

VAKIDTOOT



Overschot

In dit nummer

	Van de Voorzitter <i>Victor Veldstra</i> Voorzitter A-Eskwadraat	4
	Interview met Gunther Cornelissen <i>Sophie Huiberts</i>	5
	Voorstelrondje <i>Sander Kuipers</i>	8
	Hyperbolische narigheid en betegelingen <i>Tim Baanen</i>	10
	Red een leven – word stamceldonor <i>Sophie Huiberts</i>	14
	Reisverslag Brazilië <i>Miriam Sterl</i>	16
	De processorcache <i>Peter Speets</i>	20
	Even voorstellen: Medezeggenschap <i>Bart Keller</i>	23
	Tandenpoetsend klokkijken <i>Sophie Huiberts</i>	25
	LHBTetc <i>Eva van Ammers</i>	27
	Bèta Music Night (Uitverkocht) <i>Jim Vollebregt</i>	31
	Twee Koningsberger(bruggen)raadsels <i>Tim Baanen</i>	33
	De Fotostrip	36

Uitgave 1 oktober 2017
Oplage 1570
Deadline 15 oktober 2017

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 a-eskwadraat.nl.

Redactie

Berend Ringeling
Bryan Brouwer
Koen van Baarsen
Marc Houben
Peter Speets
Sophie Huiberts
Tim Baanen

Eindredactie

Jim Vollebregt

Omslag

Tim Baanen

Redactioneel

Joepie! Een nieuw collegejaar, een nieuwe Vakidioot! En hij staat weer helemaal vol met gave artikelen, zoals een studiereisverslag, een BMN-review, een verhandeling over hyperbolische meetkunde en een analyse over de coole effecten die plaatsvinden als je doet aan digitaal klokkijken tijdens het elektrisch tandenpoetsen. Wij Vakidioten hebben de hele vakantie de tijd gehad – wat een overschot!

Ook dit jaar was ik weer mentor van een groepje eerstejaars. Aangezien ik gedurende de introductie me overal met een overschot aan enthousiasme op diende te storten, wil ik nu even compenseren met een eerlijke analyse van de belangrijkste activiteit van het jaar. Het echte verslag van de intro gaan we door een spiksplinternieuw eerstejaarslid laten schrijven, maar laat me vast dit zeggen: het was weer een KliederBoel. Het feit dat ik met mijn groepje bij het Uithofspel eerst een kwartier achterliep op schema, vervolgens overal een kwartier te vroeg aankwam en uiteindelijk tien minuten later dan gepland klaar was, is hier een uitstekend voorbeeld van.

Voor wie benieuwd is naar de foto rechtsonder op deze pagina (van mij in een opblaasboot in de deuropening van mijn huis): frisbee in de sloot.

Voor wie benieuwd is naar onze leuke artikelen en **de beste fotostrip van het ALFAS**: lees snel verder!

Jim Vollebregt
Eindredacteur



Van de Voorzitter

Victor Veldstra
Voorzitter A-Eskwadraat

Een nieuw jaar, een nieuw bestuur, een nieuwe “Van de voorzitter”. Niet alleen het bestuur is deze zomer vernieuwd: ook de hele tweede verdieping van het BBG heeft een mooie opknapbeurt gehad. We hebben een prachtig keukenblok in de gezelligheidskamer, en de werkkamer is veel dichterbij. Oud meubilair heeft plaats gemaakt voor mooie nieuwe kastjes en banken, en er is natuurlijk weer een groep enthousiaste eerstejaars. Je zou kunnen zeggen dat er dit jaar *bijna* een overschot aan nieuwe dingen is. Ik zeg ‘bijna’, want er zijn gelukkig nog genoeg dingen gebleven, zoals je ze kent!

Ik verwacht dat er voor mij nog wel wat overschotten gaan komen dit jaar. Van een overschot aan enthousiasme, tot een overschot aan dingen te doen, en alles daar tussen in. Dat is een mooi vooruitzicht. Het hebben van een overschot stelt je in staat keuzes te maken. Liever een overschot dan een tekort, als je het mij vraagt. We hebben nog voor het academisch jaar begon al een heleboel keuzes moeten maken. Van op het oog triviale dingen, zoals bijvoorbeeld de indeling van de nieuwe werkkamer, tot grote beslissingen zoals de inhoud van ons beleid. Het is een supergave ervaring om de vereniging een richting in te sturen, aan de hand van de keuzes die je maakt.

Mijn keuze om mij op te geven voor bestuur kwam echter niet voort uit een overschot, maar een tekort! Toen ik er achter kwam hoe ontzettend leuk A-Eskwadraat is, was ik al halverwege mijn master Game and Media Technology, en was het einde in zicht. Ik wilde mijn studie niet beëindigen met een tekort aan A-Eskwadraat-plezier. Ik kan niet wacht

ten om een jaar zó intensief met A-Eskwadraat bezig te zijn.

Ik hoop dat jij, de lezer van deze Vakidoot, een overschot aan zon en vrije tijd hebt gehad deze zomer. Nu kan je met een berg nieuwe energie weer beginnen aan een leerzaam en vooral gezellig jaar. Hopelijk kom je vaak langs in de kamer en help je ons van een overschot aan koffie en thee af!



Interview met Gunther Cornelissen

Sophie Huiberts

Al 2.5 jaar is Prof. Gunther Cornelissen het hoofd van het departement Wiskunde. Hij heeft zich als departementshoofd veel ingezet voor een meer genderdivers departement, en heeft daar in september dan ook de Johanna Westerdijkprijs van de Betafaculteit voor gewonnen.



Wat heb je gedaan om deze prijs te mogen winnen?

„Ik ben voor de prijs genomineerd door naar het blijkt een hele hoop medewerkers en ook een student. Dat heeft te maken met het actief beleid om bij Wiskunde vrouwen aan het licht te brengen. Bij ons is het eerste probleem dat er veel genderongelijkheid is. Het begint eigenlijk al bij de studenten, niet zozeer in de bachelor maar wel in de master. Vrouwelijke studenten en vrouwelijke medewerkers zijn heel erg een minderheid.”

„Wat ik heb gedaan is een tijdelijke ultra-positieve discriminatie nastreven met bijvoorbeeld docentvacatures alleen voor vrouwen. Bovendien proberen wij, als wij zelf de vrouwen niet in huis hebben, verhalen binnen te halen over succesvolle vrouwen in de wiskunde elders. We hebben een tentoonstelling over vrouwen in de wiskunde en letten erop dat die op de open dagen staat en hebben hem voor wiskundeleraars op de Nationale Wiskunde Dagen geplaatst. Dit is om het beeld uit te dragen dat er voldoende goede vrouwen zijn die wiskunde doen. Als je helemaal nooit een vrouw ziet die aan wiskunde doet, dan bestaat het niet voor je. Daarom is het zo belangrijk dat we dit soort verhalen aan het licht brengen.”

„Voor mijzelf geldt dat overigens niet. Ik heb ongeveer even veel met vrouwen als met mannen samengewerkt tijdens mijn onderzoek. Als ik een stapje terug zet dan denk ik bij mezelf: de ideale situatie is er een waarbij men gewoon wiskunde mag doen zonder dat identiteit een rol speelt. Helaas zullen dat we zo'n situatie nooit bereiken. We hebben allemaal onze eigen identiteiten en die verhouden zich altijd tot die van anderen. Wat je ook doet, dit speelt altijd een rol.”

Wat heeft jou geïnspireerd om hier actie in te nemen?

„Ik vond wat ik hier in het departement gezien heb niet kloppen met het beeld dat ik zelf had. Er zijn zo veel vrouwen die ik ken die wat mij betreft erg goed wiskunde doen. In mijn vakgebied – getaltheorie –

is wel eens geschat dat, van de mensen die er mee bezig zijn, minder dan 1% vrouw is. Echter, als ik bedenk wie ik in mijn vakgebied ken – en hoe goed de resultaten zijn – dan kom ik op een veel hoger percentage, makkelijk 20-30%. Dan kijk ik naar het departement en ik zie hier 1 vrouw zitten. Dat is wel een beetje raar natuurlijk.”

„Ook mijn voorgangers hebben geprobeerd hier wat aan te doen, maar met minder radicale dingen. Sollicitatiecommissies houden er rekening mee door extra goed naar vrouwelijke sollicitanten te kijken en, op het moment dat er een vrouwelijke sollicitante afvalt, extra te motiveren waarom dat gebeurt. De commissie vergelijkt of dat dan *implicit bias* is of niet. Dat is allemaal al in gang gezet, maar tot mijn verbazing niet met het effect dat er meer vrouwen worden aangenomen.”

„Dus is het tijd voor de volgende fase. Een tijdelijke positieve discriminatiefase waarin we er op letten dat de minderheid een *sustainable minority*, een houdbare minderheid, wordt. Er is een theorie dat een minderheid die kleiner is dan 20 of 30% na verloop van tijd weer verdwijnt. Dat laat zien dat we er nog niet zijn bij het departement Wiskunde. Er is dus wel een soort voorgeschiedenis: zowel bij de Betafaculteit als binnen het wiskundedepartement zelf. Ik denk dat het wel nodig was om wat meer te duwen.”

Wat is de man-vrouwverhouding van nieuw aangenomen stafleden geweest in jouw tijd als hoofd?

„In mijn tijd als hoofd van het departement, zijn er 2 vrouwen en 1 man aangenomen. Nog 1 is al afgesproken en dat is ook een man. In totaal gaan we van rond de 7% naar rond de 15% vrouwen. Dat is nog steeds niet houdbaar, maar het gaat wel al de goede kant op.”

Welke verhouding zou je in het departement graag zien, en hoe lang denk je dat het nog duurt tot we daar zijn?

„Ik zou graag meer dan 25% vrouwen hebben in

INTERVIEW

INTERVIEW MET GUNTHER CORNELISSEN

de vaste staf. Ik denk dat dat erg goed zou zijn, ook om rolmodeltechnische redenen. Vrouwelijke hoorleraren zijn ook wenselijk. Ik denk dat er nu nog 1 termijn van een departementshoofd [3 jaar, red.] nodig is. Dus in totaal een jaar of 6. Ik hoop dat het lukt, maar er zijn altijd heel veel factoren die je moeilijk kan beïnvloeden. Ik denk echter dat mijn opvolger doorgaat langs dezelfde lijn als ik.”

Je had het net over rolmodellen. Van onze vrouwelijke stafleden geven de meeste geen onderwijs bij wiskunde. Hoe komt dat?

„Dat heb ik me ook al afgevraagd. Ze zijn uit het buitenland gekomen en kunnen dus vaak nog geen Nederlands. Het eerste jaar dat ze hier zijn geven ze dan vaker college op University College. Er is nu een plan om deze docenten zichtbaar in de bachelor in te zetten. Damaris [Schindler] kan al goed Nederlands. Zij zal een Mastermath-vak geven en later nog een extra bachelorvak naast getaltheorie. Carolin [Kreisbeck] kan nu ook al goed Nederlands. Een idee is dat er een nieuw modeleer/PDE-vak in de bachelor komt dat zij meeontwikkelt. Ik weet niet of het er komt, maar het leek mij heel goed om daar een soort van ingang te hebben.”

„Wij hebben vrouwen aangenomen en het onderwijsmanagement heeft ze meteen ergens gezet waar we ze niet zien. Dat was niet de bedoeling.”

We hebben het nu gehad over genderbeleid, hoe zie je de mogelijkheden voor andere vormen van diversiteit zoals lhbt of huidskleur?

„Ik denk dat je hetzelfde stappenplan ook kan doorlopen voor andere minderheden. Ik zie wel een bottleneck in de volgende zin: in het begin van het proces moet je jezelf ervan kunnen overtuigen dat er voldoende kwantiteit en kwaliteit is waaruit je kan selecteren om deze minderheid gerepresenteerd te krijgen. Ik ben er van overtuigd dat dat met vrouwen kan, want dat is ook mijn achtergrond in mijn eigen netwerk. Ik weet gewoon zeker dat het mogelijk is. Ik denk echter dat we een probleem hebben als je kijkt naar andere minderheden. Bijvoorbeeld minderheden naar huiskleur. Ik ken helemaal niet zo veel wiskundigen die tot deze groep behoren. Daarom vind ik dat als je zulke groepen minderheden aan het licht wilt brengen, je er op zijn minst zeker van moet zijn dat je een groep moet hebben die groot genoeg is om uit te putten. Ik vind

zeker dat ook aan andere minderheden aandacht moet worden besteedt, maar zoals ik zeg, je moet ergens beginnen. Hier is de vraag zelfs nog: hoe krijgen we die scholieren naar de wiskunde.”

„Zoals gezegd, vind ik dat identiteit geen rol zou moeten spelen in het bedrijven van wiskunde. He- laas doet het dat natuurlijk wel. Mijn vrouw en ik hebben een vriendin. Zij is hoogleraar informatica en heeft in het verleden met mijn vrouw gestu- deerd. Toen was ze nog man maar inmiddels is ze vrouw. Dat werkt prima, maar dat is wel een heel ge-exponeerd iemand natuurlijk. Of neem de oud-president van de Americal Mathematical Soci- ety: Robert Bryant. Die is een heel uitdrukkelijke homoseksueel. Hij heeft daar ook allerlei program- mas voor opgezet. Trouwens is het plan dat hij komend jaar naar Utrecht komt, en dat we, naast de wiskunde, ook hieraan aandacht besteden tijdens zijn bezoek. Het is heel goed om een rolmodel als hem te zien. Het is, in tegenstelling tot gender of huidskleur, pas een zichtbare community als er voldoende “uit de kast” wordt gekomen. Ik vind het een interessante vraag en hoewel ik niet precies weet wat de poule is, zou ik daar graag achter komen. Het beleid is nu specifiek op gender gericht, maar het zou gerust ook op andere dingen kunnen worden toegepast.”

Wil je verder nog iets kwijt aan de studenten?

„Ik vind het erg interessant om na te denken over wat voor vooroordelen in het onderwijs spelen. Zie je impliciet bias en imposter syndrome ook in stu- dentenpopulaties en wat kan je daaraan doen. Wat ik zelf heb gemerkt is dat er met een meer diverse staf automatisch meer aandacht is voor dit soort dingen. Meer aandacht voor de vraag of wij een opleiding maken met te veel stress, wat voor som- migen niet goed werkt. Of dat we wellicht een op- leiding maken met een heel mannelijk imago. We beginnen daar nu over na te denken, in ieder geval in het bestuur. Ik vind dat een erg interessante weg om te bewandelen. Het is een soort vraagstuk waar we ons in het verleden nooit erg bezig hielden.”

„Hoe onzeker ben je? We hebben in Nederland bij Wiskunde echt wel de toplaag van de leerlingen te pakken uit de middelbare school. Ze zijn heel gemotiveerd om dit vak te gaan doen. Je kan geen wiskunde gaan studeren als je het niet leuk vindt.

En dan kom je als student binnen en lijkt het er soms op alsof we de hele tijd hameren tot we zien dat je het niet meer kan. Ik weet niet of dat zo goed is. Sommige mensen functioneren echt goed onder deze druk en voor anderen die best wel

talent hebben werkt dit zo niet goed. Ik ben er nog niet uit hoe we dat kunnen verbeteren. Maar het is zeker een aandachtspunt. Ik denk eigenlijk dat naarmate de staf diverser wordt, deze zaken min of meer zichzelf op lossen. Utopische gedachten.”

Hier volgt Gunther's tienstappenplan voor het maken van een diverse werkvloer:

Stap 0. Leer wat implicit bias is.

Stap 1. Overtuig jezelf. Maak een bestand op je computer met goede vrouwen in je vakgebied. Doe jong en oud door elkaar, en ook mensen die je niet kent. Update deze lijst periodiek (2 uurtjes per maand). Zorg ervoor dat je inhoudelijk een beetje weet wat deze mensen doen. Wees ervan overtuigd dat er genoeg kwaliteit is. Als je dit niet lukt, neem een sabbatical en ga nadenken over jezelf of je vakgebied.

Stap 2. Als je iets organiseert (colloquium, conferentie,..), zorg er voor dat de helft of meer vrouw is. Dit doe ik bijvoorbeeld bij het seminar “Geometry and Algebra”. Dit is nodig voor de beeldvorming. Denk je dat het niet kan? Dan moet je dringend aan het lijstje op je computer werken. En als iemand in je omgeving dit niet doet, gebruik de “stamp” van de tumblr-account “Congrats, you have an all male panel!” <http://allmalepanels.tumblr.com/>

Stap 3. Ga actief op zoek naar tijdelijke vrouwelijke medewerkers. Kijk in je ge-updatete lijstje: wie kan hier een Marie-Curie, Veni, of andere onderzoeksbeurs aanvragen? Is er een goede promovenda te vinden in plaats van promovendus?

Stap 4. Er wordt gescout voor een baan (bijvoorbeeld een nieuwe hoogleraar). Voor het team wat de scouting-lijst maakt geldt de volgende regel: als niet minstens de helft van de serieuze kandidaten een vrouw is, gaat het feestje niet door. Gebruik ook het lijstje “seniors” wat je hebt gemaakt, ook als je die niet persoonlijk kent.

Stap 5. Doe alle werving met aandacht voor implicit bias. Stel de criteria voor de kandidaten op voorhand helder op en bespreek deze bij iedere kandidaat.

Stap 6. Doe aan ultra-positieve discriminatie: zorg ervoor dat je banen uitschrijft enkel voor vrouwen. Dit hebben we bij wiskunde gedaan, met 75 serieuze sollicitanten, en een prachtige uitkomst. (En ja, om ons doel te bereiken, lijkt het nodig om een tijdlang “ongelijk” te behandelen. Zie ook www.womeninmath.net)

Stap 7. Ga op zoek naar mooie verhalen. We hebben een tentoonstelling over vrouwen in de (Europese) wiskunde gehad, een boek met interviews uitgedeeld en lezingen (voor leraren) over wiskunde door vrouwen.

Stap 8. Stabiliseer; een minderheid loopt het risico te verdwijnen als hij te klein is. Minstens 20%, liever 30% vrouwelijke docenten en hoogleraren is het streefdoel.

Stap 9. Leer van vrouwen. Vrouwen komen met andere benaderingen voor problemen, een andere kijk op dingen. Ik ben nu aan het leren dat dingen als “tenure-track” en “excellentie” op sommige echt goede wetenschappers een verlamrend effect hebben.

Stap 10. Nu is je werkvloer divers. Wees alert op ongewenst gedrag. Zorg dat dit bespreekbaar is en bied coaching aan.





Voorstelrondje

Sander Kuipers

Goedendag lieve lezers,

Kortgeleden is het bestuur van onze prachtige studievereniging weer gewisseld. Natuurlijk is het wel zo leuk om even een klein voorstelrondje te doen, opdat iedereen weet wat voor personen aankomend jaar aan het roer staan van A-Eskwadraat. Tot mijn grote plezier ben ik de uitverkorene om dit te gaan typen terwijl ik net terug ben van introkamp en vannacht lekker twee uurtjes slaap heb gepakt. Het kamp was overigens wel ontzettend leuk hoor.

Onze Voorzitter Victor Veldstra (VVV) eet graag kapsalon op elk moment van de dag (ontbijtkapsalon is blijkbaar een ding). Vroeger ging hij nog naar de sportschool, maar alles veranderde toen de kb-periode begon en de vuurnatie aanviel. Victor is de oudste van ons allemaal en de enige die al bezig was met een master.

De volgende in het rijtje is Tara (*Secretara*). Tara is

erg gezond en sport veel. Net zoals Victor is zij ook bijzonder optimistisch dat het sporten prima gaat lukken in het bestuursjaar. Ze heeft een voorliefde voor toetjes en koken en daarom heeft ze ons beloofd dat ze elke keer voor ons na een bestuursvergadering voor toetjes gaat zorgen. Jeej!

Nu snel door naar Joris, onze chille penny. Rustig en down-to-earth, daar is hij eigenlijk ook volledig mee beschreven. Surferdude die niet surft, is ook een goede beschrijving. Als ik hem vraag wat ik verder over hem moet vertellen, reageert hij met een chille shrug en zegt: "maakt me niet zoveel uit." Nja dan ben ik ook de moeilijkste niet en ga gelijk door naar onze Commissaris Onderwijs.

Sarita de Sirene (ik lees dit dus elke keer met het deuntje van leipe microflavour) heeft net met blauw het introkamp gewonnen. Gefeliciteerd meid! Haar stem was al vrij snel weg, maar gelukkig heeft ze altijd nog de dancemoves om het



hele team te laten meesurfen. Ja, want Sarita kan erg goed dansen, zoals al meermaals te zien is geweest op de Bèta Music Night. Verder houdt ze van kaas, series en disneyfilms. Sarita wordt onze *Commissaris Onderwijs*.

Een van de verliezers dit jaar op introkamp was De-moon David. David is aankomend jaar onze *Commissaris Intern*. Hij houdt van naar de sportschool gaan en dat is ook zeker aan hem te zien. Overigens zijn Victor, Joris en David professionele dabbers (dit is vanaf nu een ding). Volgens mij slaapt David in een squat met een pet op, maar dit is nog niet officieel bevestigd. Wat wel bevestigd is, is dat zijn haar niet verkeerd kan zitten. Echt nooit...

Ja, ik ben nogal jaloers, als ik 's ochtends niks aan mijn haar doe, zie ik eruit als een verlepte emoversie van Justin Bieber. Wauw, wat een bruggetje. Ik kan gelijk door met over mezelf vertellen, de *Commissaris Extern*. Ik hou van honden (en op dit moment ook van slapen). Ik probeer mijn bestuur voetbal te leren waarderen, maar dit is nog niet echt gelukt. Ook mijn waardering voor Appleproducten wordt niet gedeeld. Blijkbaar is niet in zwart-wit kunnen printen een reden om een nieuwe laptop te moeten kopen. Maarja welke sloeber print er

dan ook in zwart-wit.

Last but not least is de functie *Boekencommissaris*: een prachtige functie. Deze functie wordt bekleed door onze Willem. Hij is een verstandige padvinder met EHBO, BHV en sarcastische opmerkingen (multi-inzetbaar dus). Hij is onze grote optimist en helemaal in zijn element in het boekenhok. Mocht je toevallig vinden dat het bestuur een mooie poster heeft gemaakt, dan moeten alle kudos naar Willem toe gaan.

Hopelijk is het zo een beetje duidelijk wie wij zijn, maar schuw vooral niet ons aan te spreken om ons beter te leren kennen. Wij bijten heus niet en zijn bereid je met van alles en nog wat te helpen. We zullen zelfs alles op alles zetten om jullie een leuk jaar te bezorgen en A-Eskwadraat verder te laten groeien.

Ondanks dat ik sommige van mijn medebestuur-leden nog geen half jaar ken, merk ik nu al dat we een hele hechte vriendengroep gaan worden.

Groetjes,

Sander Kuipers,
Commissaris Extern

WISKUNDE

Hyperbolische narigheid en betegelingen

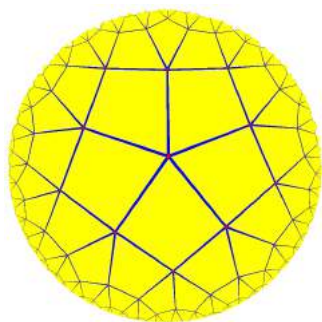
Tim Baanen

De hyperbolische ruimte is vaag. Toen Euclides het parallelenpostulaat bij de axioma's van de meetkunde stopte, duurde het tweeduizend jaar voordat iemand erachter kwam waarom dat erbij moest. De aanname begint nog onschuldig: "gegeven een lijn en een punt die niet op die lijn ligt, zijn er meerdere lijnen door het punt dat de originele lijn niet snijden.", maar dan heb je gevolgen als "er bestaat geen vierhoek met vier rechte hoeken", of "als twee lijnen evenwijdig zijn aan een andere lijn, dan zijn ze ook evenwijdig aan elkaar".

In de hyperbolische ruimte krijg je bijvoorbeeld dat de omtrek van een cirkel exponentieel groeit,¹ en de oppervlakte als kwadraat van deze exponent. Zo lijkt een hyperbolische ruimte eigenlijk best wel op een doolhof, zonder enige muur nodig te hebben. Als je maar een klein beetje afwijkt van de snelste route, moet je al ongelofelijk ver omlopen. Om hier een beter idee van te krijgen, besloot ik een programmaatje te schrijven waar je zelf in hyperbolische ruimte kan rondlopen.

1 Knippen en plakken van tegels

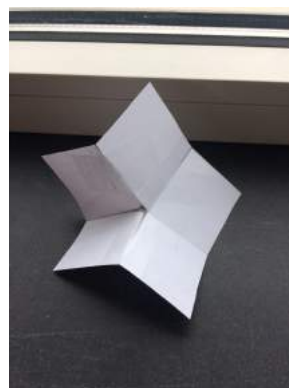
Nu zijn die halfvlak- en schijfmodellen van hyperbolische ruimte wel leuk om naar te kijken, maar het is nogal lastig om er eentje echt te bouwen, vooral omdat je bij het verplaatsen opeens allerlei dingen moet laten krimpen of groeien. Het is handiger om de hyperbolische ruimte op te knippen in delen die we wel begrijpen met onze ondermaatse Euclidische hersenen, en die dan weer op een eenvoudige manier aan elkaar te plakken. Om precies te zijn werk ik in mijn simulator met een *betegeling* van de ruimte.



Figuur 1 De betegeling waar we het over gaan hebben. De tegels worden niet echt kleiner, dat is gewoon een gevolg van hoe je de hyperbolische ruimte op papier krijgt.

¹Om precies te zijn is er een bepaald veelvoud van de straal, noem die r , met de omtrek een veelvoud van $\sinh r = \frac{1}{2}(e^r - e^{-r})$
²Tenminste, als je een behoorlijke aannemer had.

Dat werkt precies als de tegels die het Euclidische vlak van je badkamermuur opdelen in vierkanten die met hun hoekpunt en zijde netjes overlappen.² Het enige wat er in de hyperbolische ruimte raar aan is, is dat er in elk hoekpunt vijf vierkanten samenkomen. Dit kun je ook zelf doen: maak vijf even grote vierkanten van stevig papier. Als je deze vierkante tegels in de gewone Euclidische ruimte bij een hoekpunt aan elkaar wilt schuiven, heb je na vier rechte hoeken genoeg, en kun je niets meer erbij doen. Probeer je toch een vijfde erbij te doen, dan moet je je vierkanten gaan vervormen, bijvoorbeeld door ze een beetje op te vouwen. Om een echt hyperbolisch vlak te betegelen, moet je nu doorgaan met vijf vierkanten in elk hoekpunt vastmaken, net zoals je vier in elk hoekpunt zou doen om een Euclidisch vlak te betegelen, of drie om een betegeling van een bol te maken (zo'n betegelde bol is een mysterieuze structuur, voor de ingewijde algebraïsch topologen en noneuclidisch meetkundigen bekend als "kubus").



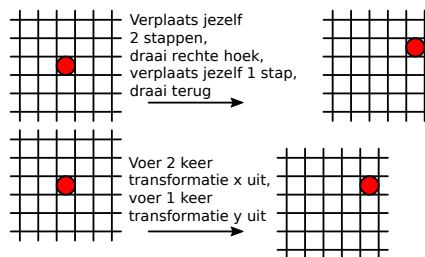
Figuur 2 Vijf papieren tegels, die samen een vijfhoek met vijf rechte hoeken vormen. Het vlak is niet echt opgevouwen, dat is gewoon een gevolg van hoe je de hyperbolische ruimte aan elkaar plakt.

Zelfs met deze vijf tegels kun je al een hoop dingen in hyperbolische ruimte ontdekken die voor je Euclidisch ingestelde hersenen vreemd aandoen. Zo kun je rondjes lopen om het hoekpunt heen waarbij je vijf keer een haakse bocht maakt maar precies bij je beginpunt uitkomt. Bovendien maakt het opeens uit in welke volgorde je gaat bewegen. Loop je eerst naar het noorden en dan naar het oosten, dan kom je in een andere tegel uit dan eerst naar het oosten en dan naar het noorden.

2 Coördinaten met groepentheorie

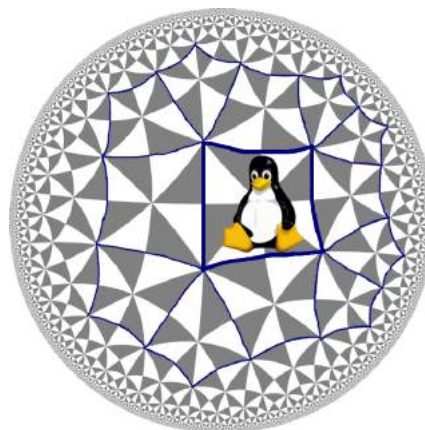
Het is wel handig als je bijhoudt welke tegel nou eigenlijk welke is, anders kun je nogal lastig zeggen of je inderdaad uitkomt op een andere tegel. Hoe je dit in twee dimensies doet, is met coördinaten, die beschrijven hoeveel je opzij en omhoog moet gaan uit een bepaalde oorsprong om de aangegeven plek te bereiken. Zoals we zagen, maakt het in hyperbolische ruimte opeens uit in welke volgorde je gaat lopen. Er zijn bovendien een heleboel tegels die je nooit kan bereiken door eerst een tijdje de ene kant op te lopen, dan een kwartslag draaien en nog een tijdje lopen.

Dat komt namelijk doordat het coördinatenstelsel stiekem helemaal niet aangeeft hoe jij moet lopen, maar hoe de ruimte onder jouw voeten beweegt. Een positie is niets anders dan een bijectie van het vlak naar zichzelf zodat elke tegel met alle vier de hoekpunten op hoekpunten van een tegel wordt afgebeeld. De positie van de oorsprongtegels komt dus overeen met de identiteitsafbeelding, de positie van een tegel ernaast komt overeen met de afbeelding die alles een tegel die kant opschuift, enzovoort. Onder deze afbeeldingen zitten ook rotaties, want als je het hele vlak een kwartslag roteert om het middelpunt van een tegel krijg je weer dat elk hoekpunt op de plek zit van een hoekpunt voor roteren. Dat is best wel handig, want als je een route beschrijft, zeg je ook wanneer je een afstand moet afleggen en wanneer je moet draaien. Iets minder handig is dat ook spiegelingen zijn toegestaan, maar daar kunnen we later nog iets aan doen.



Figuur 3 Twee equivalente manieren om jezelf in tegel (2, 1) te krijgen: verplaats jezelf of verplaats het hele vlak.

Dit soort transformaties hebben een groepsstructuur aangezien we de compositie van transformaties kunnen nemen, en de identiteitsafbeelding en inverse transformaties allebei geldig zijn.³ De groep die we op deze manier krijgen, heet de (2, 4, 5)-driehoeksgroep, en kun je ook schrijven als de groep met drie voortbrengers a, b, c en relaties $a^2 = b^2 = c^2 = (ab)^2 = (bc)^4 = (ca)^5 = e$.

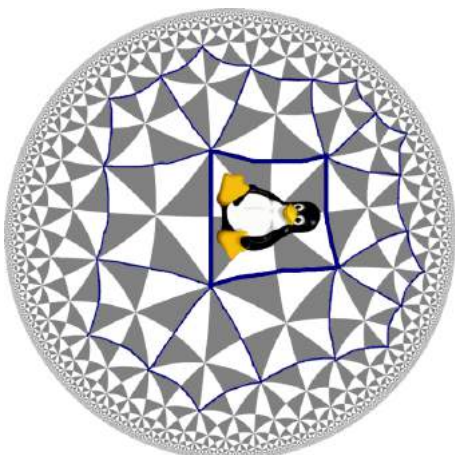


Figuur 4 Tux de pinguïn staat in de oorsprong, klaar om getransformeerd te worden.

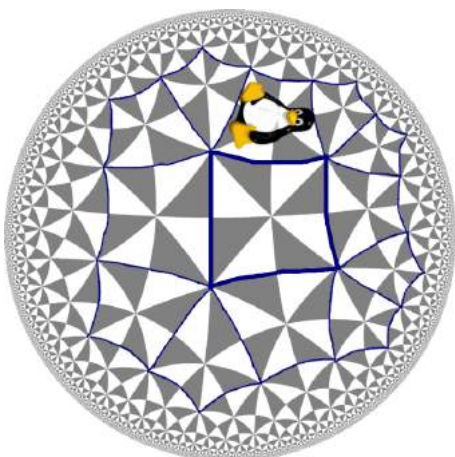
We hebben alleen het probleem van de spiegelingen om op te lossen. Gelukkig is dat niet zo lastig, want de ondergroep van alle spiegelingsloze transformaties kunnen we makkelijk opschrijven. Dit is de Von Dyckgroep $D(2, 4, 5)$, voortgebracht door transformaties x en y zodat $(xy)^2 = x^4 = y^5 = e$.⁴ Hier staat x voor het vlak een kwartslag draaien om het middelpunt van de oorsprong en y voor het vlak een kwartslag draaien om een hoekpunt van de oorsprong.

³DOE-TIP Is de transformatiegroep van hyperbolische ruimte Abels? Is de transformatiegroep van Euclidische ruimte eigenlijk wel Abels?

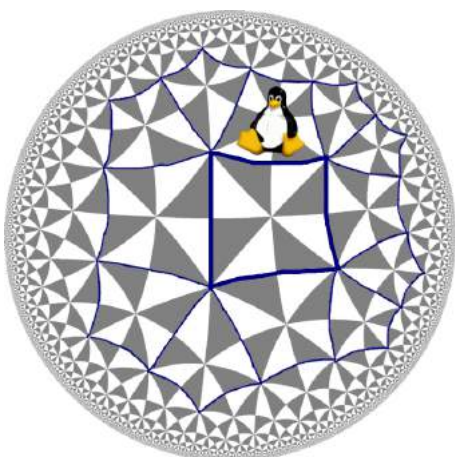
⁴Eigenlijk is dit $D(4, 5, 2)$ maar die groepen komen gelukkig op hetzelfde neer.



(a) Tux de pinguïn met transformatie x .



(b) Tux de pinguïn met transformatie y .



(c) Tux de pinguïn met transformatie yx^3 .

Als je y uitvoert, ben je een kwartslag gedraaid, dus als we beginnen met drie kwartslagen draaien, hebben we dat effect opgelost. Dat geeft dus dat yx^3 de eerste tegel naast de oorsprong aanduidt.⁵ Doen we daarentegen de kwartslagen x aan het eind, dan gaan we steeds naar een andere aangrenzende tegel omdat het geheel meeroteert. De buurtegels van de oorsprong zijn dus yx^3 , xyx^2 , x^2yx en x^3y .

3 Het woordenprobleem

Er blijft nog een probleem: we weten nog niet of twee coördinaten hetzelfde zijn. De tegel waar je uitkomt als je y uitvoert, blijft hetzelfde als je nog wat roteert, dus yx^n uitvoert, maar bijvoorbeeld ook de transformatie $yyxyxyxyxyx$ brengt je naar die tegel. In groepentheorie heet dit probleem het *woordenprobleem*: bepaal of twee woorden, composities van de voortbrengers van je groep, hetzelfde groeps-element aanduiden.

Daarom hebben we een systeem nodig om een canonieke naam te geven aan een tegel. Een mooi idee zou zijn om deze naam "zo simpel mogelijk" te maken, zodat we in ieder geval niet te veel hoeven te onthouden. De truc die we hiervoor gebruiken is het zetten van een *welordering* op alle woorden met x 'jes en y 'tjes. Dit is een ordeningsstructuur, net als de $<$ die je wel kent van getallen, met een heel speciale eigenschap: elke verzameling van woorden x 'jes en y 'tjes heeft een kleinste element. Alfabetisch sorteren is geen welordering, want de verzameling $\{x^n y\}$ heeft geen kleinste element. (Bijvoorbeeld y is het niet, want xy komt alfabetisch ervoor. Ook xy is niet de eerste, want xyx komt eerder. Zo geeft $x^{n+1}y$ een tegenspraak voor elk mogelijk element, dus deze verzameling heeft geen kleinste element.)

De welordering die we gaan gebruiken heet *shortlex*: we selecteren eerst op de lengte van een woord, en bij gelijkspel wint de alfabetisch eerste. Je kan bewijzen dat dit inderdaad een welordering is (hint: op de natuurlijke getallen is de gewone $<$ -relatie een welordering, en op een eindige verzameling is elke lineaire ordening een welordering). Als je dus een transformatie een specifieke naam wilt geven, pak je dus alle mogelijke equivalente transformaties, en kies je de shortlex-kleinste.

⁵Merk op dat we de transformaties rechts-naar-links moeten lezen. Daar is een goede reden voor, die ik verderop zal uitleggen.



Coördinaten aan tegels geven doe je net zo, maar dan neem je alle transformaties van de oorsprong naar de tegel, inclusief degenen die de oorsprong naar een rotatie van de tegel sturen.

Knuth en Bendix en hun herschrijfsysteem

Donald Knuth en Peter Bendix hebben een soort-van-algoritme uitgevonden om van tevoren regels op te stellen, die je gaan vertellen hoe je gegeven een woord altijd het shortlex-kleinste equivalent kan vinden. Het idee is ongeveer als volgt: je begint met een verzameling vergelijkingen, die je opschrijft als *shortlex-groter* → *shortlex-kleiner*:

$$xxxx \rightarrow e \tag{1}$$

$$yyyyy \rightarrow e \tag{2}$$

$$xyxy \rightarrow e \tag{3}$$

Vervolgens zoek je naar overlap aan de linker-kanten: *xxxx* overlapt *xyxy*. Nu kijken we of er een verschil is tussen regel (1) en regel (3) toepassen op het samengesmolten woord *xxxxxyxy*. Dat blijkt zo te zijn: in het eerste geval krijg je *xyxy* en in het tweede *xxx*. We voegen daarom een regel toe van *shortlex-groter* → *shortlex-kleiner*:

$$xxxx \rightarrow e \tag{1}$$

$$yyyyy \rightarrow e \tag{2}$$

$$xyxy \rightarrow e \tag{3}$$

$$yxy \rightarrow xxx \tag{4}$$

We herhalen: kijk of er nog overlap overblijft, vervang die weer met nieuwe regels en ga door tot je geen overlap meer hebt.

Helaas is het woordenprobleem niet beslisbaar: je kan een willekeurige berekening encoderen in dit soort herschrijfsystemen. De stelling van Rice en/of het haltingprobleem hebben als gevolg dat Knuth-Bendix niet op elk herschrijfsysteem kan werken. Als Knuth-Bendix geen antwoord kan geven, zal het oneindig lang nieuwe regels blijven verzinnen. In het geval van onze groep $D(4, 5, 2)$ blijkt het dus wel te werken.

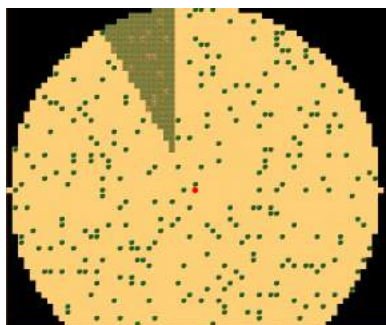
4 Transformaties plakken

Het laatste wat we nodig hebben om het vlak te beschrijven is om gegeven een tegel alle burens uit te rekenen. Bij de oorsprong hadden we dit al gedaan, en kregen we yx^3 , xyx^2 , x^2yx en x^3y . De manier waarop we burens gaan vinden is gebaseerd op de *conjugatie*operatie in groepentheorie: stel dat we een of andere tegel t te pakken hebben. De afbeelding yx^3 stuurt de oorsprong naar een buur, dus als we eerst de tegel terugtransformeren naar de oorsprong, yx^3 toepassen, en weer t toepassen, zullen we uitkomen in een buur van tegel t . Dit geeft de geconjugeerde operatie tyx^3t^{-1} , die we kunnen toepassen op t om een buurtegel tyx^3 te vinden. Dit is stiekem ook de manier waarop we rotaties doen: de tegel t met de klok mee roteren om tx te krijgen, is niets anders dan de geconjugeerde operatie txt^{-1} toepassen op t .

Een gevolg hiervan is dat we een pad vanuit de oorsprong eigenlijk precies in omgekeerde volgorde opschrijven. Als je zegt “ga naar het noorden en dan naar het oosten”, is het resultaat van links naar rechts te lezen: yx^3xyx^2 , zelfs al voer je de transformaties x en y van rechts naar links uit.

5 Het eindresultaat

Mijn simulator is geschreven in Rust en Python, en je kan de code downloaden op <https://www.a-eskwadraat.nl/Vereniging/Commissies/vakid/1718/hyperbolic.zip>. Helaas is het me niet gelukt om een uitvoerbaar bestand te produceren. Lukt het je niet om te compileren, dan kun je altijd mailen naar timb@a-eskwadraat.nl. Wees zuinig met je hyperbolische vlak, want voor je het weet zitten er kreukels in.



Figuur 6 In de woestijn zie je een streepje van een weide verschijnen. Loop je naar boven, dan wordt dit streepje breder, maar loop je naar links, dan wordt het juist smaller.

Red een leven – word stamceldonor

Sophie Huiberts

Ben jij al stamceldonor? Van 9 tot en met 15 oktober is het Nationale Donorweek. Tijdens deze Donorweek wil men mensen bewust maken van orgaan- en weefseldonatie. Van orgaandonatie heb je vast wel eens iets gehoord.¹ Stamceldonatie is daarentegen een stuk minder bekend. Daarom wil ik in dit artikel graag wat vertellen over stamceldonatie.

Voor sommige mensen met een bloedziekte, auto-immuunziekte of bloedkanker is een stamceltransplantatie de enige manier om te genezen en dus om in leven te blijven. Hiervoor zijn stamceldonoren nodig, en ook heel veel: de kans dat twee mensen een geschikte match zijn is erg klein.

In het binnenste van je botten zit beenmerg. In het beenmerg zitten bloedstamcellen, en deze maken je nieuwe bloedcellen: witte bloedcellen, rode bloedcellen en bloedplaatjes. Als iemand een bloedziekte of bloedkanker heeft, dan kan dat fout gaan. In zo een geval kan iemand genezen worden met een stamceltransplantatie. Hierbij worden nieuwe stamcellen bij de patiënt ingebracht, die vervolgens gezond bloed kan maken. In tegenstelling tot bij orgaandonatie worden stamcellen altijd gedoneerd door een levend persoon.

“ Ben jij gezond? Dan zoek ik jou! ”

Bij een stamceltransplantatie moeten de donor en ontvanger een overeenkomstig HLA-type hebben. Een HLA-type is een genetische code die op alle cellen behalve rode bloedcellen zit, waardoor je witte bloedcellen jouw eigen cellen kunnen herkennen en deze niet aanvallen. Als iemand stamcellen zou krijgen met een verkeerd HLA-type, dan zouden deze stamcellen witte bloedcellen maken die de eigen cellen van de patiënt zouden aanvallen, wat natuurlijk niet de bedoeling is.

Iemands HLA-type wordt bepaald door chromosoompaar 6. Omdat je HLA-type afhangt van allebei je kopieën van dit chromosoom, is een brusje (broertje of zusje) met 25% kans een geschikte donor. Andere familie is nagenoeg nooit een geschikte donor. Bij 30% van de patiënten is er een geschikte donor te vinden in de familie, de rest is aangewezen op onverwante donoren.

De kans dat twee willekeurige mensen een matchend HLA-type hebben, is heel erg klein. Daarom hebben veel landen een stamceldonorbank. In een stamceldonorbank wordt van zo veel mogelijk mensen het HLA-type opgeslagen. Zo kan een nieuwe patiënt eenvoudig worden vergeleken met zo veel mogelijk potentiële donoren. Dit maakt de kans op het vinden van een geschikte HLA-match zo groot mogelijk. In Nederland is Stichting Matchis verantwoordelijk voor deze databank. De registers uit verschillende landen werken ook samen, waardoor een patiënt ook stamcellen kan krijgen van een donor uit een ander land.

“ Jouw stamcellen kunnen een leven redden. ”

In Nederland is een groot tekort aan onverwante stamceldonoren. Van de Nederlandse patiënten ontvangt maar vier procent stamcellen van een Nederlandse donor. Daarom is het belangrijk dat veel nieuwe mensen zich aanmelden als donor.

¹DOE-TIP: Geef je wensen over orgaandonatie op via donorregister.nl. Ook als je je organen niet wilt doneren.

MATCHIS

Figuur 1 Het logo van Matchis.



Aanmelden

Stamcel donor worden is heel makkelijk. Je vult het inschrijfformulier in op matchis.nl, waar je een aantal vragen moet beantwoorden. Er is een uitgebreide medische vragenlijst, omdat het belangrijk is dat de donor ook gezond is voor een stamcel donatie. De medische eisen zijn iets anders dan voor bloed doneren. Zo mag je bijvoorbeeld wel stamcellen doneren wanneer je als man seksueel contact hebt met mannen, en mag je nog steeds stamcellen doneren als je ooit een bloedtransfusie hebt gehad.

Na je online aanmelding krijg je per post watentstaaftjes thuisgestuurd. Deze haal je langs de binnenkant van je wang en stuur je dan in de bijgeleverde envelop weer terug naar Matchis. Zij kunnen dan in een laboratorium jouw HLA-type bepalen om je op te nemen in de stamcel donor bank. Dat is alles. De kans dat je ooit wordt opgeroepen is klein. Het zou kunnen dat je er daarna nooit meer iets voor hoeft te doen, behalve natuurlijk adreswijzigingen doorgeven aan Matchis, zodat ze je wel kunnen bereiken als je een match bent.

Doneren

Wanneer er een patiënt is waar jij mee matcht, dan word je meteen opgebeld. Je wordt dan gevraagd of je nog steeds achter je keuze staat om stamcellen

te geven aan deze patiënt. Je wordt uitgebreid voor gelicht en medisch gekeurd. Wanneer de donatie een risico zou vormen voor de donor dan wordt dit natuurlijk nooit gedaan. Als alles allemaal goed is, dan kun je daadwerkelijk stamcellen doneren.

Er zijn twee manieren om stamcellen te doneren: via bloed of rechtstreeks uit het beenmerg. In verreweg de meeste gevallen gebeurt dit via bloed. Je krijgt medicijnen waardoor je meer stamcellen aanmaakt die vervolgens je bloedbaan terecht komen. Hierna ga je een dag naar het ziekenhuis waar een speciaal apparaat de stamcellen uit je bloed filtert, terwijl je zelf bijvoorbeeld een boek leest. De andere manier is een beenmergdonatie. Hierbij wordt je onder narcose gebracht en wordt met een dikke naald beenmerg uit het bekken gehaald.

“ Ga naar www.matchis.nl en meld je aan! ”

Welke procedure gekozen wordt hangt af van de behandelende arts. De donor kan wel zelf een voorkeur doorgeven, en donatie is altijd geheel vrijwillig. Reiskosten worden vergoed en afwezigheid van werk tijdens stamcel donatie is geregeld door de ziekte wet.

Omdat het een enorm gecompliceerd verhaal is, noemt Matchis zelf steeds minder statistieken over stamcel donatie op hun eigen website. Toch heb ik speciaal voor jullie een aantal getallen weten los te peuteren. Ik moet erbij vertellen deze cijfers erg fluctueren over tijd. Op het moment van schrijven waren dit de cijfers volgens de laatste meting.

- Er staan nu bijna 179.000 Nederlandse donoren in de wereldwijde database. Dit moeten er zeker 5 keer zoveel worden om een goede verzadigingsgraad te hebben.
- 1 op de 350 Nederlandse donoren wordt opgeroepen als mogelijke match, waarvan er 1 op 1500 daadwerkelijk hun stamcellen doneert. Voor mannen ligt de oproepkans hoger.
- De kans dat 2 mensen met Nederlands bloed matchen is ongeveer 1 op 50.000. Als iemand gemengd bloed heeft, wordt deze kans vele malen kleiner.
- Voor ongeveer 3-5% van de patiënten wordt er op dit moment geen match gevonden. Voor mensen met gemengd bloed ligt dit percentage hoger.

A--ESKWADRAAT

Reisverslag Brazilië

Miriam Sterl

Dit jaar is de grote studiereis van A-Eskwadraat voor het eerst naar Zuid-Amerika gegaan: Brazilië, het land van het Amazoneregenwoud, het grote carnaval in Rio en prachtige stranden! Wie wil dat nou niet? Er waren in ieder geval 40 mensen die dit wél wilden en samen een onvergetelijke reis hebben beleefd.



Toegegeven: we zijn niet eens in de buurt geweest van het Amazonegebied en het carnaval is pas in februari, maar hebben desondanks enorm veel mooie en indrukwekkende dingen gezien en meegemaakt. De reis begint vroeg in de ochtend op Schiphol, waar de drukte toch wel erg mee blijkt te vallen en we dus allemaal nog enkele uren versuft rondsloffen voordat we aan boord kunnen van het vliegtuig naar São Paulo. Elf uur en minimaal drie films later komen we aan in deze megastad, en na een avontuurlijke bustocht door de stad bereiken we het Green Grass Hostel. Het hostel is klein genoeg om volledig door onze studiereisgroep te worden opgevuld, en er is gelukkig ook een knusse lounge (met Netflix) aanwezig waar je met een beetje proppen met z'n tienden in past. Die eerste avond zoekt iedereen echter redelijk vlug zijn bed op om bij te komen van de jetlag en de lange reis.

De eerste indrukken van São Paulo: gigantisch, aangenaam warm, en erg vriendelijke mensen. De stad heeft ongeveer 22 miljoen inwoners – meer dan heel Nederland. De bevolkingsdichtheid is er hoog en dit is goed te merken, want het krioelt overall in de stad van de mensen. De temperatuur was op de dag van aankomst maar zo'n 15 graden (“freezing” volgens sommige Brazilianen), maar schiet de dagen erna al snel omhoog naar ongeveer 25 graden. Met de zon erbij en droge lucht zijn deze winterse toestanden in Brazilië voor ons ideaal zomerweer. De Brazilianen die we ontmoeten zijn vrijwel allemaal ontzettend vriendelijk en behulpzaam. Hoewel ze bijna nooit Engels spreken en ons Portugees nogal gelimiteerd is, zijn ze erg bereidwillig en geduldig, en het lukt ons (meestal) goed om te krijgen wat we willen.



Figuur 1: Ook in het vliegtuig valt een hoop lol te beleven.

Natuurlijk is dit niet uitsluitend een plezierreisje,

maar in de eerste plaats een studiereis. Er staan dan ook best wat studiegerelateerde bezoeken gepland in São Paulo: we gaan onder andere langs bij de universiteit van de stad (met capibara's op de campus) en spelen de hele avond virtual reality-games bij het bedrijf VR Monkey. Hier hebben we ook de kans om in gesprek te komen met Brazilianen en meer te leren over het land en haar cultuur – de mensen hier spreken meestal wél Engels. Naast deze bezoeken is er meer dan genoeg tijd om de stad te ontdekken. Enkele activiteiten heeft de commissie voor de hele groep voorbereid. Zo maken we onder leiding van onze professionele commissiegidsen een wandeling door de stad en spenderen we een hele middag in het enorme Ibirapuera-park – een kalme en groene plek te midden van de concrete jungle die São Paulo is. Uiteraard is er ook genoeg tijd om de stad zelfstandig te verkennen; de uitgaanswijk Vila Madalena is hiervoor een populaire bestemming.



Figuur 2: Dit is een Capibara, toch?

Uiteindelijk brengen we zeven dagen door in São Paulo. Na die dagen hebben we ook eigenlijk alles wel gezien en gedaan wat er voor toeristen te zien en te doen valt. São Paulo is duidelijk een zakencentrum en heeft relatief weinig te bieden voor toeristen. Alle reisgidsjes met tips voor interessante uitjes zijn al volledig uitgeplozen en we hebben een goed beeld gekregen van de stad. Waarschijnlijk is voor de meesten het meest indrukwekkende de omvang van de stad: zo veel enorme en hoge gebouwen en zo bizar veel mensen. Dit zijn dimensies die de meesten van ons zich tot nu toe niet hebben kunnen voorstellen.

Voordat we doorgaan naar de volgende grote stad, gaan we eerst nog een dag naar Campinas, een voorstad van São Paulo. Hier bevindt zich

de universiteit Unicamp én een laboratorium met grote deeltjesversneller die we mogen bewonderen. Met groene hesjes en witte bouwhelmen op krijgen we zelfs een rondleiding over het bouwterrein waar een nieuwe synchrotron (deeltjesversneller) moet komen. De nacht brengen we door in een hotel in Campinas, en we hebben de volgende ochtend en middag tijd om wat door de stad te lopen voordat we in de avond in ons volgende vliegtuig stappen...



Figuur 3: Een typisch Braziliaan?

Op naar Rio de Janeiro, dé stad van Brazilië! We komen er laat in de avond aan en moeten flink sjouwen en slepen met onze koffers en tassen, maar bereiken uiteindelijk heelhuids het CabanaCopa hostel. Dit is een heel stuk groter dan het hostel in São Paulo; enerzijds fijn omdat het ook meer comfort heeft, anderzijds jammer dat het ook minder knus is en we het niet helemaal voor onszelf hebben (maar: dit leidt wel tot leuke ontmoetingen met andere hostelgasten).

Het contrast tussen Rio en São Paulo is groot. Rio de Janeiro is een echte toeristenstad; we komen zelfs enkele andere Nederlanders tegen. Er is ontzettend veel te doen, overall zijn souvenirshops en het barst van de straatverkopers die je van alles en nog wat aan prullaria proberen aan te smeren. In Rio zijn ook hoge gebouwen, maar de stad is omringd door de Atlantische Oceaan en door tropisch regenwoud; er is dus heel veel natuur te

vinden. Ook is het een heel stuk kleiner dan São Paulo met “slechts” zes miljoen inwoners (en dus een flinke stapel toeristen).

Natuurlijk staan er ook in Rio weer enkele bezoeken aan bedrijven of onderzoeksinstellingen gepland, maar wel iets minder dan in São Paulo. Zo hebben we hier wat meer tijd om echt vakantie te vieren. We gaan onder andere naar het wiskunde-instituut IMPA en gaan samen met het bedrijf Radix langs bij het aquarium van Rio dat, zeer toepasselijk, AquaRio heet.

Buiten deze studiebezoeken hebben we volop tijd om de stad te ontdekken en flink de toerist uit te hangen. Natuurlijk zijn er enkele activiteiten die we wel móeten doen. Allereerst mag een bezoek aan het beroemde standbeeld van Cristo Redentor – Christus de Verlosser – bovenop de Corcovado niet ontbreken. We gaan hier met de hele groep naartoe en worden in verschillende etappes met busjes helemaal naar boven gebracht. Vanaf daar hebben we een waanzinnig uitzicht over de stad – aan de ene kant de oceaan en aan de andere kant de bergen en het oerwoud, en daartussen het enorme gebied dat bij de stad hoort. We zijn er laat in de middag, en aangezien het in Brazilië winter is, kunnen we vanaf de berg ook de zon onder zien gaan. Een andere bekende berg met prachtig uitzicht is de Suikerbroodberg, waar veel mensen zelfstandig naartoe gaan. De top is te bereiken door twee kabelbanen, met een tussenstation op een andere, kleinere berg, de Morro da Urca. De top van de Morro da Urca is ook prima te voet te bereiken en we maken graag van deze mogelijkheid gebruik om een wandeling door het regenwoud te maken. Het is een steile klim en erg benauwd, maar we zijn omringd door hoge bomen met kokosnoten, vogels en aapjes, en het is het meer dan waard.

■ **Behalve de ooginfectie... meh**

– Ludo Pulles over zijn ervaringen tijdens de studiereis naar Brazilië

Maar de plek waar de meeste vrije tijd wordt doorgebracht is het strand. Zoals de eerdergenoemde naam van ons hostel al wel enigszins verklapt, zitten we heel dicht bij de Copacabana, één van de meest bekende stranden ter wereld. Binnen minder dan tien minuten kunnen we van ons hostel op de Copacabana neerploffen. Op de vrije dagen is

er regelmatig een grote groep van ons te vinden, steeds op dezelfde plek, die vlak naast een kraampje zit waar de lekkerste sugo's (vruchtensappen) en caipirinha's (cocktails) worden gemaakt – dit is overigens de echte specialiteit van Brazilië. Het is eigenlijk alle dagen zo'n 27 graden – de winter hier is warmer dan de zomer in Nederland – en de zon schijnt volop, dus er wordt ook veel verkoeling gezocht in de zee. Echt “zwemmen” zijn onze activiteiten in het water niet te noemen, eerder “proberen niet te verdrinken” in de behoorlijk grote en krachtige golven. Gelukkig blijken we erg goed te zijn in deze activiteit en hebben we vooral ontzettend veel lol. Ook op de laatste dag sluiten we onze reis af door met de hele groep te genieten op de Copacabana.

Na ruim tweeënhalve week zijn we weer terug naar Nederland. We hebben een fantastische tijd gehad en ongelooflijk veel bijzondere dingen meegemaakt. Voor velen van ons was dit de eerste keer buiten Europa, en het was heel interessant en ook heel gaaf om kennis te maken met de Braziliaanse cultuur en mensen. Veel lof voor de studiereiscommissie, die deze reis geweldig goed hebben georganiseerd en zelfs tijdens de reis veel tijd hebben opgeofferd om allerlei zaken zo goed mogelijk te regelen, zodat

wij optimaal konden genieten van alles wat Brazilië te bieden heeft. Nu nog zien af te kicken van het heerlijke fruit, de caipirinha's en de sugo's, waar toch wel erg veel suiker in zat.



Figuur 4: Met zo'n groep moet het wel fantastisch zijn geweest.



De processorcache

Peter Speets

Een computer heeft geheugen. Dat geheugen zit op vele plaatsen, zoals de harde schijf en het RAM¹ voor tijdelijk gebruik. Als een USB-stick in de computer is gestoken, of als een diskette in het diskettestation is gestopt, kan dit ook als geheugen worden gebruikt voor de computer. Er zijn echter meer componenten van de computer die geheugen hebben: bijvoorbeeld de grafische kaart en de processor. Is al de opslagruimte in de computer niet genoeg voor de processor? De reden dat de processor een eigen geheugencache heeft, is snelheid.

De snelheid van processoren is in de jaren '90 sterk toegenomen, ongeveer zoals de wet van Moore². De snelheid waarop RAM-geheugenkaarten werken, heeft dit echter niet kunnen bijbenen. Dit maakt voor de snelheid van de computer een groot verschil. Bij menig computerprogramma is het geheugen constant in gebruik, dit betekent dat de computer net zo snel zou zijn als de geheugenkaart en niet zo snel als de processor.

De gegevens die in het RAM staan, worden op het kleinste niveau opgeslagen als lading in een condensator. Dit betekent dat voor het opslaan van een bit een stukje metaal geladen moet worden. Dit zal vrijwel altijd langzamer gaan dan het uitvoeren van berekeningen in de processor. Het schrijven naar het RAM kost daarom tijd. Een tweede probleem van het gebruik van condensatoren als geheugen, is het langzaam leeglopen van de condensator. Na een bepaalde tijd³, moeten de condensatoren waarop een bit is opgeslagen bijgeladen worden. Hoewel de makers van RAM-kaarten hun best doen om de schade tot het minimum te beperken, blijft het RAM significant langzamer dan een processor.

Om de processor minder lang te moeten laten wachten op de geheugenkaart, is er aan de processor een sneller werkend geheugen toegevoegd waarin sommige gegevens tijdelijk worden opgeslagen. Dit is de processorcache. Het idee van deze cache is hetzelfde als de cache van de internetbrowser: het internet is langzamer dan de harde schijf van de computer, dus wordt een internetsite tijdelijk opgeslagen op de computer. De grootte van dit geheugen is ongeveer één duizenste tot één miljoenste

van wat er normaal beschikbaar is aan RAM, maar de snelheid is vergelijkbaar met de snelheid van de processor. Omdat ook caches met verschillende snelheden gemaakt kunnen worden en om data in de cache met verschillende processorkernen te kunnen delen, worden er in moderne processoren meerdere processorkernen toegevoegd, vaak twee of drie. Tevens worden de instructies voor de processor, dus het programma zelf, vaak in een andere, afzonderlijke, instructiecache gehouden.⁴

Hoe werkt de cache?

Data die de processor nodig heeft, wordt geladen vanuit het RAM en wordt in de cache gestopt. Vervolgens kan de processor allerlei bewerkingen op deze gegevens doen. Iedere keer als er een bewerking heeft plaatsgevonden op een deel van het cachegeheugen, wordt het gemarkeerd om naar het RAM geschreven te worden. De processor blijft dus constant data lezen en schrijven van en naar het RAM. Het RAM loopt alleen wat achter en slaat dus sommige tussenstappen over. Bij programma's die niet veel geheugen nodig hebben, blijft alle data in de cache staan. Data in de cache waaraan de processor heeft gerekend, wordt gemarkeerd. Deze gegevens kunnen niet zomaar uit de cache verwijderd worden, zonder naar het RAM te schrijven.

Als er toch gegevens van een geheugenadres uit het RAM nodig blijkt te zijn, zonder dat het in de cache staat, spreekt men van een *cache miss*: de processor moet wachten, totdat de juiste gegevens zijn opgehaald. Dit kan een lange weg zijn: eerst wordt gekeken of de gegevens in de snelste cache van de processorkern zelf staan. Mocht dit niet het geval

¹Random Access Memory, dit is het tijdelijke geheugen waarmee computerprogramma's werken. Als een programma een bewerking doet, wordt dat naar dit geheugen geschreven.

²Volgens sommige puristen is dit niet de wet van Moore. Ik ben geen Moorepurist.

³Dit is een heel korte tijd op menselijke schaal, maar een heel lange tijd op computerschaal, dus dit heeft geen grote gevolgen voor de snelheid van de computer.

⁴Dit Vakidootartikel gaat niet over deze instructiecache, maar over de datacache.

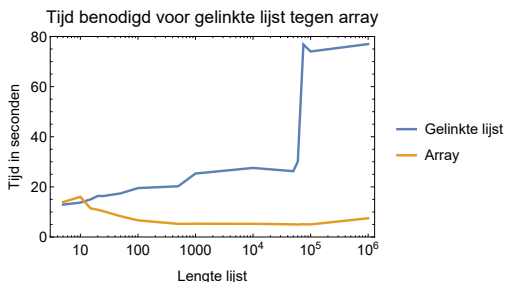
zijn, wordt de grotere cache van de processor zelf (waar alle processorkernen bij kunnen) gekeken. Mocht ook daar de gevraagde data niet worden gevonden, wordt het RAM gebruikt. Vervolgens worden deze gegevens eerst in de grote cache van de processor geladen, om pas daarna geladen te worden in de kleine cache van een processorkern. Omdat laden van gegevens uit het RAM veel langzamer is dan de processor kan rekenen, zijn er strategieën om het aantal cache misses zo klein mogelijk te maken. Zo worden er gegevens geladen van geheugenadressen die in de buurt liggen van een aangeroepen adres. Omdat de computer de geheugenadressen vaak naast elkaar toewijst, is er kans dat de burens ook nodig zullen zijn. Het gegevensgebruik voorspellen en alvast data in de cache laden, voordat het nodig is (of voordat het bekend is of het nodig is), heet *prefetching*. Niet alle data in de cache wordt dus ook daadwerkelijk gebruikt.

Gegevens die in de cache geladen zijn, moeten er ook weer uit. Een strategie die soms wordt toegepast om ruimte in de cache te creëren, is om de minst recente cachedata naar het RAM te schrijven, of, als de processor niets met de gegevens gedaan heeft, te verwijderen. Een nadeel van deze strategie is dat bij het herhaald lopen over een lijst die iets langer is dan het beschikbare cachegeheugen steeds net de data die nodig is, uit de cache verwijderd is.

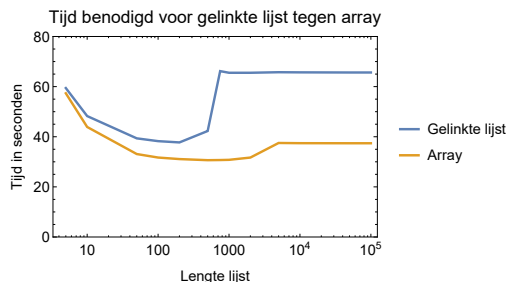
De cache in de praktijk

Het opslaan van lijsten kan op velerlei manieren, maar om te kijken hoe het cachegeheugen de computer sneller maakt, heb ik twee manieren om lijsten op te slaan met elkaar vergeleken. Ik heb een een lijst met gehele getallen opgeslagen als een array en als een *gelinkte lijst* (zie inzet). Daarna heb ik gemeten hoe snel de computer de gehele lijst kan uitlezen. In Figuur 1 staan grafieken met de benodigde tijd voor het uitlezen van de lijsten voor twee computers. De lijst wordt steeds achter elkaar opnieuw gelezen, zodat de tijd die nodig is goed te meten is. Het aantal keer dat de lijst opnieuw gelezen wordt, hangt af van de lijstgrootte. Het aantal elementen dat per test in totaal gelezen wordt is altijd gelijk, zodat de relatieve tijd die voor een lijst van een bepaalde lengte nodig is wordt gemeten. Aan de grafiek van de moderne computer vallen twee dingen op. De tijd die de gelinkte lijst nodig heeft, stijgt snel rond een lijstlengte van 70.000 en de computertijd voor het uitlezen van een lijstelement van kleinere arrays is groter dan voor grotere arrays.

De grote stijging voor de tijd die de computer nodig heeft voor het uitlezen van een gelinkte lijst rond 70.000 komt vanwege een volle cache. De gelinkte lijst wordt in deze test opgeslagen als een geheel getal en een *pointer* (zie inzet) naar een ander geheugenadres. Gehele getallen hebben doorgaans 4 bits nodig. De ruimte die de lijst inneemt, is dus de ruimte die en pointers innemen plus de ruimte die de getallen innemen keer de



(a) Benchmark van een moderne computer. Het programma loopt over een totaal van 10^{10} lijstelementen. De processor die gebruikt is (AMD A10-9600P, 2016), heeft een snelle cache van 512 kB en een langzamere cache van 4 MB.



(b) Benchmark van een computer uit het MS-DOS-tijdperk. Het programma loopt over een totaal van $5 \cdot 10^7$ lijstelementen. De processor die gebruikt is (Intel 80486DX2-50, 1992), heeft een cache van 8 kB.

Figuur 1 Grafieken van de relatieve tijd die nodig is om een lijst te doorlopen. In Figuur a is een moderne computer gebruikt en in Figuur b een computer uit begin jaren '90. Het aantal lijstelementen waardoorheen de DOS-computer heeft gelopen is 200 keer kleiner. Voor een array met 1000 elementen is de nieuwe computer 1200 keer sneller dan de oude computer. Een gelinkte lijst is 500 keer sneller op de nieuwe computer.

lengte van de lijst: $2 \times 4 \times 70.000 = 560.000$ bits. De sprong in computertijd vindt dus plaats, als de lijst ongeveer 560 kB inneemt. De grootte van de cache van de processor die in deze test gebruikt is, is 512 kB. De tijd om door de lijst heen te lopen, neemt dus snel toe, omdat de cache vol geraakt is. Omdat er daarna een plateau in de grafiek zichtbaar is, lijkt het erop dat de processor de data van de gelinkte lijst niet kan prefetchen,⁵ dus waarschijnlijk wordt in beide processoren de minst recent gebruikte data uit de cache gehaald. Voor kleine en middelgrote lijsten heeft de cache deze computer een stuk sneller gemaakt. Bij de moderne computer wordt dan nog niet het RAM gebruikt. De volle cache wordt opgevangen door een grotere, langzamere cache. Dit betekent, als het RAM gebruikt zou worden, dat de benodigde tijd nog groter zou zijn.

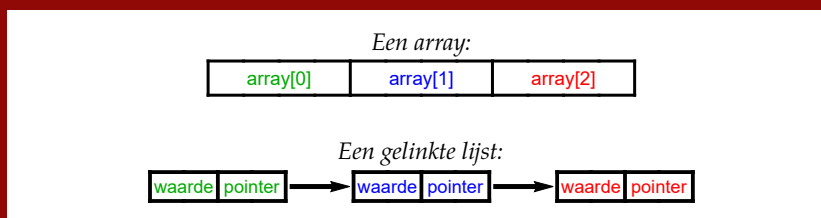
De benchmark van de oudere computer ziet er voor de array ongeveer hetzelfde uit, maar heeft ook de gelinkte lijst een optimale lengte, in tegenstelling

tot de moderne computer. Terwijl voor de moderne processor de gelinkte lijst zo klein mogelijk moet zijn, ligt het optimum voor een gelinkte lijst bij de oude computer rond de 200. Dat de array en gelinkte lijst op de oude computer langzaam zijn voor kleine lijsten, komt waarschijnlijk door de manier van testen. Iedere keer als de lijst opnieuw doorlopen wordt, moet de computer daarvoor een paar operaties uitvoeren. Wellicht dat dit voor een oude processor een grotere invloed heeft dan voor een moderne processor. Voor lange lijsten is de tijd die daarvoor nodig is verwaarloosbaar, voor kleine lijsten niet. Wellicht zorgt een betere prefetchstrategie ervoor dat de arrays langer dan 10 elementen op moderne computers significant sneller werken dan de gelinkte lijst. Bij arrays staan de geheugenadressen naast elkaar, dus is er gemakkelijker voor te optimaliseren.

Tot slot

Met dank aan Freek van 't Hof voor zijn technische ondersteuning van DOS-computers.

Wat zijn arrays en gelinkte lijsten?



Een *array* is een lijst waarin ieder element een vast indexnummer heeft. Omdat in een array slechts één datatype wordt opgeslagen, weet de computer precies hoe groot een element kan zijn. Omdat ook alle elementen naast elkaar zijn opgeslagen, kan de computer efficiënt indexnummers toewijzen aan ieder element. En dus ook gemakkelijk het n 'de element vinden, omdat de geheugenadres en het indexnummer met elkaar gekoppeld zijn. De computer telt n adressen op bij het adres van het eerste element in de array.

Een *gelinkte lijst* is een lijst waarin ieder element bestaat uit twee (of meer) variabelen: één variabele met de data die opgeslagen moet worden, bijvoorbeeld een getal en een *pointer*. Een pointer wijst naar een andere geheugenlocatie. Een pointer van een gelinkte lijst wijst naar het volgende element van de gelinkte lijst. Elementen van een gelinkte lijst hoeven dus niet naast elkaar in het geheugen te staan. Een nadeel van gelinkte lijsten is dat het niet gemakkelijk is om het n 'de element uit de lijst te halen. De lijst moet helemaal doorlopen worden, totdat het element gevonden is. Een voordeel van een gelinkte lijst is dat er makkelijk data tussen de schakels te stoppen is. Bij een array is dat moeilijker, omdat bij een volle array de hele array verplaatst moet worden om de array groter te maken.

⁵Zie Vakidoot 1617-6 *Tekort* voor een interessante briefwisseling over het gebruik van Engelse woorden in het Nederlands.

Even voorstellen: Medezeggenschap

Bart Keller

Gegroet, beste lezer. Stel dat je wat te klagen hebt over de universiteit. Er is bijvoorbeeld een docent die niet naar je zin les geeft, je vindt dat de ICT-voorzieningen verschrikkelijk zijn, of de vloeren meer gedweild moeten worden. Waar kan je dan terecht om hier verandering in te brengen? Het antwoord luidt: medezeggenschap. De universiteit heeft een breed scala aan organen die invloed hebben op het beleid en bestuur binnen de universiteit zelf. In dit artikel volgt een overzicht.

Departementsbestuur, departementscommissie en OAC

Op het laagste niveau staan de departementen. Iedere faculteit is onderverdeeld in een aantal departementen die dan weer één of meerdere studies omvatten. De voor ons relevante departementen zijn die van Natuur- en sterrenkunde, Wiskunde en Informatica. Ieder departement heeft zijn eigen bestuur. Het bestuur bestaat uit onder andere de voorzitter, de onderwijsdirecteur, de onderzoeksdirecteur en een studentbestuurslid. Het departement krijgt van de faculteit geld om zelf te verdelen en heeft zodoende een eigen begroting. Daarnaast worden er ook onder andere personeelszaken besproken.

Het departementsbestuur wordt gecontroleerd door twee organen: de departementscommissie en de OAC. Hier staat OAC voor Opleidingsadviescommissie. Ieder departement heeft een departementscommissie en een OAC. De OAC geeft specifiek advies over onderwijszaken. In het bijzonder lezen zij ook de Caracal-evaluaties door die aan het einde van ieder blok verstuurd worden. Ook geven zij invulling aan een deel van het Onderwijs- en Examenreglement, het OER. De departementscommissie geeft advies over vrijwel alle beleidszaken die niet strikt met onderwijs te maken hebben. In allebei de organen zitten vijf docenten en vijf studenten.

Faculteitsraad

De faculteitsraad is weer breder ingesteld. De universiteit is onderverdeeld in zeven faculteiten en wij als A-Eskwadraat zijn onderdeel van de faculteit Bètawetenschappen. Deze faculteit omvat, naast de studies die bij A-Eskwadraat zijn aangesloten, ook de studies biologie, scheikunde en farmacie. Iedere faculteit heeft een bestuur en ieder bestuur wordt weer gecontroleerd door zijn eigen

faculteitsraad. In de faculteitsraad zit namens ieder departement een student- en een personeelslid. Zij vormen de controle op het faculteitsbestuur. In de faculteitsraad worden zaken besproken variërende van de begroting van de faculteit tot problemen zoals een tekort aan studieplekken. Ook hier vinden er ieder jaar verkiezingen plaats voor de raad, waarin de zetels verdeeld worden onder degenen die zich aangemeld hebben.

OC

Het faculteitsbestuur heeft ook zijn eigen medezeggenschapsraden voor onderwijszaken. Dat zijn de onderwijscommissies, kortweg OC's. Binnen de faculteit is er één OC voor alle bachelorstudies en een aantal voor de masterstudies, waarvan één OC alle masteropleidingen bij wiskunde, natuurkunde en informatica omvat. De OC's zijn onder andere verantwoordelijk voor de invulling van het bètabrede deel van het onderwijs- en examenreglement. Een OC bestaat uit een docent en een student per studie.

Universiteitsraad

Op het allerhoogste niveau zit de universiteitsraad. Deze raad adviseert het College van Bestuur over zaken die voor de gehele universiteit van toepassing zijn. Op het moment zitten er geen studenten van onze faculteit in de universiteitsraad, maar wel een aantal medewerkers. Ieder jaar vinden er verkiezingen plaats waarin er gestemd kan worden op studenten die een plek in de raad kunnen innemen.

WOL, SONS en SODI

Zie je door al deze adviesraden de medezeggenschap niet meer? Wees niet ongerust! Mocht je een klacht, idee of verbeterpunt hebben en niet precies weten waar je dat kwijt moet, dan kan je

altijd langs bij één van deze drie organen. Alledrie zijn ze bedoeld als laagdrempelig opstappunt voor studenten om hun opmerkingen over allerlei zaken kwijt te kunnen. Het WOL staat voor Wiskunde Overleg, het SONS voor Studentenoverleg Natuur en Sterrenkunde en SODI voor Studentenoverleg Departement Informatica. De leden van het WOL, SONS en SODI zijn vertegenwoordigd in alle bovengenoemde organisaties (behalve de universiteitsraad) en kunnen dus direct iets met jouw opmerkingen doen.

Interesse?

Mocht je na het lezen van dit stukje zelf enthousiast zijn geworden over medezeggenschap? Leuk! Laat het vooral weten aan het WOL, SONS of SODI. Zeker naarmate het jaar vordert, komen er in de OAC's en de ODC's plekken vrij, en wie weet kan je al snel aanschuiven.

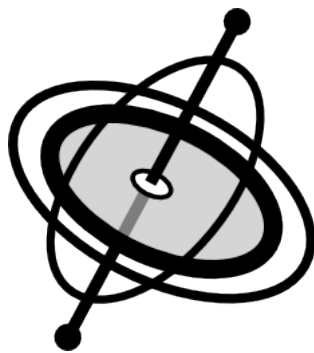
Onze e-mailadressen:

WOL: science.wol@uu.nl

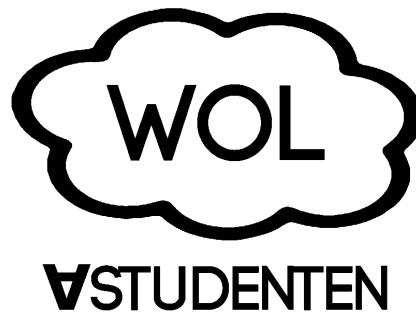
SONS: science.sons@uu.nl

SODI: info@sodi.nl

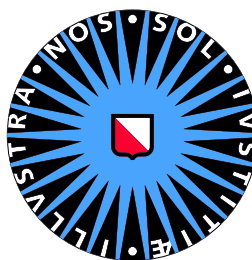
	Bestuur	Medezeggenschap	Onderwijszaken	Studentenorganisatie
Universiteit	College van Bestuur	Universiteitsraad		VIDIUS
Faculteit	Faculteitsbestuur	Faculteitsraad	Opleidingscommissie	
Departement	Departementsbestuur	Onderdeelscommissie	Onderwijsadviescommissie	SODI SONS WOL



Het SONS logo



Het WOL logo



Het SODI logo



Sophie Verklaart de Wereld: Tandenpoetsend klokkijken



Sophie Huiberts

Welkom bij de eerste editie van Sophie Verklaart de Wereld¹, waarin ik probeer een terugkerende rubriek te vullen met het verklaren van mijn observaties van de wereld om me heen. In deze eerste editie begin ik maar direct met een van de grootste vragen van het leven: waarom doet mijn wekker zo gek wanneer ik mijn tanden poets?

Ken je dat, dat je je tanden poetst terwijl je naar de klok kijkt, en de cijfers plotseling lijken te bewegen? Ik hoop van wel, dit is een ervaring die ik iedereen gun. Voor de enkeling die dit fenomeen nog nooit heeft meegemaakt, geef ik eerst een korte uitleg van hoe je dit mee kan maken, en een omschrijving van wat er gebeurt voor zij die niet over de juiste spullen beschikken. Je tandenborstel moet elektrisch zijn en je klok digitaal met lichtgevende cijfers.

Om het effect het duidelijkst te zien, doe je je tandenborstel in je mond, maar in plaats van de borstel tegen je tanden te zetten, zet je de zijkant van de borstel tegen de zijkant van je bovenste kiezen. Het doel is dat je hoofd mee gaat trillen met je tandenborstel. Als je nu je tandenborstel aan zet en naar de digitale klok kijkt, zie je de stukjes cijfer bewegen. Door de tandenborstel harder of zachter tegen je tanden te drukken, kun je de snelheid van het bewegen van de cijferstukjes veranderen.



Figuur 1 Een matige fofoshop zegt meer dan 1000 woorden.

¹Grappen worden er niet leuker door als je ze uitlegt. Maar aangezien niet iedereen van de redactie de grap snapte doe ik het toch. De titel is geen uiting van grootheidswaanzin, het is een woordgrap. Sophia is (de godin van) wijsheid en wijsheid geeft antwoorden op de grote vragen van de wereld. Ik ben redactielid van een verenigingsblad en ik geef halfbakken antwoorden op de kleine vragen van de wereld. Het is ook een referentie naar het boek “De Wereld van Sophie”.

Als ik dit thuis doe, dan bewegen de cijfersegmenten in twee groepen rond. De twee groepen bewegen ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de rest van de wereld. Afhankelijk van hoe hard ik de tandenborstel tegen mijn kiezen druk, trillen de cijfers met een periode tussen de 0.1 en 1 seconde. Ik heb hier bewegende beelden van gemaakt: <https://youtu.be/psbFY8b05ZI>.



Figuur 2 Deze segmenten bewegen bij mijn klok gezamenlijk, de andere segmenten bewegen ook gezamenlijk.

Nu we allemaal weten wat we observeren, is het tijd om een verklaring te geven. De clou is dat de cijfersegmenten geen constant licht geven. Ze knipperen.

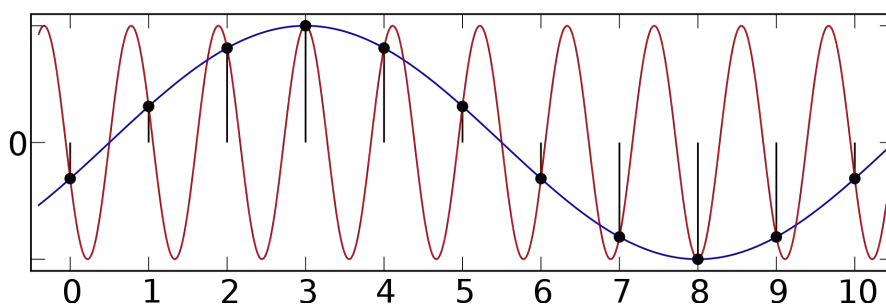
Als je normaal je tanden poetst, dan schudt je hoofd heen en weer. Het licht dat op je netvlies valt, komt dan niet allemaal op dezelfde plek terecht, maar wordt uitgesmeerd over je gezichtsveld. Je hersenen reconstrueren uit dit uitgesmeerde signaal het originele beeld, zodat je nog hetzelfde ziet als wanneer je hoofd stil staat. Dit is anders voor de cijfers van de klok: doordat deze knipperen, en dus over korte tijd veel licht geven, wordt dit niet uitgesmeerd. Als het cijfer knippert wanneer de trilling van je hoofd maximale uitwijking heeft, dan zie je het cijfer dus op een andere plek dan waar het zou moeten staan in het gemiddelde van de uitgesmeerde wereld. De trilling van je hoofd loopt niet gelijk met de knipperfrequentie van de klok en hierdoor zie je het cijfer steeds in een ander deel van je gezichtsveld. Dit verklaart waarom de cijfers lijken te bewegen.

Maar dit laat nog een vraag open: als je hoofd zo snel trilt als de tandenborstel, waarom bewegen de cijfers dan niet net zo snel als de kop van de tandenborstel?

Laten we een enkel cijfersegment beschouwen. Dit knippert, denk ik, met een frequentie van 25Hz. We zien het segment alleen als het brandt, maar door de tandenborstel beweegt ons hoofd de hele tijd heen en weer. Een typische elektrische tandenborstel heeft een frequentie van 8800 bewegingen per minuut. Doordat de frequentie van de trilling van je hoofd ten opzichte van de buitenwereld (of van de buitenwereld – en dus het cijfersegment – ten opzichte van je hoofd), treedt een effect op dat vouwvervorming of *aliasing* heet. Wanneer de bemonsteringsfrequentie te laag is, is het niet mogelijk om een trilling getrouw weer te geven. Vouwvervorming zie je ook vaak optreden bij digitaal

beeldmateriaal, bijvoorbeeld bij gestreepte overhemden op tv of als in een video een ronddraaiend autowiel of helikopterrotor² stil lijkt te staan of achteruit lijkt te draaien. Ook buiten elektrische apparaten treedt soms vouwvervorming op, als je bijvoorbeeld twee geschikte hekken achter elkaar ziet staan. Dit is heel duidelijk te zien op het Amsterdam Science Park.

Terug naar het tandenpoetsend klokkijken. De cijfersegmenten flitsen met een frequentie van 25 keer per seconde, en de tandenborstelkop beweegt 147 keer per seconde. Als we een grafiek maken met daarin de beweging van de borstelkop (en dus je hoofd) in het rood, en daarin telkens markeren wat we zien wanneer een cijfersegment flitst, dan kunnen we door de monsters een tragere trilling tekenen. Deze tragere trilling is degene die we denken waar te nemen.



Figuur 3 Het langzaam monstern van een hoge frequentie zorgt dat een andere, lagere, frequentie wordt gemeten. De periodes in de grafiek zijn anders dan in de tekst hierboven. Afbeelding door Moxfyre, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6596059>

Als we, zoals in het plaatje, monstern met een frequentie 1 Hz, dan kunnen we geen verschil zien tussen een frequentie van 0.9 Hz (rood) of 0.1 Hz (blauw). Deze twee frequenties voldoen aan de vergelijking

$$\cos(2\pi \cdot 0.9 \cdot \frac{k}{50}) = \cos(2\pi \cdot -0.1 \cdot \frac{k}{50})$$

voor alle gehele i . We weten immers niet of de trilling tussen twee metingen 0.9 trilling met de klok mee heeft afgelegd of 0.1 trilling tegen de klok in. We zouden dezelfde metingen ook doen bij een trillingsfrequentie van 1.9 Hz, of in het algemeen

bij $0.9 + k$ Hz met de klok mee voor k een natuurlijk getal of $0.1 + k$ Hz tegen de klok in.

De frequenties die we dus daadwerkelijk kunnen zien, als het cijfersegment knippert met 25 Hz, zijn dus de frequenties tussen 0 Hz en 12.5 Hz. Het *bemonsteringstheorem* van Nyquist-Shannon, een belangrijke stelling uit de informatietheorie, zegt dat dit altijd het geval is, ook als de functie die we waarnemen geen sinusoïde is: als een signaal enkel frequenties bevat strikt kleiner dan een frequentie f , dan is dit signaal uniek te reconstrueren dan en slechts dan als de bemonsteringsfrequentie hoger is dan $2 \cdot f$.

²<https://youtu.be/yr3ngmRuGUc>



LHBTetc

Eva van Ammers

Toen Sophie en ik in de A-Eskwadraatfacebookgroep¹ een bericht plaatsten over het oprichten van een dispuut voor alle mensen die zich niet thuis voelen in het standaardplaatje van heteroseksueel, heteroromantisch, cisgender was er een aantal mensen die reageerden op het aantal verschillende letters en labels dat er is. Ik hoop in dit artikel duidelijkheid te bieden voor alle mensen die in de war zijn en andere geïnteresseerden.

1 Seksuele en romantische oriëntatie, gender, sekse, geslacht en identiteit

Het is handig om eerst een aantal algemene begrippen duidelijk te hebben. Gender en sekse zijn niet hetzelfde. Beide zeggen iets over de verschillen tussen mannen, vrouwen of groepen mensen daartussenin of buiten. Je sekse zegt iets over je lichaam en jouw biologische aspecten. Gender is een lastig begrip, en vaak kan er nog onderscheid worden gemaakt tussen genderidentiteit en genderexpressie. Genderidentiteit is hoe je je voelt, en genderexpressie is hoe je je uit. “Gender” betekent bijna altijd genderidentiteit. “Geslacht” kan zowel het één als het ander aanduiden.

Daarnaast zijn seksuele en romantische aantreking ook twee verschillende dingen. Je seksuele aantreking is de vorm van aantreking waarbij je seks met iemand zou willen hebben, je romantische aantreking zijn de mensen op wie je verliefd wordt. Voor veel mensen vallen deze twee vormen van aantreking samen, maar verliefd worden en seks hebben zijn niet dezelfde dingen, en kunnen dus onafhankelijk van elkaar gebeuren.

Als laatste wil ik het hebben over gedrag en identiteit. Mensen laten allerlei soorten gedrag zien, maar identificeren zich ook met iets. En je zou best jezelf als als hetero- of homoseksueel kunnen identificeren, maar toch seks hebben met hetzelfde of andere geslacht. Dit kan diverse redenen hebben, zoals nieuwsgierigheid of bepaalde culturele tradities. Het begrip seksuele identiteit is pas sinds de twintigste eeuw in gebruik, terwijl homoseksueel gedrag iets is dat al veel langer in de geschiedenis gebeurt.

¹DOE-TIP: word lid van de Facebookgroep.

2 Sekse en gender

Je sekse kan over het algemeen vrouw, man of intersekse zijn, waarbij intersekse allerlei biologische condities beschrijft waarbij iemands lichaam zowel vrouwelijke als mannelijke eigenschappen bezit. Soms is iemand bijvoorbeeld in het bezit van een geslachtsdeel waarvan het onduidelijk is bij welk geslacht het hoort, of bezit diegene vrouwelijke geslachtsdelen maar ook Y-chromosomen.

Wat betreft gender, zijn er de mogelijkheden voor cisgender, transgender of genderqueer. Bij iemand die cisgender is, komt het gender overeen met iemands sekse. Transgender omschrijft mensen wiens gender niet overeenkomt met het geslacht dat ze bij geboorte hebben gekregen. Voor sommige mensen is dit gevoel iets lichamelijks en voor sommige mensen heeft dit meer te maken met genderexpressie. “Transseksueel” is het oude woord voor transgender, maar wordt steeds minder gebruikt. “Genderqueer” is een paraplueterm voor mensen wiens gender niet volledig mannelijk of vrouwelijk is. Er zijn mensen die zich met geen van beide identificeren, wat “agender” heet. Andere mensen die zich bigender voelen, kunnen zich met allebei wel identificeren en kunnen op verschillende momenten andere genderexpressies hebben.

Er heerst soms het idee dat het aan mensen altijd te zien is, als deze transgender zijn. Iemand zou er vrouwelijk proberen uit te zien, maar je zou nog wel kunnen zien dat iemand in het lichaam van een man is geboren. Dit is vaak niet het geval. Om dit punt te illustreren, staan hieronder twee plaatjes van transgender modellen.



Figuur 1 Een prachtig fotomodel dat toevallig ook transgender is.



Figuur 2 Ik heb me laten vertellen dat dit fotomodel ook aantrekkelijk is.

3 Homo-, hetero-, bi-, pan-, a-, demi-, gyne-, andro-; -seksueel en -romantisch

Ik heb hierboven welgeteld 16 mogelijke woorden in verkorte vorm opgeschreven. "Homo", "bi" en "hetero" komen ons waarschijnlijk het bekendst voor, en betekenen aangetrokken zijn tot hetzelfde, andere of zowel je eigen als andere geslachten. In seksuele en romantische oriëntatie wordt niet altijd even veel nadruk gelegd op of het mensen gaat om gender of sekse, maar het kan allebei een rol spelen.

Er zijn mensen die op mensen van allerlei geslachten kunnen vallen, maar liever het woord "pan" (dat komt van het Griekse woord voor alle) dan "bi" gebruiken, omdat "bi" er nog erg de nadruk op lijkt te leggen dat er twee geslachten zijn. Vroeger werd met "bi" bedoeld dat je je tot allebei de geslachten aangetrokken kan voelen, maar tegenwoordig betekent "bi" dat je je aangetrokken kan voelen tot je eigen geslacht en andere geslachten, zeker omdat veel mensen die bi zijn, zich heus wel tot mensen van allerlei soorten geslachten aangetrokken kunnen voelen.

Er zijn mensen die wel echt een verschil tussen bi en pan zien. Mensen die zich als pan identificeren, willen er soms de nadruk op leggen dat geslacht voor hen geen rol speelt in tot wie ze zich aangetrokken voelen, terwijl je met bi weliswaar tot allerlei soorten mensen aangetrokken kan voelen, maar je geslacht wel een rol laat spelen. Een ander verschil is dat "bi" een term is die beter begrepen is. De overweging om "bi" of "pan" te gebruiken is vaak een kwestie van of je nu duidelijk wilt overkomen op mensen, of je liever een *fancy* woord gebruikt dat voor iedereen inclusief is.

Dan zijn er nog de termen "a" en "demi". "A" betekent niet, dus mensen die asexueel zijn voelen zich niet seksueel aangetrokken, en mensen die aromantisch zijn voelen zich niet romantisch aangetrokken. Sommige van deze mensen hebben wel behoefte aan een relatie, anderen niet.

"Demiseksueel" is vaak een term die bovenop een andere seksuele oriëntatie gebruikt wordt. Het betekent je je pas seksueel tot iemand aangetrokken kan voelen, als je een sterke emotionele en/of romantische band met iemand hebt. Let op dat de



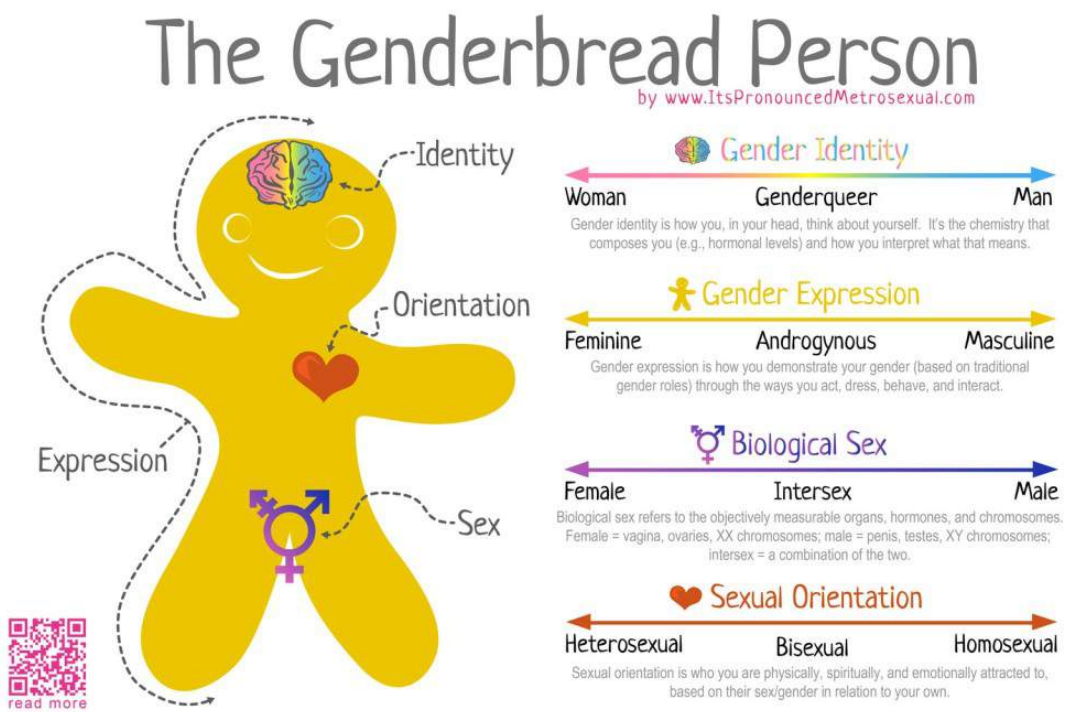
nadruk hier ligt op *kunnen*. Het zou je een keer kunnen gebeuren dat je je pas later in een relatie seksueel tot iemand aangetrokken voelt, maar demiseksuele mensen hebben die sterke emotionele en/of romantische band nodig om deze gevoelens te kunnen krijgen.

Het lastige van sommige van bovenstaande woorden is dat ze soms niet beschrijven tot wie je je voelt aangetrokken, als je je niet als man of vrouw identificeert. Daarom is er ook de mogelijkheid om de woorden “andro-” en “gyne-” met “-seksueel” of “-romantisch” te gebruiken. “Androseksueel” en “androromantisch” zijn dan de woorden voor

aantrekking tot mannen of mannelijkheid en “gyne-seksueel” en “gyneromantisch” zijn de woorden voor aantrekking tot vrouwen of vrouwelijkheid.

Dit soort woorden kunnen het makkelijker maken voor mensen om duidelijk te krijgen over wat ze allemaal voelen, maar de wereld van verliefd worden en seks is complex. Met woorden kunnen we uiting geven aan onze gevoelens, maar gevoelens laten zich niet altijd goed in woorden vangen. Dit soort lijsten kunnen dus altijd aangepast worden.

Om te illustreren wat we tot nu toe allemaal behandeld hebben, is hier de Genderbread Person.



4 Queer, qij, qaan en qaam

“Queer” is een woord dat zowel gebruikt wordt in de context van gender als seksuele oriëntatie. In de context van seksuele oriëntatie betekent dit een seksuele oriëntatie die niet hetero is, en in de context van gender een gender die niet cisgender is. De reden om het label “queer” te gebruiken kan bijvoorbeeld zijn, omdat je niet goed weet wat je precieze oriëntatie of gender is, omdat je geen

behoefte hebt dit verder te definiëren of omdat je je niet in hokjes wilt laten plaatsen.

En na al die mogelijkheden voor gender, zou het wel mooi zijn, als we in het Nederlands een neutraal woord voor hij of zij zouden hebben. In het Engels wordt vaak “they” in het enkelvoud gebruikt, maar in Nederland is het helaas er erg ongewoon om dit te doen. Deze of die gebruiken kan ook, maar we zouden dit ook meer wiskun-

dig kunnen benaderen. De “h” is de achtste letter van het alfabet, en de “z” de zesentwintigste. We zouden dus precies tussen de “h” en “z” kunnen kijken, en dan blijken we op plaats zeventien de “q” te krijgen, en zouden we “qij” als genderneutraal persoonlijk voornaamwoord kunnen krijgen. Dit zou mij een mooi woord lijken, en ik ben voor een uitspraak met een zachte w-klank erin, dus iets richting ⟨kwei⟩, al hoewel ⟨kei⟩ ook een mogelijke uitspraak zou kunnen zijn. Daarnaast ben ik er ook voor als “qaan” het genderneutrale woord voor zijn/haar wordt en “qaam” het genderneutrale woord voor hem/haar. Merk op dat deze woorden pas net geleden is bedacht, maar een trend moet ergens beginnen.

5 Uit de kast komen

“Uit de kast komen” is de algemene term die wordt gebruikt voor vertellen dat jouw seksuele oriëntatie, gender of manier van met relaties omgaan anders is dan de standaard. Uit de kast komen is niet iets dat je één keer doet. Kom je uit de kast voor je dokter, voor de kapper, je sportclub, je huisgenoten, je collega’s, de ouders bij wie je oppast, je tutorleerlingen? Het is niet altijd iets dat makkelijk is om te doen, en in sommige landen op de wereld helaas zelfs levensgevaarlijk.

Veel jongeren hebben het er nog altijd lastig mee. In Nederland heeft 9 procent van de niet-hetero jongeren een poging tot zelfdoding gedaan, tegenover 2 procent van de hetero jongeren. Onder transgender personen in Nederland ligt het percentage mensen dat een poging tot zelfdoding heeft gedaan zelfs

boven de 20 procent. Dit zijn schokkende percentages, zeker als je bedenkt dat Nederland het in vergelijking met andere landen best goed doet. In 71 landen is het zelfs illegaal om homoseksueel gedrag te vertonen, en op nog veel meer plekken is de cultuur tegenover niet-hetero en niet-cisgender mensen nog lang niet positief genoeg.

Dit is een stukje bewustzijn dat ik nog graag aan het einde van het artikel mee wil geven. Ik denk dat we allemaal nog veel kunnen doen om een stukje cultuur aan te passen. Niet automatisch veronderstellen als iemand aan het daten is, dat het gaat om iemand van een ander geslacht, ook als iemand tot nu toe alleen mensen van het andere geslacht heeft gedated, want de eerste paar keer uit de kast komen zijn het lastigst. Stoppen met een sterke nadruk leggen op het verschil in gedrag tussen jongens en meisjes. Er is gewoon veel verschil in gedrag tussen mensen en een verschil tussen gemiddeldes. En niet beledigd zijn als iemand jouw seksuele oriëntatie verkeerd inschat. We zijn allemaal mensen, en dat we zo verschillend zijn, geeft mooi kleur aan de wereld.



6 Bronnen

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Transseksualiteit>

<http://itspronouncedmetrosexual.com/2013/01/a-comprehensive-list-of-lgbtq-term-definitions/>

https://www.scp.nl/Publicaties/Alle_publicaties/Publicaties_2015/Jongeren_en_seksuele_ori_ntatie

https://www.scp.nl/Publicaties/Alle_publicaties/Publicaties_2012/Worden_wie_je_bent





Bèta Music Night (Uitverkocht)

Jim Vollebregt

8 juni 2017. Het grootste A-Eskwadraatevent van het jaar: de Bèta Music Night (BMN). Een avond vol zang, dans en muziek – en moshen en pogoën, als we de advertentie op de site mogen geloven. Het behoeft bijna niet gezegd te worden dat tickets voor dit vertier uitverkocht waren.

Misschien grappig om te vertellen: toen ik mijn vader voor het eerst op de hoogte bracht van deze avond, verstond hij blijkbaar “Bèta Beauty Night”. De vergissing is snel gemaakt. Een paar dagen later heb ik dit natuurlijk even opgehelderd.



Figuur 1: De spectaculaire dansopvoeringen maakten deze avond extra gedenkwaardig.



Figuur 2: De samenstelling van de band wisselde steeds. Erg innovatief!



Tijdens het concert werden verscheidene nummers van verschillende stijlen opgevoerd – zowel echte meezingers, zoals *Piano man*¹, als minder bekende nummers die (denk ik) vooral onder de deelnemers geliefd zijn.



Figuur 3: Om de een of andere reden werd er steeds heel hard gejuicht voor deze artiest. Ik heb geen idee waarom – is hij een beroemdheid?

¹Van Billy Joel.

Er was ook een afterparty!



Figuur 4: De gehele commissie en alle deelnemers na afloop van een geslaagd concert.

Iedereen die dit artikel gelezen heeft – of plaatjes heeft gekeken, ook goed – zal ervan overtuigd zijn dat de BMN inderdaad dé happening van het jaar is. Gelukkig is er dit collegejaar weer een!



Twee Koningsberger(bruggen)raadsels

Tim Baanen

Een raadsel dat in het Koningsbergergebouw te vinden was, gaat ongeveer als volgt:

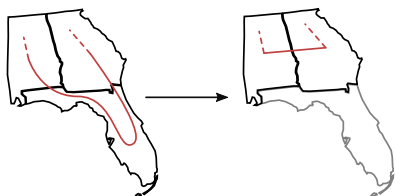


Hier zie je een kaart met alle 48 aaneengrenzende staten van de VS. Kun je een toer vinden die elke staat een keer bezoekt en bij het beginpunt uitkomt?

Dit artikel gaat het antwoord verklappen, dus denk alsjeblieft eerst zelf eventjes na!

De officiële naam van dit soort puzzels is het *Hamiltoncykelprobleem*, en dat probleem is in het algemene geval behoorlijk lastig. Beslissen of een gegeven graaf zo’n soort cykel¹ bevat is namelijk *NP*-volledig. Toch kunnen we in veel gevallen wat slimme trucjes gebruiken om een cykel te vinden, of bewijzen dat die er niet is.

Een van de belangrijkste argumenten heeft te maken met staten die maar een paar buurstaten hebben. Als je staat helemaal geen grenzen heeft met andere staten, kan die ook nooit bereikt worden, en kun je dus meteen beslissen dat het niet gaat lukken.² Andersom kun je het probleem versimpelen als je staat precies 2 buurstaten heeft: dan gaat de cykel sowieso door buurstaat 1, dan jouw staat, dan buurstaat 2 (of precies in omgekeerde volgorde). Netto kun je dus al die staten weglaten en heb je nog steeds een even makkelijk probleem.



Figuur 1 Florida grenst alleen aan Georgia en Alabama, dus kunnen we Florida gewoon negeren.

¹Dus een cykel die elke knoop van je graaf precies 1 keer bezoekt.

²Tenzij je maar 1 staat hebt in je kaart. Je kan door te tellen er meestal wel achter komen of dit zo is.

De beste truc is voor staten die precies één buur hebben: daar moet je nog steeds inkomen en vertrekken, maar dan zou je twee keer in de buurstaat moeten zijn. Dat mag niet volgens de regels, dus het is onmogelijk een cykel te vinden die deze staat bezoekt. Dat is in het geval van de VS ook zo: helemaal in de noordoosthoek is Maine de boosdoener.

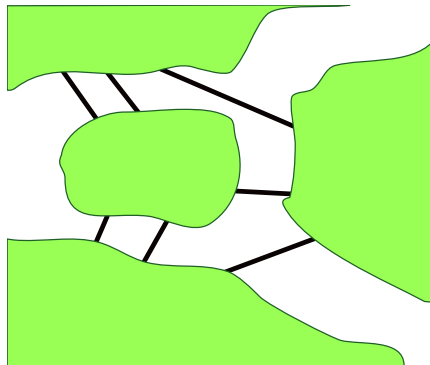


Figuur 2 Maine grenst alleen aan New Hampshire, dus het is onmogelijk een cykel te vinden.

DOE-TIP: is het wel mogelijk om een Hamiltonpad te vinden? We zoeken dus een pad dat elke staat bezoekt, maar niet noodzakelijk weer bij zijn beginpunt uitkomt.

Het raadsel van de Koningsberger bruggen

Er is een verwant probleem: het *Eulerpadprobleem*. Het verschil is dat dit probleem vraagt om een pad dat precies één keer over elke *grens* tussen twee staten gaat. Het populairste voorbeeld van het Eulerpadprobleem gaat over de stad Koningsbergen.



Figuur 3 Königsbergen bestaat uit 4 stukken land, verbonden met 7 bruggen.

Het verhaal gaat dat de inwoners van Königsbergen zulke fans waren van hun bruggen, dat ze op zondag over alle bruggen wandelden. Natuurlijk deden ze dat zo efficiënt mogelijk, dus de burgemeester stuurde een brief naar vermaard wiskundige Leonhard Euler, of er niet een wandeling mogelijk was die maar een keer elke brug overstak. Euler vond het een onzinprobleem, dat helemaal niets te maken heeft met Echte Wiskunde als meetkunde, algebra en getaltheorie.

Toch bleef hij ermee zitten: hij was een geniale wiskundige maar het lukte maar niet om het probleem netjes op te lossen met zijn Echte Wiskunde. Daarom besloot hij om een nieuwe tak van wiskunde uit te vinden, die we nu kennen als grafentheorie. Door slim te tellen lukte het hem toch om precies te bepalen wanneer zo'n pad bestaat die elke brug een keer bezoekt. **DOE-TIP:** los het probleem nu op, want hierna verklap ik het antwoord!

We gebruiken net zo'n trucje als het Hamiltoncykelprobleem: tellen hoeveel verbindingen er zijn. Neem bijvoorbeeld het deel helemaal in het noorden, waar 3 bruggen aan vastzitten. Als je er niet begint, moet je er wel eindigen: je komt aan over brug 1, je gaat weg over brug 2, en komt weer over brug 3 aan. Je kunt er dus alleen in beginnen, of in eindigen. Net zo werkt het met het deel helemaal in het zuiden, en het deel in het oosten. Omdat je maar twee uiteindes aan een pad hebt, is het onmogelijk om alle bruggen te bezoeken.

Dit argument werkt voor elke stad (graaf) waar meer dan twee eilanden (knopen) een oneven aantal bruggen (kanten) hebben. Een vergelijkbaar ar-

gument werkt ook, als je maar een knoop hebt met een oneven aantal kanten, want als je daar begint, waar moet je pad eindigen? Maar wonder boven wonder blijkt het anders altijd goed te gaan.

Een Eulers pad vinden

Bewijs. Stel dus dat je een eindige samenhangende graaf hebt waarbij elke knoop een even aantal kanten heeft. Kies nu je favoriete knoop k uit en loop daarvandaan willekeurig over kanten die je nog niet bewandeld had. Stel nu dat je in een knoop klem komt te zitten omdat elke kant al bewandeld is vanuit deze knoop. Dit kan niet gebeuren in een andere knoop dan k : elke knoop heeft een even aantal kanten, dus het aantal keer dat je eruit kan vertrekken is precies gelijk aan het aantal keer dat je erin aankomt. We hebben dus een cykel gevonden die elke kant hooguit een keer bezoekt.

Nu zijn we er nog niet: misschien hebben we bij het willekeurig wandelen nog wat kanten overgeslagen. We verwijderen dan eerst elke kant die we bezocht hebben. De cykel gaat elke knoop in en dan weer uit, dus de knopen blijven een even aantal kanten houden. Omdat de originele graaf samenhangend is, is er een overgeslagen kant die vastzit aan een knoop waar we overheen hebben gewandeld, noem die weer k . We stellen nu onze originele cykel bij: op het moment dat we in k terechtkomen, gaan we eerst over de overgeslagen kant, en dan willekeurig een cykel vinden in onze nieuwe graaf met verwijderde kanten. Om precies dezelfde reden als hiervoor komen we uiteindelijk weer in k uit, waarna we de originele cykel verderlopen.

Omdat het gaat over een eindige graaf, hoeven we maar eindig vaak onze cykel uit te breiden, waarna we geen enkele kant meer overgeslagen hebben. Dat geeft dus een Eulercykel voor elke eindige samenhangende graaf met een even aantal kanten per knoop. □

In het geval dat je twee knopen hebt met een *oneven* aantal kanten, dan doe je eerst alsof er een kant is die deze verbindt, en is de eerste "willekeurige" keuze in de wandeling precies hierover lopen. Dat geeft een situatie waar alles even is, en dus vind je cykel. Nu knip je de cykel open door de nekkant weer weg te gooien, en je houdt een pad over dat elke echte kant precies één keer bezoekt.



TAKE THE LEAD IN YOUR CAREER AT TMC!

As a student, you are asking yourself what your next step will be after graduation. The technical field holds many appealing career choices: scientist or engineer, but also employee or entrepreneur. Nivard Kagie chose for both the security of a permanent contract and the challenge of entrepreneurship by joining TMC.

“When TMC approached me years ago, I immediately felt valued by the company. TMC puts my goals and development first. Moreover, the way of working – also known as ‘Employeneurship’ – offers me the opportunity to take the lead in my career as an entrepreneur within the ‘safe’ conditions of an employee.”

“I have worked on several projects which all matched my requirements and skills. Currently I am enjoying a challenging position at ASML. I am proud of what I have accomplished in the early stage of my career and look forward to my future projects as an ‘Employeneur’.”

**Like to experience our
Employeneurship?
Let’s talk about your plan!**



De Fotostrip

Do a BARRELROLE!!



Yeah I did, I'm cool, who's super awesome, I AM!!

OMG senpai was so awesome



IT SHOULD HAVE BEEN ME!!

I didn't see nothing

BUAHHAHA REVENGE IS MINE!!!!



I guess you can say he's Kwindead

Gefeliciteerd groepje Z, jullie inzending is de beste fotostrip van het ALFAS! Op de fotos zien we vlnr Hugo, Kwintijn en David.