



Modelling and Estimation of Dynamic Instability in Complex Economic Systems

*J. Wang*

# Samenvatting (Summary in Dutch)

Dit proefschrift werpt licht op de aanhoudende discussie over de vraag of de economie gemodelleerd moet worden als een complex evoluerend systeem. Het introduceert een complexiteitsbenadering en probeert de onderliggende mechanismes van de dynamische instabiliteit in complexe economische systemen bloot te leggen. Soms zijn dit de eerste pogingen met deze benadering.

Daarnaast draagt dit proefschrift bij aan de aanhoudende discussies over de vroegtijdige detectie van financiële crises en over de weerslag van economisch beleid gebaseerd op complexiteit. Als complex systeem beschikt het economische systeem over de eigenschappen van complexe systemen. Dit proefschrift richt zich op drie kenmerken: kritische transities, catastrofetheorie en verwachtingen. De methodologische technieken die worden ontwikkeld en toegepast omvatten statistische tijdreeksanalyse en agent-gebaseerde modellering.

De voornaamste bijdrage van dit proefschrift is dat het de economie beschouwt als een complex evoluerend systeem met meerdere evenwichten en heterogene, begrensd rationele agenten die op elkaar reageren. Dit staat recht tegenover een representatief-agentmodel gebaseerd op de hypothese van rationele verwachtingen en een algemeen evenwicht, zoals in de conventionele economische theorie. Het gebruik van de complexiteitsbenadering verhoogt het begrip van de economie of het financiële systeem, en biedt in potentie een grote voorspellende kracht. Dit proefschrift is onderverdeeld in drie op zichzelf staande hoofdstukken.

Hoofdstuk 2 maakt gebruik van de notie genaamd “kritische vertraging” om kritische transities te detecteren in financiële markten. Hoofdstuk 3 behandelt catastrofetheorie in de vastgoedmarkt. Hoofdstuk 4 bestudeert verwachtingsvorming in een dynamische financiële markt met heterogene agenten. De gedetailleerde uitkomsten van elk hoofdstuk zijn als volgt. Hoofdstuk 2 verkent een complexiteitsbenadering voor de vroegtijdige detectie van financiële crises, om de tekortkomingen te herstellen van conventionele economische modellen waarmee de recente financiële crisis niet ontdekt kon worden. Het aansprekende idee van de benadering is om zogeheten “early warning signals” te construeren door het identificeren van kritische vertraging in tijdreeksobservaties. Dit wordt ondersteund door veelomvattend empirisch en experimenteel bewijs uit complexe systemen in de natuurwetenschappen (Dakos et al., 2008; Scheffer, 2009; Kefi et al., 2013). Als niet-lineair systeem is het financiële systeem meermaals aangemerkt als een belangrijk potentieel toepassingsgebied. Dit hoofdstuk beschouwt een aantal historische financiële crises in de zoektocht naar bewijs voor kritische vertraging voorafgaand aan beurskrachs. De vier onderzochte gevallen zijn Zwarte Maandag (1987), de Aziëcrisis (1997), het knappen van de internetzeepbel (2000) en de kredietcrisis (2008).

Er wordt bewijs gevonden voor early warning signals voorafgaand aan de crash op Zwarte Maandag in 1987; de resultaten voor de andere financiële crises zijn gemengd en insignifcant. Het hoofdstuk toont aan dat kritische vertraging mogelijk dienst zou kunnen doen als een aanvullende vroegtijdige waarschuwingsindicator van financiële crises.

Hoofdstuk 3 bestudeert een model met een zogeheten “doorncatastrofe” voor de vastgoedmarkt.

Onderzocht wordt of een doorncatastrofe plaatsvindt in de vastgoedmarkt door een stochastisch doorncatastrofemodel te fitten op data van de vastgoedmarkt. Dit is de eerste poging om catastrofetheorie toe te passen op data van de vastgoedmarkt. Uit de resultaten blijkt dat de dynamische instabiliteit van de vastgoedmarkt verklaard kan worden door te bestuderen hoe het gedragspunt beweegt over het doornevenwichtsoppervlak ten opzichte van controleparameters.

In het bijzonder kunnen de voorspellingen van het doorncatastrofemodel gebruikt worden als een instrument voor vroegtijdige detectie van vastgoedzeepbellen en -crashes, en als een leidraad voor rentebeleid.

Hoofdstuk 4 stelt het belang van verwachtingen in complexe economische systemen aan de orde, en richt zich op het verband tussen verschillende typen verwachtingen en vergoedingsregelingen. Er wordt een agent-gebaseerd model ontwikkeld om het dynamische gedrag te beschrijven van een financiële markt met beleggers en managers van beleggingsfondsen onder twee typen vergoedingsregelingen: gebaseerd op de omvang van het vermogen ("assetbased" contracten) en gebaseerd op de geleverde presentatie (prestatiecontracten). De fondsmanagers

zijn begrensd rationeel met trendvolgende en "contrarian" verwachtingen. Uit de resultaten blijkt dat verwachtingsvorming een belangrijke rol speelt in de dynamische stabiliteit. Waar trendvolgers altijd significante prijsfluctuaties tot stand brengen, die mogelijk leiden tot zeepbellen en krachs, brengen contrarian handelaren lichte schommelingen naar boven en beneden teweeg. Heterogene analyse toont aan dat de fondsmanagers met asset-based contracten de markt domineren en hogere opbrengsten genereren. Dit verklaart de huidige situatie waarin asset-based contracten de meest gangbare vorm van vergoedingsregelingen zijn bij adviesovereenkomsten tussen fondsmanagers en beleggers.

De algemene conclusie die uit dit proefschrift naar voren komt is dat complexiteit een belangrijke rol speelt in financiële markten en de economie, die voorgesteld wordt als een evoluerend systeem met meerdere evenwichten en verschillende typen heterogene, begrensd rationele agenten die op elkaar reageren. Door aandacht te hebben voor de complexiteitsdimensie en de dynamische instabiliteit in het complexe economische systeem te modelleren en te schatten, zijn we beter in staat de onderliggende mechanismes van het systeem te begrijpen en mogelijk ook de problemen met betrekking tot voorspellingen op te lossen.

De analyse en resultaten in dit proefschrift bieden succesvolle voorbeelden in het verschuiven van conventionele economische modellen naar een complexiteitsbenadering, die een veelbelovende richting voor toekomstig onderzoek blijkt te zijn. Een succesvolle complexiteitsbenadering voor financiële markten en de economie zou zich in de toekomst op verschillende aspecten kunnen richten: ten eerste, het construeren van een theoretisch kader door agentgebaseerde modellering, zoals modellen met heterogene agenten en netwerken; ten tweede, het ontwikkelen van empirische en statistische technieken om het complexiteitsgedrag van economische systemen te analyseren; ten derde, het opbouwen van ervaring en datasets van laboratoriumexperimenten om micro en macro aan elkaar te koppelen door het observeren van individueel en geaggregeerd gedrag van agenten. Bovendien kan het leveren van geavanceerde complexiteitsinstrumenten beleidsmakers helpen om efficiëntere detectiesystemen op te zetten voor financiële crises en om ervaring op te doen over de weerslag van monetair en macroeconomisch beleid gebaseerd op complexiteit.