

# VU Research Portal

## Externalities and Cooperation in Algorithmic Game Theory

de Keijzer, B.

2014

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

de Keijzer, B. (2014). *Externalities and Cooperation in Algorithmic Game Theory*. [PhD-Thesis – Research external, graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam]. VU University.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# Samenvatting

**Nederlandse vertaling titel:** *Externaliteiten en Samenwerking in Algoritmische Speltheorie.*

Dit proefschrift behandelt onderzoek in algoritmische speltheorie, uitgevoerd door de auteur en verschillende andere mede-onderzoekers. Algoritmische speltheorie is een onderzoeksgebied dat in de intersectie van economie, wiskunde, en informatica ligt. Het gebied omvat de combinatie van speltheorie (de studie van conflictmodellen en het maken van strategische beslissingen) en theoretische informatica. Het object dat centraal staat in speltheorie is het *spel*, hetgeen een abstractie is van een situatie waarin meerdere autonome entiteiten (genaamd *spelers*) participeren door het maken van autonome beslissingen.

De onderwerpen die in het proefschrift besproken worden draaien om de concepten van samenwerking, externaliteiten, en algemener gezegd: “met-anderen-rekeninghoudend gedrag”. De motivatie achter de studie van deze onderwerpen is de observatie dat de gebruikelijke aanname (in klassieke speltheorie) dat spelers zich perfect rationeel gedragen, en in isolatie opereren, vaak inaccuraat is: in veel realistische scenarios bevinden de spelers zich in een sociale context en zijn de spelers in staat om met elkaar samen te werken.

We onderzoeken speltheoretische modellen waarin de concepten van samenwerking en externaliteiten geïncorporeerd zijn, of een dergelijke incorporatie toestaan. We zijn vervolgens geïnteresseerd in de impact die dit heeft op verscheidene gevestigde begrippen en resultaten binnen de algoritmische speltheorie. Een van de meer prominente noties die we bestuderen is de *prijs van anarchie*: een manier om de slechtst mogelijke kwaliteit van een *evenwicht* (i.e., grof weg een “stabiele uitkomst”) van een spel te meten. Een ander prominent thema wordt gevormd door de gevolgen van externaliteiten op algoritmische problemen. Er worden bovendien enkele gerelateerde onderwerpen bestudeerd: verschillende problemen in coöperatieve speltheorie staan centraal in de laatste hoofdstukken van het proefschrift, en de prijs van anarchie in *multi-unit* veilingen in het tweede hoofdstuk van het proefschrift.

De belangrijkste resultaten en inzichten die verkregen worden in dit proefschrift zijn hieronder geschetst.

- Bovengrenzen en ondergrenzen op de prijs van anarchie van multi-unit veilingen. We bewijzen dat de bovengrenzen optimaal zijn met respect tot de huidige bekende technieken.
- Een asymptotische karakterisatie van de prijs van anarchie van *lineaire bottle-*

*neck congestiespellen* wanneer samenwerking tussen de spelers mogelijk is. Lineaire bottleneck congestiespellen vormen een klasse spellen die onder andere taakverdelingsscenario's modelleren, waarin meerdere autonome deelnemers een aantal taken moeten plannen op een verzameling machines.

- The prijs van anarchie van verscheidene spellen kan slechter worden wanneer spelers zich altruïstischer gedragen, en het is mogelijk om scherpe bovengrenzen af te leiden op de prijs van anarchie, voor enkele belangrijke spelklassen, door middel van een extensie op een bekende en veelgebruikte techniek.
- Dezelfde ideeën kunnen gebruikt worden voor een algemener scenario waarin spelers een bepaalde speler-specifieke houding hebben naar andere spelers. Voor vele van zulke *sociale contexten* kunnen we aantonen dat enkele grote spelklassen een lage prijs van anarchie hebben.
- Het is mogelijk om de verzameling van evenwichten en de prijs van anarchie van inkoopveilingen op precieze wijze te karakteriseren, in situaties waar de spelers in de veiling een afgunstige houding tegen elkaar hebben.
- Er bestaan efficiënte algoritmes die strategieprofielen van hoge kwaliteit vinden in congestiespellen waarin spelers positieve externaliteiten hebben voor sets van andere spelers. Congestiespellen vormen een spelklasse die allerlei situaties modelleren waarbij er sprake is van een verzameling hulpbronnen waar de spelers gebruik van kunnen maken. De kwaliteit van de prestatie van deze hulpbronnen hangt af van de verzameling spelers die er gebruik van maken.
- Voor huizenmarkten bestaat er een grote en eenvoudige familie van mechanismes die allocaties genereren van huizen aan spelers, met een grote verzameling belangrijke goede eigenschappen. Bovendien bestaat er een eerder geïntroduceerd mechanisme voor huizenmarkten die binnen deze klasse valt, waarvan we kunnen bewijzen dat hij helaas geen goede tijdscomplexiteit heeft.
- Het berekenen van de beste structuur waarin een groep van spelers met elkaar kan samenwerken is moeilijk in het algemeen, maar makkelijk voor een aantal speciale gevallen. Een van de belangrijkste van zulke gevallen is wanneer het aantal spelertypes begrensd is, en het bekend is welke speler van welk type is.
- De moeilijkheid van het berekenen van de Shapley-waarde in een *matchingspel* kan volledig gekarakteriseerd worden. De Shapley-waarde biedt een belangrijke methode voor het verdelen van een waarde onder een set van samenwerkende spelers. Matchingspellen vormen een klasse coöperatieve spellen die inzicht bieden in verscheidene veilingen en scenario's die betrekking hebben op het toewijzen van taken en andere objecten.