

University of Groningen

Coexistence of competing strategies in evolutionary games

Zhang, Jianlei

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2015

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Zhang, J. (2015). *Coexistence of competing strategies in evolutionary games*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

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.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

Wetenschappers zijn al jaren geïnterigeerd door samenwerking. In onze maatschappij, maar ook overal in het dierenrijk, kunnen tal van voorbeelden worden gevonden waarbij individuen met elkaar samenwerken. Onderzoek aan samenwerking wordt gekenmerkt door vele disciplines: biologie, sociologie, natuurkunde, computer wetenschappen en economie. Ieder van deze disciplines bestudeert het fenomeen van samenwerking met een eigen aanpak. Nieuwe inzichten ontstaan vaak wanneer deze vakgebieden met elkaar in aanraking komen. Redenerend vanuit de evolutie is het vaak moeilijk te verklaren waarom individuen samenwerken. Waarom zou een individu een kostbare samenwerking aangaan, terwijl hij het risico loopt dat de interactie partner louter profiteert van deze samenwerking en niets bijdraagt? Individuen die niet samenwerken kunnen op deze manier misbruik maken van individuen die zich coöperatief opstellen. Veel maatschappelijke problemen zijn inderdaad het gevolg van dit soort problemen, waarbij individuen die niet bijdragen aan de groep kunnen profiteren van coöperatieve individuen in de groep. Desalniettemin zijn er veel voorbeelden waarbij individuen samenwerken zonder problemen.

Samenwerking wordt vaak bestudeert door middel van spel theorie, hierbij spelen verschillende individuen een spel, waarbij ze kunnen kiezen om samen te werken of niet. De opbrengsten van een dergelijk spel zijn vaak het hoogst wanneer beide individuen samenwerken, maar ieder individu kan meer verdienen dan zijn interactie partner door ervoor te kiezen niet samen te werken. De vraag is hoe met een dergelijk spel samenwerking toch behouden kan blijven in de populatie. Geïnspireerd

door het werk in de twee groepen ('Theoretical Biology Group' en 'Network Analysis and Control Group' aan de Rijksuniversiteit van Groningen) waarbij ik mijn promotie onderzoek gedaan heb, heb ik modellen ontwikkeld voor het bestuderen van samenwerking. Ik maak gebruik van principes uit de spel theorie en bestudeer de interacties tussen individuen, die deel uit maken van een complex netwerk. Het centrale doel van dit proefschrift is om te begrijpen hoe verschillende strategieën competieren en coïxisteren in een populatie door middel van theoretische en empirisch aanpak.

In het eerste deel van dit proefschrift maken we een basis model. We stellen voor dat individuen elkaars gedrag kopiëren met een bepaalde kans. In vele modellen wordt uitgegaan dat individuen veel informatie hebben over elkaars strategieën en success, deze informatie beïnvloedt welke strategieën worden gekopieerd (bijvoorbeeld a.d.h.v. evolutionaire of culturele processen). In werkelijkheid hebben individuen echter zeer gelimiteerde informatie over hun interactie partners. Het is daarom aannemelijk dat in de meeste gevallen het onduidelijk is welke strategie de optimale is. In ons model kopiëren individuen elkaars strategie met een bepaalde kans, zonder er van uit te gaan dat individuen meer informatie over een dergelijke strategie hebben. We kijken vervolgens hoe verschillend strategieën met elkaar competieren en coïxisteren in gestructeerde populaties (hoofdstuk 2). Voor een nog algemenere implementatie van ons model, gaan we ervan uit dat niet alleen individuen met verschillende strategieën elkaar kunnen kopiëren, maar ook individuen met dezelfde strategie. Voor deze versie van het model kunnen we de resultaten analytisch berekenen (hoofdstuk 3). De modellen geven inzichten over hoe samenwerking behouden kan blijven in de populatie.

Een andere aanname die vaak wordt gemaakt in spel theorie is dat alle individuen even snel van strategie kunnen wisselen, m.a.w. de aanpassingssnelheid van individuen is identiek. In werkelijkheid is het echter aannemelijk dat individuen verschillen in hoe snel ze zich aanpassen aan hun interactie partners. In hoofdstuk 4 bestuderen we hoe heterogeniteit in de aanpassingssnelheid de dynamiek van het model beïnvloedt. Uiteindelijk, focussen we ons op twee aanpassingssnelheden: individuen die zich langzaam aanpassen en individuen die zich snel aanpassen. We bestuderen hoe individuen zich gedragen in verschillende spel theoretische dilemma's: 'prisoner's dilemma', 'snowdrift game' en 'stag-hunt game'. Afhankelijk van

hun strategie, krijgen individuen een opbrengst uit hun interactie met andere individuen. Individuen kopiëren elkaars gedrag met een bepaalde kans. De opbrengst uit de interacties beïnvloedt tevens de kans waarop individuen sterven en reproducieren. We laten zien dat de verschillende aanpassingssnelheden resulteren in een rijke dynamiek van het model, zeker in vergelijking met een implementatie waarbij alle individuen even snel van strategie kunnen wisselen. Bovendien geven deze modellen inzichten over de manieren waarop samenwerking bevorderd kan worden.

In de laatste hoofdstukken van dit proefschrift bestuderen we een grotere diversiteit aan strategieën. In plaats van twee strategieën - samenwerkende en niet samenwerkende individuen - voegen we een derde strategie toe aan ons model. Deze strategie betaald een bepaalde hoeveelheid vaste kosten, om zich zo weerbaar te maken tegen individuen die niet samenwerken. Je zou het kunnen zien als het afsluiten van een verzekering tegen potentiële verliezen. In hoofdstuk 5 bekijken we hoe een 'verzekerde' strategie samenwerking tussen individuen kan bevorderen. In aanwezigheid van verschillende strategieën kan de populatie naar verschillende evenwichten gaan. In hoofdstuk 6 bestuderen we de model parameters die van invloed zijn op de transities tussen deze evenwichten en de inzichten die het geeft voor het bevorderen en behouden van samenwerking.

De modellen in dit proefschrift laten zien hoe verschillende eigenschappen van belang kunnen zijn voor de samenwerking tussen individuen: de strategieën die individuen gebruiken, de kans waarmee ze hun strategie veranderen, de snelheid waarmee dat gebeurt en de interactie partners die individuen hebben. De belangrijkste vraag blijft echter, welke eigenschappen in werkelijkheid het meest doorslaggevend zijn. Uiteindelijk hopen we dat onze modellen bijdragen aan het verkrijgen van verdere inzichten, die de samenwerking tussen mensen in onze samenleving kunnen bevorderen.

