

Aufgabenstellung für eine Abschlussarbeit

Universal Virtual World Recording System

Identifying and Supporting Metaverse and MMIR Synergies

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: Patrick Steinert & Dr.-Ing. Stefan Wagenpfeil

E-Mail: 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 [18]).

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

Das Metaverse [1],[2],[3] ist ein immerwährender digitaler Multiuser-Raum, ein Zusammenschluss von mehreren immersiven virtuellen Welten. Die virtuellen Welten können Virtuelle und Erweiterte Realität (VR/AR) beinhalten. Das Lehrgebiet Multimedia und Internetanwendungen forscht zu Multimedia Information Retrieval (MMIR) in virtuellen Welten. Ein Anwendungsfall sind direkt oder indirekt erzeugte Mitschnitte: die Welten werden durch Anwender besucht und sie sammeln dort Erlebnisse. Erlebnisse an die sie sich erinnern möchten. Sollen diese Erlebnisse suchbar sein, müssen die Informationen aufgenommen, semantisch annotiert und indexiert werden. Zu letzterem existiert das am Lehrgebiet entwickelte Werkzeug Generic Multimedia Analysis Framework (GMAF)[28],[27],[26].

Für Mitschnitte im Metaverse bestehen Herausforderungen:

- Es existieren bereits viele virtuelle Welten (z.B. MILC [7], Horizon Worlds [8], Decentraland [9], Vircadia [10], Fortnite [11], Minecraft [12]). Diese verfügen jedoch über keinen standardisierten Zugriff auf die Informationen.
- Virtuelle Welten sind sowohl als 3D Welten, als auch Virtual Reality (VR) und Mixed Reality (MR) denkbar. Somit können nicht nur Audio und Video Informationen verarbeitet werden, sondern auch weitere Informationen wie Bewegungsdaten oder Handgesten sowie Metainformationen (z.B. Avatarnamen oder Interaktionen).

Die Aufgabenstellung für die Arbeit ist die Erarbeitung eines universellen Mechanismus zur Erhebung der Informationen aus virtuellen Welten sowie die anschließende Überführung in ein zu bestimmendes Datenformat. Dazu ist zu untersuchen, welche Stellen einer Architektur eine optimale Schnittstelle zum Abgreifen der Informationen darstellen. Eine exemplarische Architektur ist in Figure 1 dargestellt. Für den Ort des Renderings sind mehrere Varianten möglich, wie Figure 2 verdeutlicht. Dies ist bei der Konzeption zu berücksichtigen. Ebenso ist zu berücksichtigen, welche Informationen in welchem Volumen abgegriffen werden. So wäre ein permanenter oder abschnittsweiser Mitschnitt denkbar. Für die Bestimmung von Startpunkt und Ende Abschnitte wären z. B. Bewegungen oder Interaktionen mögliche Ereignisse.

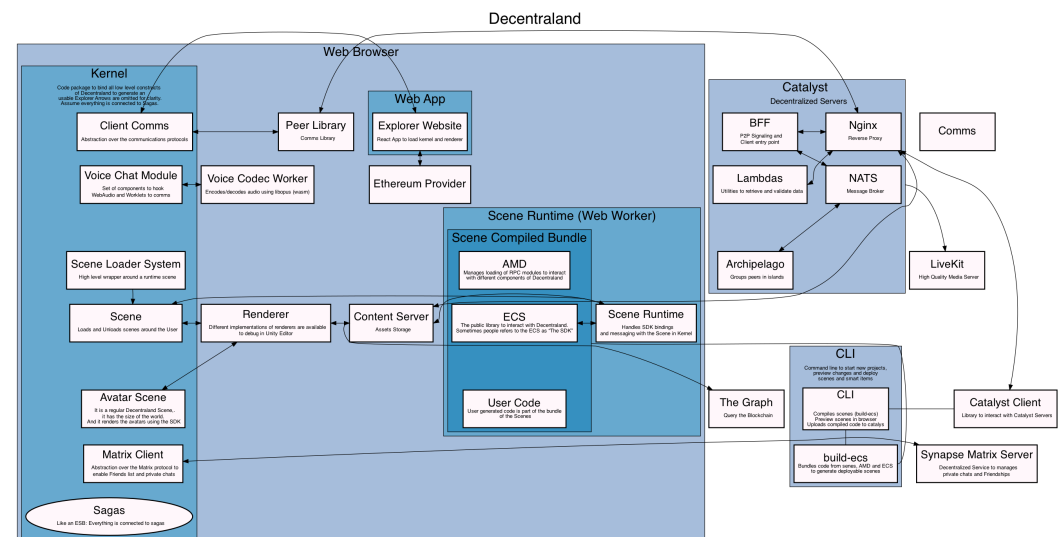


Figure 1. Architecture of Decentraland [13].

Des Weiteren muss ein Prozess beschrieben werden, der die automatisierte Aufnahme, Indexierung und Nutzung der Informationen unterstützt. Dadurch soll ein Datensatz und dessen Indexierung für die spätere Nutzung in Forschungs- und Anwendungszwecken erstellt werden können. Die Aufnahmen sollen mit Technologien zur Mustererkennung [15], [16] verarbeitet werden. Eine mögliche Verarbeitung ist in Figure 3 dargestellt. Dazu wird GMAF eingesetzt. Es ist in der Lage, verschiedene Multimedia-Datentypen (z.B. Bild, Text,

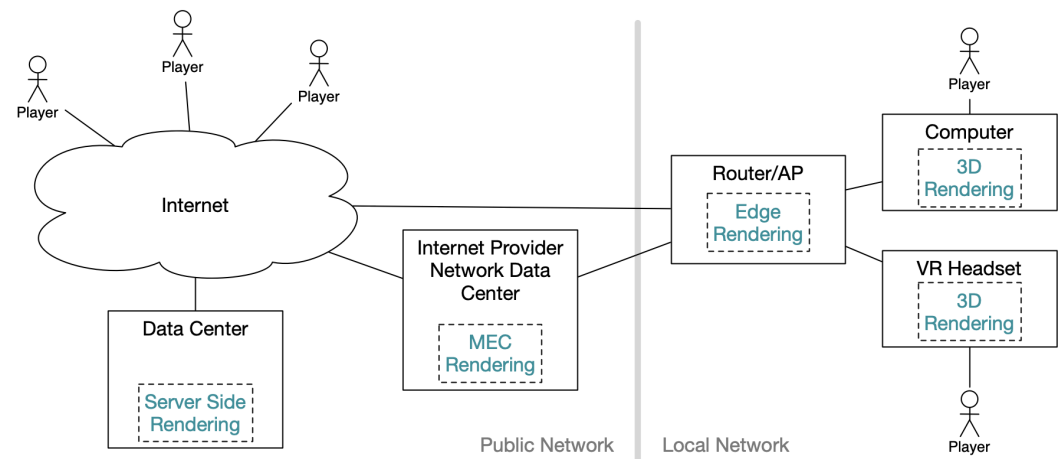


Figure 2. Possible points of rendering.

Video) zu verarbeiten und diverse Algorithmen zur Feature-Extraktion auf die entsprechenden Dateien anzuwenden. In GMAF wird eine zentrale Datenstruktur, der sog. Multimedia Feature Graph (MMFG) verwendet, in dem Features aus unterschiedlichen Quellen und unterschiedlichen Ebenen (z.B. technische Features vs. semantische Features) verwaltet werden können.

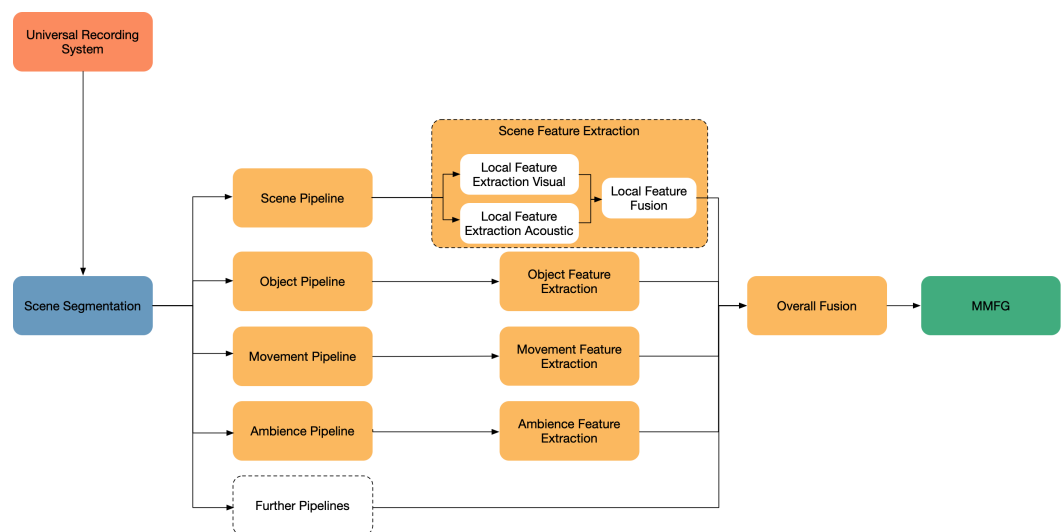


Figure 3. Processing Flows für Metaverse Aufnahmen.

2. Theoretischer Teil

Der theoretische Teil der Arbeit wird auf den Konzepten von Norman & Draper (User centered system design) [17] und Nunamaker [18] aufgebaut und methodisch hergeleitet. Als Modellierung wird die UML [19] 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 [24]. 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. Anderson, J. & Rainie, L. (2022), The metaverse in 2040.
2. MetaVRse (2022), The Metaverse Manifesto. *MetaVRse*. <https://metavrse.com/the-metaverse-manifesto/>
3. Mystakidis, S. (2022), Metaverse. *Encyclopedia*. 2, 486-497, <https://www.mdpi.com/2673-8392/2/1/31>
26. Wagenpfeil S. (2021), *Towards AI-bases Semantic Multimedia Indexing and Retrieval for Social Media on Smartphones*; SMAP 2020 Conference paper
27. Wagenpfeil S. (2021), *AI-Based Semantic Multimedia Indexing and Retrieval for Social Media on Smartphones*; <https://www.mdpi.com/2078-2489/12/1/43>

28. Wagenpfeil S. (2021), *Fast and Effective Retrieval for Large Multimedia Collections*; <https://www.mdpi.com/2504-2289/5/3/33>
7. Welt der Wunder Sendebetrieb GmbH MILC – Media Industry Licensing Content, <https://project.milc.global/>
8. Meta Platforms, Inc. Horizon-Worlds | Virtual-Reality-Welten und -Communitys. , https://www.oculus.com/horizon-worlds/?locale=de_DE
9. Decentraland Foundation Welcome to Decentraland. , <https://decentraland.org/>
10. Vircadia, G. Vircadia | Open Source Metaverse Platform. *Vircadia.*, <https://vircadia.com/>
11. Epic Games Fortnite – Ein kostenlos spielbarer Battle-Royale-Titel und noch mehr. *Fortnite Von Epic Games.*, <https://www.fortnite.com/>
12. Mojang Minecraft Official Website. *Minecraft.net.* (2023,1), <https://www.minecraft.net/de-de>
13. Decentraland Foundation Architecture. *Architecture.* (2023,2), <https://docs.decentraland.org/contributor/introduction/architecture/>, Section: contributor
14. Dublin City University Lifelog Search Challenge (2022) *LSC'22 At ICMR'22.*, <http://lsc.dcu.ie/index.html>
15. Amazon Web Services, Inc., Amazon Rekognition, Amazon Rekognition, <https://aws.amazon.com/rekognition/>
16. Google Inc. 2021, Google Cloud Vision AI | Mit ML Informationen aus Bildern gewinnen, <https://cloud.google.com/vision>
17. 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
18. Nunamaker J. (1991), *Systems Development in Information Systems Research*; Journal of Management Information Systems 1991, pp. 89-106
19. 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
20. Planche B. (2019), *Computer Vision with TensorFlow 2*; Publisher: Packt Publishing; pp. 77-99, ISBN: 978-1-78883-064-5
21. Schmitt I. (2005), *WS-QBE: A QBE-Like Query Language for Complex Multimedia Queries*; Journal: 11th International Multimedia Modelling Conference, pp 222-229
22. 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)
23. Bornschlegel M. (2016), *IVIS4BigData: A Reference Model for Advanced Visual Interfaces Supporting Big Data Analysis in Virtual Research Environments*; Journal: BDA@AVI
24. Wagenpfeil S. (2022), *Erstellen von wissenschaftlich-technischen Dokumenten*; Online: <http://www.stefan-wagenpfeil.de/nunamaker/>, Kennwort: FUH-SW!
25. Wagenpfeil S. (2020), *Github Repository of GMAF and MMFVG.* Available online: <https://github.com/stefanwagenpfeil/GMAF/> (accessed 25.09.2020)
26. Wagenpfeil S. (2021), *Towards AI-bases Semantic Multimedia Indexing and Retrieval for Social Media on Smartphones*; SMAP 2020 Conference paper
27. Wagenpfeil S. (2021), *AI-Based Semantic Multimedia Indexing and Retrieval for Social Media on Smartphones*; <https://www.mdpi.com/2078-2489/12/1/43>
28. Wagenpfeil S. (2021), *Fast and Effective Retrieval for Large Multimedia Collections*; <https://www.mdpi.com/2504-2289/5/3/33>
29. Wagenpfeil S. (2021), *Towards Automated Semantic Explainability of Multimedia Feature Graphs*; <https://www.mdpi.com/2078-2489/12/12/502>
30. 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>
31. 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>
32. 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>
33. 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>
34. 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)