

Wat is informatieoverdracht?

Maagdenhuisdebat, 8 november 2011

Jan van Eijck

Als je wilt weten wat informatie is zou je kunnen proberen situaties te analyseren waar informatie wordt verwerkt, of waar informatie wordt overgedragen. Kortom, ik stel voor om de vraag ‘Wat is informatie?’ te vervangen door de vraag ‘Wat is informatieoverdracht?’. Mijn stelling is dat het daarbij vruchtbaar is de zender en vooral de ontvanger van de informatie in de beschouwingen te betrekken.

Ik geef eerst vier voorbeelden. Daarna zal ik, als er tijd voor is, nog iets zeggen over het verband tussen informatieoverdracht en sex, en over de rol van informatieoverdracht in sociale situaties.

Informatieoverdracht in voorbeelden: blufpoker

Eerste voorbeeld: blufpoker. Dat is een spelletje met drie tot zes spelers, meestal aan een bar. Je hebt er een beker voor nodig en drie dobbelstenen. De bedoeling is om een ander strafpunten te bezorgen wanneer ze niet hoger kunnen gooien dan jij net hebt gedaan. Maar je hoeft je worp niet meteen te laten zien. Een ronde eindigt wanneer een speler een strafpunt krijgt. Bij het doorgeven van een worp noem je hardop de waarde. De volgende spelen heeft de keus tussen ‘Bluf’ roepen of accepteren, maar dan moet hij zelf vervolgens een hogere worp doorgeven.

Bekijk nu het volgende verschil:

1. Ik gooi de drie dobbelstenen onder de beker, schuif de beker naar Pieter toe, en zeg ‘eerste zes’.
2. Ik gooi de drie dobbelstenen onder de beker, kijk eronder zonder dat Pieter kan zien wat ik zie, schuif dan de beker naar Pieter en zeg ‘eerste zes’.

Dit verschil valt met zogenaamde dynamische epistemische logica te analyseren. Binnenkort verschijnt een boek over *Social Software* met daarin een artikel *On the logic of lying* waarin dit gebeurt.

Dit is een proeve van analyse van een klasse van situaties waar heel subtiel informatie wordt overgedragen.

Informatieoverdracht in voorbeelden: getalreeksen versus formules

Hier is mijn tweede voorbeeld. Vergelijk de volgende twee situaties:

1. Ik geef Pieter een lange reeks van cijfers door:

314159265358979323846264338327950288
419716939937510582097494459230781640
62862089986280348253421170679 ...

2. Ik geef Pieter de volgende formule door:

$$4 * (4 \operatorname{arccot}5 - \operatorname{arccot}239).$$

Dit is de formule waarmee John Machin in 1701 voor het eerst correct honderd decimalen van het getal π uitrekende:

$$\frac{\pi}{4} = 4 \operatorname{arccot}5 - \operatorname{arccot}239.$$

De arc-cotangens is de inverse van de cotangens, en dat is weer gelijk aan 1 gedeeld door de tangens (dus cosinus gedeeld door sinus in plaats van sinus gedeeld door cosinus).

Geven de oneindig doorlopende reeks en de formule ‘dezelfde informatie’?

In zekere zin wel, want de formule helpt ons de reeks te genereren, en de reeks bestaat uit (een beginstuk van) de decimalen van π .

Je zou kunnen zeggen dat de reeks van duizend decimalen van π minder informatie bevat dan de reeks die ik krijg door duizend maal een decimaal cijfer te genereren met behulp van vier muntjes.

De eerste reeks kan immers worden gecodeerd in een formule die veel korter is dan duizend tekens, en de tweede niet.

Maar dat is vreemd: hoe chaotischer de reeks, hoe informatiever?

Dit wordt veroorzaakt doordat geabstraheerd wordt van het *doel* van de informatieoverdracht. Daarvan abstraheren is dus niet altijd een goed idee.

Informatie X overdragen versus te weten komen dat X

Informatie X overdragen heeft lang niet altijd het effect dat de ontvanger daarna X weet.

De volgende voorbeelden lijken flauw maar zijn het niet:

1. “Je hebt een vlek op je das, maar je weet het niet.”
2. “Niemand weet, niemand weet, dat ik Repelsteeltje heet.”

Wat we hieruit kunnen leren is dat om ervoor te zorgen dat de ontvanger X te weten komt het lang niet altijd een goed idee is om informatie X aan de ontvanger te sturen.

Vergelijk de volgende twee situaties:

1. Ik schrijf met Pieter een boek, en ik stuur hem een tekstbestand met een nieuwe versie.
2. Ik schrijf met Pieter een boek, en ik stuur hem een heel kort `diff` bestand. Daarna doet hij een `patch`, en heeft hij ook de nieuwe versie.

De informatie die in geval twee wordt overgedragen is veel korter, maar het effect is hetzelfde. In beide gevallen beschikt Pieter na mijn zending over de nieuwste verbeterde versie van de tekst van ons boek.

In het tweede geval kan ik toe met veel compactere informatieoverdracht. Waarom? Omdat ik *weet* wat Pieter al *weet*.

Informatie verwerken en rekenen met waarschijnlijkheden

Er zijn grosso modo twee manieren om te proberen het rekenen met waarschijnlijkheden te verantwoorden: in termen van ‘op den duur’, en in termen van ‘rationele weddenschappen’.

Het eerste heet de objectieve interpretatie van waarschijnlijkheid, het tweede de subjectieve interpretatie.

Zelf denk ik dat een dynamische epistemische logica die gebaseerd is op de subjectieve interpretatie van waarschijnlijkheidsrekening het potentieel heeft om uit te groeien tot een veelomvattende theorie van informatieoverdracht.

We hebben de subjectieve interpretatie van waarschijnlijkheid te danken aan Frank Plumpton Ramsey (1903–1930) en Bruno de Finetti (1906-1985).

Een eloquente versie is Richard C. Jeffrey, *Subjective probability: the real thing*, Cambridge University Press 2004.

De subjectieve interpretatie van waarschijnlijkheid van X is in termen van kwantificeerbare maat van rationeel geloof in X . Dit is het soort waarschijnlijkheid waarmee juristen moeten werken. Hoe waarschijnlijk is het dat Lucia de Berk zeven babies heeft vermoord in het Juliana Kinderziekenhuis? U kunt er alles over lezen op de website van professor Richard McGill.

De geloofstoestand van een ideaal redelijk denkend wezen kan worden gepresenteerd als een waarschijnlijkheidsfunctie. Wat is de redelijke reactie op het binnenkomen van nieuwe informatie?

Daarvoor hebben we het begrip *voorwaardelijke waarschijnlijkheid* nodig: de waarschijnlijkheid van iets (laten we zeggen A) op voorwaarde dat iets anders (laten we zeggen B) waar is.

Twee gevallen van informatieoverdracht. Eerste geval: de nieuwe informatie is absoluut. We doen een test, en de uitslag is ‘ja’ of ‘nee’. Tweede geval: de nieuwe informatie is vaag of onzeker. We doen een test en de uitslag is ‘misschien’.

Het eerste geval kunnen we aanpakken met enkelvoudig conditioneren (“Simple Conditioning”):

O voor oud geloof, N voor nieuw geloof. We willen weten hoe waarschijnlijk A is. De leerervaring is dat B absoluut waar is. Dan wordt N gegeven door $N(A) = O_B(A)$.

Dit is voor veel mensen al heel moeilijk. Stel B is een test voor een akelige ziekte. De test is 95 percent betrouwbaar. De *a priori* kans dat ik de ziekte heb is 1 percent. Ik laat me testen en de testuitslag is positief. Wat is nu de waarschijnlijkheid van A ? Betekent de uitslag van de test dat de kans dat ik de ziekte heb 95 percent is? Nee, die kans is

$$\frac{0.95 * 0.01}{0.95 * 0.01 + 0.05 * 0.99}$$

Dit is de kans dat de test positief is voor mensen die de ziekte hebben gedeeld door die kans plus de kans dat de test positief is voor mensen die de ziekte niet hebben. De kans dat ik de ziekte heb is ongeveer 16 percent.

Maar meestal is de informatie die we binnenkrijgen vaag of niet absoluut betrouwbaar. De informatie die we binnenkrijgen heeft dan zelf de vorm van een waarschijnlijkheid.

Hoe moeten we daar mee omgaan? Met behulp van “Jeffrey conditioning” of waarschijnlijkheidskinematica.

O voor oud geloof. Nieuwe info is dat de waarschijnlijkheid van B gelijk is aan p . Dan wordt het nieuwe geloof N gegeven door

$$N(A) = p * O_B(A) + (1 - p) * O_{-B}A.$$

Zelfde voorbeeld. In plaats van een absoluut zekere uitslag van een test kijken we nu in een buisje met oplossing, of door een microscoop, en constateren dat het 80 percent zeker is dat de uitslag positief is.

Hoe groot is nu de kans dat we de ziekte hebben? Daarvoor moeten we ook $O_{-B}A$ uitrekenen: de kans dat we de ziekte hebben terwijl de test negatief is. Die is:

$$\frac{0.05 * 0.01}{0.05 * 0.01 + 0.95 * 0.99}$$

Dit is de kans dat de test negatief is terwijl iemand de ziekte *wel* heeft, gedeeld door die kans plus de kans dat de test negatief is terwijl iemand de ziekte *niet* heeft.

Dit is iets meer dan een half promille. Laten we zeggen een half promille. Wat we hieruit leren is dat een goede uitslag veel meer zegt dan een slechte uitslag.

In dit tweede geval is de kans dat ik de ziekte heb

$$0.80 * 0.16 + 0.20 * 0.0005.$$

Dit is iets minder dan 13 percent.

Dick Jeffrey zelf heeft zijn hele werkzame leven besteed aan het funderen van een theorie over ideaal redelijk handelen op basis van binnenkomende informatie. Maar hij rookte ketting en is gestorven aan longkanker. Wij mensen zijn heel goed in het bedenken van voorschriften over hoe te handelen op basis van de informatie die we binnen krijgen, maar heel slecht in het opvolgen van onze eigen voorschriften.

Informatieoverdracht en het nut van sex

Waarom is het planten- en dierenrijk onderverdeeld in mannetjes en vrouwtjes, die het vervolgens met elkaar doen om kindjes (nageslacht) te krijgen?

Wanneer mannetjes en vrouwtjes het met elkaar doen, dan dragen zij in feite informatie over aan het nageslacht dat ze verwekken. Hoe meer variatie daarin zit, hoe beter voor het mechanisme van natuurlijke selectie dat ervoor zorgt dat het ‘beste’ nageslacht overleeft.

Charles Darwin zelf hierover:

“the offspring of two individuals, especially if their progenitors have been subjected to very different conditions, have a great advantage in height, weight, constitutional vigor and fertility over the self fertilised offspring from either one of the same parents.”

Charles Darwin, *The effects of cross and self fertilisation in the vegetable kingdom*. Chapter XII. General Results pp. 436-463.

Meer info: het lemma “Evolution of sexual reproduction” in Wikipedia, of het hoofdstuk “Why have Sex?” in David J.C. MacKay, *Information Theory Inference, and Learning Algorithms*.

Sociale Software en Informatieoverdracht

Het geheel van protocollen die we gebruiken om de sociale omgang tussen mensen te reguleren wordt wel *Sociale Software* genoemd. Wat sociale software nu precies is, en hoe we het moeten bestuderen en (hopelijk) verbeteren, daarover lopen de meningen uiteen.

Maar een feit is dat regulering van informatieoverdracht in veel sociale protocollen een hoofdrol speelt.

Veel sociale situaties zijn gericht op het creëren van “common knowledge”. Dat kan worden bereikt door speciale vormen van informatie-overdracht, en door opzetten van protocollen. Voorbeelden zijn het protocol voor het bekendmaken van een testament, of het protocol voor het uitbetalen van contant geld aan de balie van een bank. Of protocollen voor hoe je een veiling kunt organiseren, of voor hoe je zo eerlijk mogelijk een erfenis verdeelt.

Een paar jaar geleden heb ik samen met collega Rineke Verbrugge uit Groningen een project geleid waarbij we dit soort zaken bestudeerd hebben. Meer info in *Discourses on Social Software*, Amsterdam University Press 2009. Gratis en geheel legaal op te halen van mijn website homepages.cwi.nl/~jve.

Over het onderscheid tussen spam, ruis, en echte info

Microsoft, Symantec en andere bedrijven die zich met de strijd tegen spam bezighouden rapporteren dat 90 tot 97 percent van alle email spam is.

Behalve spam is er ook veel ruis: berichtenreeksen waar ik op geabonneerd ben, maar die ik eigenlijk niet wil lezen. Echte info is wat er overblijft als ik wat ik niet wil uit de berichten die gmail doorlaat heb weggeklikt.

Een goed begrip van informatieoverdracht moet het mogelijk maken het onderscheid te maken tussen spam, ruis en echte info. Een informatie-begrip dat de rol van informatieoverdracht buiten beschouwing laat kan dat niet.