3 Selectie-effecten in de forensische wetenschap

Geert Jan Franx, Yves van Gennip, Peter Hochs, Misja Nuyens, Luigi Palla, Corrie Quant en Pieter Trapman

Inleiding en probleemstelling

Op het slachtoffer van een misdrijf treft men een rode vezel aan. Nadat de politie een verdachte heeft aangehouden, wordt er een rode trui in zijn klerenkast aangetroffen. De trui en de vezel worden vervolgens naar het forensisch laboratorium gebracht. Daar wordt gecontroleerd of ze van hetzelfde materiaal zijn en zo ja, hoe sterk dit bewijsmateriaal is. Een heel zeldzame trui zou namelijk als sterker bewijsmateriaal moeten gelden dan een die bij een grote kledingzaak is gekocht. Maar hoe hangt de sterkte van het bewijsmateriaal af van de omstandigheden waarin de trui is gevonden? Is het bewijsmateriaal bijvoorbeeld sterker als de verdachte geen andere truien in zijn kast had hangen, of maakt dat niet uit?

Dit is een voorbeeld van de volgende vraag die door het Nederlands Forensisch Instituut (NFI) werd gesteld aan de Studiegroep Wiskunde met de Industrie 2005: moet de forensisch expert weten op wat voor manier het bewijsmateriaal is geselecteerd? Deze vraag is ook relevant wanneer iemand verdacht wordt wanneer zijn of haar DNA in een DNA-database zit en overeenkomt met een stukje DNA dat op de plaats van een misdrijf is gevonden. Zulke DNA-databases bevatten natuurlijk niet het DNA van de hele bevolking, maar maakt dat wat uit?

Op dit moment wordt in zaken waar vezels als bewijsmateriaal worden gebruikt geen rekening gehouden met de manier waarop het bewijsmateriaal is verzameld. Dit is verontrustend, omdat het intuïtief duidelijk lijkt dat een match tussen de vezel en een verdachte die weinig truien heeft sterker bewijsmateriaal is dan een match met een 'truienverzamelaar'. Als dit inderdaad waar is, dan zouden statistische correcties gemaakt moeten worden wanneer dit soort bewijsmateriaal in de rechtzaal wordt gepresenteerd. De NFI-expert die de zaak behandelt, is echter in het algemeen geen statisticus. Hij heeft de mogelijkheid om de hulp van een statisticus in te roepen, maar doet dat alleen als hij dat noodzakelijk vindt. De vraag die aan de Studiegroep werd gesteld kan daarom gezien worden als een vraag om hulp in situaties die eenvoudig lijken, maar eigenlijk statistische correcties verlangen.

In dit stukje leggen we uit hoe kansrekening gebruikt kan worden om de sterkte van bewijsmateriaal te beoordelen. We maken een heel simpel model voor een vezelmatch, en trekken daar een aantal conclusies uit. Uiteraard is elk model ver verwijderd van de realiteit, en moet men extreem oppassen met het toepassen van theoretische resultaten op situaties in de echte wereld. Het is helemaal gevaarlijk wanneer statistiek wordt gebruikt om te bewijzen dat een misdaad heeft plaatsgevonden, zie [1]. Desondanks geloven we dat ons simpele model ons iets kan vertellen over hoe de selectie van bewijsmateriaal de sterkte van het bewijsmateriaal kan beïnvloeden.

De waarde van bewijsmateriaal beoordelen met kansrekening

Tijdens een rechtzaak moet de forensisch expert de sterkte van het bewijsmateriaal beoordelen. Een gedeelte van het bewijsmateriaal kan met de verdachten in verband worden gebracht (dit geven we aan met E). De vraag is of de verdachte dit materiaal zelf heeft achtergelaten (deze gebeurtenis geven we aan met H), of dat de relatie tussen de verdachte en het bewijsmateriaal toevallig is. Deze gebeurtenis is het complement van H: H^c. De forensisch expert wordt verzocht om een zogenaamd aannemelijkheidquotiënt (Engels: *likelihood ratio*) te rapporteren: de kans op het bewijsmateriaal gegeven dat de verdachte schuldig is, gedeeld door de kans op het bewijsmateriaal gegeven dat de verdachte onschuldig is:

$$LR = \frac{P(E|H)}{P(E|H^c)}.$$

Het is verleidelijk om te denken dat een groot aannemelijkheidquotiënt impliceert dat de verdachte schuldig is, maar dit is in het algemeen niet waar. We zijn dan ook niet geïnteresseerd in het aannemelijkheidquotiënt zelf, maar in de kans dat de verdachte schuldig is gegeven dat het bewijsmateriaal overeenkomt, $P(H|E)$. Natuurlijk hebben deze twee met elkaar te maken: met regel van Bayes kunnen we $P(H|E)$ als volgt uitrekenen in termen van het aannemelijkheidquotiënt :

$$\begin{aligned} P(H|E) &= \frac{P(H \cap E)}{P(E)} = \frac{P(E|H)P(H)}{P(E \cap H) + P(E \cap H^c)} \\ &= \frac{P(E|H)P(H)}{P(E|H)P(H) + P(E|H^c)P(H^c)}. \end{aligned}$$

Wanneer we de teller en noemer delen door $P(E|H)P(H)$, krijgen we

$$P(H|E) = \left(1 + \frac{P(H^c)}{P(H)}\frac{P(E|H^c)}{P(E|H)}\right)^{-1} = \left(1 + \frac{P(H^c)}{P(H)}\frac{1}{LR}\right)^{-1}$$

De kans $P(H|E)$ heet een *posteriori kans*, $P(H)$ en $P(H^c)$ heten *a priori kansen*. De rechter heeft schattingen van deze laatste nodig om een idee te krijgen van $P(H|E)$.

Het truimodel

We gaan nu een heel simpel model bouwen voor het in de inleiding beschreven geval van een gevonden vezel. Veronderstel dat we weten dat er een gebeurtenis heeft plaatsgevonden waarbij een onbekend persoon (de *donor*) een vezel van zijn trui heeft achtergelaten op een andere persoon (het *slachtoffer*). Het moment waarop de vezel werd overgedragen heet het transfermoment. Het type vezel noemen we Y en er zijn geen andere vezels op het slachtoffer gevonden. Om de donor te vinden, onderzoeken we de truien in de kast van een willekeurig persoon (de *verdachte*). Daar vinden we een trui gemaakt van hetzelfde type vezel.

We willen nu de kans uitrekenen dat de verdachte daadwerkelijk de donor van de vezel op het slachtoffer is, gegeven het bewijsmateriaal. De vraag is nu hoeveel we moeten weten van het gevonden bewijsmateriaal: volstaat het om te weten dat een van de truien in de kast van de verdachte overeenkwam met de vezel op het slachtoffer? Of moeten we bijvoorbeeld ook weten hoeveel truien de verdachte in zijn kast had?

Om de kans uit te rekenen dat de verdachte de donor was, nemen we aan dat de relatieve frequentie waarmee de hele bevolking truien draagt die bestaan uit vezels van type Y geschat kan worden op g_Y; de kans dat de verdachte een trui aanhad van dit type noemen we f_Y. Tenslotte nemen we aan dat niemand truien heeft verborgen of weggegooid en dat alle truien uit één vezeltype bestaan.

We schrijven E_1 voor de gebeurtenis dat de vezel op het slachtoffer van type Y is, en E_2 voor de gebeurtenis dat we een vezel van type Y in de kast van de verdachte vinden. De gebeurtenis dat de verdachte de donor van de vezel op het slachtoffer is noemen we H. We nemen ook aan dat E_2 en H onafhankelijk zijn. Zoals uitgelegd in de vorige paragraaf, kunnen we nu $P(H|E_1 \cap E_2)$ uitrekenen:

$$\begin{aligned} P(H|E_1 \cap E_2) &= \left(1 + \frac{P(H^c)}{P(H)} \frac{P(E_1 \cap E_2|H^c)}{P(E_1 \cap E_2|H)}\right)^{-1} \\ &= \left(1 + \frac{P(H^c)}{P(H)} \frac{P(E_2|H^c)P(E_1|H^c \cap E_2)}{P(E_2|H)P(E_1|H \cap E_2)}\right)^{-1} \\ &= \left(1 + \frac{P(H^c)}{P(H)} \frac{P(E_2)g_Y}{P(E_2)f_Y}\right)^{-1} = \left(1 + \frac{P(H^c)}{P(H)} \frac{g_Y}{f_Y}\right)^{-1}. \end{aligned}$$

We zien dat als g_Y klein is (type Y vezels zijn zeldzaam), dan is $P(H|E_1 \cap E_2)$ relatief groot. Verder, als f_Y klein is (de verdachte draagt zijn trui met type Y vezels niet vaak), dan is $P(H|E_1 \cap E_2)$ klein. In het speciale geval dat de verdachte k truien heeft en die even vaak draagt, krijgen we $f_Y = 1/k$. We zien dan dat hoe meer truien de verdachte heeft, hoe kleiner de kans is dat hij de donor is. Dat lijkt redelijk: een persoon die duizend truien heeft, loopt een grote kans dat een van zijn truien overeenkomt met de vezel op het slachtoffer, maar de sterkte van die match is natuurlijk niet erg groot.

Conclusies

In ons basale truimodel hebben we laten zien dat veel dingen gerapporteerd zouden moeten worden om het bewijsmateriaal goed te kunnen interpreteren. Niet alleen dat er een trui in de kast van de verdachte is gevonden die overeenkomt met een vezel op de plaats van de misdaad, maar bijvoorbeeld ook hoeveel truien hij in zijn kast had, en hoe vaak de verdachte die bepaalde trui draagt.

Hoewel ons model ver van realistisch was, denken we dat in het algemeen informatie over de manier waarop bewijsmateriaal is vergaard zo compleet mogelijk moet zijn. Alle informatie moet in een groot model gepropt worden. In zo'n model moeten ook andere stukken bewijsmateriaal gepropt worden, net als 'negatief bewijs', d.w.z., stukken bewijsmateriaal die niet met de verdachte in verband kunnen worden gebracht. We realiseren ons dat we zelfs in dat geval slechts een model hebben, en dat elk model tot veel discussies aanleiding zal geven.

We concluderen dat selectie-effecten in de forensische wetenschap een belangrijke rol spelen en dat de moeite gedaan zou moeten worden om de statistische interpretatie van bewijsmateriaal in de rechtzaal te verbeteren.

Referenties

[1] Van Lambalgen, M., and Meester, R., On the (ab)use of statistics in the legal case against the nurse Lucia de B, preprint, available from `http://www.few.vu.nl/~rmeester/pre.html` (2005).