

Universität Leipzig
Medizinische Fakultät
Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie

UNÜBERWACHTES TRAINING EINES
VORTRAINIERTEN SPRACHMODELLES AUF
LITERATUR ÜBER DAS MANAGEMENT VON
KRANKENHAUSINFORMATIONSSYSTEMEN

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science
(M. Sc.)

vorgelegt von

Paul Keller
Studiengang Medizininformatik M. Sc.

Leipzig, den 31.09.2023

AUTOR:

Paul Keller

Geboren am 23.05.1998 in Leipzig, Deutschland

TITEL:

*Unüberwachtes Training eines vortrainierten Sprachmodelles auf Literatur
über das Management von Krankenhausinformationssystemen*

INSTITUT:

Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie
Medizinische Fakultät Universität Leipzig

REFERENT:

Prof. Dr. Alfred Winter

BETREUER:

Konrad Höffner

ABSTRAKT

DANKSAGUNG

INHALTSVERZEICHNIS

Abstrakt	iii
1 Einleitung	1
1.1 Gegenstand	1
1.2 Problemstellung	2
1.3 Motivation	3
1.4 Zielsetzung	3
1.5 Aufgabenstellung	4
1.6 Aufbau der Arbeit	4
2 Grundlagen	5
3 Stand der Forschung	7
4 Lösungsansatz	9
5 Ausführung der Lösung	11
6 Ergebnisse	13
7 Diskussion	15
Zusammenfassung	17
 Literatur	 19
Appendix	

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS

AKRONYME

EINLEITUNG

1.1 GEGENSTAND

Eine effektive und effiziente Informationsgewinnung bildet einen fundamentalen Bestandteil einer qualitativ hochwertigen klinischen Praxis in der Medizin. Bei jeder medizinischen Handlung werden große Mengen an Informationen genutzt und generiert, sei es zur Grundlage einer Diagnose oder zur Dokumentation des Behandlungsprozesses. Die strukturierte und klassifizierte Speicherung sowie Wiedergabe dieser Informationen stellt einen fortwährenden Entwicklungsprozess dar und ist Gegenstand aktueller Forschung.

Die Digitalisierung der Medizin ist ein ausgedehntes Themenfeld mit stetig wachsender Notwendigkeit. Die Medizinische Informatik beschreibt passend dazu „die Wissenschaft der systematischen Erschließung, Verwaltung, Aufbewahrung, Verarbeitung und Bereitstellung von Daten, Informationen und Wissen in der Medizin und im Gesundheitswesen. [...]“¹. In diesem Kontext wird die Bedeutung der Entwicklung und Implementierung effektiver Informationssysteme und Technologien zur Unterstützung der klinischen Praxis immer größer.

In der Lehre wird die Praxis der medizinischen Informatik durch umfassende Literatur wie zum Beispiel in Winter u. a. (2023) unterstützt. Zur Strukturierung von Fachbegriffen und Rollen des Informationsmanagements im Krankenhaus existiert die Ontologie SNIK (Jahn u. a., 2014), ein semantisches Netz, kategorisiert in das SNIK Metamodell, und Projekt des Instituts für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie² an der Universität Leipzig. Durch die Verwendung dieses Netzes wird eine systematische Darstellung von Rollen, Entitäten und Funktionen des Informationsmanagements in Krankenhäusern ermöglicht, losgelöst von den Definition der zugrunde liegenden Literaturquellen.

Die Bedeutung von maschinellem Lernen, Deep Learning und Sprachmodellen nimmt in der heutigen Zeit immer mehr zu. Diese Technologien werden in vielen Bereichen eingesetzt, von der Automobilin-

¹ GMDS (2023). Definition Medizinische Informatik.
<https://www.gmds.de/aktivitaeten/medizinische-informatik/> (besucht am 07. 03. 2023).

² Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie.
<https://www.imise.uni-leipzig.de/Institut> (besucht am 09. 03. 2023).

dustrie bis hin zu medizinischen Anwendungen, um neue Methoden der Informationsgewinnung und -verarbeitung zu bieten. Ein Bericht von Schneider, Vöpel und Weis (2018) zeigt, dass maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz in den nächsten Jahren zunehmend eingesetzt werden und deren Einfluss auf die Wirtschaft und Gesellschaft kontinuierlich zunehmen wird. Sprachmodelle wie beispielsweise das GPT-3-Modell von OpenAI (Brown u. a., 2020) können dazu beitragen, Texte in verschiedenen Sprachen automatisch zu übersetzen und sogar kreative Schreibarbeiten zu erledigen. Deep Learning, das auf künstlichen neuronalen Netzwerken basiert, ermöglicht eine noch tiefere und komplexere Verarbeitung von Daten. In der Medizin kann Deep Learning zum Beispiel bei der Diagnose von Krankheiten und bei der Analyse von medizinischen Bildern eingesetzt werden (Esteva, Kuprel, Novoa u. a., 2017).

1.2 PROBLEMSTELLUNG

Informationssysteme im Gesundheitswesen sind von hoher Komplexität, abhängig von den Anforderungen der jeweiligen Organisation und unterliegen ständiger Weiterentwicklung. Ihre Anforderungen sind vielfältig und umfassen zum Beispiel die Speicherung und Verarbeitung von Patientendaten, die Dokumentation von Behandlungsprozessen, die Unterstützung von Diagnose- und Therapieprozessen sowie die Unterstützung von Forschungsaktivitäten. Diesen Anforderungen zu Grunde liegend existiert eine Vielzahl an Literatur, die sich mit der Definition, Umsetzung und Instandhaltung von Informationssystemen im Gesundheitswesen befasst. Das Buch *Health Information Systems* von Winter u. a. beschäftigt sich umfangreich mit diesen Anforderungen und wurde im März 2023 in der 3. Auflage veröffentlicht (Winter u. a., 2023).

Das Management von Informationssystemen stellt eine anspruchsvolle Aufgabe dar, die sich nicht nur auf die Anwendung durch Mitarbeiter in Krankenhäusern beschränkt. Es ist auch für Studierende von großer Bedeutung, um ein besseres Verständnis der vorhandenen Systeme zu erlangen, sowie für Wissenschaftler, um diese Systeme zu erweitern oder neue Methoden zum Management zu entwerfen. Eine konkrete und konsistente Wissensbasis ist sowohl für die Anwendung als auch die Lehre und Forschung von großer Bedeutung.

Ein weiteres Herausforderungsfeld in der Auseinandersetzung mit der Literatur zu Informationssystemen besteht in der Komplexität der Übertragung von theoretischen Konzepten auf praktische Anwendungsfälle. Insbesondere für Studierende und Praktiker erfordert die praktische Anwendung ein tiefes Verständnis der Zusammenhänge und der Anwendbarkeit der gezeigten Konzepte auf konkrete Arbeit-

sumgebungen. Da die verfügbare Literatur oft sehr umfangreich ist und ihre Definitionen fragmentiert sind, stellt die Identifikation von relevanten Informationen für spezifische Problemstellungen eine weitere Herausforderung dar.

Die Vielzahl an verfügbaren Literaturquellen, deren Umfang und Fragmentierung bei der Definition von Fachbegriffen erschweren eine schnelle Informationsbeschaffung, insbesondere für Studierende, die grundlegende Konzepte korrekt verstehen möchten.

- Problem P1: Schwierigkeiten bei der Informationsbeschaffung aufgrund des Umfangs der Literatur und der Fragmentierung von Definitionen

1.3 MOTIVATION

Eine Strukturierung von Informationen über das Management von Informationssystemen in Krankenhäusern ist bereits Teil des Projektes SNIK (Jahn u. a., 2014; Schaaf u. a., 2015), ein semantisches Netz des Instituts für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie der Universität Leipzig. Auf Basis dieses Netzes wurden bereits verschiedene Methoden untersucht, wie Informationen extrahiert werden können.

Die BeLL-Arbeit mit dem Titel „Question Answering auf SNIK“ (Brunsch, 2022) erweiterte den Zugang zu diesem Netz durch die Nutzung natürlicher englischer Sprache. Die Ergebnisse der BeLL-Arbeit wurden im Projekt QAnswer (QAnswer, 2023) umgesetzt, zeigen jedoch bei der Erklärbarkeit und dem Verständnis von komplexeren Fragen mangelnde Resultate. Im Kontrast dazu untersuchten Omar u. a. (2023) auf einem anderen Datensatz die Leistung von Konversations-KI (in diesem Fall ChatGPT) im Vergleich zu einem herkömmlichen Question-Answering-Systemen, die auf Wissensgraphen basieren (genutzt wurde $KGQA_N$). Die Ergebnisse zeigten, dass ChatGPT erstaunlich stabile und nachvollziehbare Antworten im Vergleich zum genutzten $KGQA_N$ lieferte.

Es ist daher notwendig zu untersuchen, ob die Verwendung einer Konversations-KI unter ähnlichen Schwierigkeiten wie QAnswer leidet und ob sich dabei neue Herausforderungen ergeben.

1.4 ZIELSETZUNG

Dem in 1.2 gezeigten Problem P1 werden folgende Ziele dieser Arbeit zugeordnet.

- Ziel Z1: Beantwortung von Fragen zu Informationssystemen im Gesundheitswesen in natürlicher Sprache durch eine Konversations-KI mit Hilfe von Winter u. a. (2023)
- Ziel Z2: Lösung einer Beispielklausur des Moduls „Architektur von Informationssystemem im Gesundheitswesen“ (ein Modul des Studiengangs Master Medizininformatik an der Universität Leipzig, welches inhaltlich auf Winter u. a. (2023) aufbaut) mit Hilfe einer Konversations-KI

1.5 AUFGABENSTELLUNG

Die in 1.4 genannten Ziele Z_i werden durch die hier aufgeführten Aufgaben A_i gelöst.

- Aufgabe zu Ziel Z1
 - Aufgabe A1.1: Vergleich von aktuell verfügbaren Sprachmodellen und ihrer Nutzbarkeit
 - Aufgabe A1.2: Datenkuration von Winter u. a. (2023)
 - Aufgabe A1.3: Nutzung einer Sprachmodells zur Bewertung, Verständnis und Beantwortung von gegebenen Fragen
- Aufgabe zu Ziel Z2
 - Aufgabe A2.1: Evaluierung der Konversations-KI vor und nach dem Training
 - Aufgabe A2.2: Bewertung der Antwortoptionen von Klausurfragen

1.6 AUFBAU DER ARBEIT

Kapitel 1 beschreibt das grundlegende Umfeld dieser Arbeit, formuliert existierende Probleme und Anforderungen, bietet Ziele zur Lösung dieser Probleme an und gibt Aufgaben, zur Umsetzung dieser Ziele. In Kapitel 2 werden Grundlagen gelegt zum Verständnis der in dieser Arbeit verwendeten Technologie, während in Kapitel 3 der aktuelle Stand der Forschung zusammengefasst wird. Kapitel 4 umfasst Lösungsstrategien des in 1.2 formulierten Problem mit einer anschließenden Beschreibung der Umsetzung dieser Lösungen in Kapitel 5. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden in Kapitel 6 präsentiert und in Kapitel 7 zusammengefasst diskutiert. Zusätzlich gibt Kapitel 7 einen Ausblick dieser Arbeit.

LÖSUNGSANSATZ

AUSFÜHRUNG DER LÖSUNG

DISKUSSION

ZUSAMMENFASSUNG

LITERATUR

- Brown, Tom u. a. (2020). „Language Models are Few-Shot Learners“. In: *Advances in Neural Information Processing Systems*. Hrsg. von H. Larochelle, M. Ranzato, R. Hadsell, M.F. Balcan und H. Lin. Bd. 33. Curran Associates, Inc., S. 1877–1901. URL: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2020/file/1457c0d6bfc4967418bfb8ac142f64a-Paper.pdf.
- Brunsch, Hannes Raphael (2022). „Question Answering auf SNIK“. Besondere Lernleistung. Leipzig, Germany: Wilhelm-Ostwald-Schule. URL: <https://www.snik.eu/public/bell-hrb.pdf>.
- Esteva, Andre, Brett Kuprel, Roberto A. Novoa u. a. (2017). „Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks“. In: *Nature* 542, S. 115–118. DOI: [10.1038/nature21056](https://doi.org/10.1038/nature21056).
- Jahn, Franziska, Michael Schaaf, Barbara Paech und Alfred Winter (2014). „Ein Semantisches Netz des Informationsmanagements im Krankenhaus“. In: *Informatik 2014*. Hrsg. von E. Plödereder, L. Grunske, E. Schneider und D. Ull. Lecture Notes in Informatics. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., S. 1491–1498.
- Omar, Reham, Omij Mangukiya, Panos Kalnis und Essam Mansour (2023). *ChatGPT versus Traditional Question Answering for Knowledge Graphs: Current Status and Future Directions Towards Knowledge Graph Chatbots*. Version 1. arXiv: [2302.06466](https://arxiv.org/abs/2302.06466) [cs.CL].
- QAnswer (2023). *Question Answering*. URL: https://app.qanswer.ai/public-share?kb=SNIK_BB&type=graph&user=kirdie (besucht am 09.03.2023).
- Schaaf, Michael, Franziska Jahn, Kais Tahar, Christian Kucherer, Alfred Winter und Barbara Paech (2015). „Entwicklung und Einsatz einer Domänenontologie des Informationsmanagements im Krankenhaus“. In: *Informatik 2015*. Lecture Notes in Informatics 246. Hrsg. von Douglas W. Cunningham, Petra Hofstedt, Klaus Meer und Ingo Schmitt.
- Schneider, Dr. Johannes, Prof. Dr. Henning Vöpel und Martin Weis (2018). *Think beyond tomorrow*. URL: https://www.hwwi.org/fileadmin/hwwi/Publikationen/Studien/Screen_EY-18-049-STU_Think_beyond_tomorrow_KI__BKL1809-049-v6.pdf.
- Winter, Alfred, Elske Ammenwerth, Reinhold Haux, Michael Marschollek, Bianca Steiner und Franziska Jahn (2023). *Health Information Systems*. 3. Aufl. Health Informatics. Springer Cham. ISBN: 978-3-031-12310-8. DOI: [10.1007/978-3-031-12310-8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-12310-8). URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-12310-8>.

APPENDIX

ERKLÄRUNG

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe, insbesondere sind wörtliche oder sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet.

Mir ist bekannt, dass Zuwiderhandlung auch nachträglich zur Aberkennung des Abschlusses führen kann.

Ich versichere, dass das elektronische Exemplar mit den gedruckten Exemplaren übereinstimmt.

Leipzig, 31.09.2023

Paul Keller