



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Understanding the complex dynamics of financial markets through microsimulation

Qiu, G.

Publication date
2011

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Qiu, G. (2011). *Understanding the complex dynamics of financial markets through microsimulation*.

General rights

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), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Samenvatting

Financiële markten behoren tot de meest complexe systemen uit de hedendaagse praktijk en veel van de waargenomen verschijnselen in echte markten zijn nog steeds slecht begrepen. Vooral prijzen van verhandelde producten vertonen vaak buitengewone veranderingen of onverwachte patronen die niet veroorzaakt lijken te worden door externe oorzaken, maar in plaats daarvan endogeen ontstaan. Dit vormt een grote uitdaging voor de Neoklassieke Economie die de markten als efficiënte machines ziet die automatisch zoeken naar een staat van evenwicht waarin onregelmatigheden in de prijzen met name worden veroorzaakt door externe factoren.

We richten ons op twee van de meest actieve financiële markten, die veel overeenkomsten vertonen met andere type markten. De dynamiek van de financiële producten die verhandeld worden in deze markten wordt gekenmerkt door een aantal ‘gestileerde feiten’, die contra-intuïtief zijn en in strijd met de verwachtingen van de traditionele financiële theorieën. In de aandelenmarkten volgen hoog frequente rendementen een niet-normale verdeling met dikke staarten. Bovendien hebben hoge en lage absolute rendementen de neiging om zich te groeperen, een fenomeen genoemd ‘volatility clustering’.

In de optiemarkten komt het fenomeen genaamd ‘volatility smile’ voor, dat intrinsiek is gerelateerd aan het bekende en veel gebruikte Black-Scholes model voor de waardering van opties. De enige onwaarneembare parameter van dit Nobelprijswinnende model is de volatiliteit van de onderliggende aandeel, hetgeen per definitie niet afhankelijk hoort te zijn van de uitoefenprijs van de optie. Echter de volatiliteiten die nodig zijn om optieprijzen geobserveerd in echte markten te beschrijven, de zogenaamde geïmpliceerde volatiliteiten, vertonen een opmerkelijke kromming als functie van de uitoefenprijs en deze kromming kan

sterk veranderen in de tijd. Het ontrafelen van de oorsprong van dit fenomeen is reeds twee decennia lang een raadsel voor de financiële wereld.

De alomtegenwoordigheid van de gestileerde feiten heeft geleid tot veel wetenschappelijk werk gericht op de ontwikkeling van modellen die meer in overeenstemming zijn met empirische tijdreeksen. Zo zijn ARCH- en GARCH-modellen ontwikkeld om de veranderingen in de volatiliteit weer te geven. Ook zijn in de financiële derivaten literatuur veel nieuwe alternatieven voor het Black-Scholes-model voorgesteld, met name door het minder stringent toepassen van de beperkende veronderstellingen binnen het kader van het Black-Scholes model. Hoewel deze modellen tot op zekere hoogte de gestileerde feiten kunnen reproduceren, geven ze uiteindelijk geen verklaring voor de oorsprong van de complexe dynamiek van de financiële markten.

Gedurende de laatste decennia zijn benaderingen uit de gedragseconomie en agent-gebaseerde methoden op grote schaal toegepast bij het bestuderen van marktdynamieken. Deze kunnen veel verschijnselen op een meer plausibele manier verklaren dan de traditionele financiële theorieën. De meeste van deze theorieën of modellen onderzoeken echter niet systematisch de onderliggende mechanismen van de verschijnselen of ze zijn te ingewikkeld om causale relaties van de mechanismen duidelijk te identificeren. Bovendien richt het merendeel van de bestaande agent-gebaseerde modellen zich op de aandelenmarkten, terwijl slechts enkele zich concentreren op derivatenmarkten.

In het licht van deze feiten is onze algemene motivatie om een bottom-up benadering toe te passen voor het bestuderen van de mechanismen waarmee de complexe marktdynamiek wordt gegenereerd. We bestuderen een financiële markt door de individuele elementen en hun interacties te modelleren. De macrodynamiek van het systeem vloeit uiteindelijk voort uit het microgedrag. We willen in het bijzonder microsimulatiemodellen met eenvoudige structuren ontwikkelen welke buitengewone patronen kunnen reproduceren die zijn waargenomen in financiële tijdreeksen. Met het oog op het bieden van belangrijke inzichten in de complexe dynamiek, hanteren we een aanpak van opeenvolgende complexificatie van de basismodellen.

Ons aandelenmarktmodel kan op eenvoudige en robuuste wijze de belangrijkste kenmerken, waargenomen in de empirische financiële tijdreeksen, reproduc-

eren. Dikke-staart distributies van rendementen als gevolg van grote prijsverschillen kunnen worden gegeneerd door middel van het imiterende gedrag van agenten. Volatility clustering is gerelateerd aan het gecombineerde effect van een snel en een langzaam proces: Respectievelijk de evolutie van de invloed van externe feiten zoals nieuws en de evolutie van de handel activiteiten van de agenten. Over het algemeen blijken deze verklaringen over een te stemmen met de bevindingen van de meest gerenommeerde microsimulatiemodellen die de belangrijkste kenmerken van de financiële markten hebben kunnen bevestigen.

De resultaten verkregen met ons model voor optiemarkten is in lijn met empirische studies met betrekking tot de vorm en de dynamische eigenschappen van de volatility smile. Het suggereert dat het smile-fenomeen een natuurlijk gevolg is van speculatief en arbitrage trading gedrag en van de heterogeniteit en variatie van de toekomstverwachtingen van speculerende traders. In het bijzonder, de variantie in de door directionele speculanten verwachte prijzen voor de onliggende, bepaalt het niveau van de implied volatiliteitscurve, terwijl de gemiddelde verwachte prijs de steilheid van de curve beïnvloedt. Andere heterogene speculanten, zoals spread traders en traders die gebruikmaken van het Black-Scholes model, kunnen de vorm van de smile beïnvloeden. Onze simulatieresultaten betreffende de omvang van de verhandelde instrumenten voor variërende uitoefenprijzen, suggereren dat deze speculanten niet de dominante traders zijn in echte markten. Over het algemeen bevestigen deze resultaten dat gedrag van individuen inderdaad een cruciale rol spelen in de formatie van optieprijsen.

Het algemene inzicht dat wij verkregen hebben uit dit onderzoek is dat de complexe dynamiek van de financiële markten op natuurlijke wijze kan voortkomen uit het eenvoudige en simpele gedrag van marktdeelnemers en hun interacties. Onze resultaten bevestigen dat microsimulatie een onmisbare methode is voor het diepgaand bestuderen van de complexiteit van de financiële markt. De grote uitdaging ligt in het toepassen van onze bevindingen in de dagelijkse praktijk van waardering van derivaten en financiële risico management.