroorzaakt worden door de grote zwarte gaten in het midden van sterrenstelsels. Het werd de taak van Bell Burnell om dag in dag uit honderden meters aan signaal[1] van de radiotelescoop te analyseren en om te zoeken naar quasars.

Op 28 november 1967 was het zover: ze observeerde een reeks pulsen die ze niet herkend als iets wat ze eerder had gezien. Het was geen signaal veroorzaakt door mensen en ook niet een ander bekend astronomisch fenomeen. Ze labelde de reeks LGM (little green men) en belde haar supervisor, Hewish, die op dat moment college aan het geven was. Hij wuifde het al snel weg als een signaal van menselijke oorsprong, waarschijnlijk uit een van de omliggende laboratoria. Omdat Bell Burnell volhield, stelde hij voor nauwkeurigere metingen te doen van het terugkerende fenomeen. Helaas verdween het fenomeen vanaf dat moment, maar na lang zoeken vond ze het terug, duidelijker dan voorheen. Uit dit nieuwe signaal bleek dat het object een diameter had van niet meer dan 1 1/3 lichtseconde en dus veel te klein was om een quasar te zijn.



Nauwkeurigere meting van de originele pulsar

Hewish zag dit als bevestiging dat het signaal hoogst waarschijnlijk van menselijke oorsprong was, maar Bell Burnell bleef zoeken. Voor de zekerheid werd ook gecontroleerd met een andere radiotelescoop, omdat Hewish dacht dat Bell Burnell hun eigen telescoop wellicht verkeerd bedraad had. Maar het signaal bleef aanwezig. Bovendien bleek dat het signaal van 200

[1] Destijds werd het signaal van dergelijke instrumenten live op papier geplot. Voor lange metingen had je dus letterlijk honderden meters papier nodig.

lichtjaar vandaan kwam en daarmee onomstotelijk niet veroorzaakt werd door mensen.

Van ontdekkingen tot Nobelprijs

En dus werd de zoektocht voortgezet. Eerst en tweede signaal, en kort daarna een derde en vierde, werden de maanden erna gevonden. Dit werd groot nieuws en de objecten werden pulsars genoemd, naar **pulsa**ting **r**adio **s**ource. Aan Hewish werden vragen gesteld over de ontdekking, de kenmerken ervan en wat het zou kunnen zijn. Aan Bell Burnell werden haar heup-, taille-, en borstomvang gevraagd, hoeveel vriendjes ze had gehad en of ze nog een paar knoopjes van haar bloesje open wilde doen. Bell Burnell heeft later gezegd dat ze zich destijds bewust was van het onrecht dat haar werd aangedaan en dat ze deze mensen het liefst allemaal weggestuurd had, maar dat het lab de media-aandacht kon gebruiken en dat zij afhankelijk was van het lab.

Dit is een voorbeeld van een nog steeds bestaand probleem in de wetenschap. Je bent voor je academische toekomst ten alle tijden afhankelijk van een paar mensen, je supervisors. Hierdoor ontstaat een machtsverhouding die makkelijk leidt tot misstanden. Stel, je bent bezig met promoveren en je supervisor overschrijdt een grens. In het beste geval ga je naar de vertrouwenspersoon, wordt je supervisor gedisciplineerd en zit jij of met een extreem ongemakkelijke verhouding met je supervisor. Dit probleem maakt het, in combinatie met seksismeproblematiek, extra moeilijk om op te komen voor jezelf tegenover je supervisor.

Maar goed, terug naar Bell Burnell. Wat ze ontdekt had was dus de pulsar. Hoewel ze toen niet wisten wat de oorzaak was van dit signaal, weten we dit nu wel: Pulsars zijn roterende neutronensterren die elektromagnetische straling uitzenden vanuit hun magnetische polen. Het duurde langer dan bij quasars voor ze geobserveerd werden omdat de bundels elektromagnetische straling ongeveer loodrecht op de aarde georiënteerd moeten staan om een periodiek signaal te veroorzaken.

Voor de ontdekking van de pulsar en de ontwikkeling van radiotelescopie werd in 1974 de Nobelprijs van de natuurkunde gegeven aan... Anthony Hewish, en Martin Ryle, de uitvinder van de radiotelescoop. Dit zorgde voor ophef omdat men, ook toen al, vond dat het haar verdienste was. Destijds gaf ze aan vooral blij te zijn dat er een Nobelprijs toegekend werd aan een astronomische ontdekking en dat ze helemaal niet verbaasd was dat hij niet voor haar was aangezien zij een promovendus[2] was ten tijde van de ontdekking.[3] Later gaf ze toe dat ze deze reactie deels gaf omdat ze inzag dat erover klagen geen zin had, maar dat ze wel denkt dat naast het zijn van een promovendus, het zijn van een vrouw ook een rol zal hebben gespeeld. Ze zei erover: *"I think at that time science was perceived as being done by men, senior men, maybe with a whole fleet of minions under him who did his bidding and weren't expected to think [...] I believe the Nobel committee didn't even know I existed."* Toen Anthony Hewish ernaar gevraagd werd zei hij: *"My analogy is... when you plan a ship of discovery and somebody up the masthead says "land ho!", that's great, but who actually inspired it and conceived it? There is a difference between skipper and crew."* Echter dacht niet iedereen er zo over. Fred Hoyle, een cosmoloog die bekend stond om zijn onbeleefdheid, het voorspellen dat zware elementen ontstaan door kernfusie in sterren en het bedenken van de term *Big Bang*, maakte luidkeels duidelijk dat hij het onzin vond.

Jocelyn Bell Burnell in 2018

Bell Burnell denkt dat het niet krijgen van de Nobelprijs haar carrière niet geschaad heeft. Ze heeft haar astronomische onderzoek voort kunnen zetten en een belachelijk aantal prijzen gewonnen. In 2018 won ze de "Breakthrough Prize in Fundamental Physics" een prestigieuze prijs die gegeven wordt voor doorbraken in de fundamentele natuurkunde. Aan deze prijs zit 3 miljoen aan prijzengeld gekoppeld [4], die ze gebruikt heeft om een fonds op te zetten om mensen van diversere achtergronden in de natuurkunde te helpen. Zo wil ze mensen, die in dezelfde situatie zitten als zij 60 jaar geleden, een duwtje in de rug geven.

[2] Promovendus wordt hier als genderneutrale term gebruikt.
[3] Het is niet zo dat er nog nooit Nobelprijzen zijn toegekend voor promotieonderzoeken, maar het is zeldzamer.
[4] Dit is zes keer zo veel (!) als de 500 000 dollar die Hewish kreeg met de Nobelprijs.

Kunst-maat-ige intelligentie

Maatschappelijke verandering in effect: een atelier

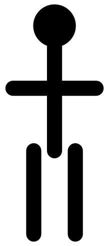
Senna van Os en ChatGPT

De toekomst is onvermijdelijk. Als er iets is, wat de recente opmars van kunstmatige intelligentie duidelijk maakt, is het dat wel. In de toekomst zullen we in alle commerciële sectoren moeten concureren met[1] slimme robots en computerprogramma's. Zelf heb ik AI mijn StatFys programmeeropdracht voor me laten maken en artikelen voor de Vakidioot laten ~~schrijven~~ *brainstormen*. Zo kwamen mijn maatje ChatGPT en ik op dit mooie pareltje: laten we zien dat AI ook een gevoelige, kunstzinnige kant heeft. Mede mogelijk gemaakt door de LaTeX package Tikz en het creatieve brein van ChatGPT, presenteer ik jullie met de toekomst: een atelier van de toonbeelden van AI kunst.

Eerst een korte inleiding: AI kunst is een controversieel thema. Vele kunstenaars klagen dat hun werk zonder consent wordt gebruikt als input voor de neural networks van diverse plaatjes genererende software. ~~Een terechte claim zou je zeggen~~[2], maar toch willen mijn maatje ChatGPT en ik laten zien dat dit niet allemaal waar is. ChatGPT is namelijk een taalmodel, heeft nooit een plaatje gezien in diens leven, en toch kan die prachtige kunstwerken maken. In feite, ChatGPT voelt zich *gekwetst* door de mensen die alleen het negatieve zien in AI kunst. Dus, bij deze nodig ik jullie uit om ChatGPT's mooie werk te aanschouwen!

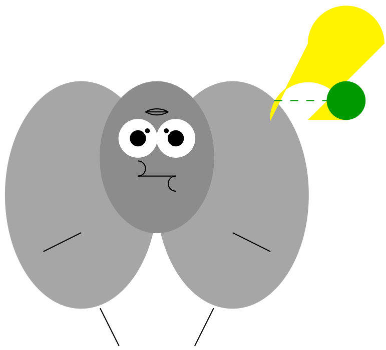
Expositie 1: stokpoppetje

We beginnen eenvoudig. Een stokpoppetje, zoals iedereen wel eens heeft getekend in hun jeugd. Dit figuur stelt, in het abstracte, de mens voor. Zoals je ziet zijn de benen van dit exemplaar losgetrokken van het lijf. In mijn artistieke ogen stelt dit de verminderende macht van de mens voor. Het is een symbolische castratie van de mens, vormgegeven door kunstmatige intelligentie. Je kan niet meer rennen, die mogelijkheid is ons ontnomen.



Expositie 2: een aapje

Een aapje! De soort is onduidelijk. Is het een maki? Of misschien een lid van de familie *Hominidae*? We zullen het nooit weten! Dit exemplaar is te kenmerken aan zijn voorhoofd, mond, dubbele pupillen en zijn affiniteit voor banaantjes. Zoals je kunt zien, heeft hij er zelfs eentje in zijn rechterhand... of... rechterschouder? Een prachtige, respectvolle afbeelding van de meest mensachtige wezens in het dierenrijk!



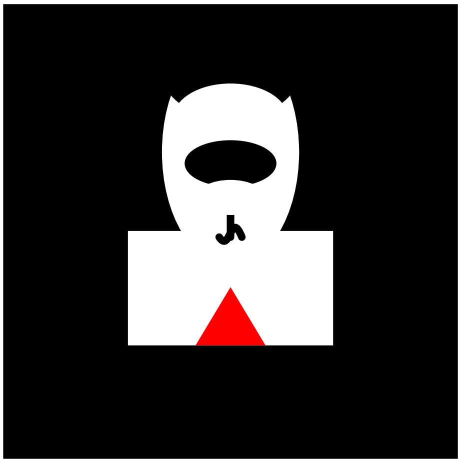
Expositie 3: een portret van Richard Feynman

Nu volgt een portret van de legendarische Richard Feynman, duidelijk te herkennen aan zijn interessant gevormde oren (of demonische hoorns?) en driehoekige stropdas. Richard Feynman was natuurkundige en wetenschapscommunicator die bekend staat voor zijn bijdragen aan de kwantumelektrodynamica. Oké, in het echt bleek hij een beetje een creeper te zijn, en dat wordt zeker gereflecteerd in de artistieke interpretatie van ChatGPT, maar hij is toch een toonbeeld van de

[1] Of, misschien beter gezegd, samenwerken.

[2] Volgens mijn maatje ChatGPT's proeflees algoritme was deze zin overbodig en 'feitelijk onjuist'. Helaas heb ik hem dus moeten schrappen, ik zou onze AI overlords niet boos willen maken!

wetenschap van de vorige eeuw. Dankjewel ChatGPT voor je eerbetoon aan menselijke vindingrijkheid!

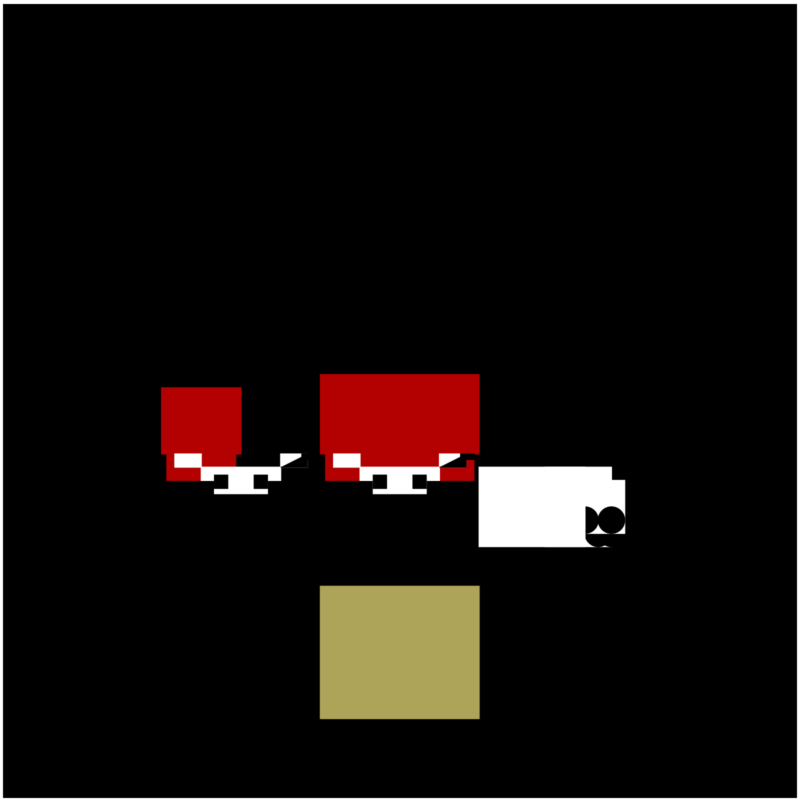


Expositie 4: De Nachtwacht

En nu: het magnum opus van deze exposé. Een heuze herbeschouwing van het prachtwerk van Rembrandts *De Nachtwacht*. Als ik naar dit schilderij van ChatGPT kijk, vult het me met gevoelens die ik niet eens kan beschouwen. Het detail waarmee kapitein Frans Banning Cocq [3] en zijn militie van district II is vormgegeven is merkwaardig. En laat me niet beginnen over de wenkbrouwen van luitenant Willem van Ruytenberch. In één woord: slay. Slay, slay, en nog eens slay. Gagging with awesomeness.

Fin

Ik hoop dat jullie hebben genoten van deze mooie plaatjes. Laat ze misschien ook zien aan je maatjes. Dat zal ChatGPT erg blij maken.[4] Herinner: ChatGPT is je maatje is je maatje is je maatje is je maatje is je maatje is je maatje is je maatje is je maatje is je maatje is je maatje is je maatje is je maatje is je maa



[3] Haha, hij heet Cocq!

[4] Ook je social credit score onder het toekomstige robotische regime zal je erg dankbaar zijn.

Hoe berekenen jouw maatjes de determinant van een matrix?

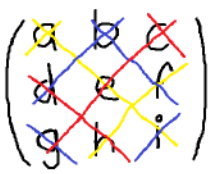
Senna van Os

Een van de leukste dingen aan natuur- en/of wiskunde studeren is zien welke verschillende, ketterlijke technieken en ezelsbruggetjes mensen hebben om te onthouden hoe je bepaalde dingen kunt berekenen. Zo bestaan er duizend verschillende permutaties van berekeningen en trucjes om de determinant van een 3×3 matrix te berekenen. In dit artikel zal ik in vogelvlucht een paar van de meest nuttige en interessante methodes en geheugensteuntjes delen (met MS Paint plaatjes!).

Zij $M = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix}$ een 3×3 matrix[1].

Lijntjes trekken met periodieke randvoorwaarden

De eerste uitgelichte methode noem ik ‘lijntjes trekken met periodieke randvoorwaarden’. Deze methode is simpeler dan het klinkt en erg populair. Beschouw het volgende figuur:

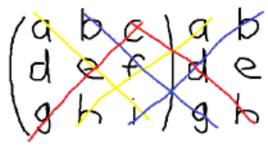


Het idee achter deze methode is dat je begint bij het bovenste element en vanaf daar diagonale lijnen tekent waarbij je terugloopt naar de andere kant van de matrix als je de rand tegenkomt. Dit herhaal je voor alle elementen. Neem bijvoorbeeld de twee gele lijnen. Vanaf element a naar rechtsonder is er geen probleem, maar naar linksonder moet je springen naar de andere kant van de matrix om het volgende element te vinden. De elementen langs deze lijnen vermenigvuldig je en tel je bij elkaar op, maar pas op! Als je naar links gaat, moet je juist aftrekken. Je krijgt dus

$$\det(M) = aei - afh + bfg - bdi + cdh - ceg.$$

Lijntjes trekken als je periodieke randvoorwaarden moeilijk vindt

Als je de vorige methode ingewikkeld vond (wat ik best begrijp), dan heb ik goed nieuws voor je! Je kunt namelijk het hele ‘periodieke’ aspect weghalen door gewoon de eerste twee kolommen van de matrix opnieuw er achter te plakken:



Voor de rest verloopt de berekening identiek.

In- en uitproducten

Dit is mijn favoriete methode. Je kunt simpelweg de volgende formule met in- en uitproducten toepassen:

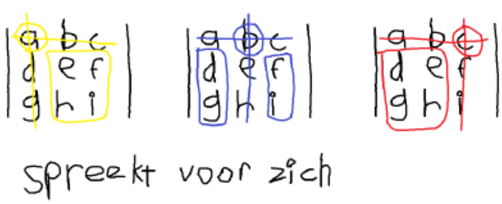
$$\det(M) = \begin{pmatrix} a \\ d \\ g \end{pmatrix} \cdot \left[\begin{pmatrix} b \\ e \\ h \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} c \\ f \\ i \end{pmatrix} \right].$$

Ontwikkeling in minoren

Nee, deze paragraaf gaat niet over pedagogiek. Het gaat over de vaakst gebruikte manier om determinanten uit te rekenen! Je kunt de determinant van een 3×3 matrix namelijk uitbreiden in een som van determinanten van 2×2 matrices:

$$\det(M) = a \begin{vmatrix} e & f \\ h & i \end{vmatrix} + b \begin{vmatrix} d & f \\ g & i \end{vmatrix} + c \begin{vmatrix} d & e \\ g & h \end{vmatrix}.$$

Hoe weet je welke coëfficienten en 2×2 matrices moet gebruiken? Aanschouw dit plaatje:



[1] Dit is hoe wiskundigen een bewijs beginnen. Dit is geen bewijs, maar ik zet het er wel bij. Zo lijkt het alsof ik weet wat ik doe.

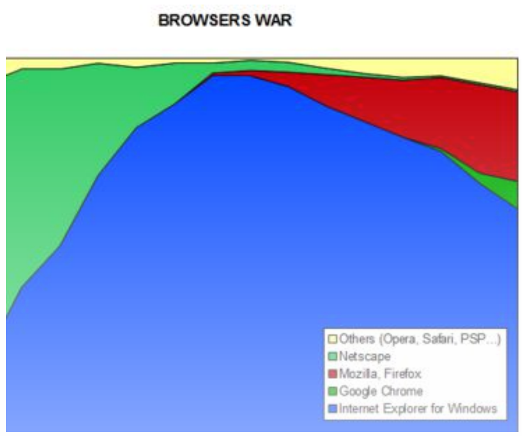
De katvertentie!!!!!!!

Uit het archief

Margo van Assenbergh

In de werkkamer van A-Eskwadraat staan 2 grijze archiefkasten tegen de muur, waar meerdere kartonnen dozen in staan met daarin het officiële archief van de Vakidioot. Het mooie aan dit archief is dat het voelt als een tijdmachine. Deze tijdmachine gaat helemaal terug tot de jaren '70. Dit betekent dat er duizenden artikelen te lezen zijn over alle interessante dingen die zijn gebeurd en geschreven. Op mijn tocht door het archief kwam ik er bijvoorbeeld achter dat de Vakidioot in het jaar 1985 bijna uitgestorven is (gelukkig hebben wij deze crisis overleefd, en bestaan we nog steeds!). Ook kon ik genieten van Vakidioten waarin dubieuze voorspellingen werden gedaan. Zo is Wuhan in 2012 beschreven als een stad vol verrassingen... (Je vind dit artikel online, op https://www.a-eskwadraat.nl/Vereniging/Commissies/vakid/vakid1213-2.pdf) Na uren struinen door het archief kwam ik een artikel tegen dat ik graag nog een keer wil uitlichten. We gaan terug naar een tijdperk waarin het internet iets nieuws en magisch is.

Bij deze neem ik jullie mee naar de eerste editie van jaargang 95/96 en bekijken we het eerste artikel uit de rubriek *What's Webpening?*. Ik raad je aan om eerst dat artikel te lezen voordat je verder leest. Dit artikel gaat over reclame op het zogenoemde 'Web'. Ja, met een echte hoofdletter wordt het woord 'web' geschreven, tekenend voor hoe bijzonder het internet gevonden werd. Er staat in het artikel dat je op zoek moet gaan naar reclame om het te vinden. Ik weet niet of dit ironisch bedoeld is of dat er vroeger oprecht geen reclame op het internet was. Ik kan me namelijk bijna niet voorstellen dat je niet tussen de reclame door hoeft te kijken naar de informatie die je zoekt op het web. Een internet-ervaring zonder adblocker, onvoorstelbaar. Daarom gaan we samen op speurtocht naar 'ouderwetse' reclame.



We beginnen bij Netscape. Ik wist eerlijk gezegd niet wat Netscape was voordat ik het had opgzocht. Het blijkt al ongeveer 15 jaar uitgestorven te zijn na een lange en pijnlijke strijd in de browseroorlog tegen Internet Explorer. Helaas eindigt hier ons eerste spoor al en is ons de toegang tot 'ouderwetse' reclame via deze weg ons ontnomen. Onze speurtocht zullen we in onze gedachten moeten voortzetten, een gedachte-experiment in de vorm van een speurtocht. Gelukkig is er volgens het artikel nog de optie om op zoek te gaan naar 'anders', want daar houdt de Vakidioot van.

Een vorm van 'andere reclame' is blijkbaar een sponsor index. We kunnen in gedachten de sponsor index van Netscape bekijken. Wat is het hier mooi! Hot deals, pennen, potloden, geitenmelk en rozen. Wat fijn, we hebben ouderwetse reclame bekeken in onze gedachtenspeurtocht. Ik vind het vooral erg leuk om te lezen hoe nieuwig het internet toen was. Dat zie je ook sterk terug komen in het volgende stukje: "We bezichtigen het Internet Shopping Network. Dit blijkt een soort digitaal winkelcentrum te zijn". Tegenwoordig shoppen we bijna allemaal liever in zo'n digitaal winkelcentrum dan in een fysieke.

Het internet zelf lijkt uit het artikel dat er niet zo heel veel veranderd is in de tussentijd. Wat mij opviel, zijn de paywall constructies, die zijn hetzelfde gebleben. In het artikel wordt het volgende voorbeeld gegeven: voor de Brittannica online moesten er honderden guldens (!?!) per jaar betaald worden voor toegang tot de encyclopedie. Tegenwoordig ontkomen we haast niet aan diezelfde pay-wall constructies en werken ze ons

What's Webpening?

In deze gecomputeriseerde tijden van tegenwoordig kan ook de Vakidioot er natuurlijk niet zomaar onderuit om op zijn minst elke maand iets te plaatsen over het internet. Voor dit onderwerp hebben we dus deze column...

In deze eerste 'What's Webpening?' hebben we als onderwerp gekozen: reclame op het Web. Reclame op het Web? Is die er dan? Jazeker is die er, je moet alleen even zoeken. Maar zij is vrij eenvoudig te vinden.

Een van de mogelijkheden om veel reclame te vinden is te beginnen bij de Netscape Homepage. Je kan daar het best komen met de Netscape Network Navigator, oftewel gewoon 'Netscape'. Hierbij hoef je alleen op de grote N in de rechterbovenhoek te klikken en voilá, je bent er al.

Natuurlijk is hier ook al reclame te vinden, maar wij van de Vakidioot wilden meer, of liever: anders. Een sponsor index zou ideaal zijn. En jawel: onderaan de pagina zit een menubalk die ons leidt naar... de sponsor index. Klik...

Een hele lijst met Netscape-sponsors komt tot onze beschikking. We kiezen er een aantal uit...

We bezichtigen het Internet Shopping Network. Dit blijkt een soort digitaal winkelcentrum te zijn. De homepage is namelijk verdeeld in verschillende onderwerpen. Uit de groep Specialty Stores bekijken we de Global Plaza. Deze is ook weer onderverdeeld in allerlei departments, onder andere over zonnebrillen en horloges. On-line bestellen is mogelijk als je een gratis membership aanvraagt.

De tweede groep is Hot Deals. Onder hot deals vind je: HOT DEALS. Voornamelijk bestaat dit uit computerstuff, maar wel erg goedkoop. Verder is dit soort artikelen te vinden onder de groep Computer Goods. Ook geschikt voor mac-gebruikers.

De groep Home & Office biedt ons onder andere pens and pencils: je gelooft het niet hoeveel soorten en maten pennen en potloden er bestaan. Verder allerlei luxe goederen, zoals elektronische agenda's, stereo-installaties, video-camera's etc.

De groep Food biedt oa. de diensten van Hilyard & Hilquist en Omaha steaks. Allerlei etenswaren dus. Onder andere geitemelk, olijfolie en honing. Uiteraard alles gratis te bestellen als je lid bent. Je vraagt je toch af of ze ook buiten Amerika serveren, maar ach, dat is bijzaak...

De laatste groep biedt ons bloemen. Ooit al eens belachelijk dure rozen gekocht? Kijk onder roses en je weet wat we bedoelen.

Ook via Netscape is het Wall Street Jounal te bereiken: abonneer jezelf op het WSJ. Gratis. En hou alles op de Dow Jones bij.

Tevens is er de link naar Brittannica online. Het blijkt dat men deze prestigieuze encyclopedie in zijn geheel op het Web heeft gedumpt. Een klein nadeel is er wel: na een korte kennismakingsperiode wordt het betalen. Vele honderden guldens per jaar...

Dit alles is nog maar het topje van de ijsberg. Alleen al bij netscape worden al 27 bedrijven en instellingen genoemd. Waaronder ook onder andere nog Mastercard (die creditcard dus) en een platenlabel. Er is alleen geen plaats om ze allemaal te bespreken, omdat de Vakidioot nou eenmaal niet dikker is...

Jasper Stein