



Doctoral Thesis

The predictability of widespread cascades in techno-social networks

Author(s):

Mazloumian, Seyyed A.

Publication Date:

2013

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-007630835> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 20996

**The Predictability of Widespread Cascades
in Techno-Social Networks**

A dissertation submitted to
ETH ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
Seyyed Amin Mazloumian
M.Sc., EPF Lausanne
born on September, 22, 1984
citizen of
Iran

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Dirk Helbing, examiner
Prof. Dr. Hans-Dieter Daniel, co-examiner

2013

Abstract

Widespread cascades, such as bursts of individuals' fame and popularity of products, epidemics of diseases, and scientific paradigm shifts, strongly influence the dynamics of our society. Therefore, predicting their starting points and sizes is crucial in designing and improving techno-social systems that deal with these critical phenomena. More and more, scholars have become aware of the difficulty to predict future time-evolution of techno-social systems. In particular, the financial meltdown in 2008 has made it difficult to ignore studies claiming that these systems are inherently unpredictable. The objective of this research is to study the predictability of the starting points and size evolution of widespread cascades in techno-social networks. To this end, I study the predictability of three widespread cascading phenomena: congestion spreading in urban road networks, citation cascades of individual scientists' publications, and bankruptcy cascades in interbank markets. These techno-social networks were deliberately chosen to be different in order to reveal universal attributes (if any) of widespread cascades. I use computer simulations to analyze traffic spreading in urban road networks and bankruptcy cascades in the interbank market. Further, I develop data-driven models to study citation cascades of scientists' publications using large bibliometric data sets. My research focuses only on spreading phenomena triggered by the internal (endogenous) dynamics of the techno-social systems under consideration. Even though the spreading processes studied here are very different, the results of my study suggest that endogenous widespread cascades share the following attributes: I) Triggering events are hardly predictable. II) Cascades of any size can occur endogenously. III) Post-trigger trajectories are predictable.

Zusammenfassung

Ausgedehnte Kaskaden, wie z.B. die schlagartige Ausbreitung von individueller Berühmtheit oder der Popularität bestimmter Produkte, Krankheitsepidemien oder wissenschaftliche Paradigmenwechsel, beeinflussen die Dynamik unserer Gesellschaft sehr stark. Der Vorhersage von Startpunkten und Größen dieser Kaskaden ist daher von entscheidender Bedeutung für das Design und die Verbesserung von technisch-sozialen Systemen, die sich mit diesen kritischen Phänomenen befassen. Immer mehr Wissenschaftler haben erkannt, dass die Vorhersage der zukünftigen Zeitentwicklung von technisch-sozialen Systemen sehr schwierig ist. Insbesondere nach dem Finanzmarktcrash im Jahr 2008 lassen sich Studien, die argumentieren, dass solche Systeme inhärent nicht vorhersagbar sind, nur schwer ignorieren. Das Ziel dieser Forschungsarbeit ist es die Vorhersagbarkeit von Startpunkten und der Größenentwicklung von ausgedehnten Kaskaden in technisch-sozialen Systemen zu untersuchen. Dazu analysiere ich die Vorhersagbarkeit von drei ausgedehnten Kaskadenphänomenen: die Ausbreitung von Verkehrsstau in städtischen Straßennetzwerken, Kaskaden von Zitaten wissenschaftlicher Publikationen individueller Wissenschaftler und Kaskaden von Insolvenzen im Interbankenmarkt. Diese technisch-sozialen Systeme wurden ganz bewusst so ausgewählt, dass sie unterschiedliche Eigenschaften haben, um universelle Eigenschaften ausgedehnter Kaskaden aufzudecken (falls sie existieren). Ich verwende Computersimulationen um die Verkehrsausbreitung in städtischen Straßennetzwerken und Kaskaden von Insolvenzen im Interbankenmarkt zu analysieren. Desweiteren entwickle ich ein datengetriebenes Model um Kaskaden von Zitaten wissenschaftlicher Publikationen mit Hilfe eines großen bibliometrischen Datensatzes zu untersuchen. Meine Forschung konzentriert sich ausschließlich auf Ausbreitungsphänomene, die von der internen (endogenen) Dynamik der betrachteten technisch-sozialen Systemen ausgelöst werden. Obwohl die Ausbreitungsprozesse, die hier untersucht werden, sehr unterschiedlich sind, legen die Resultate meiner Forschung nahe, dass endogene ausgedehnte Kaskadenphänomene die folgenden

Acknowledgements

Eigenschaften teilen: I) Der die Kaskade auslösende Trigger ist kaum vorhersagbar. II) Kaskaden jeder Größe treten endogen auf. III) Die Trajektorien des Systems nach einem Trigger sind vorhersagbar.