



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## Maximum entropy models for financial systems

Almog, A.

### Citation

Almog, A. (2017, January 13). *Maximum entropy models for financial systems. Casimir PhD Series*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/45164>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/45164>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/45164> holds various files of this Leiden University dissertation.

**Author:** Almog, A.

**Title:** Maximum entropy models for financial systems

**Issue Date:** 2017-01-13

# Samenvatting

*Complexe systemen*, variërend van financiële markten tot de hersenen, hebben heterogene structuren en vertonen niet-stationaire dynamica. Deze karakteristieken manifesteren zich in de diversiteit van de elementen in het systeem en in gedrag dat verandert in de tijd. Indien men er in slaagt om het heterogene karakter in adequate modellen te vangen en de verschijnselen daaruit te begrijpen, kan dat niet alleen in de natuurwetenschappen belangrijk zijn, maar ook ten behoeve van maatschappelijke uitdagingen zoals het voorkomen van de volgende financiële crisis of het ontwikkelen van geavanceerde afbeeldingstechnieken voor de hersenen. In dit proefschrift gebruiken we het concept van *maximale entropie* om een nieuwe klasse van statistische modellen in te voeren die de waargenomen heterogeniteit in structuur en/of tijd in zich bergen. Deze modellen worden toegepast op een aantal complexe systemen in de werkelijke wereld en zo worden verschillende problemen aangepakt.

In het eerste hoofdstuk onderzoeken we toepassingen van de maximale-entropie aanpak op de analyse van *financiële tijdreeksen*. We introduceren een nieuwe klasse van maximale-entropie ensembles voor tijdreeksen, die ons in staat stelt om de informatie te karakteriseren en te kwantificeren die bevat is in de *binaire representatie* (die slechts aangeeft of iets omhoog of omlaag gaat) van financiële tijdreeksen. Vervolgens gebruiken we een van de modellen om de waargenomen niet-lineaire empirische relatie tussen binaire en niet-binaire eigenschappen van financiële tijdreeksen wiskundig te verklaren. Deze analyse suggereert dat binaire representaties van financiële tijdreeksen significante informatie bevatten omtrent de volledige *gewogen* tijdreeksen waarvan ze zijn afgeleid. De analyse maakt ook de identificatie mogelijk van te meten eigenschappen die het meest informatief zijn over de originele tijdreeks.

In hoofdstuk 2 richten we ons op de modellering van *economische netwerken*, met name het *International Trade Network* (ITN). We gebruiken opnieuw een maximale-entropie aanpak, die zeer succesvol is in het reproduceren van de empirische complexe topologie van het daadwerkelijke netwerk. De methode wordt vervolgens geïntegreerd in een bekende macro-economische aanpak. Macro-economische modellen hebben als grootste beperking dat ze een niet-realistische

uniforme topologie genereren. Wanneer de twee methoden worden gecombineerd ontstaat een nieuwe verzameling topologisch-invariante netwerkmodellen voor het ITN. Deze zijn een significante verbetering voor wat betreft de gehele structuur van het systeem. Het is opmerkelijk dat het mechanisme waarmee het model een complexe topologie oplegt, het principe van topologische invariantie, generaliseerd kan worden naar elk economisch netwerkmodel.

In het laatste hoofdstuk wordt de maximale-entropie aanpak gebruikt om een nieuwe methode te ontwikkelen voor het zeven van empirische *correlatiematrices*. De maximale-entropie modellen geven in deze toepassing willekeurig verdeelde ijkmodellen, zgn. *null models*, die een deel van de afhankelijkheden in het systeem behouden. De eigenschappen die niet worden gereproduceerd door de null models worden als niet-willekeurig beschouwd en worden gebruikt om de empirische correlatiematrices te zeven. Onze methode kan functionele modules in een systeem detecteren, die intern gecorreleerd zijn, maar anti-gecorreleerd met elkaar. We passen onze methode met succes toe op financiële markten en op gegevens omtrent de functionaliteit van hersenen. Dit resulteert in informatie over de interne hiërarchische organisatie van deze systemen met een veel grotere resolutie dan tot nog toe mogelijk was.