



Doctoral Thesis

Modeling scenarios for analyzing the risks of complex computer based informatin systems

Author(s):

Diergardt, Martin

Publication Date:

2006

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005364540> →

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. 16712

Modeling Scenarios for Analyzing the Risks of Complex Computer Based Information Systems

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
Martin Diergardt
Dipl. El. Ing.
born January 20th, 1972
citizen of Grabs, Switzerland

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. habil. Wolfgang Kröger, examiner
Prof. Dr. Ali Mosleh, co-examiner
Prof. Dr. Paul Schönsleben, co-examiner

Zürich, 2006

Abstract

This dissertation shows how risks from complex computer based information systems can be efficiently examined by using modeling and simulation techniques to represent the risk relevant scenarios. It introduces a semi-formal modeling technique which is based on a self-contained terminology for describing scenarios. For simulating the scenarios, transformation rules are presented that translate the semi-formal models into two formally different models.

Information technology (IT) has enabled an extensive digitalization of information and processes, which has been driven by its continually increasing functionality and performance as well as with its sustained decreasing prices. Consequently, the dependency on IT has also simultaneously grown, making IT a critical factor for the success of many organizations. Analyzing the risks that emerge from computer based information systems is therefore becoming increasingly important. However, performing a risk analysis is associated with difficulties, as the established analysis techniques are, for instance, not able to incorporate complex scenario characteristics and there is no standard terminology for describing scenarios.

This work first defines the key terms that are essential for describing risk relevant scenarios in information systems. Based on this terminology, a metrics for risk analysis is derived in order to differentiate the host of proposed risk analysis approaches in literature and practice. Further, the terminology is utilized to develop a semi-formal modeling technique which is subsequently referred to as Event Driven Scenario (EDS) modeling technique. This technique is able to describe complex scenarios which includes the ability to incorporate scenario characteristics such as cyclic processes, feedback loops, and the interactions between multiple components of a system. The EDS modeling technique is designed as an enhancement of the Event Driven Process Chain (EPC) methodology.

In order to perform simulations on the basis of the EDS and to derive risk curves the EDS needs to be transformed into a formal model. For this work Hybrid Petri Nets (HPN) and Agent Based Models (ABM) have been established as formal modeling techniques. Further, transformation rules are developed to ensure an efficient generation of the formal models.

To gain initial experience the proposed approach is applied in a case study considering the propagation of worms in computer networks. It confirms that the EDS modeling technique and the ABM are suitable for describing, respectively, simulating complex scenarios. It also indicates that HPNs are less suitable than ABMs for describing the interactions between multiple objects.

Kurzfassung

Diese Arbeit zeigt, wie die Risiken von komplexen computerbasierten Informationssystemen durch das Modellieren und das Simulieren risikorelevanter Szenarien effizient analysiert werden können. Hierfür wird eine semi-formale Modellierungstechnik eingeführt, welche von einer in sich geschlossenen Terminologie zur Beschreibung von Szenarien abgeleitet wird. Um die Szenarien zu simulieren, werden Transformationsregeln entwickelt, welche die semi-formalen Modelle in zwei formal unterschiedliche Modelle überführen können.

Die Informationstechnik (IT) hat durch ihre stetig wachsende Funktionalität und Leistungsfähigkeit und durch ihre anhaltend sinkenden Preise eine umfassende Digitalisierung von Informationen und Prozessen ermöglicht. Als eine Folge dieser Entwicklung hat gleichzeitig auch die Abhängigkeit von der IT zugenommen, so dass die IT heutzutage für viele Unternehmen erfolgskritisch ist. Aus diesem Grund wird das Analysieren der Risiken, die von computerbasierten Informationssystemen herrühren, zunehmend wichtiger. Das Durchführen einer Risikoanalyse ist jedoch mit Schwierigkeiten verbunden, da die etablierten Risikoanalysetechniken zum Beispiel keine komplexen Szenarioeigenschaften berücksichtigen können, und eine Standardterminologie für das Beschreiben von Szenarien fehlt.

Diese Arbeit definiert zuerst die Schlüsselbegriffe, die zum Beschreiben der Szenarien erforderlich sind. Basierend auf dieser Terminologie wird eine Metrik entwickelt, um die Vielzahl von Risikoanalyseansätzen, die in der Praxis und Literatur vorgeschlagen werden, zu unterscheiden. Ferner wird die Terminologie verwendet, um eine semi-formale Modellierungstechnik zu entwickeln, die im Folgenden als Ereignisgesteuerte Szenarien (EDS) Modellierungstechnik bezeichnet wird. Damit ist es möglich komplexe Szenarien zu beschreiben. Dies beinhaltet, dass Szenarioeigenschaften wie zyklische Prozesse, Rückkopplungsschleifen und die Wechselwirkungen zwischen mehreren Komponenten eines Systems berücksichtigt werden können. Die EDS Modellierungstechnik sind als eine Erweiterung der Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) Modellierungstechnik konzipiert.

Damit Simulationen durchgeführt und Risikokurven ermittelt werden können, müssen die EDS in formale Modelle übersetzt werden. Für diese Arbeit werden hybride Petri Netze (HPN) und Agenten-basierte Modelle (ABM) als formale Modellierungstechniken vorgeschlagen. Um eine effiziente Erzeugung der formalen Modelle sicherzustellen, werden zudem Transformationsregeln entwickelt.

Um erste Erfahrungen zu sammeln, wird der vorgeschlagene Ansatz in einer Fallstudie angewandt. Als Beispiel dient dabei die Ausbreitung von Würmern in Computernetzwerken. Die Fallstudie bestätigt, dass sich EDS und ABM zum Beschreiben respektive zum

Simulieren komplexer Szenarien eignen. Zudem wird aber auch klar, dass sich HPN weniger als ABM eignen, um die Wechselwirkungen zwischen mehreren Komponenten eines Systems darzustellen.