

Aufgabenstellung für eine Abschlussarbeit

# Visualisierung zeit- und positionsgesteuerter Markierungen in AR/MR Anwendungen

Nutzung von Augmented Reality im Laufsport.

**Prof. Dr.-Ing. Stefan Wagenpfeil**

Lehrbeauftragter für Multimedia Informationssysteme und Information Retrieval  
Prüfer für Informatik und Wirtschaftsinformatik (Bachelor / Master)

am Lehrgebiet Multimedia und Internetanwendungen

Prof. Dr.-Ing. Matthias Hemmje

**Fernuniversität Hagen**

Universitätsstrasse 1, D-58097 Hagen

Raum: 1 F09, Gebäude 3 (Informatikzentrum, Universitätsstr. 1)

Tel.: +49 2331 987-304

Fax: +49 2331 987-4487

Internet: <http://www.fernuni-hagen.de>

**Aufgabenstellung für:** Bachelor und Masterarbeiten, Fachpraktika

**Bearbeitungszeitraum:** 2023

**Betreuer:** Prof. Dr.-Ing. Stefan Wagenpfeil

**E-Mail:** [stefan.wagenpfeil@fernuni-hagen.de](mailto:stefan.wagenpfeil@fernuni-hagen.de)

**Skype:** stefan\_wagenpfeil

## Lehrgebiet Multimedia und Internetanwendungen:

- Daten- und Dokumentenmanagement
- Informations- und Wissensmanagement
- Multimedia Informationssysteme und Datenbanken
- Informationsvisualisierung
- Information Retrieval
- Visuelle Mensch-Maschine-Interaktion
- Content- und Wissensmanagement im Internet
- Semantic Web
- Digitale Langzeitarchivierung
- Virtuelle Forschungsumgebungen
- Big Data Analyse
- Analyse natürlicher Sprache
- Berufliche Weiterbildung und E-Learning
- Industrie 4.0 und "Factories of the Future"

Die nachfolgenden Beschreibungen für die Abschlussarbeit im Bereich Informatik benennen die nötigen Aufgaben und Teilaufgaben und sollen ebenfalls als Übersicht und Leitfaden für die zu erbringenden Leistungen dienen. Zur Bearbeitung der nachfolgenden Aufgaben werden folgende Fähigkeiten und Kenntnisse vorausgesetzt:

- **Wissenschaftliches Arbeiten:** strukturiertes, analytisches Vorgehen auf Basis der gültigen Konventionen für Aufbau, Zitierweise und inhaltliche Bearbeitung von forschungsrelevanten Themen sind die Voraussetzung für das Schreiben einer Bachelor- oder Master-These. Hierzu gehören die eigenständige Literaturrecherche, die selbstständige Aneignung von Wissen und die Umsetzung von theoretischen Konzepten in die Praxis.
- **Programmiersprachen / Beschreibungssprachen:** Java, XML. Von Vorteil sind Kenntnisse im Umgang mit Eclipse und ein grundlegendes Verständnis von Konzepten aus dem Multimedia Information Retrieval, Multimedia Informationssystemen und Semantik.
- **Sonstige Systeme oder Konzepte:** Objektorientierte Systementwicklung, Design Patterns, Dokumentation, Umgang mit Repositories, Dependency Management (z.B. Maven), grundlegende Konzepte der semantischen Modellierung, RDF, Semantic Web.
- **Methodik:** Anwendung von Forschungsmethodiken zum strukturierten Lösen von Problemstellungen und zum Erstellen von wissenschaftlich-technischen Dokumenten (z.B. Nunamaker [29]).

Darüber hinaus müssen auch die formalen Voraussetzungen seitens der Universität für die Anmeldung einer Abschlussarbeit erfüllt sein. Diese entnehmen Sie bitte den Zulassungsvoraussetzungen für Ihren Studiengang.

## 1. Themenbeschreibung

Anwendungen der sog. Augmented oder Mixed Reality (AR/MR) bereichern das reale Bild durch zusätzliche Informationen an. Betrachten Benutzer bspw. eine bestimmte Szene durch ein Smartphone oder mittels einer VR-Brille, so können durch die Erkennung vordefinierter Bereiche (sog. Anker) an bestimmten Positionen des Bildes weitere Grafiken, Videos oder beliebige Multimedia Objekte angezeigt werden. Die hierfür nötigen Technologien und Plattformen existieren bereits (z.B. von Unity, Unreal Engine, oder auch IOS oder Android), allerdings ist die Qualität der technischen Umsetzung in bestimmten Fällen noch optimierungsfähig. Insbesondere die permanente Erfassung und Nachverfolgung von bestimmten Ankern stellt in der Praxis häufig Schwierigkeiten dar. Diese sollen im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden.

Da sowohl die räumliche als auch zeitliche Positionierung im AR/MR Umfeld eine Herausforderung darstellt, wird als Anwendungsbeispiel der Laufsport gewählt. Aus TV-Übertragungen kennt man hier bereits die virtuellen Markierungen, die vergangene Rekorde, die persönlichen Bestzeiten oder die vorhergesagten Schlusszeiten als Overlay im Live-Bild anzeigen. Die Übertragung dieser Technik auf AR/MR-Anwendungen erfordert nunmehr sowohl die exakte Positionierung auf einer 400-Meter-Bahn, als auch die zeitgesteuerte Einblendung bestimmter Markierungen, abhängig vom akustisch erkannten Startschuss. Herausfordernd ist hierbei insbesondere die Fragestellung, ob die derzeitige Technik der VR-Brillen überhaupt qualitativ in der Lage ist, solche Markierungen einzublenden, während der Benutzer die 400 Meter-Bahn entlang läuft.

AR/MR Anwendungen sind im Bereich Multimedia Information Retrieval verortet und vereinen sowohl die Erkennung und Extraktion bestimmter Merkmale (bspw. die o.g. Anker) und die Präsentation bestimmter Inhalte (z.B. die Zeitmarkierungen). Hinzu kommt hier die zeit- und positionsgesteuerte Anzeige, welche einen Schwerpunkt der Arbeit darstellt. Im Rahmen dieser Arbeit wird daher anhand eines konkreten Fallbeispiels (der Läufer auf der Laufbahn) untersucht, in wie weit die MMIR-Prozesse zum Erkennen von Ankern und zum Einblenden von zeit- und positionsgesteuerten Markierungen auf AR/MR Anwendungen übertragen werden können. Als Hard- und Software-Plattform wird Unity gewählt.

Sie beschäftigen sich also unter anderem mit den folgenden Fragestellungen:

- wie lassen sich AR/MR-Anwendungen unter Unity realisieren?
- welche Möglichkeiten der exakten zeit- und positionsgesteuerten Markierung gibt es?
- lassen sich diese Markierungen auch unter Bewegung exakt darstellen?
- wie wirken sich die Markierungen auf das Benutzungserlebnis aus?

Im Rahmen Ihrer Implementierung entwickeln Sie einen Prototypen unter Unity für o.g. Anwendungsfall.

## 2. Theoretischer Teil

Der theoretische Teil der Arbeit wird auf den Konzepten von Norman & Draper (User centered system design) [28] und Nunamaker [29] aufgebaut und methodisch hergeleitet. Als Modellierung wird die UML [30] verwendet. Dies bedeutet, dass sich auch die Dokumentstruktur von Exposé und Abschlussarbeit auf die Nunamaker Methodik stützt und entsprechende Forschungsziele der Nunamaker-Typen (Beobachtung, Theoriebildung, Implementierung und Experiment) definiert werden. Im einem Exposé formulieren Sie zunächst Ihre Forschungsfragen und leiten die zugehörigen Forschungsziele ab. Nachdem dieses Exposé freigegeben wurde und somit auch das erste Kapitel Ihrer späteren Abschlussarbeit darstellt, führen Sie in den Stand der Wissenschaft und Technik ein und stellen die für das Thema relevanten Konzepte vor. Auf dieser Basis kann dann die Modellierung stattfinden. Weitergehende Informationen zum Thema "Aufbau von wissenschaftlich-technischen Dokumenten" finden Sie unter [35]. Das Kennwort, um die Inhalte ansehen zu können lautet **FUH-SW!**.

### 3. Praktischer Teil

Der praktische Teil der Arbeit enthält die programmiertechnische Umsetzung der Modellierung und die experimentelle Überprüfung. Als Programmiersprache kommt typischerweise Java zum Einsatz. Die Verwendung von Standard-Entwicklungstools wie Eclipse, GIT, Maven, Javadoc wird vorausgesetzt. Im Rahmen des praktischen Teils erfolgt auch die Erstellung von Test-Cases und deren Dokumentation, eine Evaluierung der Ergebnisse inklusive der Wahl und Begründung einer geeigneten Evaluierungs-Methodik, sowie ein Ausblick auf zukünftige Ergänzungen. Im Rahmen der Implementierung folgen Sie den GoF Design Patterns und orientieren Ihre Arbeit an den bestehenden Strukturen. Hierbei sind insbesondere das *Command Pattern*, das *Abstract Factory Pattern*, *Singleton Strukturen* und das *Model-View-Controller Prinzip* zu berücksichtigen. Den Einsatz und die Verwendung der Patterns stimmen Sie mit Ihrem Betreuer ab.

### 4. Betreuung

Die inhaltliche und fachliche Betreuung der Arbeit wird von Dr.-Ing. Stefan Wagenpfeil übernommen. Hierzu steht Ihnen jederzeit die Kommunikation per Skype, Telefon, E-Mail zur Verfügung, regelmäßige Abstimmungstermine mit dem Betreuer helfen Ihnen, die Arbeitsergebnisse strukturiert voranzutreiben und geben Ihnen die Gelegenheit, durch unmittelbares Feedback zügig und effizient die Ziele der Arbeit zu erreichen. Diverse "Quality-Gates" stellen sicher, dass die Abschlussarbeit auch die Anforderungen der Universität und des Lehrgebietes erfüllt und somit zu einem erfolgreichen Ergebnis führen wird.

### 5. Aufgaben im Vorfeld

Bevor Sie sich dafür entscheiden, das Thema zu bearbeiten, sollten Sie sich einen groben Überblick zu den benötigten Voraussetzungen oder Hintergründen im Rahmen einer Recherche verschaffen. Im Literaturverzeichnis dieses Dokuments sind eine Reihe von Quellen hierzu aufgeführt. Anschließend beginnen Sie mit der Erstellung eines Exposé, welches den genauen Rahmen Ihrer Arbeit absteckt. Die Gliederung des Exposé sieht hierbei wie folgt aus:

#### 1. Einleitung (Motivation der Arbeit)

1.1. **Forschungsthema** (Beschreibung des Themas, Einordnung in ein übergeordnetes Themengebiet, Relevanz der Arbeit)

1.2. **Problembeschreibung** (Formale Beschreibung des Problems durch die Definition von Problemfeldern)

1.3. **Forschungsfragen** (Definition der Forschungsfragen zu den Problemfeldern)

1.4. **Methodik und Ableitung der Forschungsziele** (z.B. nach Nunamaker)

1.5. **Ansatz** (Beschreibung, wie die Forschungsziele gruppiert werden und wo sie im Rahmen der späteren Arbeit behandelt werden)

1.6. **Aufbau** (Festlegung der Struktur Ihrer Arbeit)

1.7. **Zeitplan** (inklusive Meilensteinplanung und Gantt-Diagramm auf Basis der Forschungsziele)

#### 1.8. Zusammenfassung

Die Ergebnisse fassen Sie im Rahmen eines Dokumentes (Exposé) in ca. 10 bis 15 Seiten zusammen. Das Exposé ist die Basis für die spätere Abschlussarbeit und gibt einen für alle Beteiligten definierten Rahmen der Arbeit vor. Dadurch werden unter anderem folgende Punkte sicher gestellt:

- Überprüfung der formalen und schriftlichen Fähigkeiten des Studenten zur Erstellung und Ausarbeitung einer Abschlussarbeit
- Vermittlung der Herangehensweise für die Strukturierung des wissenschaftlichen Diskurses

- Entwicklung eines Grundverständnisses für die zu erstellende Abschlussarbeit

Nach der Freigabe und Besprechung des Exposé mit Ihrem Betreuer und dem Lehrstuhlinhaber, beginnen Sie damit, die eigentliche Arbeit zu schreiben und die Planung, Konzeption und Implementierungen, die im Exposé bereits vorgeschlagen wurden, umzusetzen. Das Exposé wird direkt als erstes Kapitel Ihrer Arbeit verwendet.

## 6. Die Abschlussarbeit

Durch die Erstellung des Exposé haben Sie bereits einen wichtigen Teil der Abschlussarbeit fertig gestellt: die saubere wissenschaftliche Verankerung, die daraus resultierende Ableitung der Forschungsziele, sowie den Ansatz und die Struktur der Arbeit. Deshalb können Sie die im Rahmen des Exposé erstellten Kapitel direkt in Ihre Abschlussarbeit übernehmen (bis einschl. 1.6). Nun erfolgt:

- eine weitergehende, selbständige Literaturrecherche
- eine Beschreibung des aktuellen Stands von Wissenschaft und Technik
- das Konzeptionelle Design der Architektur für die Umsetzung und Implementierung
- die praktische Einarbeitung (Proof-Of-Concept Implementierungen, Kennenlernen der APIs und Frameworks)
- das Erstellen von Test-Szenarios, ggfs. auch die Organisation von Test-Daten
- die Implementierung
- eine Evaluierung des Ergebnisses mit Vergleich und Ausblick

Die jeweiligen Ergebnisse halten Sie in Ihrer Abschlussarbeit fest und folgen dabei analog zu den definierten Forschungszielen einer logischen Struktur:

1. **Einleitung** (folgt dem Exposé bis einschl. 1.6)
2. **Stand der Wissenschaft und Technik** (Für jedes Forschungsziel vom Typ Beobachtung wird ein Kapitel vorgesehen und der zugehörige Stand der Wissenschaft beschrieben. Am Ende werden "remaining challenges" definiert und zusammengefasst.)
3. **Modellierung** (folgt dem Aufbau von Kapitel 2 und sieht für jedes Forschungsziel vom Typ Theoriebildung ein Kapitel vor)
4. **Implementierung** (folgt dem Aufbau von Kapitel 2 und bearbeitet Forschungsziele vom Typ Implementierung)
5. **Evaluierung** (folgt dem Aufbau von Kapitel 2 und bearbeitet Forschungsziele vom Typ Experiment)
6. **Diskussion** (Wie kann das Gesamtergebnis eingeordnet werden? Welche "remaining challenges" verbleiben? Was kann Teil von "future work" sein? Zusammenfassung)

Die Arbeit ist so ausgelegt, dass der Anteil von Theorie und Praxis jeweils 50% beträgt. Durch die hier bereits vorgeschlagene Herangehensweise werden Sie zu einer effizienten, wissenschaftlich korrekten und nachvollziehbaren Arbeitsweise angeleitet. Im Folgenden finden Sie eine Reihe weitergehender Links und Referenzen, die Ihnen einen Einstieg und Überblick über das Thema erleichtern. Sollten Sie Interesse an diesem Thema haben, kontaktieren Sie bitte einen der genannten Ansprechpartner.

## References

1. Beyerer J. (2017), *Pattern Recognition - Introduction*; Publisher: Walter de Gruyter GmbH & Co KG, Berlin; pp. 10-37, ISBN: 978-3-110-53794-9
2. Beierle C. (2019), *Methoden wissensbasierter Systeme - Grundlagen*; Publisher: Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York; pp. 89-157, ISBN: 978-3-658-27084-1
3. Goodfellow I. (2016), *Deep Learning*; Publisher: MIT Press, Cambridge; ISBN: 978-0-262-03561-3
4. Heaton J. (2015), *Deep Learning and Neural Networks*; pp. 1-25 ISBN: 978-1505714340

5. Google.com (2020), *Google Knowledge Search API*. Available online: <http://developers.google.com/knowledge-graph> (accessed 23.08.2020)
6. W3C.org (2020), *W3C Semantic Web Activity*. Available online: <http://w3.org/2001/sw> (accessed 23.08.2020)
7. Avola D. (2018), *Low-Level Feature Detectors and Descriptors for Smart Image and Video Analysis: A Comparative Study*; Journal: *Intelligent Systems Reference Library*; , pp 7-29; ISBN: 978-3-319-73890-1
8. Domingue J. (2011), *Introduction to the Semantic Web Technologies*. Available online: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-92913-0> (accessed 2020)
9. Kwasnicka (2018), *Bridging the Semantic Gap in Image and Video Analysis*; Publisher: Springer, Berlin; pp. 97-118, ISBN: 978-3-319-73891-8
10. Mc Kevitt P. (2003), *MultiModal semantic representation*; Journal: In Proc. of the SIGSEM Working Group on the Representation of MultiModal Semantic Information, Editor Harry Bunt Kiyong Lee Laurent Romary and Emiel Kraemer
11. Spyrou (2017), *Semantic Multimedia Analysis and Processing*; Publisher: CRC Press, Boca Raton; pp.31-63, ISBN: 978-1-351-83183-3
12. Scherer R., *Computer Vision Methods for Fast Image Classification and Retrieval*; Publisher: Polish Academy of Science, Warsaw; pp. 33-134, ISBN: 978-3-030-12194-5
13. Mark Nixon, *Feature Extraction and Image Processing for Computer Vision*; Publisher: Academic Press Elsevir
14. Bhute B. (2012), *Multimedia Indexing and Retrieval Techniques: A Review*; Journal: *International Journal of Computer Applications*, Volume 58, pp 35-42
15. Smeulders A. (2000), *Content-based image retrieval at the end of the early years*; Journal: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Volume 22, pp 1349-1380
16. Gurski F. (2019), *On Characterizations for Subclasses of Directed Co-Graphs*. Available online: <http://arxiv.org/abs/1907.00801> (accessed 24.08.2020)
17. Needham M., *Graph Algorithms, Practical Examples in Apache Spark and Neo4j*; Publisher: O'Reilly; ISBN: 978-1-492-05781-9
18. Robinson I., *Graph Databases*; Publisher: O'Reilly; ISBN: 978-1-491-93089-2
19. Jiezhong Q. (2017), *Network Embedding as Matrix Factorization: Unifying DeepWalk*. Available online: <http://arxiv.org/abs/1710.02971> (accessed 24.09.2020)
20. Bai et al. (2019), *SimGNN: A Neural Network Approach to Fast Graph Similarity Computation*. Available online: <https://doi.org/10.1145/3289600.3290967> (accessed 24.11.2020)
21. W3C.org (2013), *SPARQL Query Language for RDF*. Available online: <https://www.w3.org/TR/sparql11-overview/> (accessed 23.08.2020)
22. Nkgau T. (2017), *Graph similarity algorithm evaluation*; Journal: 2017 Computing Conference, pp 272-278
23. Sluzek A. (2013), *Local Detection and Identification of Visual Data*
24. J. S. Sevak and A. D. Kapadia and J. B. Chavda and A. Shah and M. Rahevar (2017), *Survey on semantic image segmentation techniques*; pp 306-313
25. Arndt et al. (2008), *COMM: A Core Ontology for Multimedia Annotation*; Journal: *Journal of Combinatorial Theory - JCT*; , pp 403-421
26. Ni J et al. (2017), *Research on Semantic Annotation Based Image Fusion Algorithm*; Journal: 2017 International Conference on Computer Systems, Electronics and Control (ICCSEC), pp 945-948
27. Gayathri N. (2019), *An Efficient Video Indexing and Retrieval Algorithm using Ensemble Classifier*; Journal: 2019 4th International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer Technologies and Optimization Techniques (ICEECCOT), pp 250-258;
28. Draper N. (1986), *User Centered System Design - New Perspectives on Human-computer Interaction*; Publisher: Taylor & Francis, Justus-Liebig-Universität; ISBN: 978-0-898-59872-8
29. Nunamaker J. (1991), *Systems Development in InformationSystems Research*; Journal: *Journal of Management Information Systems* 1991, pp. 89-106
30. Fowler M. (2004), *UML Distilled - A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*; Publisher: Addison-Wesley Professional, Boston; ISBN: 978-0-321-19368-1
31. Planche B. (2019), *Computer Vision with TensorFlow 2*; Publisher: Packt Publishing; pp. 77-99, ISBN: 978-1-78883-064-5
32. Schmitt I. (2005), *WS-QBE: A QBE-Like Query Language for Complex Multimedia Queries*; Journal: 11th International Multimedia Modelling Conference, pp 222-229
33. Jung H. (2020), *Automated conversion from natural language query to SPARQL query*. Available online: <https://doi.org/10.1007/s10844-019-00589-2> (accessed 24.10.2020)
34. Bornschlegel M. (2016), *IVIS4BigData: A Reference Model for Advanced Visual Interfaces Supporting Big Data Analysis in Virtual Research Environments*; Journal: *BDA@AVI*
35. Wagenpfeil S. (2022), *Erstellen von wissenschaftlich-technischen Dokumenten*; Online: <http://www.stefan-wagenpfeil.de/nunamaker/>, Kennwort: FUH-SW!
36. Wagenpfeil S. (2020), *Github Repository of GMAF and MMFVG*. Available online: <https://github.com/stefanwagenpfeil/GMAF/> (accessed 25.09.2020)
37. Wagenpfeil S. (2021), *Towards AI-bases Semantic Multimedia Indexing and Retrieval for Social Media on Smartphones*; SMAP 2020 Conference paper

38. Wagenpfeil S. (2021), *AI-Based Semantic Multimedia Indexing and Retrieval for Social Media on Smartphones*; <https://www.mdpi.com/2078-2489/12/1/43>
39. Wagenpfeil S. (2021), *Fast and Effective Retrieval for Large Multimedia Collections*; <https://www.mdpi.com/2504-2289/5/3/33>
40. Wagenpfeil S. (2021), *Towards Automated Semantic Explainability of Multimedia Feature Graphs*; <https://www.mdpi.com/2078-2489/12/12/502>
41. Wagenpfeil, S. and McKeivitt P. and Hemmje, M. (2021), *Fast and Effective Retrieval for Large Multimedia Collections*. *Big Data Cogn. Comput.* 2021, 5(3), 33; DOI: <https://doi.org/10.3390/bdcc5030033>
42. Wagenpfeil, S. and McKeivitt P. and Hemmje, M. (2021), *Towards Automated Semantic Explainability of Multimedia Feature Graphs*. *Information* 2021, 12(12), 502; DOI: <https://doi.org/10.3390/info12120502>
43. Wagenpfeil, S. and McKeivitt P. and Cheddad, A. and Hemmje, M. (2022), *Explainable Multimedia Feature Fusion for Medical Applications*. *Information* 2021, 12(12), 502; DOI: <https://doi.org/10.3390/info12120502>
44. Wagenpfeil, S. and Engel, F. and McKeivitt P. and Hemmje, M. (2021), *AI-Based Semantic Multimedia Indexing and Retrieval for Social Media on Smartphones*. *Information* 2021, 12(1), 43; DOI: <https://doi.org/10.3390/info12010043>
45. Wagenpfeil, S. and Engel, F. and McKeivitt P. and Hemmje, M. (2021), *Graph Codes-2D Projections of Multimedia Feature Graphs for Fast and Effective Retrieval*. Available online: <https://publications.waset.org/vol/180> (accessed 10.11.2022)