Opdracht ‘Game theory’

Voor de eerste opdracht van het vak ‘Gedistribueerde software architecturen: verdiepende studie’ moeten we, binnen een gekozen probleemdomein, een concreet, strategisch scenario analyseren met speltheoretische concepten.

Het probleemdomein waarvoor wij hebben gekozen, is het gezelschapsspel Risk, een bordspel voor 2 tot 6 spelers. De opzet van het spel is om de hele wereld te veroveren. De wereld is opgedeeld in zes werelddelen en elke werelddeel bestaat uit een bepaald aantal gebieden. Elke speler bezit legers waarmee hij deze gebieden kan bezetten. Een gebied bezet door een of meerdere legers van een speler is in het bezit van die speler. Initieel zijn deze gebieden gelijk en willekeurig verdeeld onder de spelers. Een speler kan bijeenkomende gebieden veroveren door aangrenzende vijandige gebieden aan te vallen en de aanwezige legers te verslaan. Als een speler alle gebieden heeft veroverd, wint hij het spel.

Voor de officiële spelregels refereren we naar [1].

Inhoudsopgave

[1 Scenario 1 3](#_Toc385513743)

[1.1 Beschrijving 3](#_Toc385513744)

[1.2 Gemaakte abstracties 3](#_Toc385513745)

[1.3 Speltheoretische analyse 4](#_Toc385513746)

[1.3.1 Rationalizability 4](#_Toc385513747)

[1.3.2 Strategic game with vNM preferences 4](#_Toc385513748)

[1.3.3 Maxminimization 6](#_Toc385513749)

[2 Scenario 2 6](#_Toc385513750)

[2.1 Beschrijving 6](#_Toc385513751)

[2.2 Gemaakte abstracties 7](#_Toc385513752)

[2.3 Speltheoretische analyse 7](#_Toc385513753)

[2.3.1 Strategic game with ordinal preferences 7](#_Toc385513754)

[2.3.2 Rationalizability 9](#_Toc385513755)

[2.3.3 Repeated games 9](#_Toc385513756)

[3 Geciteerde werken 11](#_Toc385513757)

[4 Bijlagen 12](#_Toc385513758)

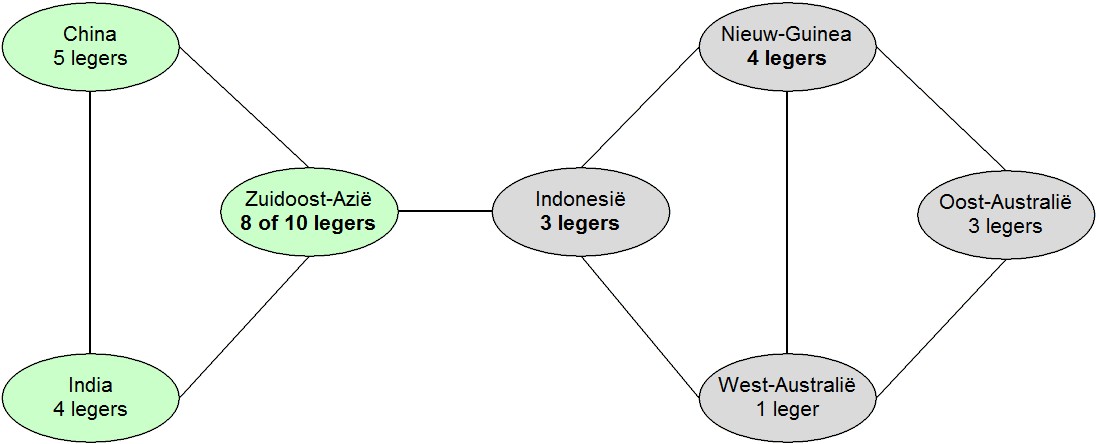
[4.1 Bijlage 1: MATLAB-code 12](#_Toc385513759)

1. Scenario 1
   1. Beschrijving

Het eerste scenario gaat over het al dan niet aanvallen van vijandige gebieden in een ronde. We bekijken dit vanuit het perspectief van twee spelers die aangrenzende gebieden bezitten. We noemen deze spelers speler 1 en speler 2. Speler 1 is eerst aan de beurt en dan pas speler 2. De situatie is zo dat speler 2 heel het continent Australië bezit en hierdoor legers continentbonus krijgt. Speler 1 kan een van de landen van Australië aanvallen en overweegt dit te doen om ervoor te zorgen dat speler 2 de continentbonus niet meer krijgt.

Speler 1 heeft op Zuidoost-Azië legers staan en heeft de keuze uit: Indonesië aanvallen, Indonesië niet aanvallen of versterkt aanvallen met legers. Hij kan dus zijn legers in Zuidoost-Azië versterken met legers maar het feit dat hij dan ergens anders niet kan versterken, kost hem in zijn ogen leger. Dit wordt verrekend in de utility-waarden.

Speler 2 heeft op Indonesië, het aangrenzende gebied, legers staan en kan dit gebied ofwel altijd proberen te heroveren indien speler 1 het veroverd heeft, ofwel nooit proberen te heroveren met zijn legers die op Nieuw-Guinea staan. De concrete situatie wordt in weergegeven:

****

Figuur : Concrete spelsituatie van scenario 1

* 1. Gemaakte abstracties

De belangrijkste abstracties die we maken zijn de volgende:

* Spelers hebben slechts een beperkt aantal speelopties. Normaal gezien hebben spelers oneindig veel opties. Maar het is wel mogelijk dat er zich een situatie voordoet waarbij de andere opties in de ogen van de spelers verwaarloosbaar zijn. In dit geval geeft de analyse van de voorgestelde situatie een bruikbare uitkomst.
* We geven spelers niet de keuze om te stoppen met aanvallen eens ze begonnen zijn. Dit wil zeggen dat speler 1, indien hij aanvalt, zou blijven aanvallen ook al heeft hij bijvoorbeeld nog maar legers om aan te vallen en speler 2 legers om te verdedigen.
* Speler 2 heeft geen interesse om te wachten op wat speler 1 doet, om zijn strategie te bepalen. Op deze manier kunnen de strategieën van beide spelers gelijktijdig gekozen worden.

* 1. Speltheoretische analyse

We kunnen de beschreven situatie modeleren met een utility tabel. De utility-waarde drukt uit wat het verschil is in het huidige en het toekomstige verwachte aantal legers in vergelijking met de situatie voor de ronde. De gebruikte formule is gebaseerd op de heuristiek uit [2].

We definiëren de volgende symbolen:

* en : het aantal troepen van speler i, respectievelijk voor en na de ronde
* en : het aantal landen van speler i, respectievelijk voor en na de ronde
* en : de verwachte continentbonus voor speler i, respectievelijk voor en na de ronde

We kunnen de utility van een actieprofiel beschrijven als:

Dit betekent dat de utility voor speler 1 gelijk is aan:

Wanneer we deze utility-waarden berekenen met behulp van Monte Carlo-simulatie, dan krijgen we de tabel hieronder. De MATLAB-code die we hiervoor gebruikt hebben, vindt u terug in bijlage. Deze code is gebaseerd op de code uit [3].

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | Speler 1 | |  | |
| Indonesië Aanvallen (A) | | Indonesië Niet Aanvallen (NA) | | Versterkt Aanvallen (VA) |
| Speler 2 | Indonesië proberen Heroveren  indien veroverd (H) | ; | | ; | | ; |
| Indonesië Nooit proberen Heroveren (NH) | ; | | ; | | ; |

* + 1. Rationalizability

We zien in de tabel hierboven dat, wanneer speler 1 kiest om niet aan te vallen, de utility voor beide spelers steeds 0 zal zijn. Dit komt doordat er dan niks verandert in de situatie. We zien ook dat in alle andere gevallen speler 1 een strikt positieve utility heeft. Dit wil zeggen dat de optie NA strikt gedomineerd wordt door de andere opties voor speler 1. Deze keuze is dus niet rationeel en dus ook zeker niet rationaliseerbaar. Daarom kunnen we de keuze wegabstraheren bij het berekenen van het equilibrium.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | Speler 1 | |
| q | 1-q |
| A | VA |
| Speler 2 | p | H | ; | ; |
| 1-p | NH | ; | ; |

Door de tweede kolom te schrappen krijgen we de volgende tabel:

We zien nu dat er zowel voor speler 1 als voor speler 2 geen strikt of zwak gedomineerde acties zijn en dat alle acties dus rationaliseerbaar zijn. Verder zien we ook dat dit een zero-sum game is en dus ook strikt competitief.

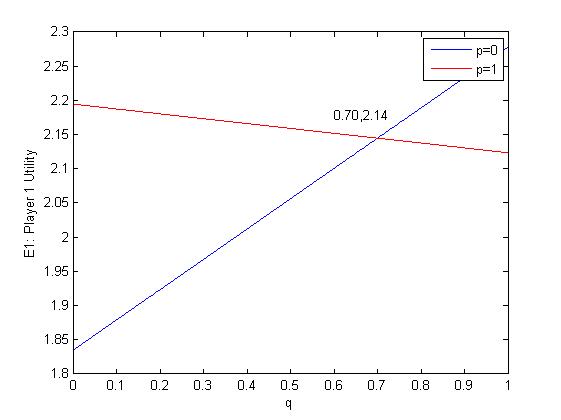
* + 1. Strategic game with vNM preferences

We gaan eerst na of we een pure strategy Nash equilibrium kunnen vinden. We zien al snel dat dit niet bestaat. Er is immers geen actieprofiel waarbij geen enkele speler van strategie wil veranderen als de andere speler bij dezelfde strategie blijft. We gaan dus onmiddellijk over op het zoeken naar een mixed strategy Nash equilibrium.

Om dit Nash equilibrium te berekenen, bekijken we de verwachte utility voor speler 1:

Voor een Nash equilibrium zal voor beide pure strategies van speler 2 hetzelfde zijn:

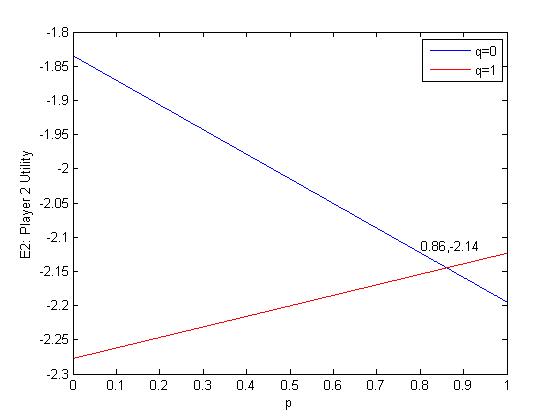
Op zien we de utility van speler 1 geplot ten opzichte van de waarde van q voor de 2 pure strategies van speler 2.



Figuur 2: Utility van speler 1 t.o.v. q voor de pure strategies van speler 2

Dan bekijken we hetzelfde voor speler 2:

Op zien we de utility van speler 2 geplot ten opzichte van de waarde van p voor de 2 pure strategies van speler 1.



Figuur 3: Utility van speler 2 t.o.v. p voor de pure strategies van speler 1

Na het berekenen zien we dus dat we 1 Nash equilibrium hebben met en . Dit wil zeggen dat speler 1 een mixed strategy heeft waarbij hij vaker voor aanvallen (A) i.p.v. versterkt aanvallen (VA) zal kiezen. Speler 2 zal veel vaker voor heroveren (H) i.p.v. niet heroveren (NH) kiezen. De verwachte utility voor speler 1 zal zijn en die voor speler 2 zal zijn.

* + 1. Maxminimization

Aangezien dit een strikt competitief spel is, zouden we ook dezelfde uitkomst bekomen zijn indien de spelers een maxminimization tactiek hadden toegepast. Met andere woorden: de uitkomst lost de volgende formule op waarbij de mixed strategy van speler voorstelt en de payoff functie van speler in functie van zijn eigen mixed strategy en die van de andere speler:.

1. Scenario 2
   1. Beschrijving

Het gezelschapsspel Risk laat spelers vrij om in onderlinge overeenstemming om het even welke afspraak te maken. Zo kunnen spelers bijvoorbeeld afspreken om elkaars grensgebieden niet aan te vallen gedurende een aantal rondes of om samen een werelddeel dat in het bezit is van een andere speler, te veroveren.

Wij beschouwen in deze context het volgende scenario: in een spel van 3 tot 6 spelers overwegen 2 spelers om samen te werken. Ze kunnen beslissen om samen te werken totdat ze de enige resterende spelers zijn, om samen te werken met het idee de andere speler op een strategisch gekozen moment aan te vallen of om simpelweg niet samen te werken. Als ze beiden kiezen voor de eerste optie, dan hebben ze ten opzichte van de overige spelers die geen afspraken maken, meer kans om het spel te winnen. Als de ene speler kiest voor de eerste optie en de andere speler kiest voor de tweede optie, dan heeft de laatste speler ten koste van de eerste speler een zeer grote kans om het spel te winnen. Als beide spelers kiezen voor de tweede optie of als minstens een speler kiest voor de derde optie, dan heeft geen van beide spelers een voordeel ten opzichte van de overige spelers.

* 1. Gemaakte abstracties

Dit scenario is gebaseerd op een spelsituatie die beschreven wordt in [4]. Dit boek behandelt speelstrategieën voor het bordspel Risk en maakt hierbij gebruik van speltheoretische concepten zoals het Prisoner’s Dilemma en het Repeated Prisoner’s Dilemma[[1]](#footnote-2). Om deze twee concepten te kunnen toepassen op een concrete spelsituatie van Risk moeten we de verschillen[[2]](#footnote-3) tussen de twee spelletjes wegabstraheren. Daarom hebben we de volgende beperkingen aan het scenario gesteld en de volgende assumpties gemaakt:

* We beschouwen 2 spelers in een spel van 3 tot 6 spelers.
* De 2 spelers kunnen enkel samenwerken met elkaar en niet met de overige spelers.
* De overige spelers werken nooit met elkaar samen.
* Enkel de 2 spelers kunnen zelf hun kans om het spel te winnen beïnvloeden. De kans van de overige spelers om het spel te winnen volgt hier logischerwijs uit.
* Spelers krijgen geen bonuskaarten voor het veroveren van gebieden.
* Het gebruik van dobbelstenen om individuele veldslagen te beslissen, heeft geen beduidende invloed op de uiteindelijke afloop van het spel.
  1. Speltheoretische analyse
     1. Strategic game with ordinal preferences

Spelers: 2 spelers

Acties:

De verzameling van acties voor elke speler is met

: De speler wil Samenwerken met de andere speler en hem Niet Verraden.

: De speler wil Samenwerken met de andere speler en hem Verraden.

: De speler wil Niet Samenwerken met de andere speler.

Actieprofielen:

Voorkeuren:

Speler 1 heeft de volgende voorkeuren, van goed naar slecht geordend:

Speler 2 heeft de volgende voorkeuren, van goed naar slecht geordend:

Voor speler 1 kiezen we nu een payoff functie zodat

Analoog, kiezen we voor speler 2 een payoff functie zodat

Een voorbeeldspecificatie voor speler 1 is

Indien beide spelers in een gelijkaardige situatie zitten en dus ongeveer evenveel legers en gebieden hebben en ongeveer evenveel extra legers per beurt krijgen, zullen de payoffs voor de overeenkomstige actieprofielen dezelfde zijn. Het spel is dan symmetrisch want voor elke actie geldt en voor elk koppel acties ( met geldt . Indien beide spelers in een sterk verschillende situatie zitten, zullen de payoffs voor de overeenkomstige actieprofielen verschillen en zal het spel dus niet symmetrisch zijn.

We kiezen hier voor het eerste geval. De voorbeeldspecificatie voor speler 2 is dan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Speler 2 | | |
|  |  | SNV | SV | NS |
| Speler 1 | SNV | ; | ; | ; |
| SV | ; | ; | ; |
| NS | ; | ; | ; |

Grafisch weergegeven in een payoff tabel:

Het spel is geen zero-sum game noch een constant-sum game want de som van de payoffs is 0 of 1.

We bepalen de best response van speler 1 voor elke actie van speler 2. Indien speler 2 voor SNV kiest, is SV de best response van speler 1. Indien speler 2 voor SV kiest, zijn SV en NS de best responses van speler 1. Indien speler 2 voor NS kiest, is elke actie van speler 1 een best response. De best responses van speler 2 voor de acties van speler 1 zijn volledig analoog.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Speler 2 | | |
|  |  | SNV | SV | NS |
| Speler 1 | SNV | ; | ; \* | \*; |
| SV | \*; | \*; \* | \*; \* |
| NS | ; \* | \*; \* | \*; \* |

De best responses van elke speler worden in de payoff tabel aangeduid met een asterisk.

We kunnen nu de Nash equilibria uit de payoff tabel lezen: de Nash equilibria zijn de cellen met twee asterisken. We zien dat er vier Nash equilibria zijn en . We spreken van een viervoudig Nash equilibrium. en zijn symmetrische Nash equilibria. en zijn niet symmetrisch. en zijn geen strikte Nash equilibria. Immers, indien speler voor SV kiest, zijn SV en NS de best responses van speler , en indien speler voor NS kiest, is elke actie van speler een best response.

Verder zien we in de payoff tabel dat bij beide spelers de acties SNV en NS zwak gedomineerd worden door de actie SV. Hieruit kunnen we besluiten dat de actie SV de enige rationele actie is. Een rationele Risk-speler probeert dus met andere spelers samenwerkingsakkoorden af te sluiten om deze akkoorden vervolgens op een strategisch gekozen moment te schenden en zo zijn eigen winstkansen te maximaliseren. Uit [4] blijkt dat spelers inderdaad enkel met andere spelers samenwerken om hen uiteindelijk met een verrassingsoffensief volledig te overrompelen. Omdat ervaren spelers dit maar al te goed beseffen en omdat het niet eenvoudig is om een wantrouwige speler in de luren te leggen, opteren zij in de praktijk voor de actie NS. Het Nash equilibrium wordt in de praktijk ingewisseld voor het Nash equilibrium

* + 1. Rationalizability

Zoals hierboven aangegeven, worden bij beide spelers de acties SNV en NS zwak gedomineerd door de actie SV. Indien we deze zwak gedomineerde acties in een keer uit de payoff tabel zouden elimineren, houden we het actieprofiel over. Het spel is dus dominance solvable. Indien we echter de zwak gedomineerde acties in meerdere stappen zouden elimineren, kunnen we ook andere actieprofielen bekomen.

***Geval 1***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Speler 2 | |
|  |  | SNV | SV |
| Speler 1 | SNV | 0,5; 0,5 | -0,75; 0,75 |
| SV | 0,75; -0,75 | 0; 0 |

Indien we bij beide spelers de actie NS elimineren, verkrijgen we de volgende payoff tabel:

De actie SNV wordt dan bij beide spelers strikt gedomineerd door de actie SV. Eliminatie van de actie SNV geeft ons terug het actieprofiel .

***Geval 2***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Speler 2 | |
|  |  | SV | NS |
| Speler 1 | SV | ; | ; |
| NS | ; | ; |

Indien we bij beide spelers de actie SNV elimineren, verkrijgen we de volgende payoff tabel:

Geen enkele actie bij geen enkele speler wordt nu nog strikt of zwak gedomineerd. We houden vier actieprofielen over , , en .

***Geval 3***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Speler 2 | |
|  |  | SV | NS |
| Speler 1 | SNV | ; | ; |
| SV | ; | ; |

Indien we bij de ene speler de actie NS elimineren en bij de andere speler de actie SNV elimineren, verkrijgen we een van de volgende payoff tabellen:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Speler 2 | |
|  |  | SNV | SV |
| Speler 1 | SV | ; | ; |
| NS | ; | ; |

In beide gevallen is bij beide spelers de actie SV zwak dominant. We kunnen nu ofwel de actie NS ofwel de actie SNV elimineren. Als we de actie NS elimineren, wordt de actie SNV een sterk gedomineerde actie die we ook kunnen elimineren. We houden uiteindelijk het actieprofiel over. Als we de actie SNV elimineren, zijn er geen sterk of zwak gedomineerde acties meer. We bekomen de actieprofielen en of de actieprofielen en .

* + 1. Repeated games

In de paragrafen hierboven hebben we het Prisoner’s Dilemma-concept toegepast om een enkel spelletje Risk te analyseren. In deze paragraaf gaan we een stap verder en passen we het Repeated Prisoner’s Dilemma-concept toe om een eindige reeks Risk-spelletjes te analyseren.

Maar vooraleer we dit doen, is het belangrijk op te merken dat het Repeated Prisoner’s Dilemma in tegenstelling tot het Prisoner’s Dilemma geen gebruikmaakt van ordinal preferences. De payoff functies kunnen dus niet zomaar uitgewisseld worden met payoff functies die de onderlinge ordening van de payoffs respecteren. De reden hiervoor is dat het Repeated Prisoner’s Dilemma een tijdsaspect kent en een speler hierdoor mogelijk voor een andere actie kiest. Beschouw bijvoorbeeld de volgende spelletjes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Speler 2 | |
|  |  | A | B |
| Speler 1 | A | ; | ; |
| B | ; | ; |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Speler 2 | |
|  |  | A | B |
| Speler 1 | A | ; | ; |
| B | ; | ; |

Als we de payoffs beschouwen als ordinal preferences, zijn de spelletjes aan elkaar gelijk. Maar zoals hieronder blijkt, is dit niet zo in het geval van repeated games.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Scenario | Payoff linkse tabel | Payoff rechtse tabel |
| Speler 1: A – A – A  Speler 2: B – A – A |  |  |
| Speler 1: B – B – B  Speler 2: B – B – B |  |  |
|  | Speler 1 verkiest het 1ste scenario | Speler 1 verkiest het 2de scenario |

In het geval van repeated games zijn spelletjes met verschillende payoffs enkel aan elkaar gelijk als er eenzelfde lineair verband bestaat tussen hun overeenkomstige payoffs. Met dit in het achterhoofd kunnen we de payoffs van een spel beschouwen als de percentuele kansen om het spel te winnen en de som van de overeenkomstige payoffs van een eindige reeks spelletjes als de percentuele kansen om alle spelletjes en bij uitbreiding zoveel mogelijk spelletjes te winnen.

We beschouwen het geval dat twee spelers een eindig aantal spelletjes spelen en hierbij de keuze hebben tussen de acties SNV en SV. Stel dat beide spelers altijd de actie SNV kiezen. Dan kan elke speler zijn payoff in het laatste spel vergroten door de actie SV te kiezen. Als een van de twee spelers dit effectief doet, stijgt zijn payoff en daalt de payoff van de andere speler. De andere speler moet dan om zijn payoff in het laatste spel te vergroten, ook de actie SV kiezen. Bijgevolg stijgt de payoff van de laatste en daalt de payoff van de eerste. De payoffs van beide spelers zijn terug in evenwicht. Aangezien beide spelers in het laatste spel de actie SV kiezen, hebben ze elk de mogelijkheid om hun payoff in het voorlaatste spel vergroten door de actie SV te kiezen. Het verhaal herhaalt zich en beide spelers kiezen ook in het voorlaatste spel de actie SV. Op die manier blijft het verhaal zich verhalen en kiezen beide spelers in alle spelletjes de actie SV. is dus een Nash equilibrium.

We beschouwen nu het geval dat twee spelers een eindig aantal spelletjes spelen en hierbij de keuze hebben tussen de acties SV en NS. Stel dat beide spelers altijd de actie NS kiezen. Dan kan elke speler in elk individueel spelletje zijn actie NS wijzigen in de actie SV zonder zijn payoff en zonder de payoff van de andere speler te wijzigen. De twee spelers kunnen in alle spelletjes de actie SV kiezen. Ze kunnen natuurlijk ook hun acties ongewijzigd laten en in alle spelletjes de actie NS kiezen. Verder is het mogelijk dat in alle spelletjes de ene speler altijd de actie NS kiest en de andere speler altijd de actie SV kiest. , , en zijn dus Nash equilibria.

Hieruit kunnen we afleiden dat wanneer twee spelers een eindig aantal spelletjes spelen en hierbij de keuze hebben tussen de acties SNV, SV en NS, er altijd exact vier Nash equilibria zijn: , , en . Immers, elke mogelijke combinatie van acties in het laatste spel en bij uitbreiding in alle spelletjes kan in een of meerdere stappen omgezet naar een van deze vier Nash equilibria.

Aangezien in elk individueel spel bij beide spelers de acties SNV en NS zwak gedomineerd worden door de actie SV, kunnen we besluiten dat een rationele Risk-speler altijd probeert met andere spelers samenwerkingsakkoorden af te sluiten om deze akkoorden vervolgens op een strategisch gekozen moment te schenden en zo zijn kans om alle spelletjes en bij uitbreiding zoveel mogelijk spelletjes te winnen. Zoals hierboven aangehaald en verklaard, opteren ervaren spelers in de praktijk niet voor de actie SV maar de actie NS en wordt het Nash equilibrium ingewisseld voor het Nash equilibrium .

We zouden ook het Repeated Prisoner’s Dilemma-concept kunnen toepassen op een oneindige reeks Risk-spelletjes maar de redeneringen die hiervoor noodzakelijk zijn, en de conclusies die hieruit getrokken kunnen worden, zijn volledig analoog aan die van het Repeated Prisoner’s Dilemma. Zo blijkt uit [4] dat de tit-for-tat strategie in de praktijk een zeer efficiënte strategie is om zoveel mogelijk spelletjes van een reeks Risk-spelletjes te winnen maar enkel en alleen indien het totale aantal Risk-spelletjes niet gekend is.

1. Geciteerde werken

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | [Online]. Available: http://www.hasbro.com/common/instruct/risk.pdf. |
| [2] | K. Knudsen, „Impact of Collusion and Coalitions in RISK,” [Online]. Available: https://www.cs.umd.edu/Grad/scholarlypapers/papers/Knudsen.pdf. [Geopend 27 Maart 2014]. |
| [3] | G. Robinson, „The Strategy of Risk,” 2009. [Online]. Available: http://web.mit.edu/sp.268/www/risk.pdf. [Geopend 27 maart 2014]. |
| [4] | E. Honary, Total Diplomacy: The Art of Winning Risk, Charleston, Verenigde Staten van Amerika: BookSurge, 2007. |

1. Bijlagen
   1. Bijlage 1: MATLAB-code

function [P1Utility1,P1Utility2]=secondRound(A,D,A2)

close all

simnum=100000;%10000

n=1;

%3 rijen voor 3 attack ronden.

Wins=[0,0;0,0;0,0];

P1Survivors=[0,0,0];

P2Survivors=[0,0,0];

while n<=simnum

[AttackT(1),DefendT(1)]=attackToDeath(A,D);

if DefendT(1)>0%Speler 2 heeft de 1e aanval overleeft.

Wins(1,2)=Wins(1,2)+1; %wins(1,2) betekent het aantal keer dat speler 2 de eerste aanval overleeft heeft.

P2Survivors(1)=P2Survivors(1)+DefendT(1);

else

Wins(1,1)=Wins(1,1)+1;

P1Survivors(1)=P1Survivors(1)+AttackT(1);

D2=AttackT(1)-1;%als de aanvaller wint, zal hij 1 troep moeten overlaten en kan hij met de rest verdedigen op het ingenomen land.

[AttackT(2),DefendT(2)]=attackToDeath(A2,D2);

if DefendT(2)==0

Wins(2,2)=Wins(2,2)+1;

P2Survivors(2)=P2Survivors(2)+AttackT(2);

else %als speler 1 miraculeus genoeg de tegenaanval overleeft

Wins(2,1)=Wins(2,1)+1;

P1Survivors(2)=P1Survivors(2)+DefendT(2);

end

end

n=n+1;

end

A1WinPCT=Wins(1,1)/ simnum; %de kans dat in ronde 1 de aanval van speler 1 lukt

A2WinPCT=Wins(2,2)/ (Wins(2,1)+Wins(2,2)); %de kans dat speler 2 wint als hij terug aanvalt

P1Survivors;

Wins(1:end,1);

MedP1Survivors=P1Survivors./transp(Wins(1:end,1));%het gemiddeld aantal legers dat een winnende confrontatie overleefd heeft.

%Voor index 1 is dat voor speler 1 een aanval op L2 en

%index 2 geeft de beurt van speler 2 aan waarin er terug aangevallen wordt.

P2Survivors;

Wins(1:end,2);

LandUtil=8/3;

MedP2Survivors=P2Survivors./transp(Wins(1:end,2));

P1ArmiesLost=-1\*((1-A1WinPCT)\*(-A+1)+ A1WinPCT\*(A2WinPCT\*(-A+1)+(1-A2WinPCT)\*(-A+1+MedP1Survivors(2))));

P2ArmiesLost=-1\*((1-A1WinPCT)\*(-D+MedP2Survivors(1))+A1WinPCT\*(A2WinPCT\*(-A2-D+MedP2Survivors(2)+1)+(1-A2WinPCT)\*(-A2-D+1)));

ArmyDiff=-P1ArmiesLost+P2ArmiesLost;

P1Utility2= ArmyDiff+(A1WinPCT)\*(1-A2WinPCT)\*LandUtil;

P1ArmiesLost=-1\*((1-A1WinPCT)\*(-A+1)+ A1WinPCT\*(-A+MedP1Survivors(1)));

P2ArmiesLost=-1\*((1-A1WinPCT)\*(-D+MedP2Survivors(1))+A1WinPCT\*(-D));

ArmyDiff=-P1ArmiesLost+P2ArmiesLost;

P1Utility1= ArmyDiff+(A1WinPCT)\*LandUtil;

end

function [P1Left,P2Left]=attackToDeath(A,D)

AttackTroop = zeros(ceil(A)+ceil(D)-1,1);

DefendTroop = zeros(ceil(A)+ceil(D)-1,1);

AttackTroop(1) = floor(A)-1;

if(rand<A-floor(A))

AttackTroop(1)=AttackTroop(1)+1;

end

DefendTroop(1) = floor(D);

if(rand<(D-floor(D)))

DefendTroop(1)=DefendTroop(1)+1;

end

i=2;

AttackT= AttackTroop(1);

DefendT=DefendTroop(1);

while AttackTroop(i-1)>0 && DefendTroop(i-1)>0

if AttackTroop(i-1)<=3

xa=AttackTroop(i-1);

else

xa=3;

end

if DefendTroop(i-1)<=2

xd=DefendTroop(i-1);

else

xd=2;

end

Dice = min(xa,xd);

a = 6\*rand(1,xa);

AttackDice=sort(ceil(a),'descend');

d = 6\*rand(1,xd);

DefendDice=sort(ceil(d),'descend');

ADice(1)=AttackDice(1);

DDice(1)=DefendDice(1);

if ADice(1)>DDice(1)

DefendT=DefendTroop(i-1)-1;

AttackT=AttackTroop(i-1);

else

AttackT=AttackTroop(i-1)-1;

DefendT=DefendTroop(i-1);

end

if Dice==2

ADice(2)=AttackDice(2);

DDice(2)=DefendDice(2);

if ADice(2)>DDice(2)

DefendT=DefendT-1;

else

AttackT=AttackT-1;

end

end

AttackTroop(i)=AttackT;

DefendTroop(i)=DefendT;

i=i+1;

end

P1Left=AttackT+1;

P2Left=DefendT;

end

1. Het Repeated Prisoner’s Dilemma wordt ook wel het Iterated Prisoner's Dilemma genoemd. [↑](#footnote-ref-2)
2. Een van deze verschillen is het competitief element. In het Prisoner’s Dilemma is een speler enkel geïnteresseerd in het aantal jaren gevangenisstraf die hij krijgt. Het aantal jaren gevangenisstraf die de andere speler krijgt, speelt geen enkele rol. In Risk daarentegen is een speler geïnteresseerd in zijn kans om het spel te winnen. Deze kans hangt af van het strategische voordeel dat de speler heeft ten opzichte van alle andere spelers. Het aantal legers dat elke speler heeft en per beurt krijgt, het aantal gebieden dat elke speler heeft en verovert, en de werelddelen die elke speler heeft en verovert, zijn van tel. Een ander verschil is de geluksfactor. In het Prisoner’s Dilemma wordt er niets bepaald door het toeval. Een speler die voor een bepaalde actie kiest, kent de mogelijke payoffs van deze actie. In Risk daarentegen krijgt een speler bonuskaarten voor het veroveren van gebieden die hem extra legers en dus een bijkomend strategisch voordeel kunnen opleveren. Verder worden in Risk veldslagen uitgevochten met behulp van twee of meerdere dobbelstenen. [↑](#footnote-ref-3)