



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK  
INSTITUT FÜR  
THEORETISCHE INFORMATIK

Vorlage für die  $\text{\LaTeX}$ -Klasse »uzl-thesis« zur Nutzung bei Bachelor- und Masterarbeiten an der Universität zu Lübeck

*Template for the  $\text{\LaTeX}$  Class "uzl-thesis" for Bachelor's and Master's Theses  
Written at the University of Lübeck*

## **Bachelorarbeit**

verfasst am

**Institut für Theoretische Informatik**

im Rahmen des Studiengangs

**Robotik und autonome Systeme**

der Universität zu Lübeck

vorgelegt von

**Patrick Ugwu**

ausgegeben und betreut von

**Prof. Dr. Javad**

mit Unterstützung von

**Harry Hilfreich**

Lübeck, den 1. Januar 2024

### Eidesstattliche Erklärung

*Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.*

---

Patrick Ugwu

Zusammenfassung  
Es ist nicht leicht

Abstract  
It is

Danksagungen

This is the place

# Inhaltsverzeichnis



# 1

## Einleitung

### 1. \*\*Einleitung (ca. 10

- Einführung in das Thema der Schwarmrobotik und die Bedeutung von Simulationen

schwarmrobotik (und HRI?) kurze Erklärung was versteht man unter: (schwarm)Robotik, Schwarm, collab,... kurz! siehe ba preprint.. brücke zu simulatoren

bedeutung von Simulatoren (gerade in robo, in 2.): preis ersparnis testumgebung(underwater), in 2.)verhindern von schäden durch fehlerhafte software/algos variationen beim testen, mit verschiedenster hardware quellen erwähnen [],[],...

### 1.1 Motivation

collab überall, im herz der forschung + nutzer? Kurze Erklärung der Bedeutung von kollaborativem Arbeiten und herkömmlichen Simulatoren in diesem Kontext keine collab sim gefunden, nicht untersucht collab besonders relevant für schwärme?

---

Warum dieses thema? + problem/frage?:

schwarm bietet sich für collab an (old papers [?], schhwierigkeiten der HCI -> control of swarm)

relevanz:

trends: günstigere Technik -> ermöglicht Robotik -> Schwarm -> collab

pros von sim: ..

stand der Simulatoren : nicht effizient + flexibel, keine collab

[3,9,...]

was will ich lösen/zeigen?

tool to combine collab, flex and effi:

argos bringt flex und effi,

ich bringe collab

hilft collab?

---

## 1.2 Beiträge dieser Arbeit

- Formulierung der Forschungsfrage und Zielsetzung deiner Arbeit

Forschungsfrag: ist collab in sim sinnvoll/potenzial

Ziel: frage beantworten oder zumindest tendenz zu erschließen überprüfen, ob collab bei sim sinnvoll/ potenzial durch nutzertest

Beiträge Ihrer Arbeit zur Forschung oder zum Fachgebiet Hier können Sie auf die neuen Erkenntnisse, methodologischen Innovationen oder praktischen Implikationen Ihrer Arbeit eingehen und damit verdeutlichen, welchen Wert Ihre Forschung für die Fachgemeinschaft hat.

## 1.3 Related Work

### 2. \*\*Grundlagen der Schwarmrobotik und Simulation (ca. 20

- Zusammenfassung der relevanten Literatur und früheren Arbeiten zum Thema beset of [1-..18?]

- Identifizierung von Forschungslücken oder Diskussionen in der Literatur collab

- Beschreibung verschiedener Simulationsansätze und ihrer Bedeutung für die Robotik ansätze?: spiel - spezif - general - modular ?? geschichte der sim- aus spiel zu eigenen sim, aus projektspezifisch zu general

- Überblick über die Grundkonzepte der Schwarmrobotik und deren Anwendungen noch relevanter in zukunft

- Diskussion über die Herausforderungen und Vorteile von Simulationen in der Schwarmrobotik herausforderungen : user feedback paper, accuracy, performance, .. Vorteile: unbekannt, nicht untersucht ?

related work

## 1.4 Aufbau dieser Arbeit

structure

1 introduction (2 related work) in 1.?? 3. mein sim 4. user test 5. Ergebnisse + evaluation 6 con



# 2

## meinsim

–reroll–

Ja, das ändert definitiv etwas! Bei einem Thema wie der Untersuchung von kollaborativem Arbeiten an einer Simulation für Schwarmrobotik im Vergleich zu einem herkömmlichen Simulator könnten einige spezifische Abschnitte und Schwerpunkte relevant sein. Hier ist eine angepasste Struktur mit einer möglichen Gewichtung:

1. \*\*Einleitung (ca. 10- Einführung in das Thema der Schwarmrobotik und die Bedeutung von Simulationen - Problemstellung und Zielsetzung der Untersuchung - Kurze Erklärung der Bedeutung von kollaborativem Arbeiten und herkömmlichen Simulatoren in diesem Kontext

2. \*\*Literaturüberblick (ca. 20- Übersicht über relevante Arbeiten zur Schwarmrobotik und Simulationstechniken - Diskussion über die Vor- und Nachteile von kollaborativem Arbeiten und herkömmlichen Simulatoren - Identifizierung von Forschungslücken in Bezug auf die direkte Vergleichbarkeit von kollaborativem Arbeiten und herkömmlichen Simulatoren in der Schwarmrobotik

3. \*\*Methodik (ca. 15- Beschreibung der Simulationen und Tools, die für die Studie verwendet wurden - Erläuterung der Parameter und Metriken, die zur Bewertung von kollaborativem Arbeiten und herkömmlichen Simulatoren verwendet wurden - Details zur Durchführung der Experimente und zur Datenerfassung

4. \*\*Ergebnisse (ca. 25- Präsentation der quantitativen und qualitativen Ergebnisse der Simulationen - Vergleich der Leistung von kollaborativem Arbeiten und herkömmlichen Simulatoren anhand der definierten Metriken - Grafische Darstellung von Daten und statistische Analysen

5. \*\*Diskussion (ca. 25- Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf die Forschungsfragen und Hypothesen - Diskussion über die praktischen Implikationen der Ergebnisse für die Schwarmrobotik-Forschung und -Entwicklung - Reflexion über die Stärken und Schwächen der durchgeführten Studie und mögliche Verbesserungen

6. \*\*Schlussfolgerung und Ausblick (ca. 5- Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse und Schlussfolgerungen - Ausblick auf zukünftige Forschungsrichtungen, die sich aus den Ergebnissen ergeben, und potenzielle Anwendungen von kollaborativem Arbeiten in der Schwarmrobotik

Diese Struktur berücksichtigt die spezifischen Anforderungen und Besonderheiten deines Themas

# 3

## user test

3. \*\*Vergleich von kollaborativem Arbeiten an einer Simulation und einem herkömmlichen Simulator (ca. 30- Darstellung der Funktionsweise und Merkmale beider Simulationsansätze - Analyse von Fallstudien oder Experimenten, die kollaboratives Arbeiten und herkömmliche Simulationen vergleichen - Bewertung der Vor- und Nachteile jedes Ansatzes im Kontext der Schwarmrobotik

4. \*\*Methodik (ca. 15- Beschreibung der Methoden, die du zur Durchführung deiner Untersuchung verwendet hast task in beiden umgebungen + survey

- Erläuterung deiner Herangehensweise und Begründung der Methodenwahl
- Erklärung der Kriterien und Metriken, die zur Bewertung der Simulationsansätze herangezogen wurden

- Erläuterung des experimentellen Aufbaus und der Durchführung der Vergleichsstudie task: wer waren Versuchspersonen erfasste Daten:

---

-----2.entwurf-----

Qualitative results - based on responses received from the surveys.  
These give a picture of user experience and preference.

pre

How often do you use computers?

How would you rate your knowledge about (swarm) robotics?

How would you rate your experience in programming robots or robot swarms?

How would you rate your experience in simulating robots or robot swarms?

post

ease

Which simulation environment/interface was easier to use? - easier

Which simulation environment would you prefer for more frequent use? - Workload , usable vs ease

7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly -ease

### 3 user test

usability

How do you rate the clarity and usability of the simulation?

- Usability

How do you rate the clarity and usability of the collaboration functions? - Usability, collab gut umgeetzt?

8. I found the system very cumbersome to use - implementation of features or just argos???

Were you able to form a accurate projection from your mental picture of the environment? - Accuracy

5. I found the various functions in this system were well integrated - woran hats gelegen (falls nicht gut)

collab

2. I found the system/collab functions unnecessarily complex -> war collab unnötig

9. I felt very confident using the system - usable/easy to understand, well integrated features

10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system - no robo exp or not usable/understandable

How would u rate each simulation? - overall + for comparission -> success?

Quantitative results - from robot trajectory and related information

These serve as performance metrics that tell us whether there is an actual difference in how well

the participants performed, between interfaces.

recording task completion

recording task completion time

(clicks, how many clicks -> much looking around/wondering -> lacking clarity???)

.

.

.

and other related data

#####-----metriken-----#####

og

Qualitative results - based on responses received from the surveys.

These give a picture of user experience and preference.

Quantitative results - from robot trajectory and related information

(recording task completion time, swarm trajectory, collision count, and other related data)

These serve as performance metrics that tell us whether there is an actual difference in how well

the participants performed, between interfaces.

in ba

Metrics from two categories will be applied in the evaluation.

The Performance category includes metrics such as effectiveness, accuracy, and response time, which have a measurable impact on the usability and performance of the respective HSI.

The User Experience category includes metrics such as user-friendliness, immersion, and workload, which represent a subjective assessment by the participants and have an indirect influence on performance [12].

#####-#-----#-#-#-#####

-----1.entwurf-----

task: Entwirf einen Raum bestehend aus 3 "Hindernissen" und einem schwarm von 10 (identischen) "Robotern" in Argos und Argos+

post

Which simulation environment/interface was easier to use?

Which simulation environment would you prefer for more frequent use? - Workload

How do you rate the clarity and usability of the simulation? - Usability

How do you rate the clarity and usability of the collaboration functions? - Usability

Were you able to form a accurate projection from your mental picture of the environment? - Accuracy

1. I think that I would like to use this system frequently - usable + ease

2. I found the system unnecessarily complex -> war collab unnötig

5. I found the various functions in this system were well integrated - woran hats gelegen (falls nicht gut)

7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly -ease

8. I found the system very cumbersome to use - implementation of features or just argos???

9. I felt very confident using the system - usable/easy to understand/well integrated features

10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system - no robo exp or not usable/understandable

How would u rate each simulation?

-----literaturr-----

```
pre
  experience
  computer
  1. How often do you use computers?

  robot interaction ?
  2. How often do you interact with robots?
  3. How often do you interact with robot swarms or multi-robot
    systems?

  robot simulation
  4. How would you rate your experience in simulating robots?
  5. How would you rate your experience in simulating robot
    swarms?

post
  in og
  1. Workspace Awareness
  2. Robot Awareness
  3. Ease of Use
  4. Response accuracy
  5. Overall Preference
  6. Overall Average Rating

  in ba
  8. Which interface gave you a better sense of the mission
    environment? - Immersion
  9. Which interface gave you a better sense of the robots? -
    Immersion
  10. Which interface was easier to use? - Usability
  11. Which interface was more accurate in processing your
    inputs? - Accuracy
  12. Which interface would you prefer for more frequent use? -
    Workload

  in ba, woher?
  1. Did you feel like part of the swarm? - Immersion
  2. Were you aware of the 'swarms current goal at all times? -
    Usability
  3. Were you able to form a mental picture of the situation
    based on the information provided? - Immersion
  4. How do you evaluate the quality of communication regarding
    the information provided by the swarm? - Usability
  5. How do you evaluate the quality of communication regarding
```

- the instructions you provided to the swarm? - Accuracy
6. Were your commands executed in a timely manner or within a relevant timeframe? - Response Time
7. How do you rate the clarity and usability of the simulation and collaboration functions? - Usability

SUS - System Usability Scale

1. I think that I would like to use this system frequently
  2. I found the system unnecessarily complex
  3. I thought the system was easy to use
  4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system
  5. I found the various functions in this system were well integrated
  6. I thought there was too much inconsistency in this system
  7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly
  8. I found the system very cumbersome to use
  9. I felt very confident using the system
  10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system
-

# 4

## Ergebnisse und Diskussion

4. \*\*Ergebnisse (ca. 25- Präsentation und Diskussion deiner Forschungsergebnisse - Grafische Darstellung von Daten, wenn nötig - Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf deine Forschungsfrage(n)

5. \*\*Diskussion (ca. 25- Interpretation deiner Ergebnisse im Kontext der vorhandenen Literatur - Reflexion über mögliche Einschränkungen deiner Studie - Vorschläge für zukünftige Forschung

5. \*\*Ergebnisse und Diskussion (ca. 25- Präsentation der Ergebnisse deiner Untersuchung, einschließlich quantitativer Daten und qualitativer Beobachtungen - Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf deine Forschungsfrage und Hypothesen - Diskussion der Implikationen deiner Ergebnisse für die Schwarmrobotik und mögliche zukünftige Entwicklungen

# 5

## Zusammenfassung und Ausblick

6. \*\*Schlussfolgerung und Ausblick (ca. 5- Zusammenfassung der wichtigsten ergebnisse und Erkenntnisse deiner Arbeit/Schlussfolgerungen, die sich aus deiner Arbeit ergeben lässt sich tendenz erkennen, was sagen die ergebnisse aus

- Bewertung der Bedeutung deiner Forschungsergebnisse für die Robotik und Simulation urprungsfrage beantworten

- Ausblick auf potenzielle weitere Forschungsbereiche und Anwendungsmöglichkeiten/- Ausblick auf mögliche Implikationen und Anwendungsbereiche deiner Forschung erweiterte funktionen? in allen sim sinnvoll?



# 6

## tex semantik

### 6.1 Section 1

section 1

### 6.2 section2

section 2

Some code:

---

```
print(1+1=3)
```

---

Hier kommt  
ein Zeilenumbruch  
eine Aufzählung:

1. first
2. second...

andere Aufzählung:

Stier ist ein tier  
stein ist kein tier

noch eine aufzählung:

- number one....
- number two...

### Subsection 1

.... Figure

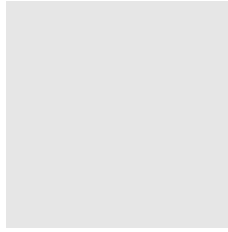


Abbildung 6.1: Figure Discription

## Subsection 2

...

For tables:

Tabelle 6.2: Table description

Animal	Sound
Cat	Meow
Dog	Wuff or bark