

# No Title Given

No Author Given

Aachen Institute  
for Advanced Study in  
Computational Engineering Science

---

Financial support from the  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation)  
through grant GSC 111 is gratefully acknowledged.



# Titel der Hausarbeit

Vitor Hugo Bellotto Zago

RWTH Aachen University, Germany  
Enrollment number: 330110 `vitor.zago@rwth-aachen.de`

**Abstract.** Englisches Abstract (150 Wörter). Eine Zusammenfassung der gesamten Arbeit. Inklusive Motivation, Stand der Forschung, Methode, Ergebnissen, und Diskussion. Was nimmt man mit! Kein "Teasern".

**Keywords:** 5 Schlüsselwörter

## 1 Introduction

Motivation des Forschungsthemas aus der Literatur. Warum ist die Frage auf die man jetzt hinarbeitet von Bedeutung? Hier darf "geteasert" werden.

Interest in Computational Science. Subtopics:

- Mathematical
  - Ito Calculus. Use of stochastic differential equation. Brownian motion.
  - Monte Carlo Simulation
- Finances
  - Greeks
  - LIBOR market.
- Mathematical and Computational
  - Finite Differences.  $F'(x)$  at  $O(n).Cost(F)$
  - Forward Method - Tangent Linear.  $F'(x)$  at  $O(n).Cost(F)$ .

$$\frac{Cost(\dot{F})}{Cost(F)} \approx 2 \tag{1}$$

- Reverse Method - Adjoint Method.  $F'(x)$  at  $O(m).Cost(F)$ .

$$\frac{Cost(\dot{F})}{Cost(F)} < 30 \tag{2}$$

Source:

## 2 Motivation

[ Comparison of *finite differences*, *forward method* and *adjoint method*

The adjoint method produces exactly the same value on each simulated path as would be obtained using a forward implementation of the path wise method, but working backward along each path. It outperforms the forward implementation whenever the problem is to compute the sensitivity of a small number of outputs to a large number of inputs. [PAPER1]

Advantages of adjoint method:

- The adjoint relation is a vector recursion whereas original formulas use a matrix recursion. Hence, the adjoint has only to update the adjoint variables  $V(n)$   $m$  times and the original algorithm has to update  $m^2$  variables each time. [PAPER1]
- According to the Algorithmic Differentiation, provided that the computational complexity of the adjoint calculation is no more than 4 times greater than the complexity of the original algorithm, the adjoint method will always be more efficient.

Drawbacks of the adjoint method:

- Pathwise approach is not applicable when the financial payoff function is not differentiable.
- Execution of adjoint model is more expensive than the tangent model.

## 3 Finances

### 3.1 LIBOR model market

### 3.2 Greeks

### 3.3 Monte Carlo simulation

### 3.4 Finite Differences

Cost:?

### 3.5 Forward Method

Cost:?

### 3.6 Adjoint method

For a function  $F : \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^n$ , the first adjoint model is:

$$x_{(1)} = \left( \frac{\partial F}{\partial x} \right)^T y_{(1)} = J^T y \quad (3)$$

$$dX(t) = a(X(t))dt + b(X(t))dW(t) \quad (4)$$

### 3.7 Research question and hypothesis

How effective the adjoint method is in comparison with the finite method?  
 Welche Frage untersuche ich? Welche Hypothesen haben ich?

- **H1:** Große Menschen haben größere Füße.
- **H2:** Große Menschen wiegen mehr als kleinere Menschen.

## 4 Method

Der Methodenteil ist eine objektive Beschreibung des Vorgehens. Er ermöglicht es anderen Personen, die Forschung zu prüfen und somit zu validieren oder zu falsifizieren.

Die Methode beschreibt dabei sowohl das Vorgehen in der Erhebung (Prozedere) als auch das Vorgehen in der Auswertung (Statistik). Typischerweise wird hier auch der Fragebogen beschrieben und UV und AV benannt.

## 5 Results

Der Ergebnisteil beschreibt die relevanten Ergebnisse so kurz wie möglich und so lang wie nötig. Hierbei werden quantitative Ergebnisse nur berichtet und *nicht* interpretiert. Typischerweise beginnt man den Ergebnisteil mit der Beschreibung der Stichprobe.

### 5.1 Beschreibung der Stichprobe

Wieviele Probanden, etc.

### 5.2 Deskriptive Statistik

Beispielhaft blabla.

### 5.3 Fragestellung ABC

Beispielhaft blabla

## 6 Diskussion

In der Diskussion werden die Ergebnisse mit den Forschungsfragen und den Hypothesen zueinander in Beziehung gesetzt. Hierbei geht es nicht um eine Stellungnahme oder einen Kommentar, sondern um eine möglichst objektive Auseinandersetzung mit den Ergebnissen.

Die Ergebnisse sollen hierbei auch mit der Motivation (Kapitel 1) evaluiert werden. Was bedeuten diese Ergebnisse für die Wissenschaft?

### **6.1 Limitationen und zukünftige Arbeiten**

Welche Einschränkungen müssen bei der aktuellen Arbeit berücksichtigt werden.

Was hätte man anders machen sollen? Was konnte man nicht anders machen.

Wo ist der natürlich Anknüpfungspunkt für die nächsten Schritte.

## 7 Beispiele

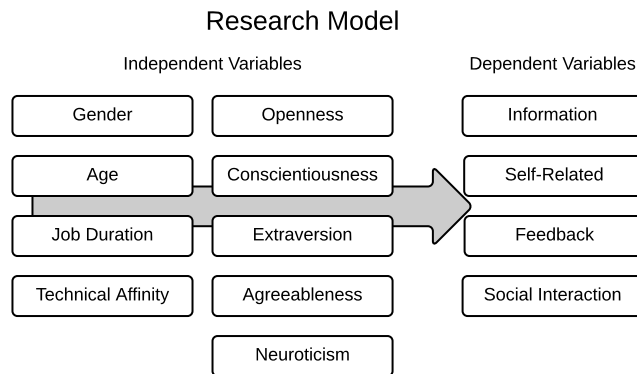
Dieses Kapitel enthält Beispiele wie Bilder, Tabellen und Fußnoten verwendet werden können.

### 7.1 Fußnote mit Link

The website *Google*<sup>1</sup> is a search engine.

### 7.2 Referenz auf Bild

Bilder können gut benutzt werden um das Forschungsmodell zu zeigen (vgl. Abb. 1).



**Fig. 1.** Our case study investigating explanations for differences in usage motivation.

### 7.3 Beispiel Tabelle

### 7.4 Referenzen

The usage of social networking sites (SNS) for business purposes seems to be a promising approach for enhanced connectivity and communication among employees independent from space, time and position [?]. Since social media services like Facebook, Twitter and other SNS are part of our daily private lives [?], their implementation as a business support tool spread with amazing rapidity [?].

Die Referenzen finden sich in der Datei: references.bib.

---

<sup>1</sup> <https://www.google.com>

<b>I use the software because,...</b>	<b>Scale</b>	<b>Loading</b>
I can access information more easily.	Information	.825
I can access information that is relevant for me.	Information	.817
I will get informed about activities in my department.	Information	.775
I can present my ideas.	Information	.697

**Table 1.** Dependent variables: Item texts and scales. Loading refers to the factor-loading of the principal component analysis after varimax rotation with Kaiser-Normalization.