Op een transparante manier komen tot betere keuzes met speltheorie

Ed Peelen – Yellow Cats bij de UvA Academy

Op 17 september 2024 namen we een duik in de speltheorie, met Loe Schlicher van de TU Eindhoven, gepromoveerd in de speltheorie, met een achtergrond in technische bedrijfskunde en logistiek, maar ook als onderzoeker betrokken bij overheidsdiensten die de binnenlandse veiligheid willen bevorderen. Speltheorie is daar goed inzetbaar. Je kunt bekijken waar je speciale eenheden positioneert, zodat een dienst als de DSI (Dienst Speciale Interventies) ervoor zorgt dat ze overall, gemiddeld het snelst ter plekke is met de juiste mensen en middelen. In de besluitvorming houd je rekening met de zetten van je tegenstander, de criminelen. Proberen deze door een klein bommetje te plaatsen, te achterhalen waar je manschappen zijn? Jij weet er rekening mee te houden in positioneringsmodel; zo nodig pas je regelmatig de posities aan.

In speltheorie kom je tot optimale beslissingen volgens transparante regels, waarbij je incalculeert wat anderen kunnen doen. Dat laatste is een verrijking; te vaak redeneren we te veel vanuit onszelf. We geloven in onze eigen kracht, terwijl het enorm verrijkend is als we zoeken naar optimale oplossingen in een dynamisch speelveld waarin anderen met ons interacteren, op ons inspelen. Als tegenstander, die gelijk een schaker zoekt naar de beste aanval. Als medestander, welwillend om mee te werken, maar wel op zoek naar hoe de buit verdeeld gaat worden ('value capture'). Weet je hoe de betrokkenen in het spel zitten, dan is het een kwestie van uitwerken.

Het algoritme dat je inzet om tot keuzes te komen, kun je afstemmen op het type vraagstuk waarvoor je staat. Gaat het bijvoorbeeld om een matchingvraagstuk, waarin je middelen wilt verdelen over investeringsprojecten, studenten over beschikbare scholen en opleidingen of marechaussees over landsgrenzen. In het model kun je rekening houden met onzekerheden en kun je gedurende het 'spel' ook extra informatie toevoegen.

Speltheorie kan afschrikken. Het kan een behoorlijk wiskundig karakter hebben; je kunt een enorm aantal simulaties gaan afdraaien, waar je zelfs enorm grote computers voor nodig hebt en/of je zult je hersenen aan het werk moeten zetten om de algoritmen (de beslisregels) toe te passen.

Maar het is zonde je te laten afschrikken. Hulptroepen zijn in te huren om de lastige zaken op te pakken, want met speltheorie zijn substantiële 'winsten' te boeken. In te veel settings waarin meerdere spelers een rol vervullen, worden keuzes op een niet transparante manier genomen, al dan niet in (oeverloos) overleg. Onvoldoende is doordacht of de keuzes ook tot optimale uitkomsten leiden, voor zover deze al bepaald zijn. Hoe de keuzes uitpakken in een veranderlijke context, waarin anderen mede interacteren, is ook maar de vraag. En tot slot, het is ook nog wel eens lastig om in (ongewijzigde) omstandigheden te blijven bij gemaakte keuzes.

Een paar voorbeelden om dit te illustreren:

- Discussies in verkoopteams over welke klanten nu strategisch zijn; het betreft een categorisering die invloed heeft op allocatie van middelen (accountmanagers/teams), bonussen, samenwerkingsvormen, etc.
- Discussies in managementteams over de kwalificatie van innovatieprojecten in een portfolio; een allocatievraagstuk dat vergelijkbaar is met die van de verkopers.
- Hoe verdelen we de beschikbare plaatsen bij verschillende scholen in een gemeente over de leerlingen die zich aanmelden; hoe zorgen we dat zo veel mogelijk leerlingen bij de school van hun voorkeur komen? Hoe zorgen we dat er zo min mogelijk teleurstelling ontstaat bij leerlingen die worden geweigerd?
- Hoe reageren we op een nieuwe toetreder in de markt, bijvoorbeeld hoe reageert of anticipeert de NS op een nieuwe (commerciële) operator op het Nederlandse spoor, hoe worden een of meer strategieën uitgewerkt in initatieven en tegenzetten?
- Hoeveel mensen zet de alarmcentrale en het contactcenter van de ANWB in? Hoe verdelen we de beschikbare, schaarse capaciteit over de twee units, rekening houdend met de verwachte vraag naar hulp?
- Waar in de supply chain zetten we bepaalde resources in? Bijvoorbeeld: waar plaatst Defensie de 3D printers waarmee onderdelen zijn te printen voor defensiemateriaal? Plaats je ze vooraan in de 'keten', dicht bij het front, dan zijn ze door de vijand eenvoudig te vernietigen. Tegelijkertijd kun je dan wel snel en bijna op locatie onderhoud verrichten. Hoe wegen we die twee belangen tegen elkaar af?
- Hoe verdelen we de beschikbare beveiligers over te beveiligen personen?

Het is goed te realiseren, dat speltheorie niet in alle gevallen een oplossing biedt. Sommige vraagstukken zijn niet op te lossen; er is geen verdeelsleutel te vinden, die voor iedereen acceptabel is, of waarmee het gedrag is te modelleren.

Om meer begrip te krijgen hoe de speltheorie werkt, hebben we tijdens de Yellow Cats sessie een bordspel gespeeld en een aantal matchingvraagstukken verkend.

Vraagstuk 1

In het bordspel stond een **crimineel centraal die van Duitsland naar Nederland wilde reizen. In het model werden twee grensovergangen onderscheiden;** een op een weg met veel verkeer en een op een stil landweggetje.

De marechaussee heeft de beschikking over twee grenswachters en vraagt zich af waar die in te zetten. Het spel kende een aantal ronden; in elke ronde konden de marechaussee beslissen waar te controleren, met hoeveel mensen en kon de crimineel kijken langs welke weg hij Nederland wilde binnenglippen.
Als er geen controleurs waren, kon de crimineel vrij zijn gang gaan. Waren er een of twee controleurs, was er veel of weinig verkeer, dan nam de kans dat hij werd gepakt toe. Om te kijken of de crimineel dan ook echt werd aangehouden, werd met twee dobbelstenen gegooid. Als de pakkans bijvoorbeeld bij 1 controleur op een stille weg 60% was, dan werd de crimineel aangehouden als de grenswachter met de dobbelsteen een getal onder de (0,6*12=) 8(,4) gooide. Aan het eind van het spel, als x rondes zijn gespeeld, kun je kijken hoe vaak de crimineel de grens kon passeren; je kunt dit relateren aan de inzet van de grenswachters.

Tijdens de Yellow Cats sessie waren er vier teams actief. Opvallend was te zien dat de spelers verschillende strategieën hanteerden, ook wisselden van strategie, en wisselend succes hadden. Sommigen keken naar de kansverdelingen, de pakkansen, om hun inzet te bepalen. Anderen probeerden patronen te herkennen in het keuzegedrag van de crimineel. Anderen gingen ervan uit dat de crimineel uiteindelijk altijd de grote weg zou nemen, omdat zijn pakkans daar het kleinst is en sorteerden daar op voor.

Pakkansen

	Grote weg	**Kleine weg**	
Crimineel er door	100	100	0 politie
Crimineel er door	10	40	2 politie
Crimineel er door	30	50%	1 politie

Met de speltheorie kun je een optimale strategie berekenen. Volgens Nobel prijswinnaar Nash, een van de belangrijke onderzoekers in de speltheorie, ligt het optimum bij 64%. In 64% van de gevallen is de crimineel dan te stoppen. Dit is het optimum! Ook wel, het Nash optimum genaamd. Je achterhaalt het, door het experiment veelvuldig te herhalen of dit via een berekening te simuleren. Je bereikt het optimum door in 40% van de gevallen 2 grenswachters inzet langs de kleine en in 60% langs de grote weg, de pakkans op 64% komt te liggen. De grenswachters gelijkelijk verdelen over de wegen, blijkt niet handig te zijn.

Dit spel is een vereenvoudiging van de werkelijkheid. In de realiteit beschik je bijvoorbeeld niet over informatie over hoeveel criminelen de grens hebben kunnen passeren en zul je te maken hebben met veel meer wegen en veel meer marechaussees. Het aantal alternatieven om door te rekenen, kan hierdoor eenvoudig exploderen. Met tien wegen en twintig politieauto’s zijn er al twintig miljoen strategieën. Gelukkig zijn in dit soort situaties heel veel alternatieve strategieën te schrappen, omdat ze niet reëel zijn. Je kunt ook bedenken welke strategieën de tegenstander in zijn hoofd heeft en hier op voorsorteren, ook in de simulering.

Vraagstuk 2

In dit spel stond de museumpas van een aantal grote steden centraal. Het betrof een coöperatief spel, waarin musea in grote steden zowel individueel tickets verkochten als gezamenlijk een pas aanboden, waarmee tot al de musea toegang wordt verkregen. De centrale vraag in het spel was: hoe kanaliseren we de inkomsten uit de pas terug naar de musea. De eerste gedachte dat de inkomsten gedeeld worden door het totaal aantal bezoekers met pas, en dat elk museum een gelijke vergoeding krijgt voor elke bezoeker met pas, houdt geen stand. Ze wordt niet geaccepteerd door alle musea. Er zijn immers mensen die met een pas, slechts een museum bezoeken. Deze bezoeker heeft alleen interesse in de collectie van dat museum, en is het dan terecht dat de anderen moeten meedelen in de revenuen? Er zijn ook mensen die afkomen op het grote museum, bijvoorbeeld het Louvre, en dan ook, omdat ze toch een pas hebben, nog maar een museum in de buurt even aandoen. Heeft dat museum in de slipstream dan recht op een even groot gedeelte van de taart als het Louvre in dit geval? Om tot een eerlijke verdeling van de baten te komen, zou je moeten kijken naar wat de waarde is van een partij die aan het consortium wordt toegevoegd. In een spel met 3 bezoekers en 3 musea, kun je bepalen welke inkomsten binnenkomen als persoon a en b overblijven, c afvalt, als a, b en c overblijven, als a en c overblijven, etc. Dan zie je wat de bijdrage is van elk, bij uiteenlopende bezoekersaantallen en voorkeuren. Vervolgens zijn deze waarden terug te sluizen naar de partijen. Je kunt daarbij rekening houden met condities; elk museum moet meer overhouden aan de samenwerking, dan bij individueel opereren. Ook als zijn bijdrage aan het consortium kleiner is dan deze waarde, zal hij minimaal het bedrag bij zelfstandig handelen moeten krijgen, wil hij meedoen.

Er zijn condities zijn dat er geen core/geen samenwerkingsverdeling is te vinden die voor alle partijen meerwaarde opleveren

Dergelijke verdeelsleutels worden veelvuldig gehanteerd in bijvoorbeeld het groupagevervoer, maar ook bij Defensie: wie houdt welke reserve-onderdelen aan voor gemeenschappelijk gebruik en waar leggen we deze neer? Hoe verdelen we de baten van deze samenwerking over de partners?

Vraagstuk 3

In het derde vraagstuk ging het tussen het matching mechanisme van Boston en het algoritme van Shapley en Gale. We hebben ze toegepast op het schooltoelatingsvraagstuk (in Amsterdam). De jaarlijks terugkerende stoelendans, waarbij scholen moeten beslissen welke leerlingen ze aannemen, leidde elk jaar tot felle discussies. Ouders willen hun kind op hun favoriete school hebben en doen er alles aan om dit voor elkaar te krijgen. Hiertoe kan een gang naar de rechter behoren, maar ook 'vals spelen' (contacten gebruiken, andere voorkeuren opgeven in de gedachtegang zo meer kans te maken op een plek bij de school van je voorkeur). De slimme speler, de rijke ouder, de mondige ouder heeft hierdoor meer kans dat het kind op de voorkeursschool terechtkomt. Het levert voor iemand die naar een faire oplossing zoekt, een onwenselijke situatie op.

Een van de methoden om tot een meer rechtvaardige en optimale oplossing te komen, heet het Boston matching mechanisme. Het algoritme werkt als volgt. In de startsituatie geven zowel de studenten aan wie de voorkeur heeft, wie op plek 1, 2,…,n staat. Vervolgens gaat elke student naar de school van zijn of haar voorkeur. De keuze van de student is met andere woorden in eerste instantie leidend. Mocht er nu een situatie ontstaan waarin een school 2 studenten heeft die haar op plek 1 zetten, terwijl ze maar een plaats heeft, dan kijkt de school welke van de tweede studenten in zijn ogen het aantrekkelijkst is, de hoogste plaats inneemt in het ranglijstje. De afgewezen student komt dan terug op de 'markt' en gaat dan naar de school die op plaats 2 staat. Mocht dit weer leiden tot een capaciteitsprobleem, dan heeft de overboekte school weer het recht om te kiezen voor de meest aantrekkelijke kandidaat. Dit spel gaat door totdat er niemand meer terugvloeit naar de 'markt'.

Nadeel van dit mechanisme is dat er een oplossing denkbaar is waarbij niemand/bijna niemand geplaatst wordt bij de school van zijn voorkeur; scholen geen studenten hebben die hun eerste voorkeur hebben. Studenten die terecht komen bij de opleiding die zij op plek 10 hadden geplaatst, zullen ook niet gelukkig zijn; wil je dit? Shapley en Gale hebben het Boston mechanisme verbeterd om dit soort situaties te voorkomen. Zij hanteren een andere regel. Zij zoeken naar de combinatie van koppels (student, school) die de hoogste tevredenheid oplevert (de hoogste gecumuleerde rangscore). Het is een algoritme dat in Amsterdam nog wordt gehanteerd.

Tot slot

De uitgangspunten en methodes van speltheorie blijken, althans in mijn ogen, in de genoemde drie vraagstukken tot verbazingwekkend positieve resultaten te leiden. Niet alleen wat betreft de uitkomsten, de kwaliteit van de gemaakte keuzes, maar ook wat betreft het beslissingsproces. Door vooraf goed na te denken over wat we willen bereiken, hoe we strategische of tactische keuzes maken, rekening houdend met niet alleen onszelf, maar ook met anderen, en dit ook zichtbaar te maken (en zo mogelijk ook overeenstemming over te bereiken), maakt dat we onze besluitvorming verbeteren. We voorkomen discussies, liegen, gangen naar de rechter, dysfunctioneel handelen, verdelen baten eerlijker, duurzamer, weten betere uitkomsten te realiseren! Kortom, wie wil dit nu niet? Natuurlijk, speltheorie is in veel gevallen een versimpeling van de werkelijkheid. Maar de denkwijze helpt om ook complexere keuzevraagstukken beter aan te pakken. En als er veel op het spel staat, is inhuur van experts om de complexe vraagstukken te modelleren, te simuleren ook het overwegen waard.